



MTRO. MIGUEL ÁNGEL MACIEL TORRES, Secretario de Energía, con fundamento en los artículos 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 14, fracciones I y II, 18, fracción II, 21, 26, 27, 28, 29 y 94, fracciones V y VI, de la Ley de Transición Energética y 4 del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

CONSIDERANDO

Que de conformidad con el artículo 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, corresponde a la Secretaría de Energía establecer, conducir y coordinar la política energética del país, así como llevar a cabo la planeación energética a mediano y largo plazos;

Que el 24 de diciembre de 2015, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley de Transición Energética, la cual tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos;

Que los artículos 14, fracción I y 28 del ordenamiento referido, establecen que corresponde a la Secretaría de Energía aprobar y publicar la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios y llevar a cabo la actualización de la parte prospectiva de la misma;

Que el artículo 26 de la Ley de Transición Energética, dispone que la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios deberá ser revisada con una periodicidad anual, con la participación que corresponda a la Secretaría de Energía, la Comisión Reguladora de Energía, el Centro Nacional de Control de Energía y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, cuyo resultado y, en su caso las adecuaciones, se publicarán en el Diario Oficial de la Federación;

Que la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios deberá contener un componente prospectivo de largo plazo a 30 años y otro de mediano plazo para un período de 15 años, este último componente deberá actualizarse cada tres años, en términos de lo dispuesto por el artículo 29 de la Ley de Transición Energética;

Que el 2 de diciembre de 2016 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que la Secretaría de Energía aprueba y publica la actualización de la primera Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, en términos de la Ley de Transición Energética;



Que el 7 de febrero de 2020 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que la Secretaría de Energía aprueba y publica la actualización de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, en términos de la Ley de Transición Energética

Que conforme a lo establecido en el artículo 18, fracción II, de la Ley de Transición Energética, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía elaboró y sometió a la consideración de la Secretaría de Energía, la actualización de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios;

Que el 19 de mayo de 2023 se solicitó a los miembros del Consejo Consultivo para la Transición Energética, la emisión de opiniones y recomendaciones al proyecto de actualización de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, mismas que fueron tomadas en consideración por la Secretaría de Energía;

Que a través del Grupo de Trabajo para la Revisión de la Estrategia, conformado por integrantes del sector, se llevaron a cabo sesiones de trabajo durante el mes de junio de 2023, con la finalidad de realizar la revisión cualitativa y cuantitativa de los ejercicios 2020, 2021 y 2022 del documento de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios publicado el 07 de febrero de 2020

Que en sesión ordinaria del Consejo Consultivo para la Transición Energética, celebrada el 2 de agosto de 2023, los integrantes de dicho órgano colegiado tomaron conocimiento de la revisión y de la actualización de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, así como del resultado de la revisión de dicho instrumento de planeación, y

Que dando cumplimiento a las disposiciones arriba señaladas de la Ley de Transición Energética, he tenido a bien emitir el siguiente

ACUERDO

ARTÍCULO ÚNICO. - La Secretaría de Energía aprueba y publica la actualización de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, en términos de la Ley de Transición Energética, así como el resultado de la revisión efectuada a dicho Instrumento de Planeación.



SECRETARÍA DE ENERGÍA

TRANSITORIO

ÚNICO. El presente Acuerdo entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Ciudad de México, a XXX de diciembre de 2023.

EL SECRETARIO DE ENERGÍA

MTRO. MIGUEL ÁNGEL MACIEL TORRES



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

ACTUALIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN PARA PROMOVER EL USO DE TECNOLOGÍAS Y COMBUSTIBLES MÁS LIMPIOS.

*"Hacia una Transición
Energética Soberana"*

2023.



ACTUALIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN PARA PROMOVER EL USO DE TECNOLOGÍAS Y COMBUSTIBLES MÁS LIMPIOS

*“Hacia una transición energética soberana de
México”*

2023



GOBIERNO DE
MÉXICO

SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

1	INTRODUCCIÓN.....	11
2	MARCO NORMATIVO.....	13
3	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	16
3.1	ESTADO DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA.....	16
3.1.1	Abordaje Metodológico e Institucional (1).....	16
3.1.2	Contribución e Importancia del sector eléctrico nacional.....	16
3.1.3	Capacidad instalada y generación de electricidad.....	19
3.1.4	Energías limpias en la generación de electricidad.....	21
3.2	GENERACIÓN DISTRIBUIDA.....	22
3.2.1	Energías fósiles en la generación de electricidad.....	24
3.2.2	Evolución del progreso de la eficiencia energética en la generación de electricidad.....	25
3.2.3	Evolución de los costos de generación por tecnología.....	28
3.3	ESTADO DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA.....	31
3.3.1	Abordaje metodológico e institucional (2).....	31
3.3.2	Tendencias de los energéticos que abastecen el consumo nacional de energía.....	31
3.3.3	Estructura y tendencias del consumo nacional de energía.....	34
3.3.4	Estructura del consumo final por energético.....	36
3.3.5	Consumo final por sector y usos finales.....	39
3.3.5.1	Sector transporte	39
3.3.5.2	Sector industrial	43
3.3.5.3	Sector residencial	45
3.3.5.4	Sector comercial y servicios	47
3.3.5.5	Sector agropecuario	48
3.3.6	Progreso de la eficiencia energética en el consumo nacional de energía.....	50
3.3.6.1	Intensidad energética primaria	50
3.3.6.2	Intensidad energética por transformación y consumo final.....	51
3.4	ESTADO DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL OCASIONADO POR LA INDUSTRIA ELÉCTRICA.....	53
3.4.1	Abordaje metodológico e institucional (3).....	53
3.4.2	Impacto ambiental de la industria eléctrica en las emisiones nacionales.....	54
3.4.3	Evolución de las emisiones de GEI provenientes de la industria eléctrica.....	54
4	CUMPLIMIENTO DE LAS METAS DE LA ESTRATEGIA.....	56
4.1	AVANCE DE METAS DE LAS ENERGÍAS LIMPIAS.....	56
4.2	AVANCE DE LA META DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	57
5	OBSTÁCULOS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN MÉXICO.....	59
5.1	OBSTÁCULOS QUE ENFRENTAN LAS ENERGÍAS LIMPIAS Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	59
5.1.1	Obstáculos para el desarrollo de las energías limpias.....	59
5.1.1.1	Hallazgos y obstáculos identificados por el CENACE	59
5.1.1.2	Hallazgos y obstáculos identificados por la CRE	60
5.1.1.3	Hallazgos y obstáculos identificados por la CFE	61
5.2	OBSTÁCULOS EN UNA PLANEACIÓN ORDENADA DEL PARQUE DE GENERACIÓN DEL SEN.....	62



5.2.1	Obstáculos a los que se enfrenta el desarrollo de las energías limpias para su interconexión al SEN.....	62
5.3	OBSTÁCULOS PARA EL IMPULSO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	63
6	ESCENARIOS PROSPECTIVOS Y METAS DE MEDIANO PLAZO.....	65
6.1	PROSPECTIVA DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON ENERGÍAS LIMPIAS.....	65
6.1.1	Mecanismo de elaboración y coordinación institucional del escenario prospectivo de energías limpias...	65
7	RESULTADOS DEL ESCENARIO PROSPECTIVO DE ENERGÍAS LIMPIAS.....	67
7.1	ACTUALIZACIÓN DE LAS METAS DE ENERGÍAS LIMPIAS A MEDIANO PLAZO.....	70
7.2	PROSPECTIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	72
7.2.1	Mecanismo de elaboración y coordinación institucional del escenario prospectivo de eficiencia energética.....	72
7.2.2	Resultados del escenario prospectivo de eficiencia energética.....	73
7.2.3	Actualización de la meta de eficiencia energética.....	79
8	POLÍTICAS Y LINEAS DE ACCIÓN HACIA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA.....	81
8.1	LÍNEAS DE ACCIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	81
8.1.1	Ahorro y uso eficiente de energía.....	82
8.1.1.1	Transporte.....	82
8.1.1.2	Industria.....	85
8.1.1.3	Edificaciones.....	86
8.1.1.4	Servicios públicos municipales.....	88
8.1.1.5	Agroindustria.....	89
8.1.2	Energías Limpias.....	90
8.1.2.1	Bioenergía.....	90
8.1.2.2	Energía eólica.....	91
8.1.2.3	Energía solar.....	93
8.1.2.4	Geotermia.....	95
8.1.2.5	Hidroenergía y Energías del Océano.....	96
8.1.2.6	Captura y Almacenamiento de Carbono.....	98
8.1.3	Desarrollo e impacto social.....	98
8.1.4	Desarrollo de infraestructura integradora.....	100
8.1.4.1	Redes inteligentes y Generación Distribuida.....	100
8.1.4.2	Almacenamiento de energía.....	102
9	CONCLUSIONES DERIVADAS DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	104
10	Anexos.....	105
11	GLOSARIO.....	105
12	LISTA DE ACRÓNIMOS.....	109
13	ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.....	111
14	REVISIÓN ANUAL DE LA ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN PARA PROMOVER EL USO DE TECNOLOGÍAS Y COMBUSTIBLES MÁS LIMPIOS.....	113
	LISTADO DE TABLAS.....	118
	LISTADO DE FIGURAS.....	118
	RESUMEN EJECUTIVO.....	122
1	MARCO NORMATIVO.....	123
1.1	LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA.....	123



1.2 REGLAMENTO DE LA LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA.....	123
2 INTRODUCCIÓN.....	124
2.1 INTEGRACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO PARA LA REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	124
3 EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LA ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN PARA PROMOVER EL USO DE COMBUSTIBLES Y TECNOLOGÍAS MÁS LIMPIOS.....	127
3.1 METAS DE ENERGÍAS LIMPIAS.....	127
3.1.1 Progreso de la meta de energías limpias.....	127
3.2 METAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	129
3.2.1 Progreso de la meta de eficiencia energética.....	129
4 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LAS LÍNEAS DE ACCIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	133
4.1 LÍNEAS DE ACCIÓN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA.....	133
4.1.1 Transporte.....	133
4.1.2 Industria.....	138
4.1.3 Edificaciones.....	144
4.1.4 Servicios públicos municipales.....	150
4.1.5 Agroindustria.....	153
4.2 LÍNEAS DE ACCION DE ENERGÍAS LIMPIAS.....	157
4.2.1 Bioenergía.....	157
4.2.2 Energía Eólica.....	161
4.2.3 Energía Solar.....	165
4.2.4 Geotermia.....	172
4.2.5 Hidroenergía y energía oceánica.....	176
4.2.6 Captura y Almacenamiento de Carbono.....	181
4.3 LÍNEAS DE ACCIÓN EN DESARROLLO E IMPACTO SOCIAL.....	186
4.3.1 Desarrollo e impacto social.....	186
4.4 LÍNEAS DE ACCIÓN EN DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA INTEGRADORA.....	191
4.4.1 Redes inteligentes y Generación Distribuida.....	191
4.4.2 Almacenamiento de energía.....	198
5 CONCLUSIONES.....	202
6 RECOMENDACIONES.....	203
6.1 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA FORTALECER LAS LÍNEAS DE ACCIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA HACIA 2026.....	203
6.1.1 Transporte.....	203
6.1.2 Industria.....	203
6.1.3 Edificaciones.....	203
6.1.4 Servicios públicos municipales.....	203
6.1.5 Agroindustria.....	204
6.2 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA LAS LÍNEAS DE ACCIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS HACIA 2026.....	204
6.2.1 Bioenergía.....	204



6.2.2 Energía Eólica	204
6.2.3 Energía Solar.....	204
6.2.4 Geotermia	204
6.2.5 Hidroenergía y energía oceánica.....	205
6.2.6 Captura y almacenamiento de carbono.....	205
6.2.7 Desarrollo e impacto social	205
6.2.8 Redes inteligentes y Generación Distribuida.....	206
6.2.9 Almacenamiento de energía.....	206
7 BIBLIOGRAFÍA.....	207
GLOSARIO	208



1 INTRODUCCIÓN

Desde la publicación de la Ley de Transición Energética (LTE) en 2015 se estableció que la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios (Estrategia) sería el instrumento rector de la política nacional en materia de obligaciones de energías limpias, aprovechamiento sustentable de la energía y mejora de la industria eléctrica en el mediano y largo plazo.

Entre los objetivos de dicho instrumento se encuentran: a) el establecer las metas y la hoja de ruta para la implementación de dichas metas; b) fomentar la reducción de emisiones contaminantes originadas por la industria eléctrica; y c) reducir, bajo criterios de viabilidad económica, la dependencia del país de los combustibles fósiles como fuente primaria de energía.

Durante la presente administración, la Secretaría de Energía (SENER) publicó el 7 de febrero de 2020 la Estrategia en el Diario Oficial de la Federación (DOF), en cumplimiento a lo establecido en la LTE. Sin duda, uno de los elementos más significativos de la Estrategia fue el establecimiento de metas de energías limpias y eficiencia energética, así como sus respectivos grados de cumplimiento para alcanzarlas.

De acuerdo con la Ley, la Estrategia deberá establecer metas a fin de que el consumo de energía eléctrica se satisfaga mediante un portafolio de alternativas que incluyan a la eficiencia energética y una proporción creciente de generación con energías limpias, en condiciones de viabilidad económica.

Asimismo, se establece que, a través de las metas de energías limpias y las metas de eficiencia energética, la SENER promoverá que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpia alcance los niveles establecidos en la Ley General de Cambio Climático (LGCC) para la Industria Eléctrica y, para ello, la Secretaría deberá considerar el mayor impulso a la eficiencia energética y a la generación con energías limpias que pueda ser soportado de manera sustentable bajo las condiciones económicas y del mercado eléctrico en el país.

En 2020, ambas metas fueron determinadas a partir de análisis prospectivos desarrollados por instituciones del sector energía, bajo la coordinación y el liderazgo de la SENER. En la Estrategia se incluyeron un componente prospectivo de largo plazo a 30 años y otro de mediano plazo a 15 años para las metas de energías limpias y eficiencia energética, siendo estos escenarios los que definieron las trayectorias de cumplimiento de éstas.

En seguimiento a lo anterior, la propia LTE prevé, en su artículo 29, una actualización de la componente de planeación de mediano plazo cada tres años. Esto permite detectar, mediante un nuevo proceso de planeación, cambios en el entorno y en las condiciones técnicas, científicas, tecnológicas, económicas, financieras, fiscales, ambientales y sociales de la infraestructura de explotación, producción, transformación, transmisión, distribución y uso final de la energía.

Con lo anterior, se busca detectar las nuevas condiciones que orienten un replanteamiento de las metas originales, considerando el acelerado cambio tecnológico, la integración de fuentes renovables en la matriz energética, así como el avance de las tecnologías más eficientes en equipos y sistemas consumidores de energía del país.

Bajo esta perspectiva, la SENER, con apoyo de la Comisión Nacional para Uso Eficiente de Energía (Conuee) y a tres años de su publicación, en congruencia con la LTE y su Reglamento, preparó el presente documento de actualización del componente de mediano plazo de la Estrategia.

Este documento es el resultado de un proceso de coordinación institucional conducido por la SENER, que consideró la integración de diversos elementos de referencia que sirvieron como punto de partida para la actualización de las metas de energías limpias y de eficiencia energética de la componente prospectiva de mediano plazo. Para ello se contó con la mejor información actualizada y disponible provista por distintas instituciones como la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Con estos elementos, la SENER y la Conuee integraron y prepararon el presente documento a fin de proporcionar, en primera instancia al Consejo Consultivo para la Transición Energética, un elemento que coadyuve a la toma de las mejores decisiones para seguir sentando las bases de una Transición Energética Soberana (TES) y, posteriormente, comunicar al público en general los factores de cambio que han incidido en el progreso de la transición energética del país, entendida ésta como la evolución planificada de la matriz energética de México.



La TES es el cambio racional y sustentable del actual sistema energético, industrial, tecnológico y económico fundado en la transformación de los recursos energéticos no renovables, hacia otro sistema energético basado en el aprovechamiento progresivo de la electricidad proveniente de las energías limpias.

Lo anterior requiere sustituir, en un escenario de planeación ordenado y durante las próximas décadas, la mayor parte de la energía primaria de origen fósil del sistema energético mexicano, para construir un nuevo sistema energético basado en energías limpias.

El progreso de la TES redefinirá constantemente las metas de las energías limpias y de la eficiencia energética.



2 MARCO NORMATIVO

En 2020, la SENER y la Conuee estructuraron el contenido de la Estrategia que se publicó el 7 de febrero de ese año, a partir de lo establecido en un conjunto de artículos de la LTE. Al igual que en esa ocasión, este documento de actualización de la componente de mediano plazo de la Estrategia tiene su origen en el artículo 29 de la LTE, que establece que *la Estrategia también incluirá un componente de planeación de mediano plazo para un período de 15 años que deberá actualizarse cada tres años, una vez que haya sido realizado lo dispuesto en el artículo anterior respecto al componente de largo plazo cuando así corresponda.*

En referencia a la cita anterior, el artículo 28 de la LTE señala que *la Estrategia deberá contener un componente de largo plazo para un periodo de 30 años que defina los escenarios propuestos para cumplir las Metas de Energías Limpias y la Meta de Eficiencia Energética. Asimismo, este artículo señala que este componente deberá ser una prospectiva que contenga un conjunto de análisis y estudios sobre las condiciones técnicas, científicas, tecnológicas, económicas, financieras, fiscales, ambientales y sociales futuras de la infraestructura de explotación, producción, transformación, transmisión, distribución y uso final de la energía.*

De acuerdo con la LTE se distingue que la componente de largo plazo de las metas de energías limpias y eficiencia energética únicamente se actualiza una vez por sexenio, en tanto la de mediano plazo se hará dos veces durante el sexenio. Esto queda señalado en el artículo 28 de la misma Ley que en su último párrafo señala que *la parte prospectiva de la Estrategia deberá actualizarse dentro de los seis primeros meses de ejercicio de cada Administración Federal, en términos de la Ley de Planeación, cumpliendo con los requisitos de calidad establecidos en las mejores prácticas de este tipo de instrumentos.*

A su vez, el proceso normativo de actualización de la Estrategia se establece en el Reglamento de la LTE, particularmente en el Título Tercero de los Instrumentos de Planeación, Capítulo I, de la Estrategia, artículo 5.

Dicho artículo establece que *la actualización de la Estrategia se elaborará, aprobará y publicará, en términos de lo establecido en los Capítulos II y III del Título Tercero de la Ley, y conforme al procedimiento siguiente:*

- I. *La Conuee elaborará y propondrá a la Secretaría el proyecto de actualización de la Estrategia, durante los primeros dos meses de los plazos establecidos en los artículos 28, último párrafo y 29, primer párrafo de la Ley, según corresponda al componente de la Estrategia que se está actualizando;*
- II. *Una vez recibido el proyecto de actualización a que se refiere la fracción anterior por la Secretaría, ésta contará con un mes para solicitar al Consejo su opinión y, en su caso, las recomendaciones correspondientes, y*
- III. *Transcurrido el plazo previsto en la fracción anterior, la Secretaría contará con tres meses para revisar la congruencia del proyecto de actualización respecto de los Instrumentos de Planeación previstos en la Ley y en la Ley de Planeación, así como para aprobar y publicar la actualización de la Estrategia en el DOF.*

Asimismo, el artículo 5 del Reglamento de la LTE señala que la SENER proporcionará a la Conuee escenarios prospectivos que incluyan elementos provistos por el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL), la CRE, el CENACE y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y que servirán de referencia para la actualización de las metas de energías limpias y de eficiencia energética.

El siguiente párrafo del artículo 5 del Reglamento cita que *los componentes prospectivos de largo y mediano plazo de la Estrategia serán elaborados por la Conuee con el apoyo de las unidades administrativas competentes de la SENER. Asimismo, tanto el diagnóstico como el componente prospectivo de las metas deberán considerar, además de lo previsto en la Ley, las tendencias históricas, al menos en los cinco años previos, así como la situación*



actual, identificando el contexto nacional e internacional, en los ámbitos macroeconómico, social, demográfico e institucional.

De igual manera, el último párrafo del artículo 5 del Reglamento señala que, *para efectos de la elaboración del diagnóstico del componente de mediano plazo de la Estrategia, la SENER, a través de la Conuee, recurrirá a reconocidos expertos en términos del segundo párrafo de la fracción II del artículo 29 de la Ley.*

Estos últimos dos párrafos del artículo 5 del Reglamento de la LTE, sirvieron como referencia para definir el contenido y alcance del presente documento de actualización de la componente de planeación de mediano plazo que se establece en el artículo 29 de la Ley. En este contexto, el contenido y el alcance se basan en las fracciones I y II del segundo párrafo del mismo artículo de la LTE que señala:

El componente de mediano plazo de la Estrategia deberá contener lo siguiente:

- I. Señalar las metas de Energías Limpias y eficiencia energética, así como su grado de cumplimiento;*
- II. Establecer un diagnóstico exhaustivo de:*
 - a) El estado en el que se encuentre la Industria Eléctrica en general y la generación de electricidad mediante Energías Limpias en particular;*
 - b) El estado en el que se encuentre el consumo final de la energía;*
 - c) Los obstáculos a los que se enfrenta el desarrollo de las Energías Limpias;*
 - d) El estado de la contaminación ambiental ocasionada por la Industria Eléctrica de acuerdo con la información proporcionada por la SEMARNAT;*
 - e) La dependencia de las fuentes de energías fósiles para la generación primaria de electricidad y del progreso en la Eficiencia Energética, y*
 - f) La evolución tecnológica en materia de generación eléctrica y reducción de costos, así como otros elementos de tecnología que puedan aportar un valor añadido al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).*

Finalmente, es relevante establecer algunas consideraciones al presente documento con relación al marco normativo de la actualización de la componente de mediano plazo de la Estrategia, ya que no existen antecedentes a dicha actualización intermedia de la Estrategia realizadas por administraciones anteriores, bajo lo estipulado en la LTE. Estas consideraciones incluyen:

- La Conuee integró el presente documento a fin de proporcionar, en primera instancia al Consejo Consultivo para la Transición Energética, un elemento que coadyuve a la toma de decisiones informadas, conforme lo estable la LTE y su Reglamento para atender las fracciones anteriormente mencionadas. Sin embargo, el artículo 29 de la misma Ley establece el desarrollo de otras fracciones (III, IV, V y VI) que no son materia de este documento, y para lo cual se establece que *...la Secretaría deberá recurrir a reconocidos expertos en la materia, quienes estudiarán y aportarán la información necesaria para el diagnóstico, así como también a los involucrados en la Industria Eléctrica, ya sea de carácter público o particular, quienes deberán ser convocados a través del Consejo y consultados mediante foros donde se apliquen las metodologías de consulta más adecuadas.*
- De manera consistente con el artículo 5 del Reglamento de la LTE, la SENER y Conuee acordaron que los rubros que integran la fracción II del artículo 29 de la LTE, que refieren al diagnóstico exhaustivo, fueron desarrollados con información histórica desde 2016 hasta la que dispongan las instituciones del sector energía al cierre de 2022, por lo que los rangos del análisis pueden variar según el rubro del análisis que se trate.



- En cuanto a la actualización de la fracción I del artículo 29 de la LTE, que incluye las metas de energías limpias y eficiencia energética, así como su grado de cumplimiento, los escenarios prospectivos de la componente de mediano plazo fueron homologados para presentar la misma trayectoria de 15 años, aun cuando el año base histórico puede ser diferente entre cada una de las metas.



3 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El contenido de esta sección se organizó a partir de los puntos establecidos en la fracción II del artículo 29 de la LTE. De esta manera se ha dividido en tres secciones: 1) Estado de la Industria Eléctrica; 2) Estado del consumo final de la energía; y 3) Estado de contaminación ambiental ocasionado por la industria eléctrica. Cabe señalar que muchos de los conceptos usados en este apartado provienen de la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), y fueron citados en los apartados correspondientes.

3.1 ESTADO DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

3.1.1 Abordaje Metodológico e Institucional (1)

De acuerdo con el artículo 2 de la LIE, *la Industria Eléctrica comprende las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, así como la operación del Mercado Eléctrico Mayorista.*

Por otro lado, y en relación con el diagnóstico, los puntos a los que refiere la fracción II del artículo 29 de la LTE, y que se analizaron en esta sección, fueron:

- I. El estado en el que se encuentra la Industria Eléctrica en general y la generación de electricidad mediante Energías Limpias en particular;
- II. la dependencia de las fuentes de energías fósiles para la generación primaria de electricidad y del progreso en la Eficiencia Energética, y
- III. la evolución tecnológica en materia de generación eléctrica y reducción de costos.

Bajo esta perspectiva, se delimitó el alcance del presente apartado a secciones que ilustraran los temas referidos en la LTE, tales como: a) Contribución e importancia del sector eléctrico nacional; b) Capacidad Instalada y generación de electricidad; c) Energías limpias en la generación de electricidad; d) Energías fósiles en la generación de electricidad; e) Evolución del progreso de la eficiencia energética en la generación de electricidad; y f) Costos de generación por tecnología.

Para esta sección, la información fue gestionada por la SENER y provino de la CFE, CRE y CENACE. En lo que corresponde a la parametrización del progreso de la eficiencia energética de la generación de electricidad, esta fue desarrollada por la Conuee a partir de indicadores de eficiencia energética que regularmente son establecidos en la industria eléctrica, usando siempre la misma información de las instituciones previamente mencionadas. Cabe señalar que, al momento de la elaboración del presente documento, se contó con cierres preliminares de registros a 2022 para toda la industria eléctrica.

3.1.2 Contribución e Importancia del sector eléctrico nacional

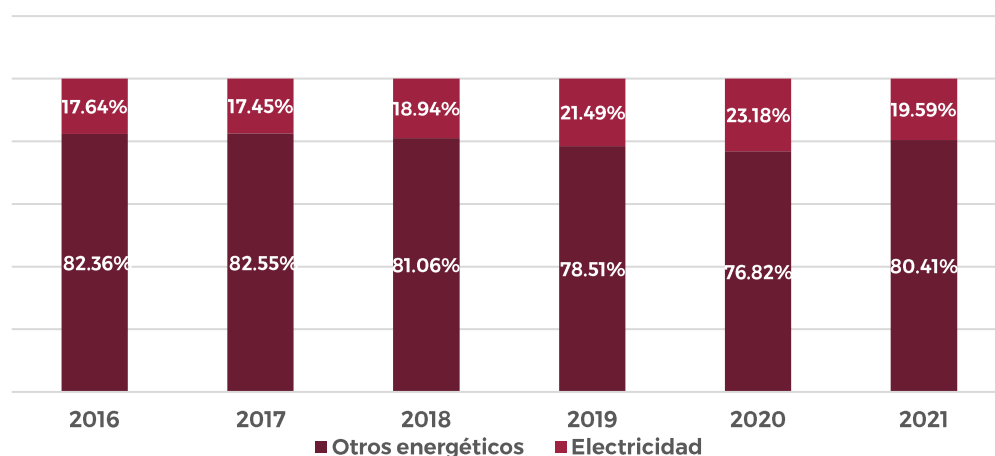
La electricidad es un insumo primario para la realización de actividades productivas, de transformación y de servicios del país, convirtiéndola en un bien final e indispensable para los consumidores y para el progreso nacional.

Lo anterior coloca al sector eléctrico como un promotor directo del desarrollo económico y social, y pone al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) como un elemento central de la transición energética del país.

El primer aspecto valioso por observar es que la electricidad se ha convertido en la segunda fuente de energía más importante y usada en el consolidado total de los sectores del consumo final, que incluyen el transporte, el industrial, el residencial, el comercial-servicios y el agropecuario. De acuerdo con la serie de tiempo del Balance Nacional de Energía (BNE) de la SENER, mientras que en 2016 la electricidad abasteció 17.64% del total de los energéticos del consumo final del país, para 2021 su participación como fuente de energía se incrementó a 19.59% (Fig. 1).



FIGURA 1 PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LA ELECTRICIDAD EN EL CONSUMO FINAL ENERGÉTICO, 2016-2021

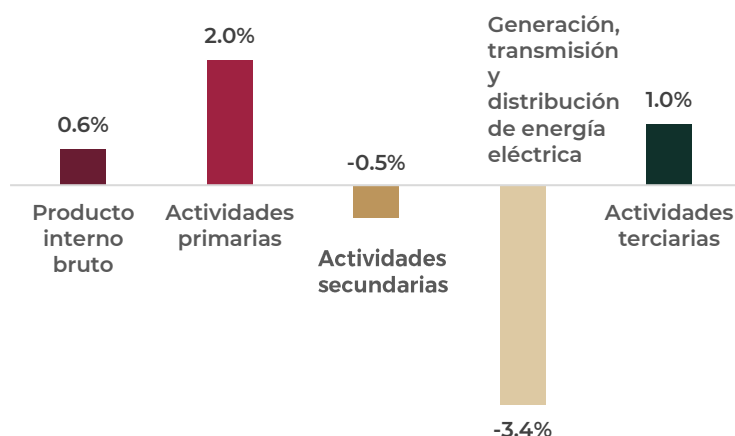


FUENTE: Conuee con información de la SENER, BNE (2021).

Aun cuando la electricidad ha incrementado su participación en la matriz energética, en el periodo de análisis la contribución de la industria eléctrica en la economía nacional se ha visto afectada. Esto se debió principalmente a la pandemia provocada por el Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19), que afectó gran parte de las actividades productivas del sector secundario de la economía nacional.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la actividad económica de la industria eléctrica¹ ha tenido una reducción anual de 3.4% por año entre 2016 y 2022, siendo una de las más afectadas, al igual que el promedio de las actividades secundarias que disminuyeron a 0.5% por año en el mismo periodo (Fig. 2).

FIGURA 2 TASAS MEDIAS DE CRECIMIENTO ANUAL EN DIFERENTES SECTORES ECONÓMICOS, 2016-2022

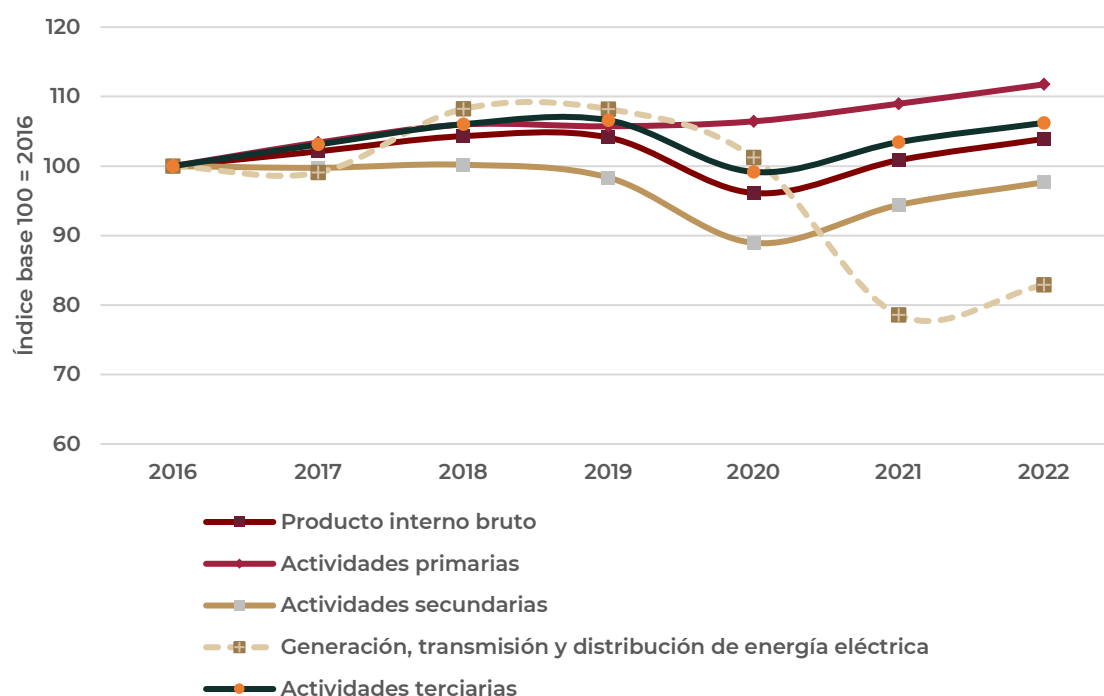


FUENTE: Conuee con información del INEGI.

¹ Se refiere al comportamiento del Valor Agregado en términos constantes del subsector de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica de acuerdo con la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN, 2018).

Tomando como referencia el año 2016 como una base 100 de los valores económicos de las distintas actividades económicas y de la industria eléctrica en términos constantes, se puede observar que la industria eléctrica se vio menos afectada en el primer año de la pandemia, comparada con otras actividades; sin embargo, para 2021 cayó al punto más bajo del periodo de análisis, mostrando posteriormente signos de una recuperación hacia 2022 (Fig. 3).

FIGURA 3 TENDENCIA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO ACUMULADO DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA, 2016-2022



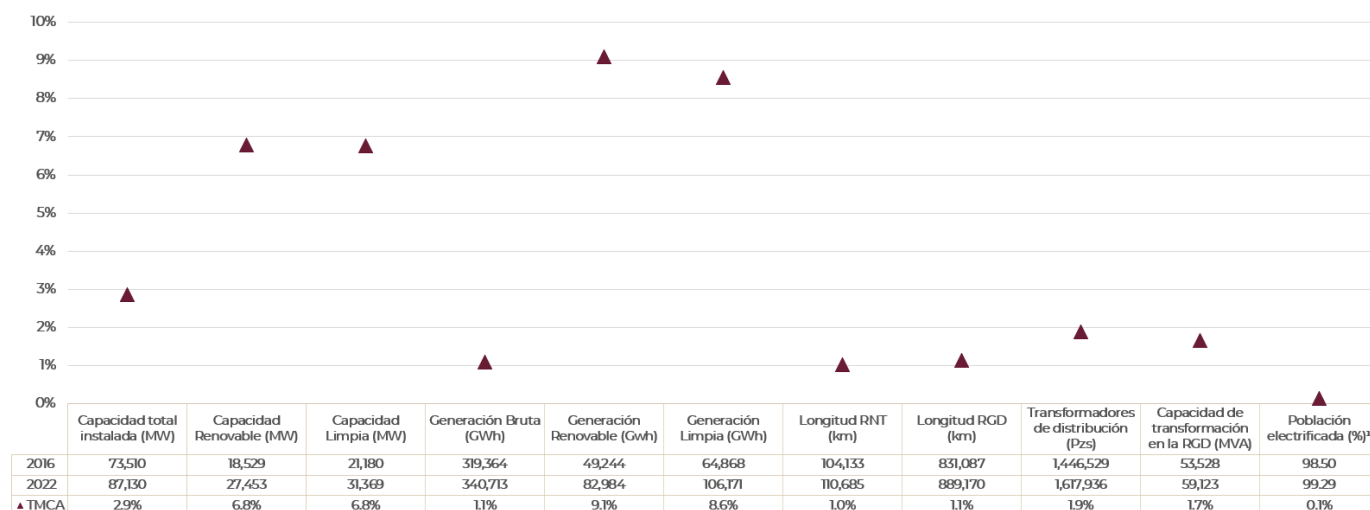
FUENTE: Conuee con información del INEGI.

A pesar de lo anterior, el progreso hacia la Transición Energética Soberana, así como la expansión sustentable de la industria eléctrica nacional, no se ha detenido, lo cual se puede observar a través de un conjunto de variables que dan cuenta del estado en que se encuentra la industria eléctrica en general. Muchas de estas variables son publicadas anualmente por la SENER, a través del Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN).

Así, la industria eléctrica presentó los siguientes avances entre 2016 y 2022 (Fig. 4):

- La capacidad de generación del SEN creció 2.9% en promedio anual, dentro de lo cual la capacidad de energías limpias y energías renovables crecieron a 6.8%, en ambos casos respectivamente.
- La generación de electricidad creció 1.1% por año; sin embargo, destaca que la generación de energías limpias y de energías renovables crecieron a 8.6% y 9.1% respectivamente, en el mismo periodo.
- Las líneas de transmisión y distribución de electricidad crecieron en su extensión dentro del territorio nacional. Por un lado, la Red Nacional de Transmisión (RNT) creció en su longitud en 1.0% anual, en tanto las Redes Generales de Distribución (RGD) lo hicieron al 1.1% en el mismo periodo.
- En el caso de los indicadores de Confiabilidad en las Redes Generales de Distribución, el Tiempo Total Promedio de Interrupción por Usuario (SAIDI), pasó de 62.42 en 2018, a 42.18 en 2022; mientras que la Frecuencia Media de Interrupción por Usuario (SAIFI), pasó de 1.18 en 2018, a 0.92 en 2022.
- En cuanto a la población electrificada, México alcanzó una cobertura 99.29% del total en 2022.

FIGURA 4 TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA, 2016-2022



¹ Valor registrado a 2021.

FUENTE: Conuee con información de CFE y SENER, PRODESEN (2018-2032, 2023-2037), varios años.

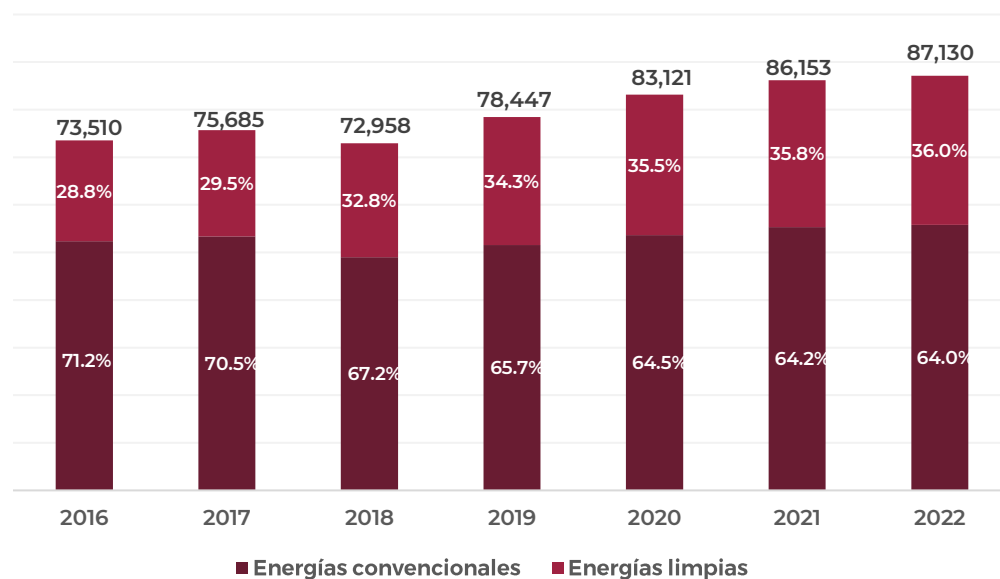
Cuando se analizan estos avances se debe poner en perspectiva la extensión territorial del país y el tamaño de la población, además de lo significativo que ha sido llevar electricidad a la mayor parte de la población a lo largo y ancho del territorio nacional. De acuerdo con el INEGI, México cuenta con una extensión territorial de 1,964,375 km², distribuidos en una superficie continental e insular; al mismo tiempo el INEGI contabilizó alrededor de 126 millones de habitantes en el último censo de 2020. Por lo anterior, ha sido significativo avanzar en todos los eslabones de la cadena de valor del sector eléctrico y progresar paralelamente hacia la transición energética del país, aún en tiempos de pandemia.

3.1.3 Capacidad instalada y generación de electricidad

La capacidad instalada de generación eléctrica del país, sin considerar abasto aislado, se contabilizó en 87,130 Megawatts (MW) al cierre de 2022, de los cuales 36% correspondió a la capacidad de las energías limpias, tomando en consideración las definiciones de la fracción XXII, del artículo 3 de la LIE. Durante el periodo de análisis, la capacidad de generación de las energías limpias creció constantemente dentro del SEN, ya que esta representaba 28.8% en 2016 (Fig. 5).

FIGURA 5 CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN MÉXICO, 2016-2022

(Megawatts)

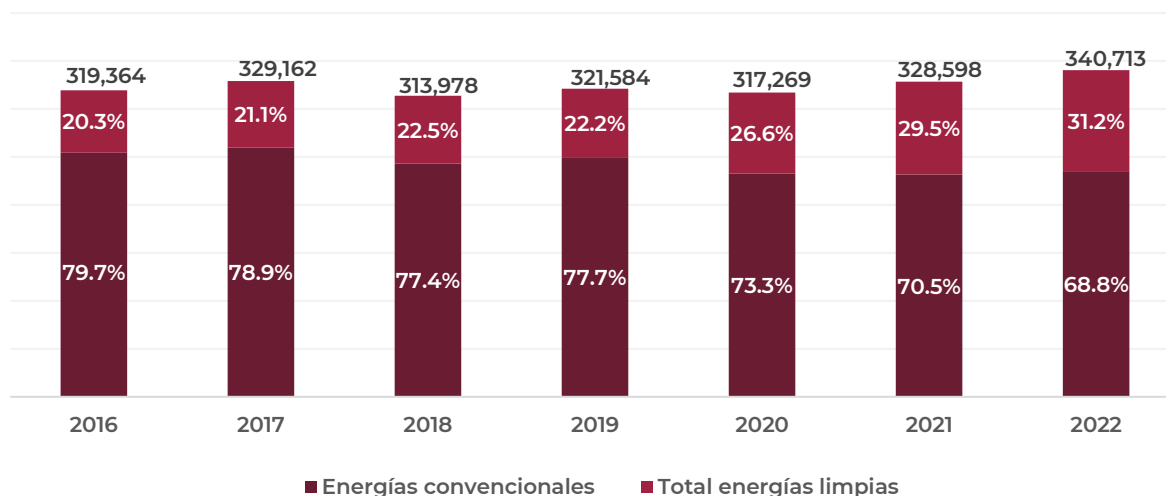


FUENTE: Conuee con información de SENER, PRODESEN (2018-2032, 2023-2037), varios años.

En el caso de la generación de electricidad ha ocurrido algo similar, las energías limpias representaban 20.3% del total generado en 2016, y para 2022 el consolidado de la generación eléctrica por energías limpias alcanzó 31.2% del total². Por el contrario, las tecnologías convencionales han disminuido su participación respecto al total en el mismo periodo (Fig. 6).

FIGURA 6 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA NETA INYECTADA A LA RED EN MÉXICO, 2016-2022

(Gigawatts-hora)



FUENTE: Conuee con información de SENER, PRODESEN (2018-2032, 2023-2037), varios años. Valores redondeados.

² Se considera abasto aislado, Frenos Regenerativos, Energía libre de combustible fósil, Energía adicional por enfriamiento auxiliar y Baterías.

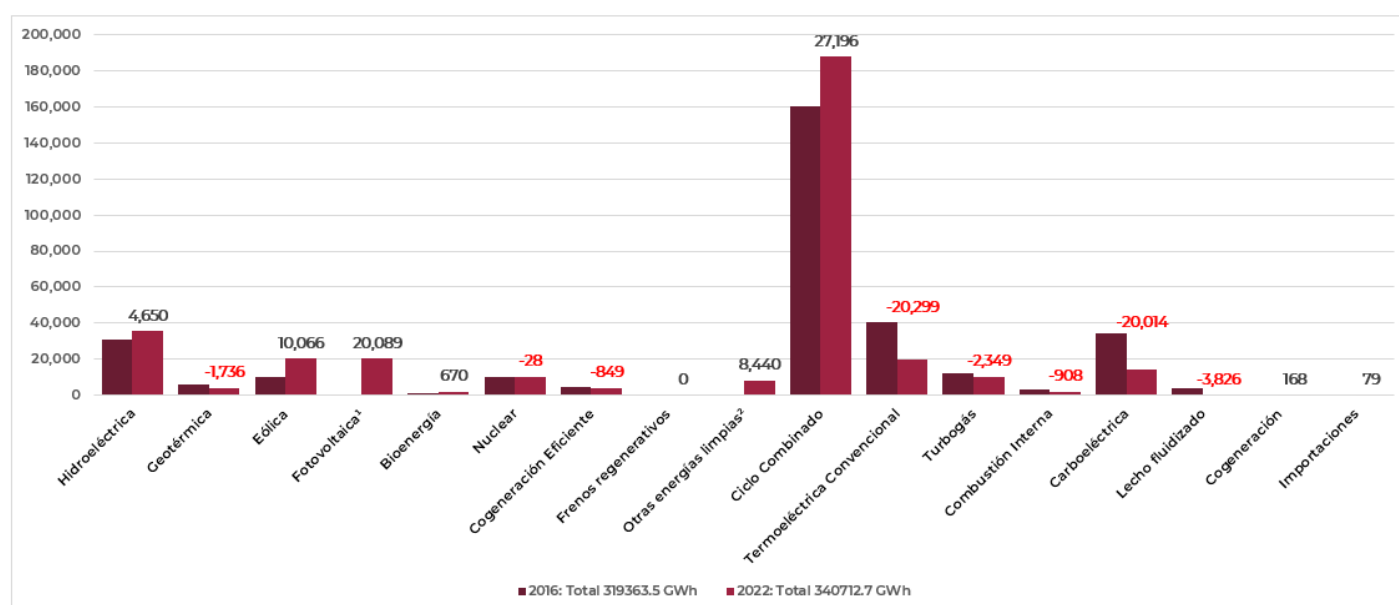
3.1.4 Energías limpias en la generación de electricidad

Parte de la complejidad en la expansión del SEN es la integración de una gran diversidad de tecnologías y modalidades que coexisten a lo largo del país, todas ellas enfocadas a garantizar el suministro de electricidad en todas las regiones.

El avance de las metas de generación con energía limpia se da en un contexto de desplazamiento en el mercado eléctrico mayorista de las tecnologías de generación convencionales en el SEN. En este sentido, comparando la generación de electricidad de las tecnologías de ciclo combinado, fotovoltaica y eólica entre 2016 y 2022, se observan como estas son las que más incrementaron su participación en el total. Por el contrario, las tecnologías carboeléctricas y termoeléctrica convencional a vapor presentaron disminuciones en sus despachos de energía a la red (Fig. 7).

FIGURA 7 COMPARATIVO DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR TECNOLOGÍAS EN EL SEN ENTRE 2016 Y 2022

(Gigawatts-hora)



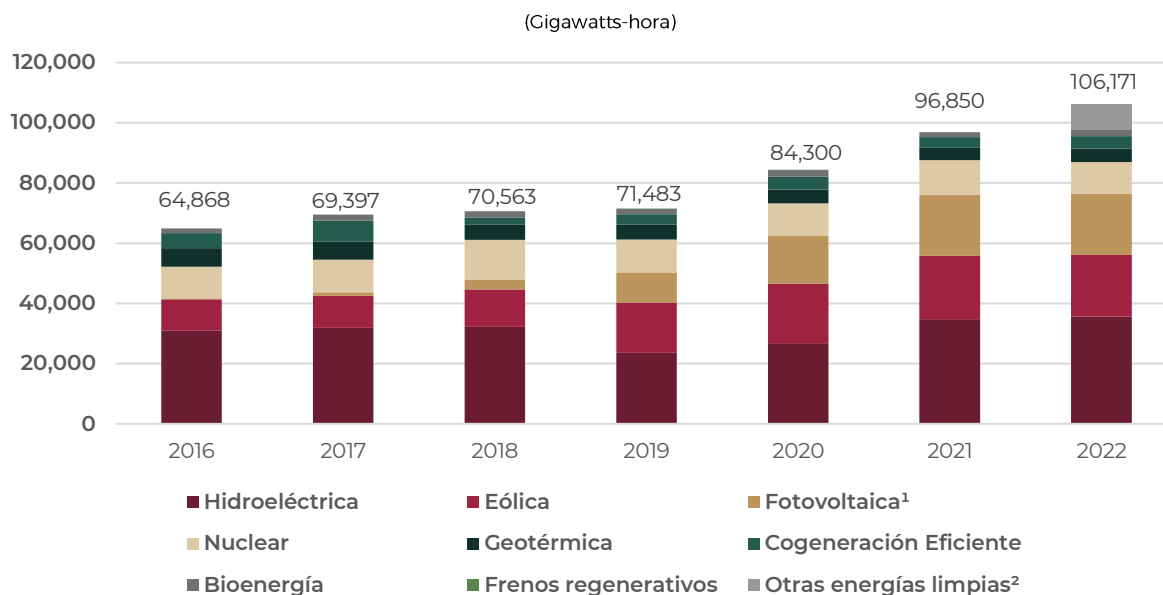
¹ Fotovoltaica incluye Generación Distribuida, abasto aislado y Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).

² Reporte de Avance de Energías Limpias (Anexo 3, PRODESEN 2023-2037)

FUENTE: Conuee con información de SENER, PRODESEN (2018-2032, 2023-2037), varios años.

El incremento de la participación de la generación bruta de electricidad proveniente de energías limpias se ha logrado a partir de distintas fuentes y tecnologías, que alcanzaron un total de 106,171 Gigawatts-hora (GWh) en 2022. En 2016, la energía proveniente de hidroeléctricas era por mucho la principal fuente de electricidad, seguida por la central nucleoelectrónica de Laguna Verde y el conjunto de unidades de generación eólica. Para 2022 el incremento de la generación eléctrica a partir de plantas eólicas y fotovoltaicas desplazaron en poco tiempo a la energía nuclear al cuarto sitio de importancia entre las fuentes de energías limpias del país (Fig. 8).

FIGURA 8 GENERACIÓN NETA DE ELECTRICIDAD A PARTIR DE ENERGÍAS LIMPIAS, 2016-2022



¹ Fotovoltaica incluye Generación Distribuida, abasto aislado y Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).

² Reporte de Avance de Energías Limpias (Anexo 3, PRODESEN 2023-2037).

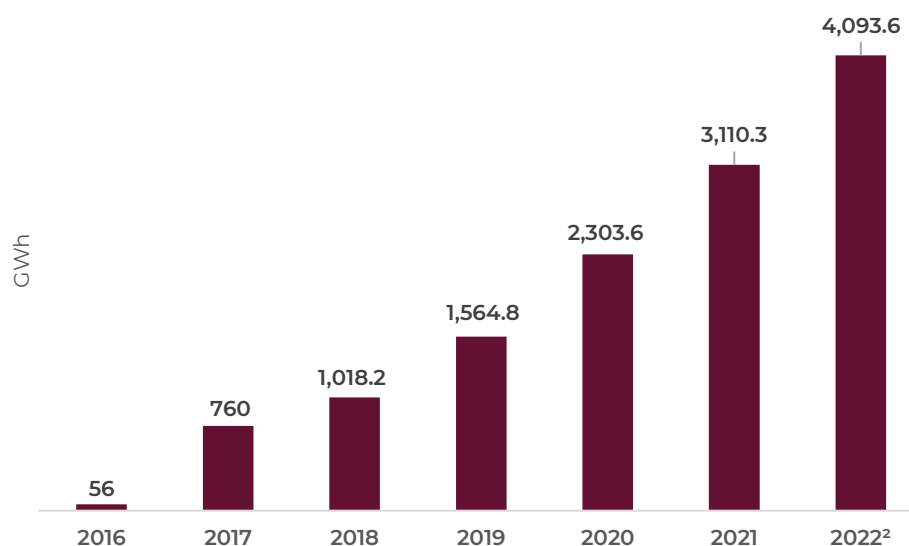
FUENTE: Conuee con información de SENER, PRODESEN (2018-2032, 2023-2037), varios años.

Cabe señalar que esta evolución en la generación de energías limpias corresponde a las cifras oficiales publicadas por la SENER e incluye la generación distribuida de pequeña escala, los sistemas financiados por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), así como la aportación de la energía cinética aprovechada por el permisionario Ferrocarriles Suburbanos a partir de frenos regenerativos.

3.2 GENERACIÓN DISTRIBUIDA

En cuanto a la Generación Distribuida (GD) y los Contratos de Interconexión de Pequeña y Mediana Escala (CIPyME) que operaron de 2007 a 2022, se tiene que han ido cobrando cada vez más importancia en el país, y presentan un crecimiento exponencial. La energía producida por generación distribuida reportó 4,093.6 GWh a 2022, lo que equivale a un crecimiento del 104.2% en promedio anual respecto al 2016, que registró una energía producida de 56 GWh (Fig. 9).

FIGURA 9 EVOLUCIÓN DE ENERGÍA PRODUCIDA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA, 2016 - 2022¹



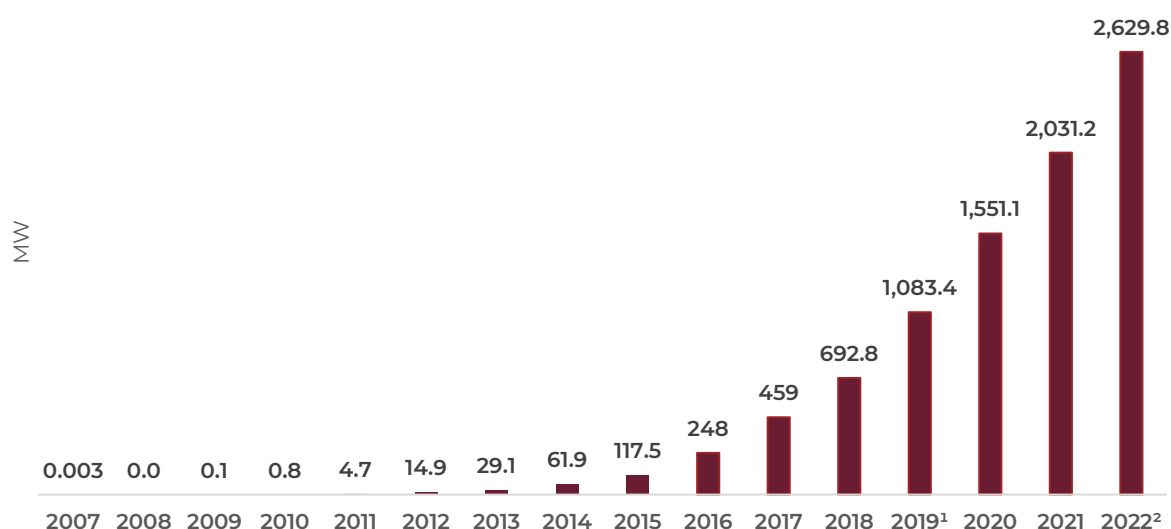
¹ A partir de 2018, se registra la información de la estimación de generación solar distribuida del PRODESEN 2022-2036.

² Para 2022 los valores de enero a junio son reales y de julio a diciembre son estimados. Incluye eólica, solar FV, biomasa y biogás.

FUENTE: Conuee con información de SENER, PRODESEN (2018-2032, 2023-2037), varios años.

Asimismo, el número de contratos de interconexión de GD ha crecido 49.9% en promedio por año entre 2016 y 2022, pasando de 29,556 a 334,984¹, mientras que la capacidad instalada de GD ha tenido un crecimiento promedio anual del 48.3%, llegando a un total de 2,629.8 MW instalados en 2022 (Fig. 10).

FIGURA 10 EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA, 2007 – 2022.
(Megawatts)



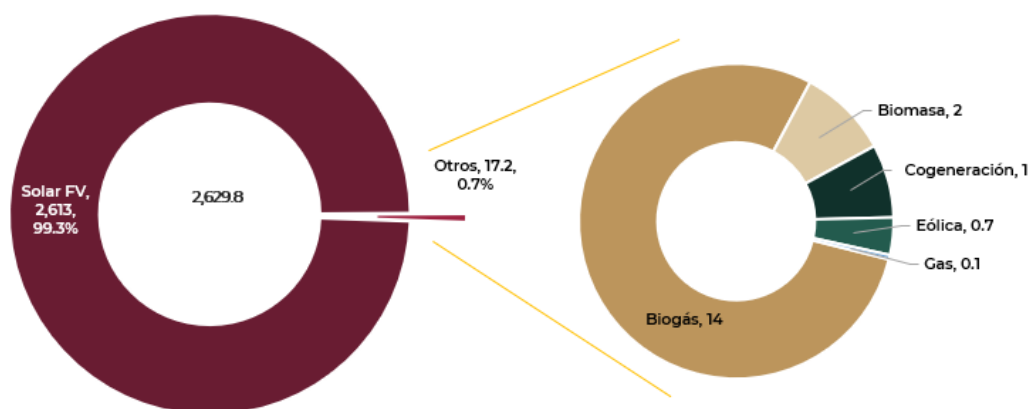
¹ Contiene información de Contratos de Interconexión y capacidad instalada del ejercicio 2019, reportada por CFE distribución en los informes correspondientes al primer y segundo semestre del 2020.

² Contiene información de Contratos de Interconexión y capacidad del ejercicio 2021, reportada por CFE Distribución correspondiente al primer semestre del 2022.

FUENTE: Conuee con información de la CRE.

La tecnología solar es predominante cuando se trata de sistemas de GD, ya que a 2022 representó el 99.3% de la capacidad total instalada de GD con 2,613 MW. Sin embargo, hay otros contratos de interconexión que incluyen la participación de diversas tecnologías, tales como: biogás, biomasa, cogeneración, eólica, así como otras que usan gas, diésel y combustóleo como principal energético; y, finalmente, hidroeléctricas de pequeña capacidad (Fig. 11).

FIGURA 11 CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA POR TECNOLOGÍA, 2022¹



¹Se omitieron los energéticos: Hidroeléctrica con 0.009 MW y Diésel / Combustóleo con 0.072 MW.
FUENTE: Conuee con información de la CRE.

3.2.1 Energías fósiles en la generación de electricidad

De acuerdo con la LTE, uno de los aspectos a analizar en el diagnóstico es la dependencia de las fuentes de energías fósiles para la generación primaria de electricidad. Este rubro tiene sus complejidades y puede prestarse a confusiones si se quiere empatar con el seguimiento de la meta de energías limpias, ya que algunas tecnologías limpias reconocidas en la LIE, como la cogeneración eficiente, pueden consumir algún combustible y aprovechar el calor residual obtenido, por lo que parte de la generación es asignada al combustible primario de origen.

Cabe señalar que el PRODESEN fue la base del análisis en las secciones anteriores de este capítulo; sin embargo, hacia adelante se muestran los resultados obtenidos del procesamiento de la información proveniente de diversas instituciones.

Al respecto, la Conuee procesó la información proporcionada por la CFE para la generación de electricidad y los consumos de calor por fuente fósil en sus centrales termoeléctricas con cifras de cierre preliminar a 2022. Asimismo, se procesaron las bases de datos anuales de todos los permisionarios de la CRE, excluyendo los importadores, centrales de CFE y todos aquellos que no generaron entre los años 2016 y 2022, únicamente considerando permisos vigentes en operación.

Como resultados del análisis en este rubro, se observa lo siguiente (Fig. 12):

La dependencia de energías fósiles para generación de electricidad ha pasado de 81.5% en 2016 a 75.5% en 2022, lo cual muestra una reducción en uso de combustibles fósiles para generar la mayor parte de electricidad del país. Basado en la información de la CFE, los PIE y permisionarios de la CRE, la generación con fuentes fósiles pasó de 260,691 GWh en 2016 a 261,542 GWh en 2022, prácticamente muy similar.

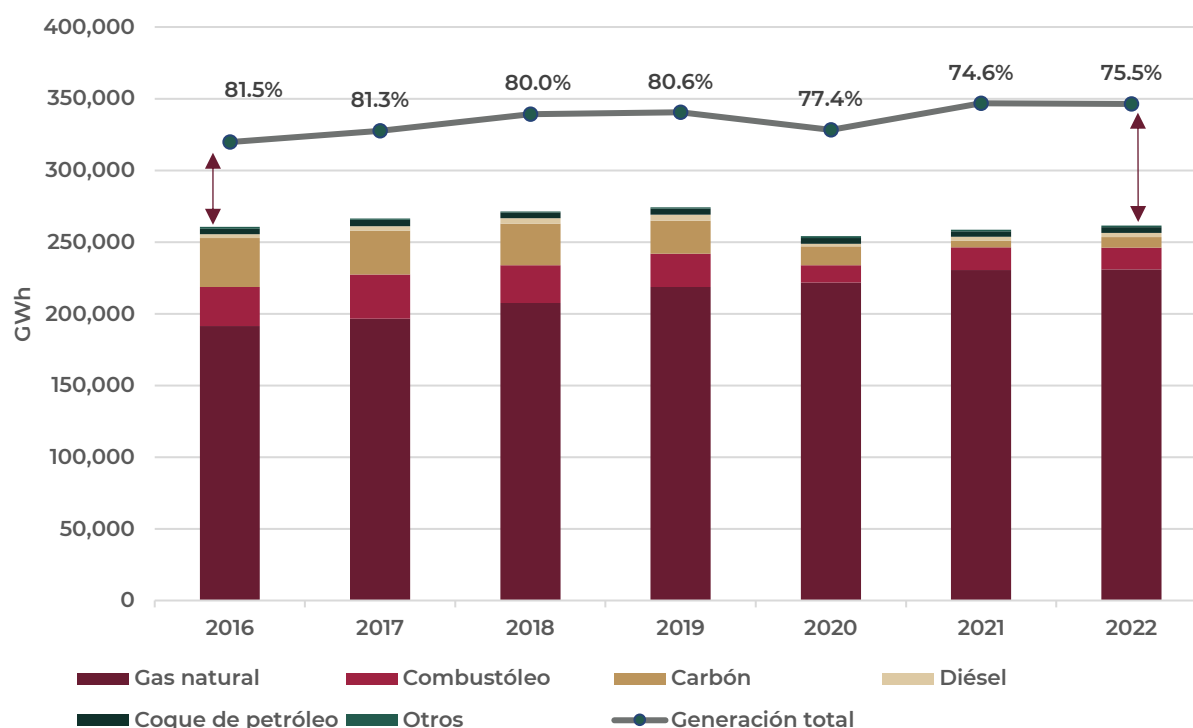
El gas natural sigue siendo la base de los combustibles fósiles para la generación de electricidad, y ha desplazado al uso de otros combustibles fósiles tales como el combustóleo y el carbón. Del total de la generación de electricidad dependiente de combustibles fósiles, el gas natural pasó de 73.4% (191,435.3 GWh) en 2016 a 88.3% (230,973 GWh)

en 2022. En este rubro, se encuentra la electricidad generada por la CFE, los PIE, así como por otros permisionarios mediante ciclos combinados y otras tecnologías como turbinas de vapor, turbinas de gas, motores de combustión interna, algunos de ellos con configuraciones y esquemas de cogeneración.

El coque de petróleo se ha utilizado por dos permisionarios que operan y poseen la tecnología de lecho fluidizado para su autoabasto. Esta fuente de energía representó 1.5% del total generado con fuentes fósiles en 2022, y está por encima de la generación a base de diésel en el mismo año, la cual representó 1.2%.

Bajo lo reportado a la CRE, se identificó el uso de otros combustibles fósiles que fueron utilizados por algunos permisionarios para la generación de electricidad durante el periodo de análisis, tales como gas LP, etano y aceites residuales, sin embargo, fueron poco significativos respecto al total.

FIGURA 12 GENERACIÓN BRUTA DE ELECTRICIDAD DEPENDIENTE DE ENERGÍAS FÓSILES, 2016-2022¹



¹Incluye CFE, los PIE y permisionarios de la CRE.
FUENTE: Conuee con información de la CFE y la CRE.

3.2.2 Evolución del progreso de la eficiencia energética en la generación de electricidad

Existen distintos indicadores utilizados internacionalmente para evaluar el progreso de la eficiencia energética en el sector eléctrico. En la generación de electricidad, los principales indicadores que monitorean el progreso de la eficiencia energética se enfocan en la transformación de la energía primaria a la electricidad, basado en un análisis de entradas y salidas en equivalentes energéticos, donde la generación bruta se toma como referencia para las salidas. Este tipo de indicador puede presentarse en términos agregados de un sistema eléctrico, por agregados de tecnologías de generación o por combustible primario de generación eléctrica.

Otros indicadores de eficiencia energética se enfocan en evaluar la productividad o disposición para suministrar la electricidad al mercado donde se producirán nuevos bienes y servicios. En este rubro se encuentran dos tipos de

indicadores: uno que calcula el porcentaje que representan los usos propios de energía en las instalaciones respecto a la generación bruta, y otro que monitorea la cantidad de pérdidas respecto a la generación neta de electricidad.

En cuanto al primer indicador, y en estricto apego a lo requerido por la LTE en relación con el progreso de la eficiencia energética en centrales eléctricas dependientes de fuentes fósiles, se procesaron los datos proporcionados por la CFE y la CRE, a fin de determinar la eficiencia de transformación térmica promedio nacional para el periodo de análisis. Esta eficiencia de transformación térmica indica la cantidad de energía aprovechada para generar electricidad en relación con cada unidad ingresada a la unidad o central eléctrica como insumo a partir de un combustible fósil. Entre los resultados obtenidos se observó lo siguiente:

La eficiencia promedio nacional de conversión térmica de generación eléctrica se ha incrementado de 41.2% a 43.6% (Figura 13). Esto incluye todas plantas termoeléctricas que requieren como insumo principal a los principales combustibles fósiles como son gas natural, combustóleo, carbón y diésel.

La eficiencia promedio nacional de conversión térmica mediante tecnologías que usan gas natural presenta los valores más altos durante el periodo de análisis. En este rubro se encuentran los ciclos combinados de la CFE y los PIE, así como algunas termoeléctricas convencionales y unidades turbogás que operaron entre 2016-2022.

La eficiencia energética ha mejorado en el régimen térmico de algunas centrales y de esta forma su porcentaje de energía libre de combustible fósil, que se genera por uno o varios ciclos termodinámicos secuenciales inferiores que aprovechan el calor residual de una máquina térmica en un ciclo termodinámico principal que utiliza como combustible gas natural o combustibles más limpios; sin que esto represente la utilización de ningún otro tipo de combustible fósil adicional o suplementario.

Asimismo, el enfriamiento auxiliar ha sido clave para mejorar la eficiencia energética y la obtención de energía limpia en centrales térmicas.

Las centrales y unidades de generación que usaron combustóleo mantuvieron una eficiencia de conversión entre 33.7% y 34.6% durante el periodo de análisis. En este rubro se encontraron principalmente las termoeléctricas convencionales y las unidades de combustión interna, principalmente.

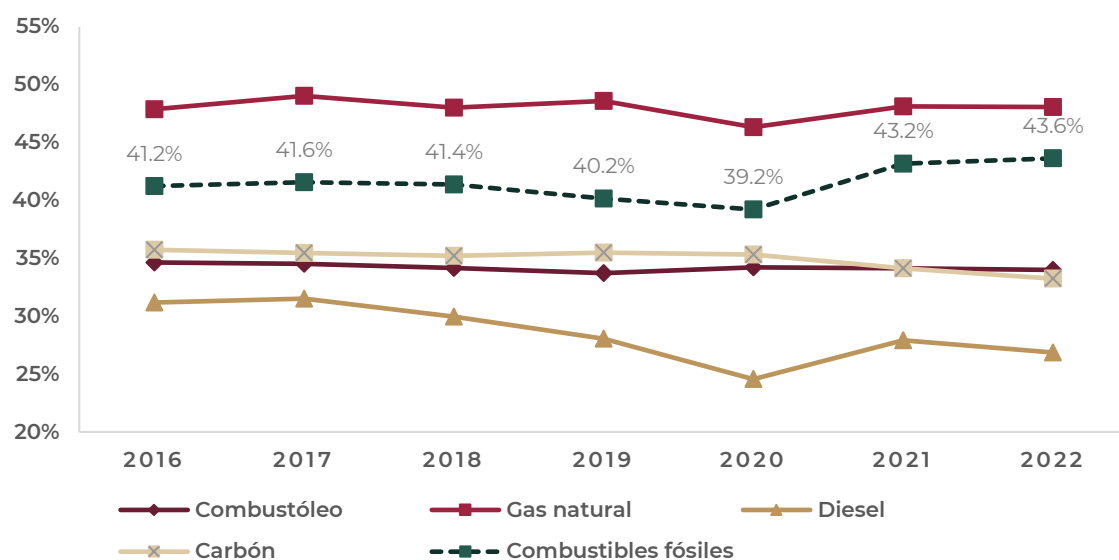
Las centrales carboeléctricas mostraron rendimientos térmicos entre 33.2% y 35.7% durante el periodo de análisis. Esto incluyó la parte proporcional de las tecnologías duales de CFE.

En el caso de las tecnologías a diésel, las eficiencias promedio oscilaron entre 24.5% y 31.5% durante el periodo. En este promedio se consideran una gran variedad de tecnologías con rangos diferentes de eficiencias, ya que el diésel se ocupa en tecnologías como las centrales carboeléctricas, termoeléctricas convencionales, duales, combustión interna, turbogás, en ciclos combinados y en unidades móviles.

A continuación, se muestra la tendencia de la eficiencia energética de transformación asociada al uso de combustibles fósiles (Fig. 13).



**FIGURA 13 PROGRESO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONVERSIÓN DE ELECTRICIDAD A PARTIR DE
COMBUSTIBLES FÓSILES, 2016-2022¹**

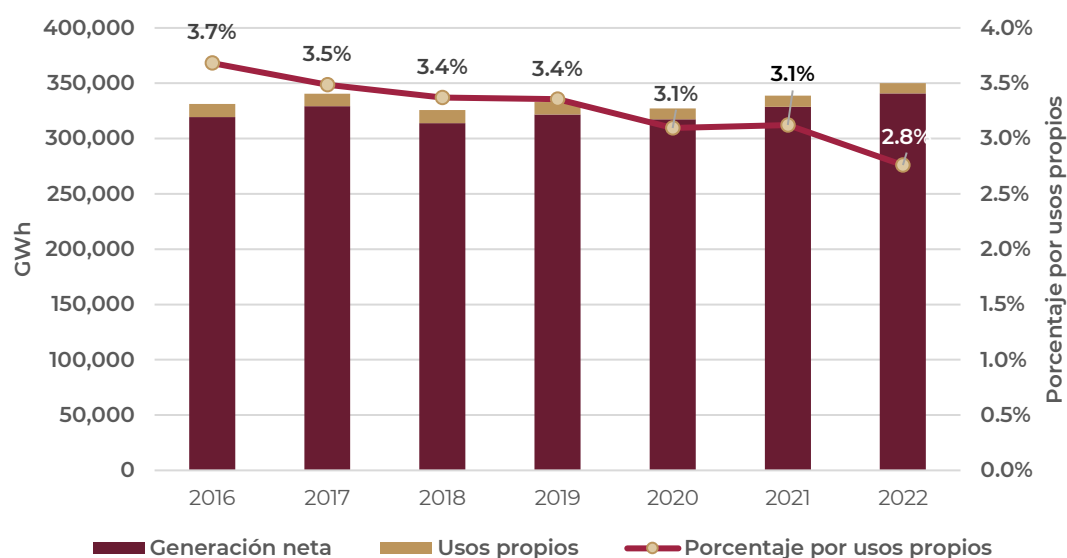


¹Incluye CFE y los PIE.

FUENTE: Conuee con información de la CFE y la CRE.

Respecto a la relación entre los consumos auxiliares y la generación bruta de las centrales reguladas por la CRE en el MEM, el porcentaje del indicador fue disminuyendo de 3.7% a 2.8% entre 2016 y 2022, haciendo más eficiente la disponibilidad en la generación neta de electricidad (Fig. 14). Esto incluye todas las Centrales Eléctricas mayores a 0.5 MW (de la CFE, de los PIE, de PEMEX y de los privados), las de centrales eléctricas de abasto aislado y las de Centrales Eléctricas que cuentan con Contratos de Interconexión Legado.

FIGURA 14 RELACIÓN CONSUMOS AUXILIARES Y GENERACIÓN NETA DE ELECTRICIDAD, 2016-2022¹

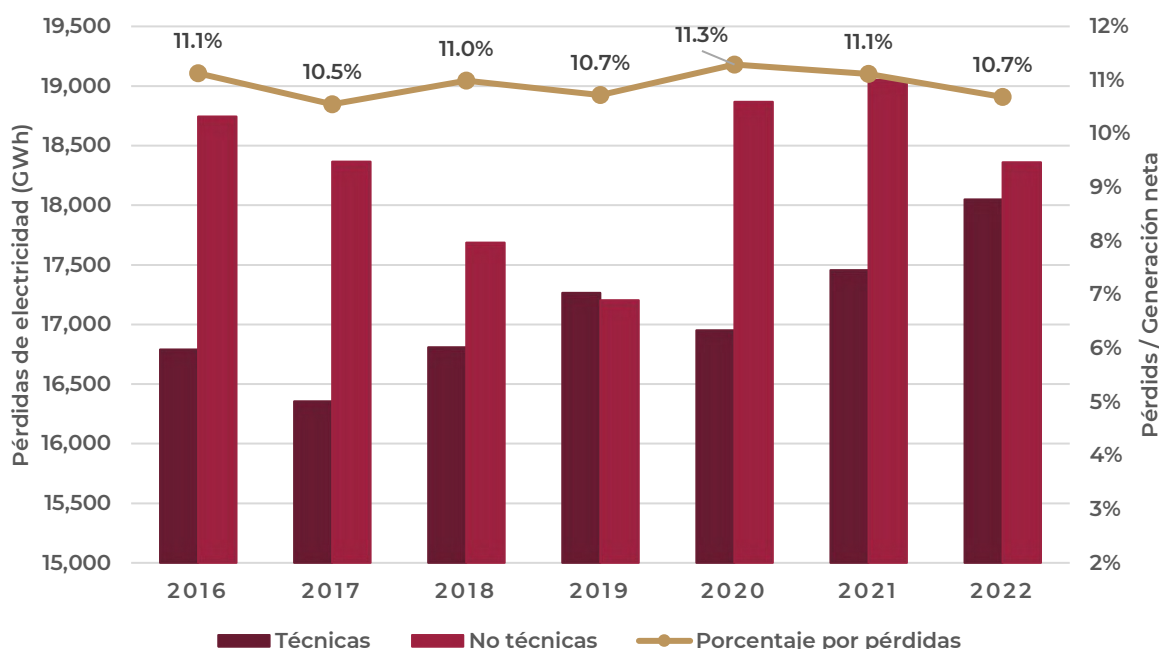


¹Incluye CFE, los PIE y permisionarios de la CRE.

FUENTE: Conuee con información de la CFE y la CRE.

Con el apoyo de CFE Distribución se obtuvo la información de pérdidas técnicas y no técnicas, con lo que se calculó la relación porcentual entre las pérdidas totales y la generación neta de electricidad. Lo que se observó en este indicador, es que las pérdidas totales oscilaron entre 10.5% y 11.3% entre 2016 y 2022. De acuerdo con el análisis, en 2022 se dispuso de menos generación neta debido a las pérdidas en la red, en relación con años anteriores (Fig. 15).

FIGURA 15 PORCENTAJE DE PÉRDIDAS DE ELECTRICIDAD POR DISTRIBUCIÓN RESPECTO A LA GENERACIÓN NETA DE ELECTRICIDAD, 2016-2022¹



¹Incluye CFE, los PIE y permisionarios de la CRE, cifras preliminares a 2022.

FUENTE: Conuee con información de la CFE y la CRE.

3.2.3 Evolución de los costos de generación por tecnología

El inciso f de la fracción II del artículo 29 de la LTE, refiere a la inclusión de un análisis sobre la evolución tecnológica en materia de generación eléctrica y la reducción de los costos de generación. En el despacho de los mercados eléctricos, así como en la planeación de la expansión de los sistemas eléctricos, usualmente se busca satisfacer las necesidades de la demanda de energía a un costo mínimo. Es decir, que existe una relación directa entre el despacho de las tecnologías de generación y sus costos, a partir de lo cual se busca una eficiencia económica en la operación de las centrales de generación y en la utilización de los recursos disponibles.

Para lo anterior, se utiliza el concepto de costo unitario de la generación de electricidad. El costo unitario de generación es el costo por producir un Megawatt-hora (MWh), y se trata de un **costo nivelado**³ que está compuesto por tres partes: a) Costo de inversión; b) Costo del combustible, y c) Costo de operación y mantenimiento. Este costo involucra aspectos técnicos y económicos que definen una tecnología, tales como: costos de inversión, programa de inversiones, precio del combustible, factor de planta, eficiencia y otros.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que en una central generadora existen muchos valores técnicos y económicos que varían con los años, y que se relacionan con el cambio del valor del dinero en el tiempo; por ejemplo, el costo de combustible o el costo de la energía generada.

³ Tomando como referencia la definición de la CFE, plasmada en el documento de *Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión del Sector Eléctrico (COPAR)*, el costo nivelado de la energía se calcula dividiendo el valor presente de los egresos que ocasionan el diseño y la construcción de una central generadora, más los costos de su operación durante su vida útil, entre la energía que aportará la planta en dicho periodo.

Con el apoyo de la CFE se obtuvieron los costos nivelados de generación en términos reales en cada año durante el periodo de análisis, a fin de entender la dinámica de los costos nivelados de las principales tecnologías de generación que despacharon en el mercado.

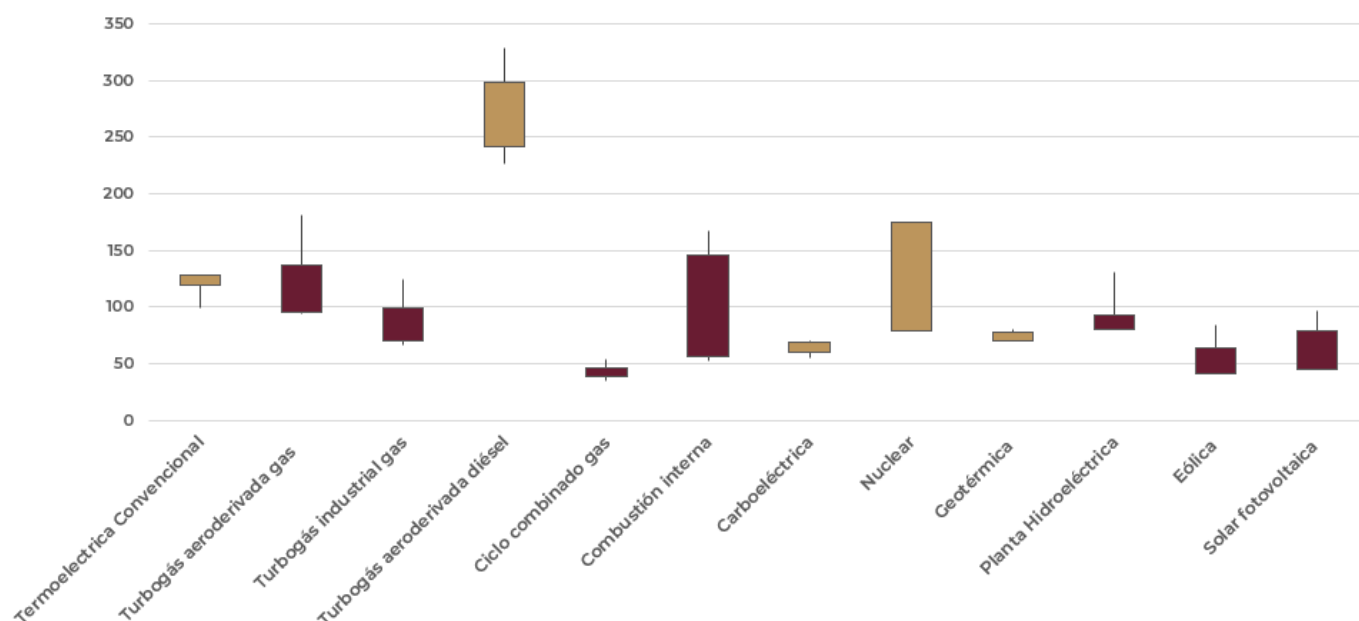
Para ilustrar la variabilidad de dichos costos se seleccionó una gráfica de cotizaciones, la cual ayuda a mostrar la dinámica ocurrida en cada tecnología (Fig. 16). La amplitud de las líneas verticales representa el rango entre el costo nivelado mínimo y el máximo observados durante el periodo 2016-2022, asimismo aquellas tecnologías cuya área del rectángulo presenta un color guinda significa que en 2016 tuvieron un valor mayor respecto al cierre de 2022, y viceversa, las de color dorado representan las que empezaron con un valor menor en 2016 y terminaron con un costo nivelado mayor al cierre de 2022.

En términos generales, lo que permite apreciar la gráfica de variación de costos nivelados es:

- El ciclo combinado fue la tecnología con los costos de generación más bajos en todo el periodo de análisis.
- Otras tecnologías que disminuyeron sus costos nivelados de generación entre 2016 y 2022 fueron: la solar fotovoltaica, eólica, hidroeléctrica, combustión interna y las turbogás aeroderivada e industrial.
- Las tecnologías cuyos costos nivelados de generación se incrementaron entre 2016 y 2022, son la termoeléctrica convencional, carboeléctrica, nuclear, geotérmica y turbogás aeroderivada a diésel.

FIGURA 16 VARIACIÓN DE LOS COSTOS NIVELADOS DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR TECNOLOGÍA, 2016-2022¹

(USD/MWh)



¹Los datos económicos están en dólares de cada año, y la generación de electricidad está en términos netos. En el caso de las tecnologías termoeléctrica convencional y geotérmica se incluyó el valor del agua.

FUENTE: Conuee con información de la CFE.

Al respecto, se tiene que considerar que un sistema eléctrico debe tener una cantidad suficiente de unidades generadoras disponibles para cubrir las variaciones de la demanda, desde la carga base hasta la carga pico, pasando por las de carga intermedia. Las unidades más eficientes, diseñadas para operar por largos periodos de tiempo, funcionarán la mayor parte del año; otras solo actuarán como respaldo y su operación anual quedará acotada a situaciones determinadas, como picos en la demanda o variabilidad en la generación de energía.

Las unidades para carga pico pueden entrar y salir de operación varias veces al día. Algunas de estas unidades son móviles y por su facilidad en el arranque se utilizan en situaciones de respaldo o emergencia. Además, se caracterizan por un bajo costo de inversión, pero un alto costo de generación.

Las unidades de carga intermedia operan generalmente de lunes a viernes y salen de operación durante las noches o fines de semana. Su eficiencia es más alta que las unidades de pico, pero menor a las de base.

Las unidades de base operan la mayor parte del año a toda su capacidad; sus costos de inversión son altos, mientras que los de generación son bajos. Por su complejidad, a este tipo de centrales les toma más tiempo responder a los cambios de la demanda.

De acuerdo con su situación geográfica, recursos naturales y características de la demanda, México requiere diferentes tipos de tecnologías para generar electricidad, por lo que operar solo las de costos nivelados de generación más bajos no es lo más adecuado ya que, además de la disponibilidad de la capacidad de generación, se deberá considerar la intermitencia en el caso de las energías renovables, entre otros factores.

Más allá de la operación de las centrales de la CFE y su balance en la red, la dinámica del mercado eléctrico es aún más compleja. De acuerdo con el artículo 94 de la LIE, el CENACE operará el MEM y los Generadores, Comercializadores y Usuarios Calificados Participantes del Mercado podrán realizar las transacciones de conformidad con las Reglas del Mercado. Invariablemente los precios de las transacciones celebradas en el MEM se calcularán por el CENACE con base en las ofertas que reciba, en los términos de las Reglas del Mercado.

Asimismo, el artículo 95 de la LIE cita que el MEM operará con base en las características físicas del SEN y se sujetará a lo previsto en las Reglas del Mercado, procurando en todo momento la igualdad de condiciones para todos los participantes del Mercado, promoviendo el desarrollo del SEN en condiciones de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad.

Además, el artículo 16, fracción I de la LTE, establece que corresponde al CENACE garantizar el acceso abierto y no indebidamente discriminatorio a la RNT y las RGD de las centrales eléctricas, incluyendo las energías limpias. La dinámica de las tecnologías y sus precios unitarios de referencia en el MEM es distinta respecto a la dinámica de los costos nivelados de generación por tecnología, sin embargo, ambas son complementarias para explicar el progreso de las energías limpias en el SEN, bajo una perspectiva de eficiencia económica.

Como se observa, los precios unitarios de referencia se presentan por tecnología. Los rangos de cada tecnología se representan con líneas que establecen los mínimos y máximos que se presentaron entre 2016 y 2022, en tanto el círculo en la línea ilustra los valores de cierre al año 2022. Al respecto se puede apreciar lo siguiente:

- Las tecnologías de combustión interna, turbogás y termoeléctrica a vapor presentaron la mayor variabilidad en sus precios unitarios entre 2016 y 2022. Las tres anteriores, junto con las centrales geotérmicas alcanzaron sus precios unitarios máximos en el año 2022.
- Las tecnologías eólica, solar, bioenergía y de ciclo combinado presentaron los precios unitarios más competitivos durante el último año del análisis. Esto es consistente con el aumento en la generación bruta a partir de las tecnologías eólicas, solar fotovoltaica y de ciclo combinado que se ha presentado en los últimos años dentro del SEN.



3.3 ESTADO DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA

3.3.1 Abordaje metodológico e institucional (2)

En el marco de actualización de la Estrategia se deberá incluir dentro del diagnóstico exhaustivo un apartado que describa el estado en el que se encuentre el consumo final de la energía, conforme lo establece el artículo 29 de la LTE, fracción II, inciso b.

Por lo anterior, en este apartado se consideraron todas las cifras oficiales que produce la SENER y publica anualmente en el BNE. Este documento presenta las estadísticas energéticas a nivel nacional sobre el origen y destino de las fuentes primarias y secundarias de energía cada año, integrando las matrices del balance nacional y los diagramas de flujo entre la oferta y consumo de energía. Sin duda, el enfoque principal del análisis se concentra en el consumo final de la energía, es decir lo que ocurre en los sectores transporte, industrial, residencial, comercial-servicios y agropecuario.

Primero, se muestran las tendencias nacionales del consumo final de energía entre los años 2016 y 2021, toda vez que este último año representa, al momento de generar este documento, la versión más actualizada del BNE (2021). Al respecto, vale la pena mencionar que algunos de los conceptos metodológicos aplicados en la contabilización de los flujos energéticos entre la oferta y demanda de energía del BNE se incluyen en esta sección de consumo final de la energía, así como en un glosario final para facilitar su comprensión.

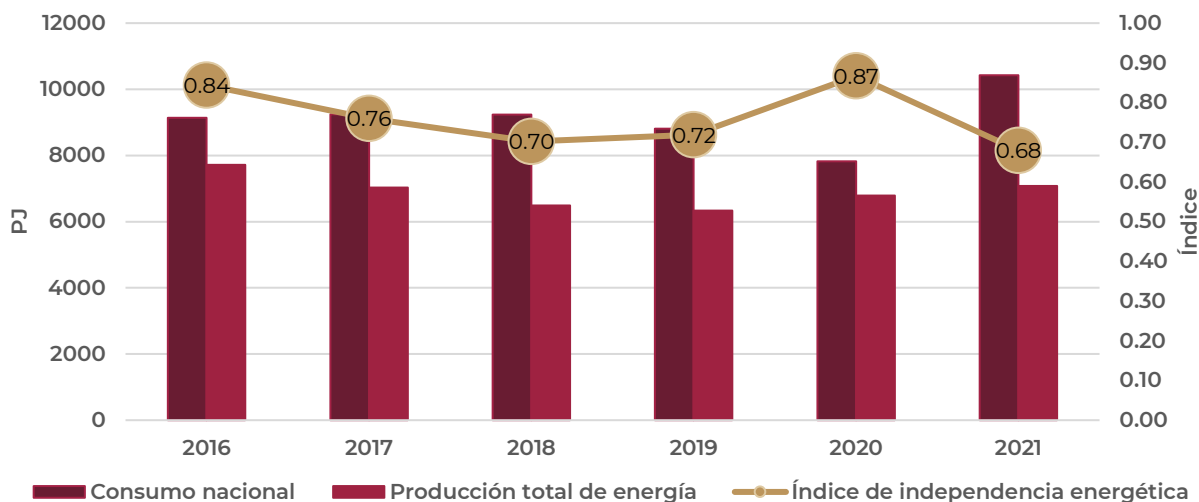
En la segunda parte del análisis desarrollado en esta sección, se muestran los principales indicadores de eficiencia energética con enfoque en los sectores del consumo final de la energía. Los indicadores de eficiencia energética evalúan el progreso de la eficiencia energética, y fueron desarrollados por la Conuee, a partir de las estadísticas energéticas del BNE, así como de otras variables referidas a actividades que propician el consumo de energía, y cuya integración se corresponde con metodologías internacionales que son comparables y adoptadas por otros países.

3.3.2 Tendencias de los energéticos que abastecen el consumo nacional de energía

De acuerdo con el BNE, México continuó siendo dependiente de mercados externos para abastecer los requerimientos energéticos del consumo nacional de energía durante el periodo 2016-2021. Esta condición se monitorea a partir del índice de independencia energética, que relaciona la producción nacional de energía y el consumo nacional de energía. Este indicador ha señalado una dependencia neta de energéticos provenientes de mercados externos desde 2015, condición que no se ha podido revertir hasta 2021, presentando coeficientes menores a la unidad, que reflejan la condición cuantitativa del análisis mencionado. Cabe resaltar que la medición de 2021 considera una nueva metodología, la cual toma en cuenta los datos de suministro calificado, porteo y pérdidas no técnicas de energía eléctrica (Fig. 17).



FIGURA 17 ÍNDICE DE INDEPENDENCIA ENERGÉTICA, PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL DE ENERGÍA, 2016-2021



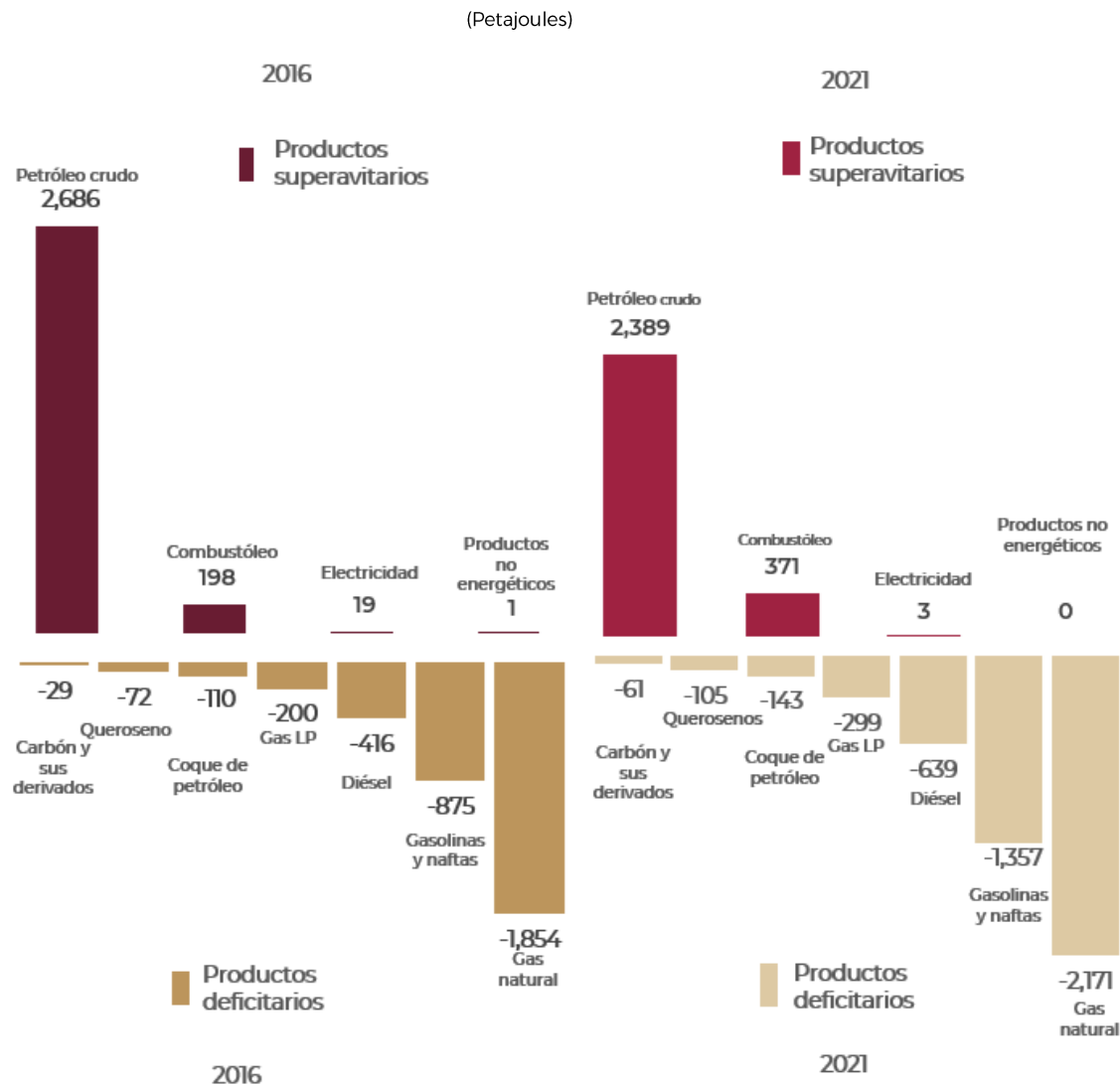
FUENTE: Conuee con información de SENER. Metodología 2021 referida en el BNE 2021, pág. 39.

Este índice unidimensional y unitario, señala que la producción nacional de energía se encuentra cerca de 32% por debajo del punto de equilibrio para abastecer el consumo interno del país al 2021. Cabe destacar que la serie histórica del BNE muestra que 2021 fue el segundo año consecutivo con un incremento en la producción nacional de energía, revirtiendo 14 años de caídas consecutivas desde 2006.

Pese a la recuperación de la producción nacional de energía, desafortunadamente no se ha podido cambiar la configuración del saldo neto de la balanza comercial de todos los energéticos usados en el país en los últimos años, es decir, se siguen exportando principalmente energéticos primarios como el petróleo e importando casi todos los energéticos secundarios.

El comparativo del saldo neto de la balanza comercial de energía (primaria y secundaria) entre 2016 y 2021, muestra que el déficit se incrementó para energéticos secundarios como el gas natural, gasolinas, diésel, gas LP, querosenos y coque de petróleo, aun cuando 2021 fue un año afectado por la pandemia de COVID-19, causada por el virus SARS-CoV-2 (Fig. 18).

FIGURA 18 SALDO NETO DE LA BALANZA COMERCIAL POR FUENTE DE ENERGÍA, 2016 Y 2021

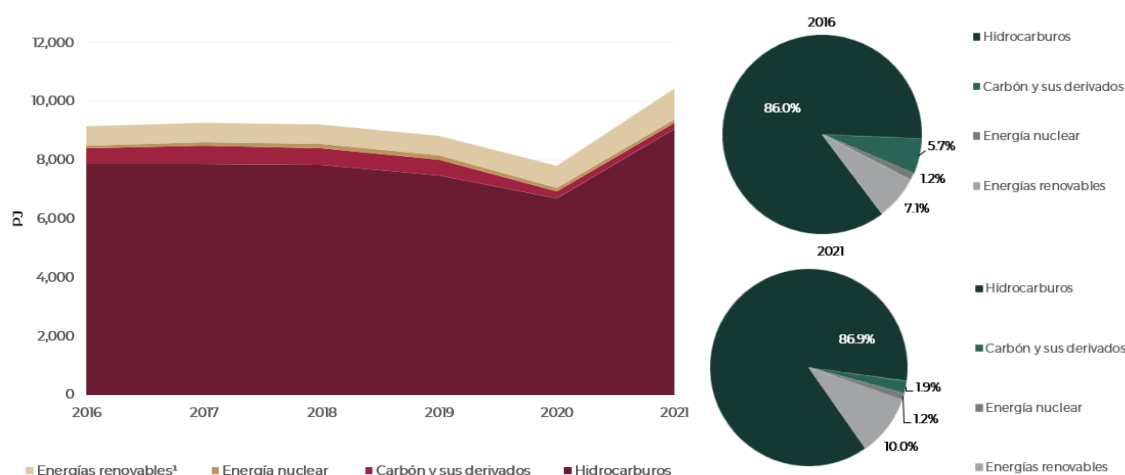


FUENTE: Conuee con información de SENER, BNE (2016 y 2021).

Pese al saldo neto de la balanza comercial de energéticos, un aspecto positivo ocurrido durante el periodo de análisis fue el crecimiento que tuvieron las energías renovables en la matriz energética nacional, ya que este rubro prácticamente se duplicó pasando de 651.7 Petajoules (PJ) en 2016 a 1,041.8 PJ en 2021 (BNE, 2021), en la oferta interna bruta. Esto es significativo ya que la matriz energética de México está estructurada de manera predominante por el suministro de hidrocarburos.

Entre 2016 y 2021, la oferta interna bruta de energía tuvo una tasa media de crecimiento anual del 2.7%. Por su parte, se destaca la tasa media de crecimiento anual de las energías renovables, que fue de 9.8%, mientras que la tasa media de crecimiento anual del carbón y sus derivados disminuyó en 17.5% en promedio por año (Fig. 19).

FIGURA 19 OFERTA INTERNA BRUTA DE ENERGÍA POR TIPO DE FUENTE, 2016-2021



¹Incluye biogás, biomasa, hidroenergía, energía geotérmica, eólica y solar.

FUENTE: Conuee con información de SENER, BNE (2016 y 2021).

3.3.3 Estructura y tendencias del consumo nacional de energía

De acuerdo con el BNE 2021, el consumo nacional de energía se compone básicamente del **consumo del sector energético**⁴ y el **consumo final total de energía**,⁵ aunque se incluyen también las recirculaciones de gas a pozos petroleros y otras diferencias estadísticas para fines de balanceo.

Entre 2016 y 2021, la estructura del consumo nacional de energía presentó cambios; sin embargo, estos pueden ser temporalmente resultado de los efectos ocasionados por la pandemia, ya que las estadísticas energéticas presentan tendencias atípicas en 2020 y 2021. La tasa media de crecimiento anual de consumo del sector energético ha aumentado 8.3% en este periodo, mientras que el consumo final de energía pasó de 60.9% en 2016 a 51.8% en 2021 (Fig. 20). Dentro del consumo final total, cada vez se tiene menor participación del consumo no energético, debido a la pérdida de productividad de las industrias petroquímica y química para elaborar productos de uso no energético, que utilizan principalmente gas natural, gas LP, y gasolinas y naftas como materias primas.

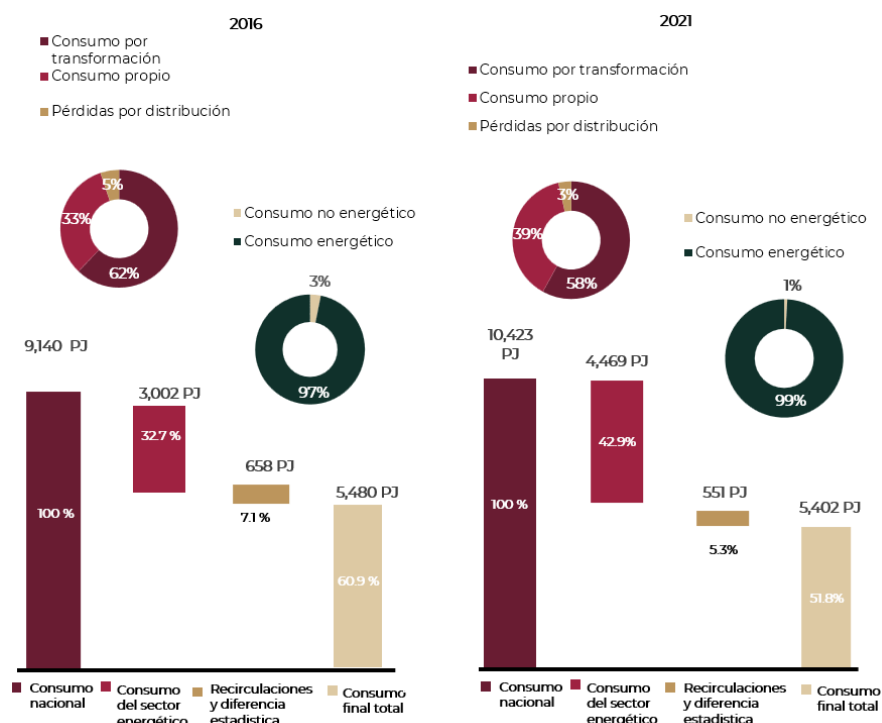
En el caso de la estructura del consumo propio del sector energético, la participación pasó de 33% a 39% en el periodo de análisis. En este rubro, destaca que el consumo por transformación se redujo de 62% a 58% para el año 2021.

⁴ El **consumo del sector energético** se integra por la energía requerida en centros de transformación, es decir, aquella energía primaria que ingresa a los procesos de refinación, coquización y procesamiento de gas, así como la energía primaria o secundaria que ingresa a las centrales eléctricas para obtener energía secundaria útil. Asimismo, se considera el consumo propio, que corresponde a la energía primaria y secundaria que el propio sector energético utiliza para el funcionamiento de sus instalaciones. Por último, también se consideran las pérdidas por transmisión, transporte y distribución, que son mermas que ocurren al llevar la producción de energía al consumo final.

⁵ El **consumo final de energía total** contabiliza la energía que se destina al mercado interno o a las actividades productivas de la economía nacional, ya sea como materia prima (consumo final no energético) o como insumo energético (consumo final energético). El consumo final energético se refiere a la energía primaria o secundaria destinada a satisfacer las necesidades energéticas de los sectores residencial, comercial y servicios públicos, transporte, agropecuario e industrial.

FIGURA 20 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO NACIONAL DE ENERGÍA, 2016 Y 2021

(Petajoules)

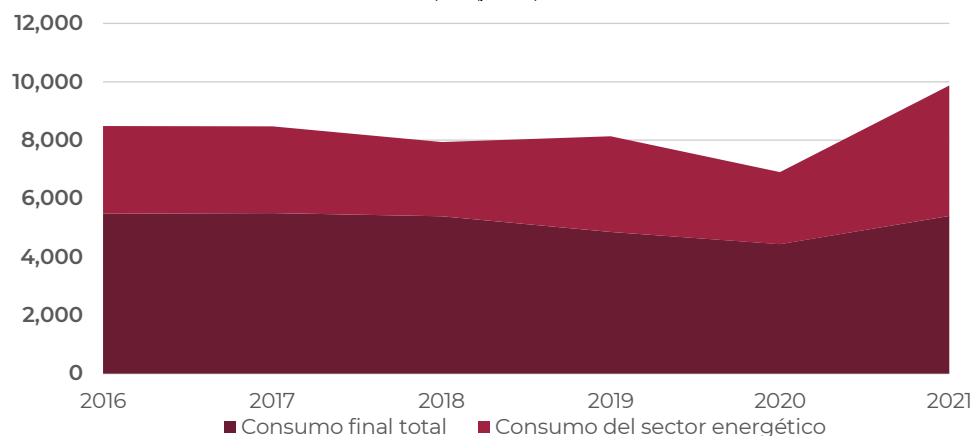


FUENTE: Conuee con información de SENER, BNE (2016 y 2021).

Históricamente, el consumo final total ha sido el segmento que ha consumido la mayor cantidad de energía en el país. En el año 2021 se ha observado un repunte en la transformación de energía y en los usos propios de las refinерías, plantas de gas, coquizadoras y centrales eléctricas, lo cual ha aumentado de manera significativa el consumo en el sector energético, con un crecimiento del 81.0% en comparación con el año anterior, pasando de 2,468.2 PJ (BNE, 2020) a 4,469.4 PJ (BNE, 2021). Por su parte, el consumo final ha aumentado un 21.9%, pasando de 4,432.6 PJ (BNE, 2020) a 5,402.3 PJ (BNE, 2021), de los cuales el consumo no energético representa apenas el 0.8% (Fig. 21).

FIGURA 21 TENDENCIA DEL CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO Y CONSUMO FINAL, 2016-2021

(Petajoules)

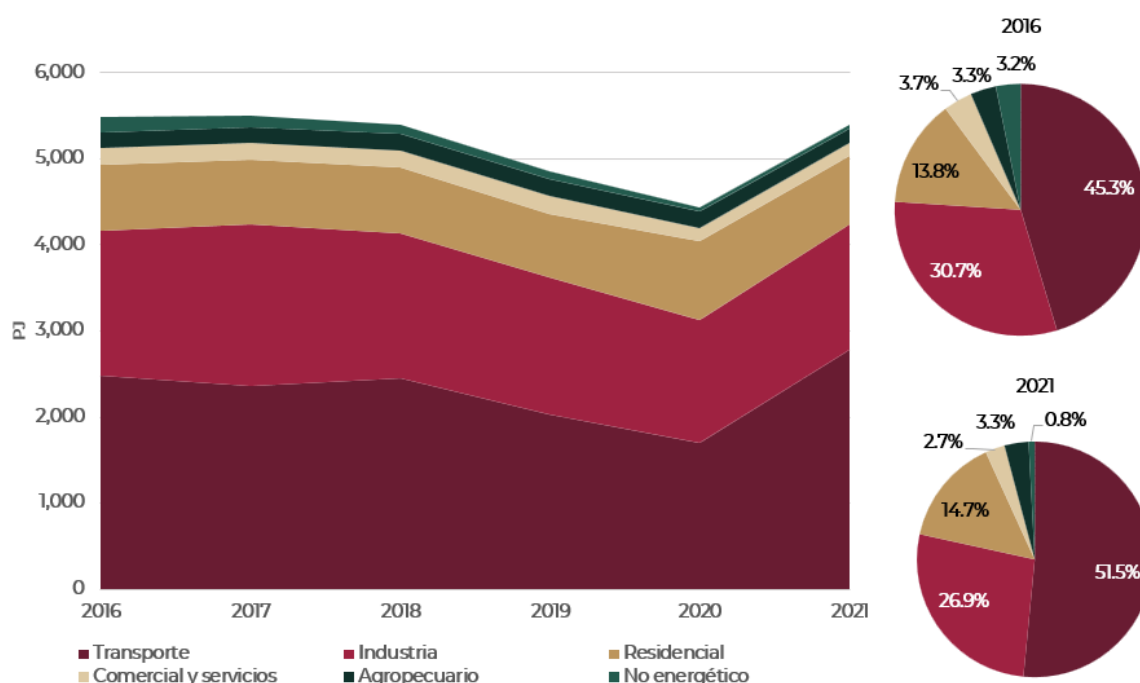


FUENTE: Conuee con información de SENER, BNE (2017-2021).

3.3.4 Estructura del consumo final por energético

Durante el periodo analizado, el consumo energético final experimentó una ligera disminución en la demanda de energía, especialmente al inicio de la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2, alcanzando su punto más bajo. No obstante, se observó una recuperación a partir de 2021. En el último año, los sectores del transporte y residencial lograron superar los niveles de consumo de energía anteriores a la pandemia, mientras que los sectores de la industria, comercial-servicios y agropecuario aún se mantienen por debajo de dichos niveles. De esta forma, la participación del consumo final de energía por sector en 2021 fue la siguiente: transporte 51.5%, industria 26.9%, residencial 14.7%, comercial-servicios 2.7%, y agropecuario 3.3% (Fig. 22).

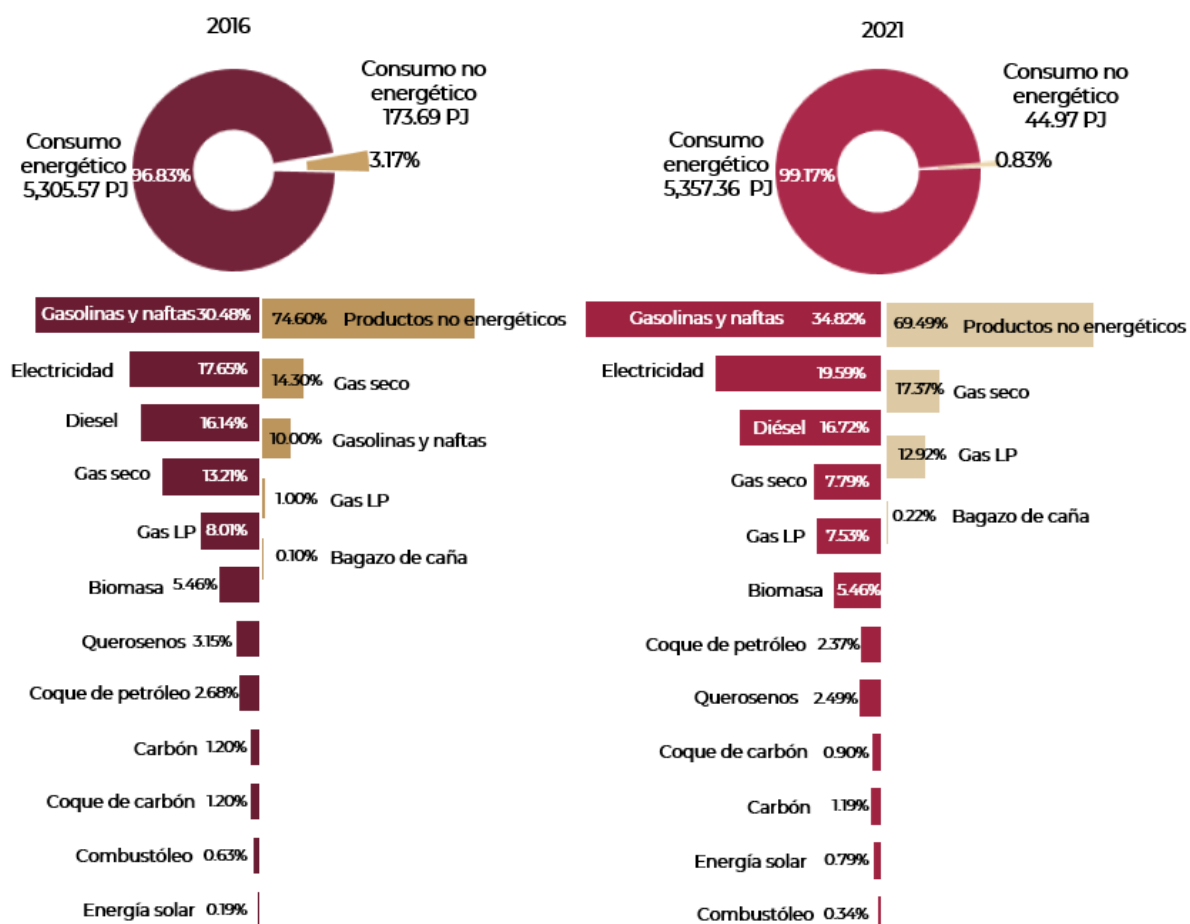
FIGURA 22 TENDENCIA DEL CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGÍA POR SECTOR, 2016-2021



FUENTE: Conuee con información de SENER, BNE (2017-2021).

En relación con la participación de las diversas fuentes de energía que abastecen los sectores de consumo final del país, entre 2016 y 2021 se presentó el crecimiento en el uso de electricidad, representando casi 20% del total del consumo energético. Sin embargo, es prematuro atribuir esta condición a algún cambio estructural, ya que 2021 continuó siendo un año atípico debido a la pandemia, por lo que hasta que el sector manufacturero recupere sus niveles de actividad económica se podrá establecer el papel que juega la electricidad en el consumo final de energía del país (Fig. 23).

FIGURA 23 ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL CONSUMO FINAL POR TIPO DE ENERGÉTICO, 2016 Y 2021

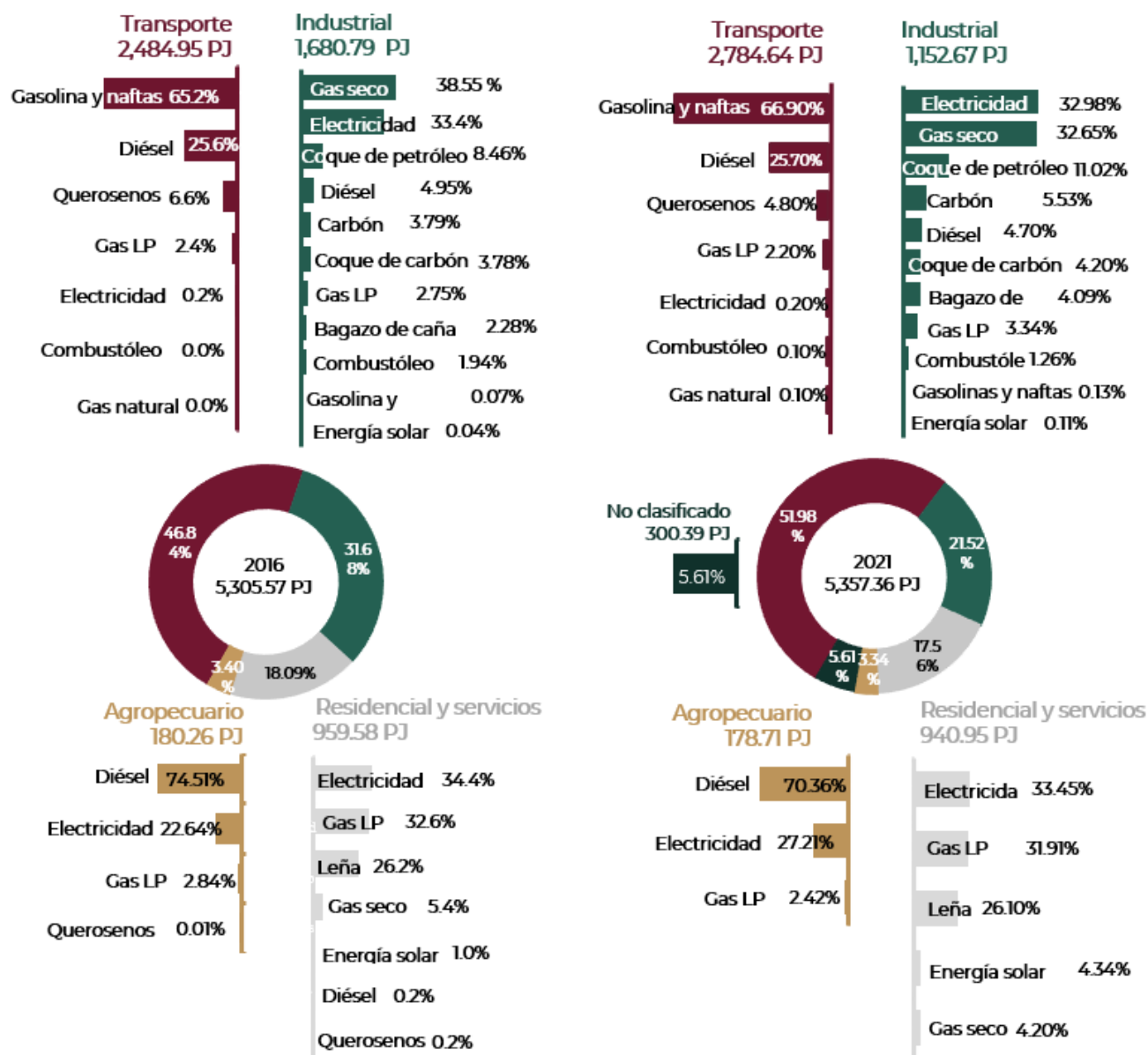


FUENTE: Conuee con información de SENER, BNE (2017 y 2021).

En relación con la coyuntura anteriormente descrita, al analizar la estructura del consumo final energético por sector y fuente entre 2016 y 2021, se observan los desplazamientos en el uso de combustibles por la electricidad en los sectores finales, principalmente en los sectores industrial y residencial.

Como se mencionó anteriormente, el sector industrial podría estar experimentando una situación transitoria que depende de la recuperación económica. A medida que los efectos de la pandemia disminuyan y la gran y mediana industria se recupere, es posible que se produzca un aumento en el consumo de gas natural. Por otro lado, en el sector residencial se ha observado un efecto de sustitución de energéticos, según el BNE (2021). Se ha registrado una disminución en el consumo de gas LP debido a la adopción de energía solar térmica, y el confinamiento también ha impulsado el uso de electricidad en los hogares, aunque el consumo de esta última fue menor en 2021 en comparación con el año anterior. (Fig. 24).

FIGURA 24 CONSUMO FINAL ENERGÉTICO POR SECTOR¹ Y FUENTE, 2016 Y 2021



¹Se agrupó a los sectores residencial y comercial-servicios, dadas las similitudes de usos finales y los energéticos utilizados.
FUENTE: Conuee con información de SENER, BNE (2017 y 2021).

En este sentido, se observa que en el sector transporte el consumo final de energía ha experimentado variaciones principalmente debido al ligero incremento en la participación de combustibles alternativos como el gas natural comprimido (GNC) y la adopción de tecnologías más limpias como los vehículos híbridos y eléctricos, utilizados en el transporte privado y de pasajeros.

En el consolidado de los sectores residencial y comercial-servicios también se presentaron cambios en el uso de los energéticos en el comparativo entre 2016 y 2021. Al igual que en el sector industrial, se considera necesario esperar la estabilización de la economía y el término de la pandemia antes de dar por hecho un cambio estructural en los sectores de consumo final de energía del país. Pese a lo anterior, la electricidad se apuntaló como el primer energético más utilizado en los sectores residencial y comercial-servicios durante 2021, con representación del

33.45%, seguido del gas LP (31.91%), desplazando al tercer lugar el consumo de leña (26.10%). En términos de la transición energética, destaca el aumento en el uso de la energía solar para el calentamiento de agua sanitaria de estos sectores, ya que pasó de 1.0% en 2016 a 4.34% en 2021.

3.3.5 Consumo final por sector y usos finales

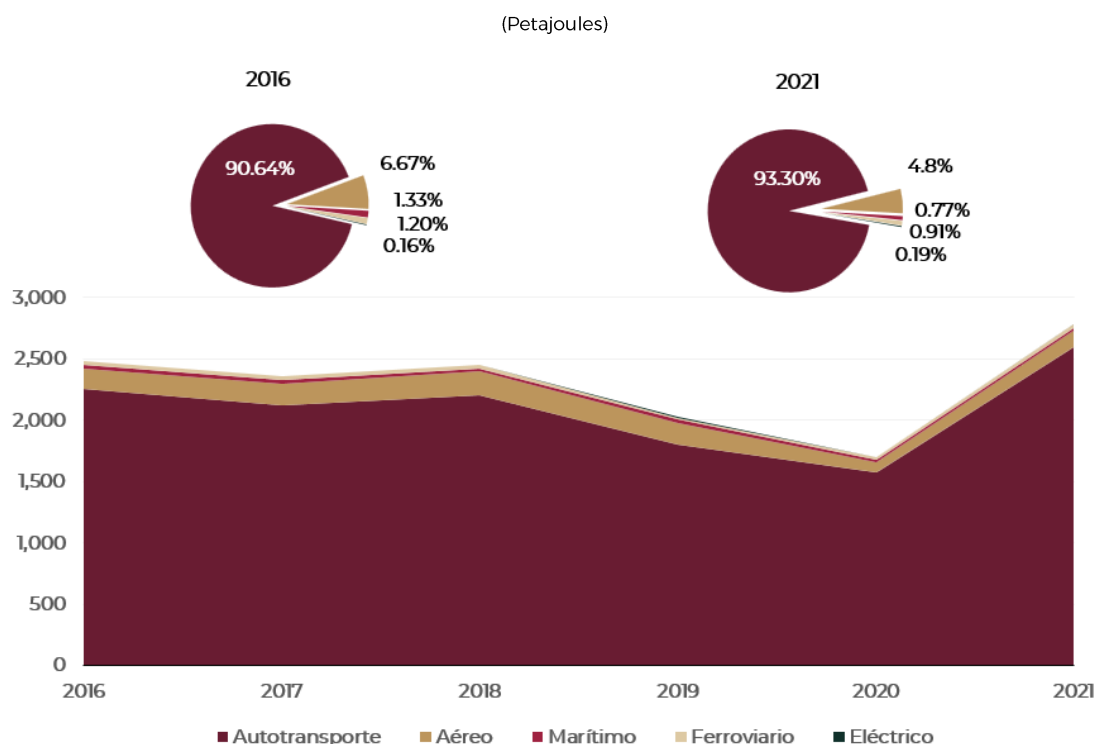
3.3.5.1 Sector transporte

El consumo de energía del sector transporte está relacionado con el crecimiento económico, el crecimiento poblacional y el aumento en las necesidades de movilidad, tanto de pasajeros como de mercancías en diferentes modalidades. Además, este sector se ha caracterizado históricamente por ser el más importante consumidor de energía en los usos finales. Este consumo se divide en cuatro modos o subsectores: autotransporte, ferroviario, marítimo y aéreo.

Durante el periodo de 2016 a 2021 ha representado entre el 46.84% y el 51.98% (Fig. 24) del consumo final de energía, e incluye a la demanda energética de los vehículos de motor que circulan dentro del territorio nacional y que son necesarios para el traslado de personas y bienes por tierra, aire y agua.

En el periodo de análisis, se observó un estancamiento, una contracción y una recuperación del consumo de energía del sector. El estancamiento se presentó durante 2019, donde la modalidad de autotransporte tuvo caídas considerables en los consumos de gasolinas y diésel. En el año 2020, hubo una disminución significativa en el consumo, atribuible al confinamiento por la pandemia de COVID-19, lo que provocó una reducción en los traslados y viajes. Posteriormente se presentó una recuperación de consumo de energía del sector hacia el año 2021 (Fig. 25).

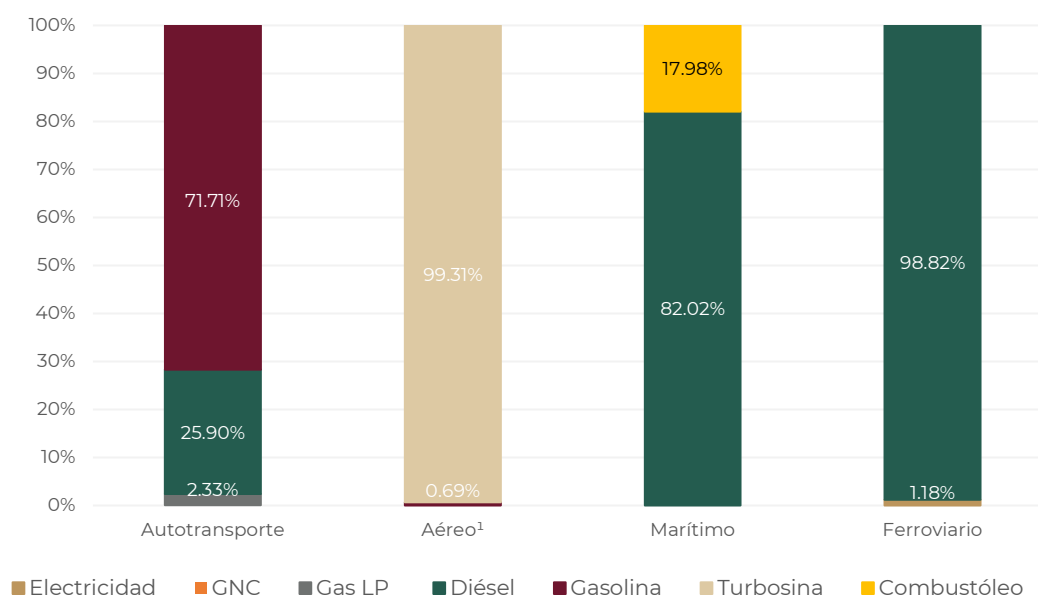
FIGURA 25 CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR TRANSPORTE POR MODALIDAD, 2016-2021



FUENTE: Conuee con información de SENER, BNE (2017 y 2021).

Pese a la pandemia, no se percibieron cambios estructurales en cada subsector que dieran origen a sustituciones entre energéticos. Cabe señalar que cada una de las modalidades del sector transporte está vinculada a un energético predominante. En el caso del autotransporte, se emplean principalmente gasolinas y diésel como combustibles principales. En el transporte aéreo, la turbosina es el combustible principal, mientras que en el transporte marítimo se utilizan diésel y combustóleo. Por otro lado, el transporte ferroviario se basa en el uso de diésel y electricidad (Fig. 26).

FIGURA 26 PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE COMBUSTIBLES DEL SECTOR TRANSPORTE POR MODALIDAD EN 2021



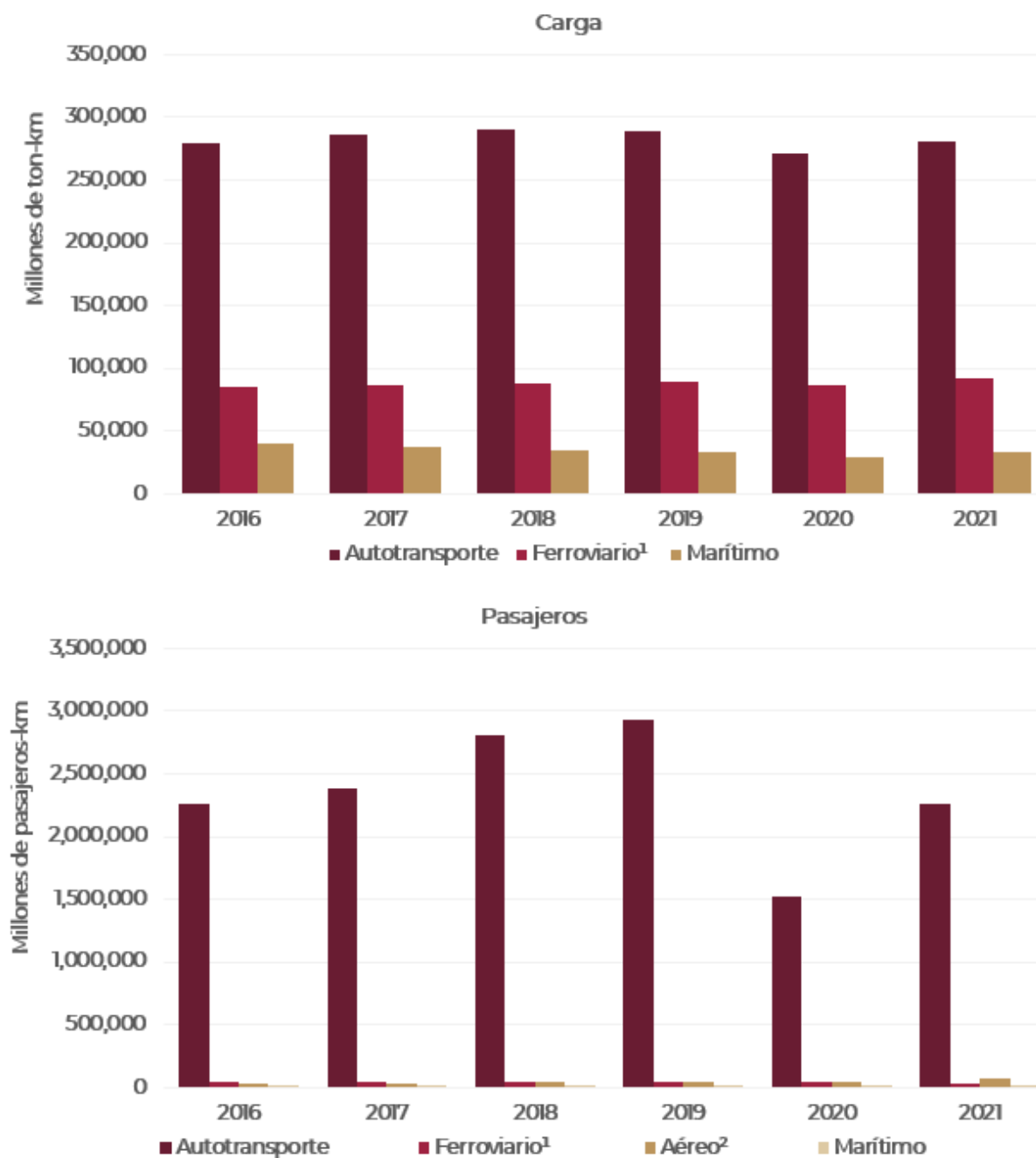
¹En transporte aéreo se incluye un consumo mínimo de gasolina.

FUENTE: Conuee con información de SENER, BNE (2021).

Los efectos en la actividad originados por el confinamiento de la pandemia de COVID-19 se pueden cuantificar en las cuatro modalidades del sector transporte, incluso distinguiendo los segmentos de pasajeros y carga (mercancías). Esta separación es esencial para explicar las diferentes caídas del consumo de energía que se presentaron en las modalidades durante este periodo del análisis. Para lo anterior, se utilizan los indicadores de pasajero por kilómetro recorrido (pasajero-km) y tonelada por kilómetro transportada (ton-km).

En México, es notable el predominio de la actividad de transporte de carga y pasajeros a través de carreteras. En este sentido, es importante destacar que el transporte de pasajeros por carretera experimentó una disminución del 48.1% entre 2019 y 2020, mientras que el transporte de carga por carretera se redujo en un 6.3% durante el mismo periodo (Fig. 27).

FIGURA 27 DISTRIBUCIÓN DE CARGA Y PASAJEROS TRANSPORTADOS POR MODALIDAD EN MÉXICO, 2016-2021



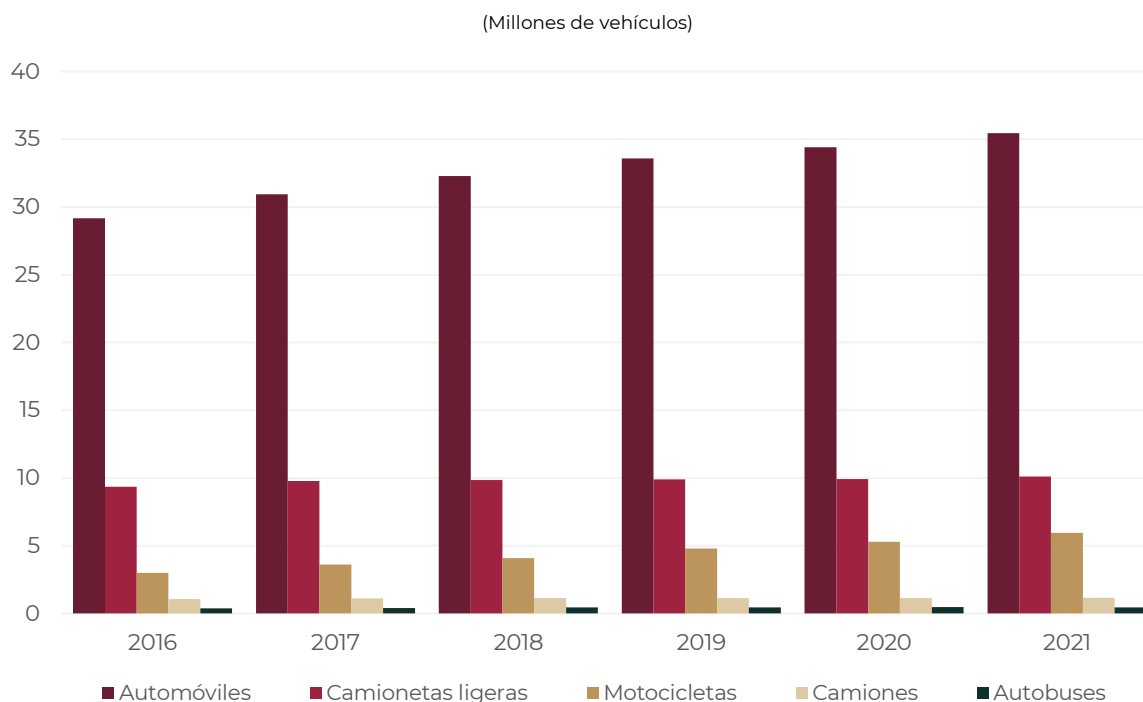
¹Ferroviario incluye trenes, metros y suburbanos.

²Aéreo se refiere a la actividad en vuelos nacionales.

FUENTE: Conuee con información del IMT y SCT.

Pese a lo anterior, la tendencia al incremento del número de vehículos automotores continuó durante el periodo de análisis. Entre 2016 y 2021, la flota vehicular ha crecido a ritmo de 5.8% anual (Fig. 28).

FIGURA 28 EVOLUCIÓN DEL PARQUE VEHICULAR EN CIRCULACIÓN, 2016-2021

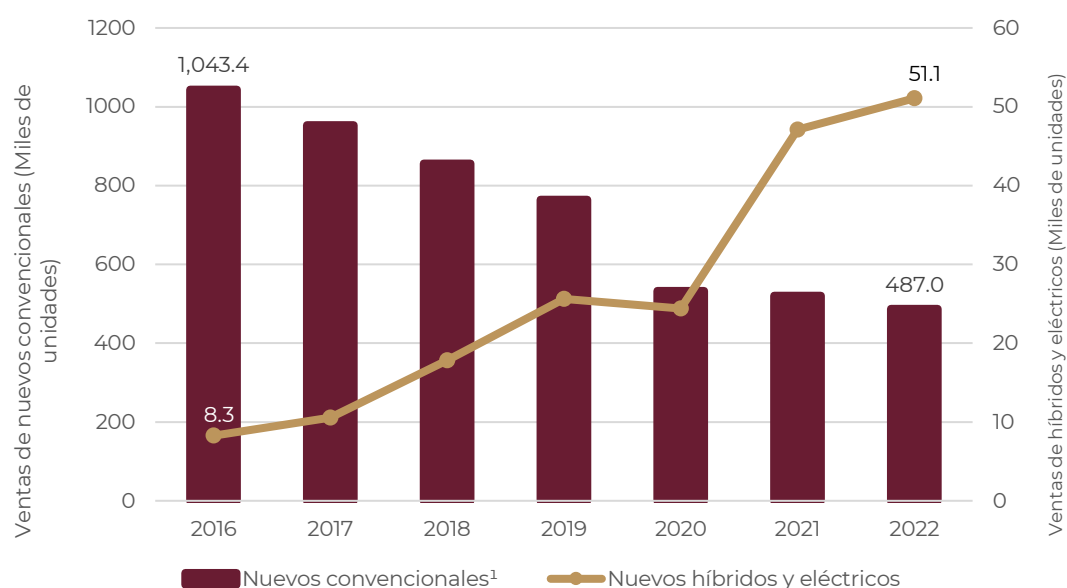


FUENTE: Conuee con información del INEGI.

Si bien, las afectaciones por la pandemia en el consumo de energía son varias y, como ya se señaló, el sector transporte no estuvo exento de las mismas, en términos de avances de la transición energética destaca que las ventas anuales de los vehículos híbridos y eléctricos siguieron en ascenso entre 2016 y 2022, con una ligera contracción en las ventas de 2020. Entre 2016 y 2022 se vendieron cinco veces más autos eléctricos e híbridos; mientras que en 2016 las ventas fueron de 8,265 vehículos, para 2022 se alcanzaron ventas anuales por 51,065 unidades (Fig. 29).

Contrario a lo anterior, la adquisición de vehículos ligeros convencionales con motores de combustión interna está experimentando una tendencia descendente (Fig.29), aunque las ventas anuales de vehículos híbridos y eléctricos siguen siendo significativamente inferiores en comparación.

FIGURA 29 VENTAS ANUALES AL PÚBLICO DE VEHÍCULOS LIGEROS NUEVOS, 2016-2022



¹Incluye automóviles a gasolina, diésel, gas LP y GNC.

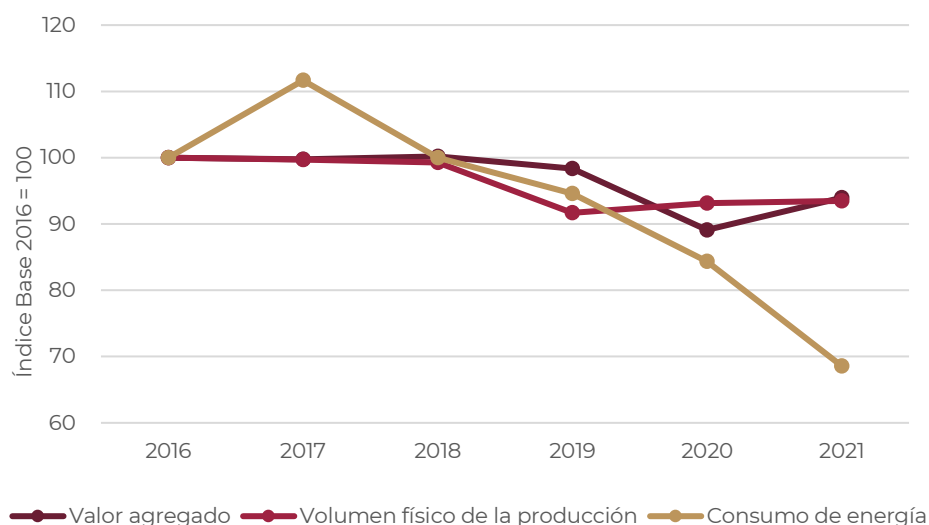
FUENTE: Conuee con información del INEGI.

3.3.5.2 Sector industrial

La industria es uno de los principales sectores por su contribución a la economía nacional, y por ende en el consumo nacional de energía. Este sector es el segundo más importante en el consumo final de energía después del sector transporte, y es el segundo en importancia por su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) nacional, después del sector terciario. Al respecto, las actividades secundarias representan cerca de un tercio del PIB nacional en términos económicos. Asimismo, la industria ha representado, en promedio, cerca del 30% del consumo energético final en el periodo 2016-2021.

Como ya se mostró en los primeros apartados del capítulo, las actividades del sector secundario en la economía nacional fueron afectadas por la pandemia. En particular, los eventos que han marcado las tendencias de consumo de energía en las distintas actividades del sector fueron la pandemia de COVID-19 y el conflicto armado entre Rusia y Ucrania, ya que se presentó un déficit de materias primas en las cadenas de valor, así como una volatilidad de precios de los energéticos, generando una pérdida de capacidad productiva por las condiciones de mercado, lo que se reflejó en el consumo de energía del sector en los últimos años (Fig. 30).

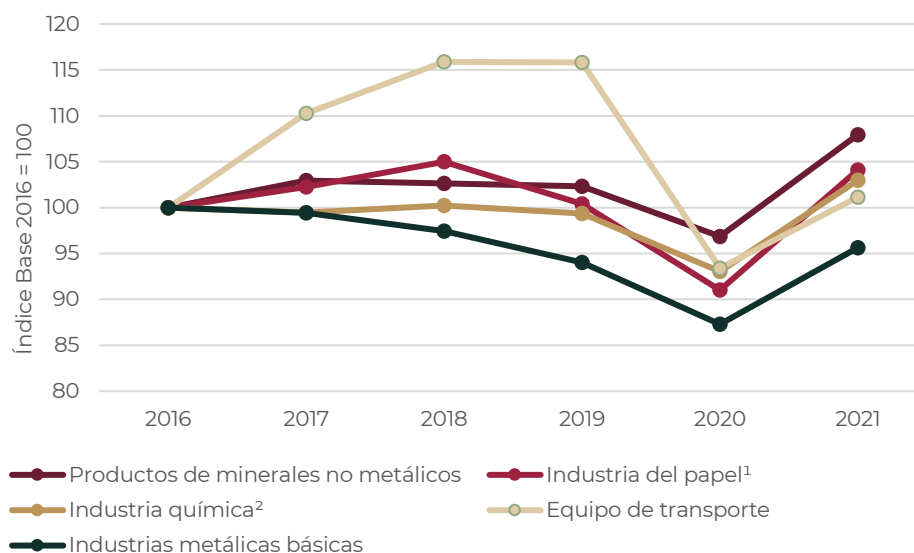
FIGURA 30 TENDENCIA DE LAS VARIABLES DE ACTIVIDAD Y CONSUMO ENERGÉTICO DEL SECTOR INDUSTRIAL, 2016-2021



FUENTE: Conuee con información del INEGI y SENER, BNE (2021).

Las afectaciones por la pandemia en el sector industrial fueron diferentes en las actividades económicas. Entre las ramas industriales más afectadas se encontraron las industrias que fabrican equipo de transporte, que tuvieron una caída en su producción física de 22.4% entre 2019 y 2020. Si consideramos el corte de información a 2020, también hay caídas en la industria de metales básicos, la industria del papel, y la industria química, las cuales se vieron afectadas disminuyendo su producción física en 12.7%, 9.0% y 7.0% respectivamente entre 2016 y 2020 (Fig. 31).

FIGURA 31 TENDENCIA DE ÍNDICE DE PRODUCCIÓN FÍSICA DE LAS PRINCIPALES INDUSTRIAS, 2016-2021



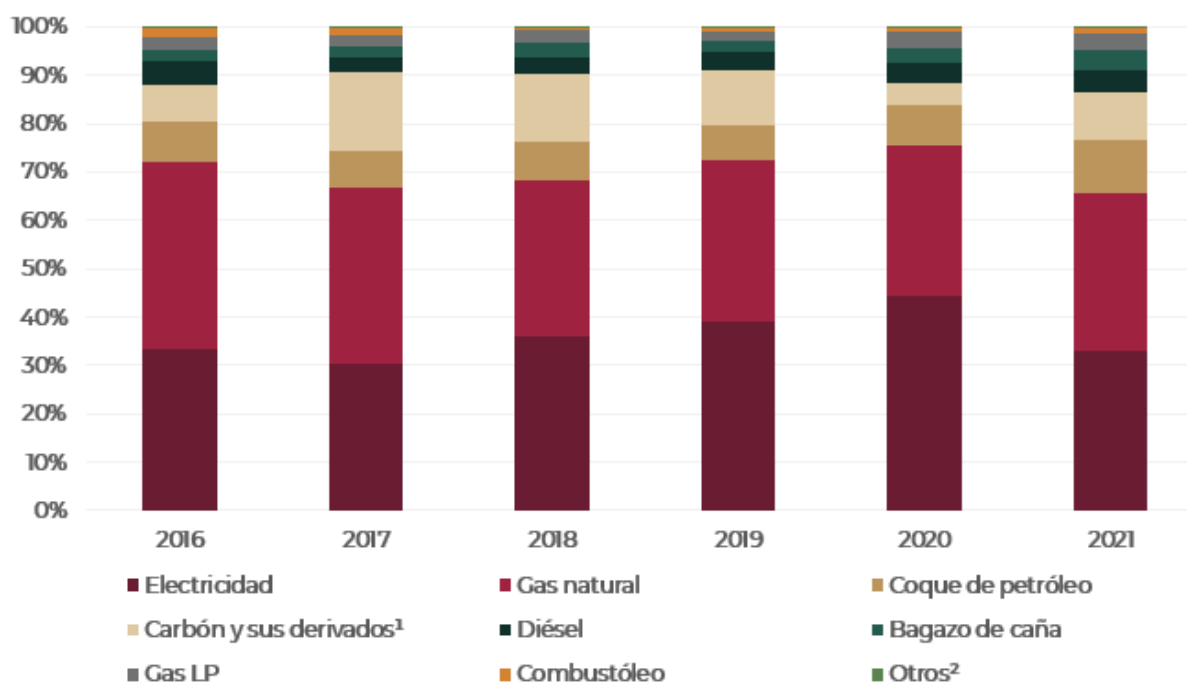
¹Industria del papel incluye también Impresión e industrias conexas.

²Industria química incluye también Industria del plástico y del hule.

FUENTE: Conuee con información del INEGI.

Sin duda, la pandemia provocó alteraciones en la contribución de cada energético en el consumo total de energía de la industria en México. Aún y cuando la electricidad y el gas natural siguen siendo los principales energéticos en la industria, su participación conjunta en la matriz energética del sector se redujo de 72.0% en 2016 a 65.6% en 2021, mientras que la del carbón, coque de petróleo, gas LP y bagazo de caña la incrementaron para el mismo periodo. (Fig. 32).

FIGURA 32 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA POR FUENTE, 2016-2021



¹Se refiere al consumo energético de carbón y coque del carbón

²Incluye querosenos, gasolinas y naftas, y energía solar.

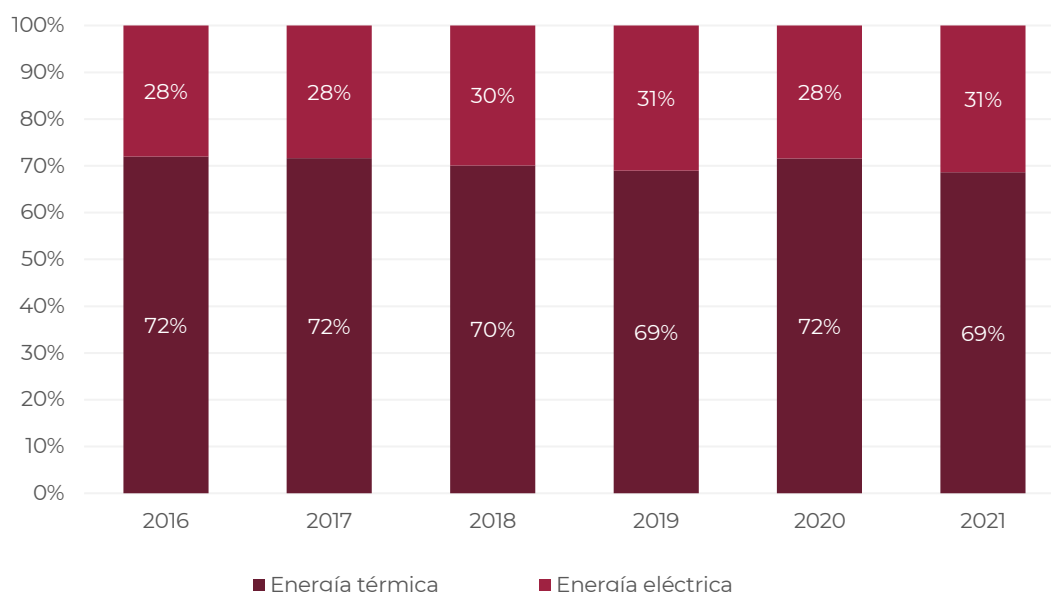
FUENTE: Conuee con información de SENER, BNE (2021).

3.3.5.3 Sector residencial

El sector residencial representa el tercer lugar del consumo de energía en México, después del sector transporte y del sector industrial. El consumo de energía en los hogares abarca la energía utilizada en los edificios residenciales, incluidos aquellos localizados en zonas urbanas y rurales.

De acuerdo con el BNE de 2021, el consumo de energía del sector residencial se integra de cinco fuentes: leña, gas LP, electricidad, gas natural y energía solar. Respecto a las fuentes de energía, es importante mencionar que, a partir de 2017 se ha eliminado el uso de querosenos en este sector. Al agrupar los consumos por fuentes en energía térmica y eléctrica, se observa que se ha incrementado la participación de la electricidad en el total de los usos del sector residencial, lo que indica una transformación en el uso final de las fuentes de energía por parte de las familias. Así, mientras en 2016 la electricidad consumida en el sector representaba 28% del total, para 2021 su participación se incrementó a 31% (Fig. 33).

FIGURA 33 PORCENTAJE DEL CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL, 2016-2021



FUENTE: Conuee con información de SENER, BNE (2021)

Históricamente, los usos térmicos representan la mayor parte del consumo de energía en el sector residencial mexicano, ya que incluye actividades como la cocción de alimentos y el calentamiento de agua. Los principales combustibles que se emplean para dichas actividades son: leña, gas LP y gas natural. En los últimos años, de acuerdo con la serie de tiempo del BNE, la energía solar ha tenido un crecimiento exponencial y ha sustituido parcialmente un segmento del consumo del gas LP y el gas natural destinado al calentamiento de agua, sin embargo, en el total de la matriz energética aún es poco significativa.

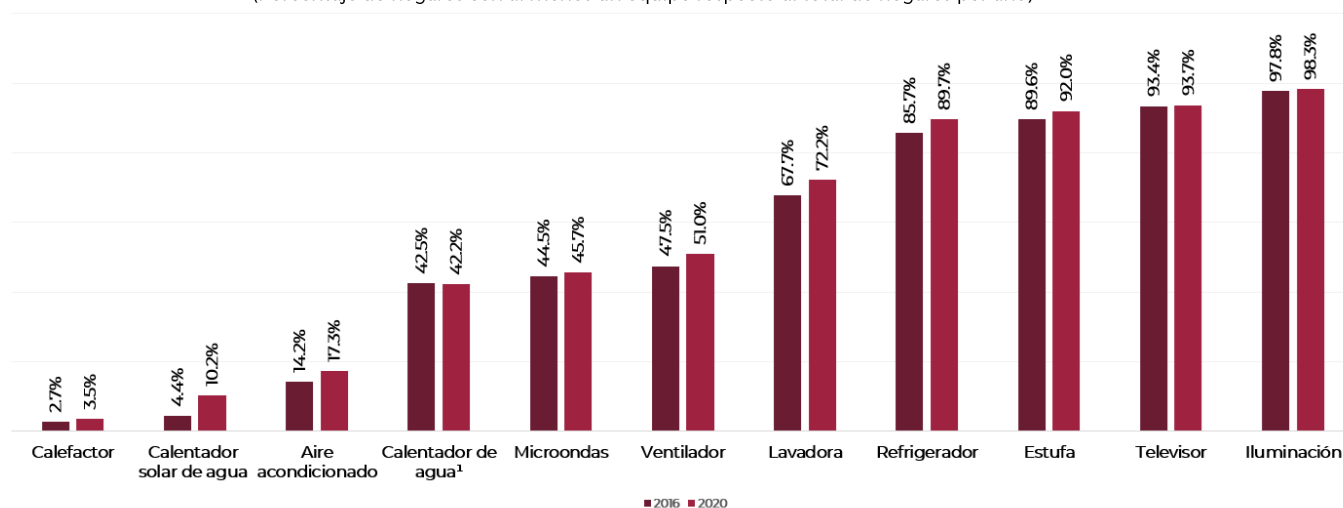
Pese al confinamiento originado por la pandemia, que significó que la mayoría de las personas pasaran más tiempo en sus hogares, no se presentó una sustitución de energía eléctrica por térmica, ya que la participación de 2021 fue similar a la que se presentó antes del confinamiento en 2019.

Por otro lado, y de acuerdo con el INEGI, entre 2016 y 2020 continuó el incremento en la cantidad de equipos eléctricos y térmicos que poseen los hogares en México, a fin de satisfacer distintos usos finales de la energía. A continuación, se muestran las **tasas de saturación**⁶ de los principales equipos consumidores de energía en los hogares, índice que permite observar la penetración en un mayor número de hogares en el tiempo (Fig. 34).

⁶ La **tasa de saturación** es el porcentaje de hogares que cuentan con un equipo determinado que consume energía respecto al total nacional de hogares.

FIGURA 34 EVOLUCIÓN DE LA TASA DE SATURACIÓN DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA EN EL HOGAR 2016 y 2020

(Porcentaje de hogares con al menos un equipo respecto al total de hogares por año)



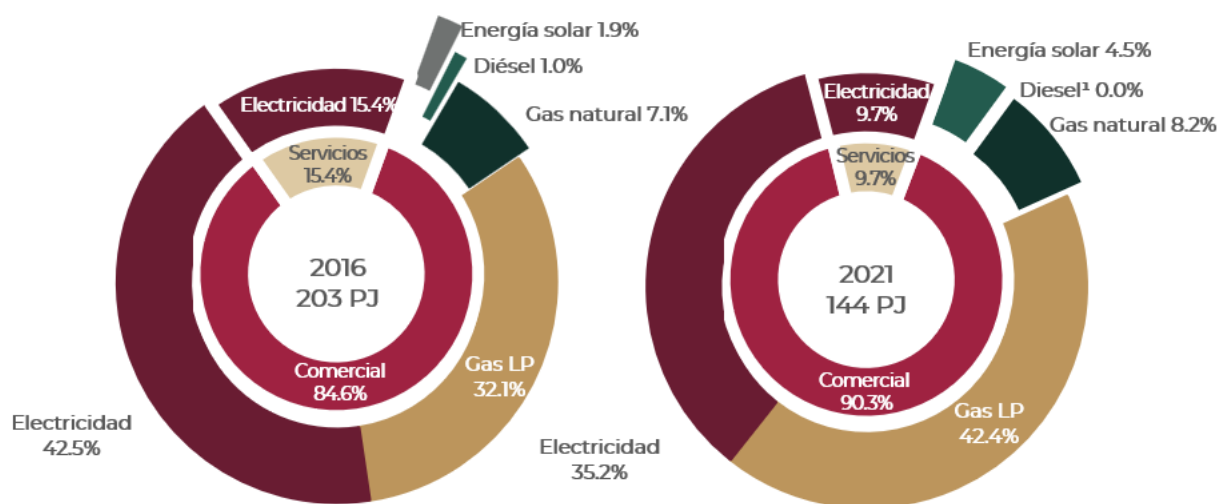
¹La categoría "Calentador de agua" incluye los calentadores que utilizan gas LP y gas natural.

FUENTE: Conuee con información de ENIGH - INEGI.

3.3.5.4 Sector comercial y servicios

La distribución del consumo de energía del sector comercial y servicios, comparando los años 2016 y 2021, indica que la participación del sector público ha disminuido, en comparación con el sector comercial que ha aumentado. Específicamente y de acuerdo con la serie de tiempo del BNE, el sector comercial ha incrementado significativamente el consumo de gas LP, en comparación con la electricidad en los últimos cinco años (Fig. 35).

FIGURA 35 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS, 2016 Y 2021



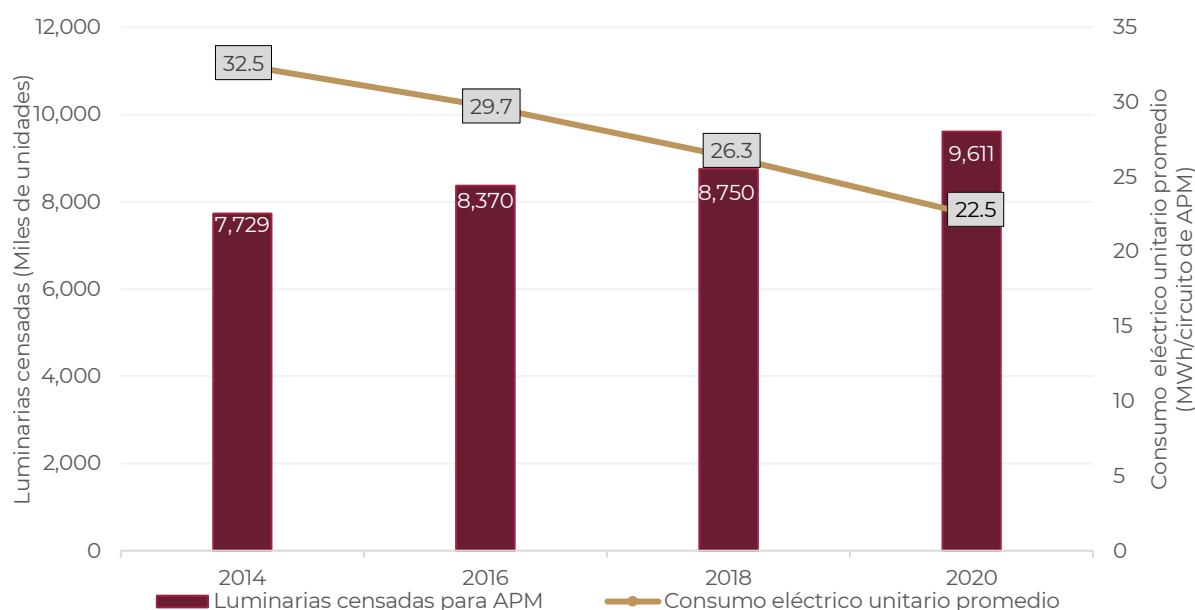
¹Cifras menores a un dígito significativo en los decimales aparecen como 0.0%, sin embargo, no significan ausencia de un valor.

FUENTE: Conuee con información de SENER, BNE (2021).

Dentro de los servicios públicos, uno de los más importantes es el alumbrado público, el cual, es un servicio prestado por las autoridades municipales.

De acuerdo con el *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México* del INEGI, el número de luminarias para alumbrado público municipal (APM) ha ido en aumento a nivel nacional. Mientras en 2014 en el país se contabilizaron 7.7 millones de luminarias de alumbrado público en todos los municipios, para 2020 se registraron 9.6 millones. Un aspecto positivo alrededor del incremento de luminarias instaladas para APM es que, de acuerdo con los datos reportados por la CFE, el consumo eléctrico por circuito de APM ha disminuido de 32.5 MWh/circuito en 2014 a 22.5 MWh/circuito en 2020, es decir, 30.8% menos en términos de consumo unitario (Fig. 36).

FIGURA 36 LUMINARIAS INSTALADAS PARA ALUMBRADO PÚBLICO A NIVEL NACIONAL Y CONSUMO ELÉCTRICO UNITARIO, 2014-2020



FUENTE: Conuee con información del *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México* 2015, 2017, 2019 y 2021 del INEGI y datos de la CFE.

3.3.5.5 Sector agropecuario

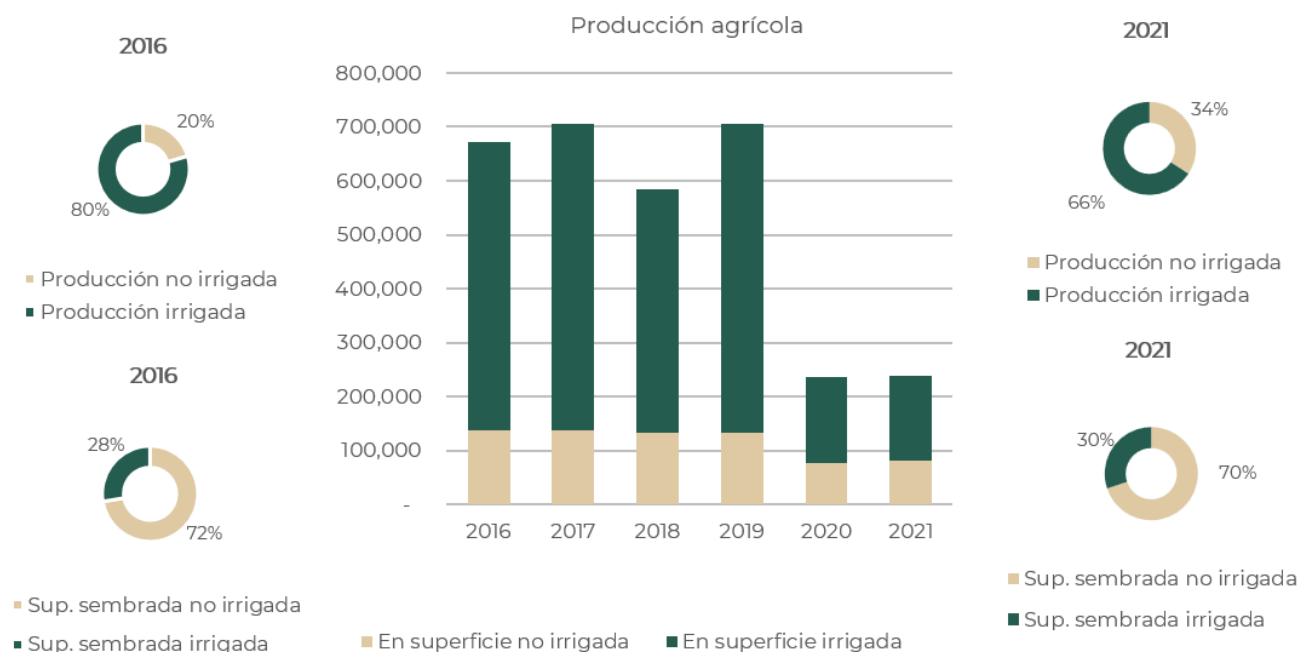
El sector agropecuario es un sector estratégico en cuanto a seguridad alimentaria y exportación de productos primarios. En 2021 representó aproximadamente 3.4% del PIB nacional (FIRA, 2021) y 3.5% (BNE, 2021) del consumo final de energía del país. Dentro de este sector se incluyen, de manera general, las actividades agrícolas, forestales, pecuarias y pesqueras.

La actividad principal de este sector es la agricultura, que representa cerca del 63% del PIB del sector agropecuario, en este rango de importancia siguen las actividades pecuarias con el 31% aproximadamente, las actividades de pesca y aprovechamiento forestal con alrededor del 2% y 4%, respectivamente en cada rubro.

Aunque se cuenta con datos económicos y productivos, el análisis energético de este sector carece de datos desagregados. En este sentido, en el subsector de la agricultura se pueden obtener más datos relacionados con el consumo de energía, ya que contiene información sobre áreas sembradas, cosechadas, irrigadas, además de la producción, con lo que se puede relacionar el consumo de diésel y electricidad con las actividades de siembra, cosecha y riego.

En el caso de la producción agrícola, ésta creció 5% de 2016 a 2017, después bajó 17% en 2018 y creció 21% en 2019 para después bajar de nuevo a 66% en 2020, y permanecer en el mismo nivel en 2021. Es importante resaltar que, a pesar de que la superficie sembrada irrigada representa 30% de la superficie sembrada, ha producido el 66% de la producción agrícola en 2021 (Fig. 37).

FIGURA 37 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN SUPERFICIE IRRIGADA Y SUPERFICIE NO IRRIGADA, 2016 - 2021



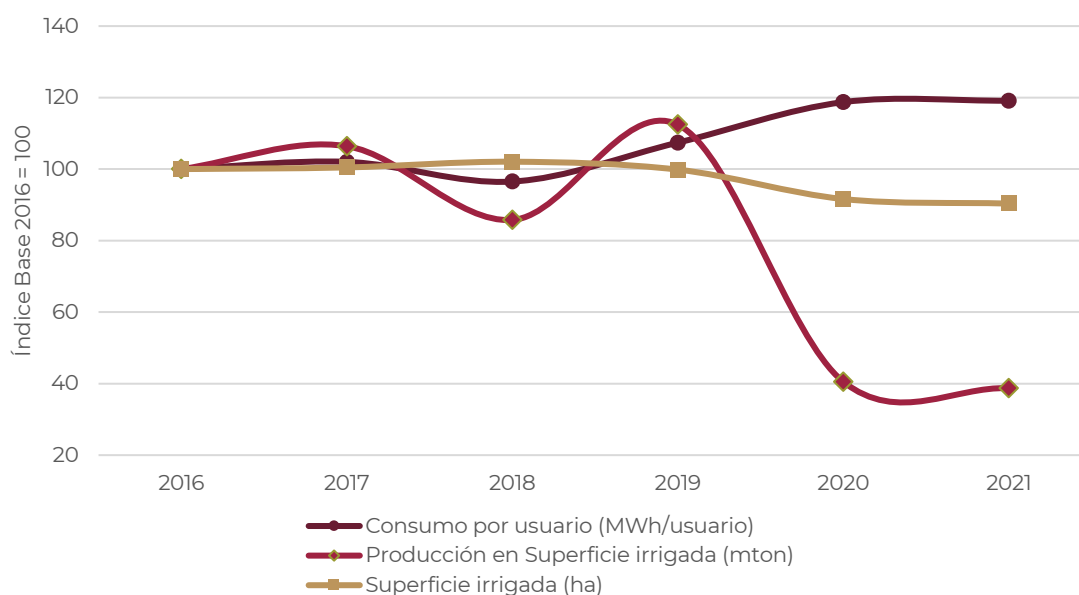
FUENTE: Conuee con información del SIACON de la SADER.

Asimismo, la **superficie sembrada mecanizada**⁷ ha venido desplazando a la que no lo está, por lo que la electricidad y el diésel forman parte importante en este sector, ya sea para el uso de equipos de bombeo, tractores y otra maquinaria, en tanto el gas LP se usa para el secado, sin embargo, la información de la superficie mecanizada se dejó de reportar en 2019, permaneciendo en 76% de la superficie sembrada, desde 2016.

Al analizar las principales variables del sector agrícola que dependen del consumo eléctrico (superficie irrigada y producción en superficie irrigada), se observa que prácticamente en la misma superficie productiva que es irrigada, el consumo de electricidad se ha incrementado en cerca de 20% durante el periodo 2016-2021, sin embargo, la cosecha de productos agrícolas cultivados bajo riego tuvo una baja significativa en 2021 respecto a 2016 (Fig. 38).

⁷ La **superficie sembrada mecanizada** se refiere al área en la que se utiliza cualquier tipo de maquinaria agrícola como tractores, rastras, sembradoras, niveladoras, trilladoras, cosechadoras, para llevar a cabo las actividades de preparación del suelo, siembra, labores culturales y recolección de los frutos. Es suficiente con una labor para que la superficie sembrada sea clasificada como mecanizada. La información más actualizada llega a 2019, ya que el SIAP dejó de dar seguimiento a esta variable para los años siguientes por motivos presupuestales.

FIGURA 38 TENDENCIAS DE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS DEL SECTOR AGRÍCOLA QUE DEPENDEN DEL CONSUMO ELÉCTRICO¹, 2016 - 2021



¹En las leyendas se señalan las unidades de la variable que dio origen a la tendencia de cada índice.
FUENTE: Conuee con información de la CFE y del SIACON de la SADER.

3.3.6 Progreso de la eficiencia energética en el consumo nacional de energía

Una forma de evaluar y monitorear la evolución de la eficiencia energética es a través de indicadores. Estos indicadores relacionan la cantidad de energía utilizada para realizar una actividad o para obtener un servicio energético, lo que permite comparar los niveles de eficiencia energética en un periodo de tiempo definido.

Los indicadores de eficiencia energética dependen de la disponibilidad de información sectorial y estadísticas nacionales, dado que se estructuran mediante metodologías estandarizadas e internacionalmente aceptadas. Así, el nivel de agregación de la información define el tipo de indicador, que puede ir desde la eficiencia económica en el consumo de energía hasta la eficiencia técnica dada por la penetración de tecnologías con los mejores rendimientos energéticos.

En esta sección, y para fines del diagnóstico, únicamente se presentan los indicadores de eficiencia energética del primer nivel de agregación elaborados por la Conuee, debido a que en los últimos años la cantidad y calidad de las estadísticas energéticas y sectoriales disponibles es menor, por lo que no es posible demostrar mediante análisis de descomposición factorial los impactos de consumo evitado de energía.

Vale la pena advertir que los siguientes indicadores sólo cubren la tendencia de la eficiencia energética en relación con una eficiencia económica en los principales sectores de consumo final, lo cual incluye distorsiones económicas generadas por la pandemia, principalmente en los años 2020 y 2021.

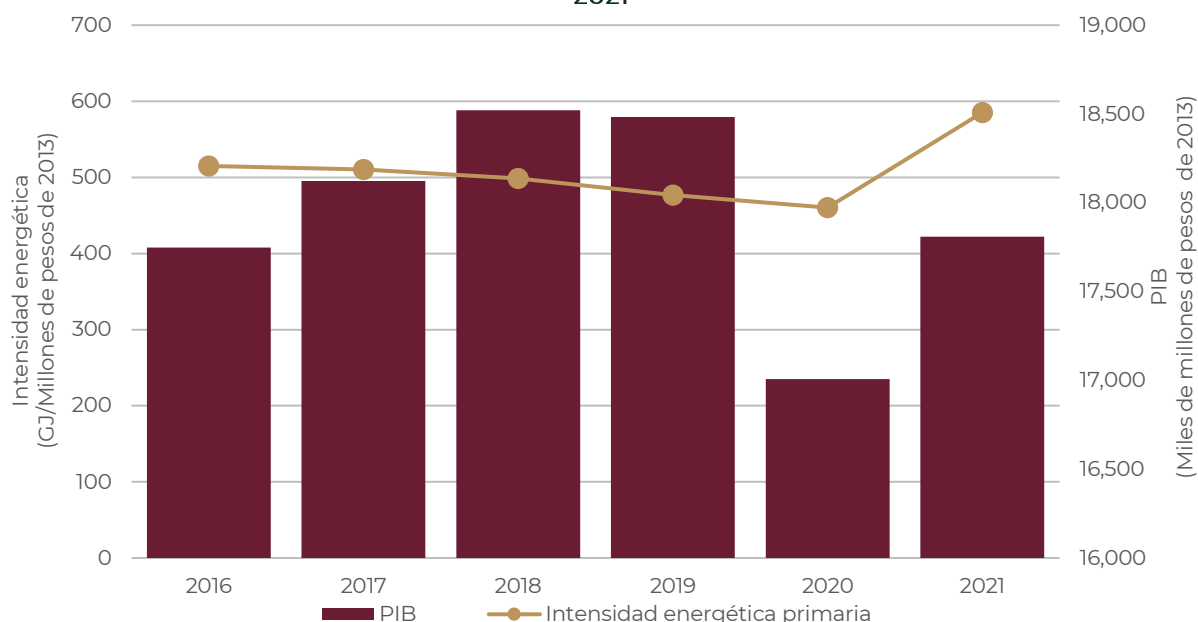
3.3.6.1 Intensidad energética primaria

La intensidad energética primaria es el indicador de eficiencia energética más sencillo y aceptado internacionalmente para evaluar el progreso de la eficiencia energética en un país. Este indicador pretende monitorear el progreso de la eficiencia económica en el consumo de energía de un país, relacionándolo con su Producto Interno Bruto (PIB) en términos constantes.

En el caso de México, se observa que el PIB creció 0.07% en promedio por año entre 2016 y 2021, en tanto que el consumo nacional de energía promedió una tasa de crecimiento anual de 2.7% en el mismo periodo. De acuerdo con estas tendencias, se tiene que la intensidad energética primaria de México aumentó 2.6% en promedio anual

entre 2016 y 2021. Así, la evolución de este indicador muestra una variación significativa en 2021, como resultado principalmente de desequilibrios que afectaron la economía nacional en el periodo de pandemia (Fig. 39).

FIGURA 39 EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA PRIMARIA Y EL PRODUCTO INTERNO BRUTO, 2016-2021

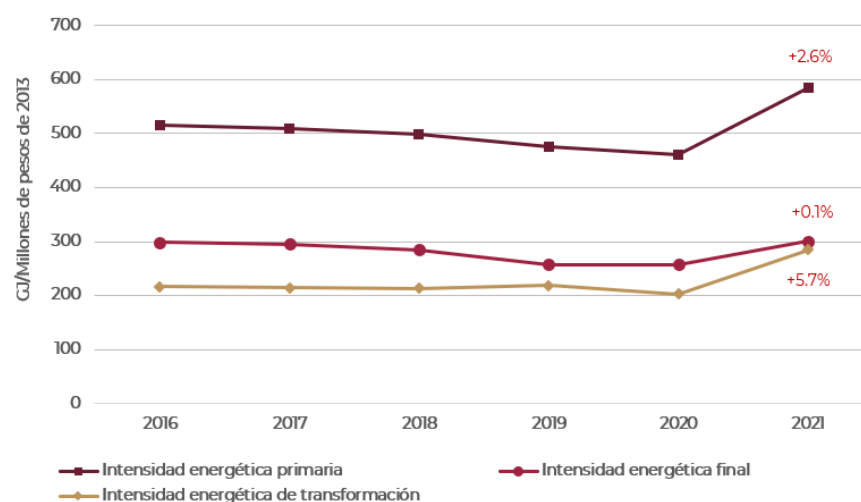


FUENTE: Conuee con información del INEGI y SENER, BNE (2021)

3.3.6.2 Intensidad energética por transformación y consumo final

Al segmentar las tendencias en intensidades del sector transformación y consumo final energético, se observa que el primer sector tuvo mayor influencia en la intensidad energética primaria en el periodo de análisis. Así, la intensidad energética de transformación aumentó 5.7% promedio anual entre 2016 y 2021, mientras que la intensidad de consumo final aumentó a una tasa promedio anual de 0.1% en el mismo periodo (Fig. 40).

FIGURA 40 SEGMENTACIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA PRIMARIA, 2016-2021

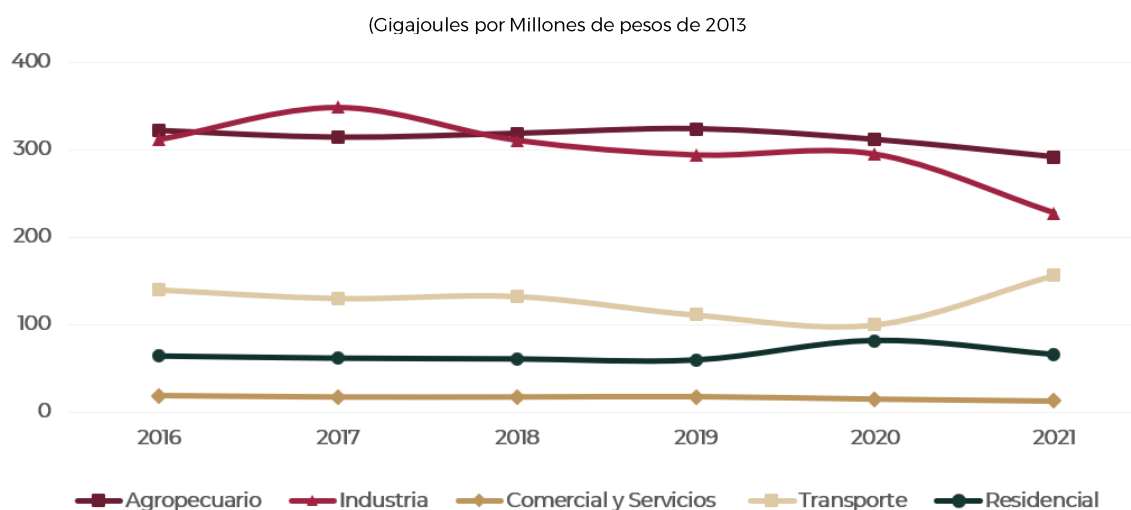


FUENTE: Conuee con información del INEGI y SENER, BNE (2021).

Al continuar con la desagregación del consumo final de la energía, se observan tendencias diferentes entre las intensidades energéticas sectoriales. Estos indicadores tienen como característica reflejar comportamientos sectoriales más precisos, por lo que las afectaciones generales de la pandemia se minimizan, y sus impactos se pueden segmentar por sector de uso final de la energía.

Si bien las intensidades de consumo final pueden variar debido a diferentes factores como cambios tecnológicos, la adopción de nuevas prácticas o políticas y regulaciones energéticas, los comportamientos entre 2020 y 2021 pueden ser considerados atípicos en todos los sectores debido a cambios en la actividad, lo cual altera estos indicadores y los hace frágiles para considerarlos como parte de una tendencia o el registro de un cambio estructural en algún sector (Fig. 41).

FIGURA 41 EVOLUCIÓN DE LAS INTENSIDADES DE CONSUMO FINAL POR SECTOR, 2016-2021



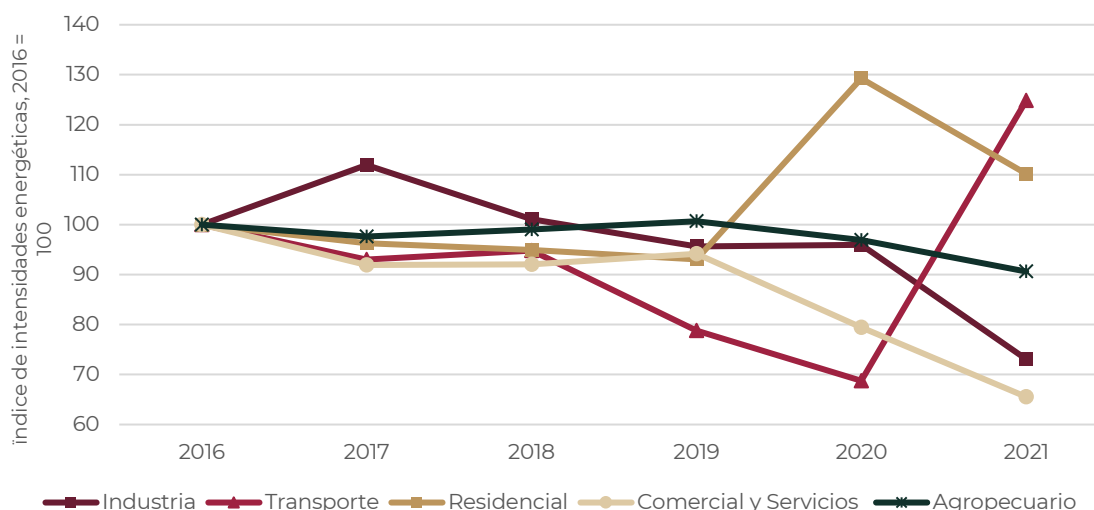
FUENTE: Conuee con información del INEGI y SENER, BNE (2021).

Entre los años 2016 y 2021, las intensidades energéticas de cada sector de uso final han evolucionado de la siguiente manera:

- Comercial y servicios se redujo 31%
- Industrial disminuyó 27%
- Agropecuario disminuyó 9.3%
- Residencial aumentó 2.7%
- Transporte aumentó 11.7%

En términos comparativos, es importante observar el comportamiento entre años contiguos durante el periodo de análisis, ya que estas diferencias muestran la corrección media de la actividad por un uso eficiente más generalizado, y este indicador en una base 100 permite calcular los ahorros de energía logrados o perdidos entre años consecutivos, más allá del coeficiente de intensidad energética que resulte en cada sector (Fig. 42).

FIGURA 42 TENDENCIAS ACUMULADAS DE LAS INTENSIDADES ENERGÉTICAS POR SECTOR DE USO FINAL, 2016-2021



FUENTE: Conuee con información del INEGI y SENER, BNE (2021).

3.4 ESTADO DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL OCASIONADO POR LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

3.4.1 Abordaje metodológico e institucional (3)

Al igual que la sección anterior, y en el marco de actualización de la Estrategia se debe incluir dentro del diagnóstico exhaustivo un apartado que describa el estado de la contaminación ambiental ocasionada por la industria eléctrica, conforme lo establece el artículo 29 de la LTE, fracción II, inciso d.

Si bien, la LTE menciona que se debe considerar la información proveniente de la SEMARNAT, para los fines del presente documento se consideró el marco institucional establecido en la LGCC, en su artículo 47, en relación con que el INECC es el encargado de elaborar el Inventario Nacional de Emisiones de acuerdo con los lineamientos y metodologías establecidos por el Acuerdo de París, la Convención, la Conferencia de las Partes y el Grupo Intergubernamental de Cambio Climático.

Por lo anterior, la SENER solicitó al INECC la información más actualizada y disponible que permitiera dimensionar el progreso e impactos ambientales ocasionados por la industria eléctrica nacional, en relación con el total de emisiones que se han registrado en el país.

Esta sección corresponde a un extracto de la información del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGyCEI) elaborado por el INECC, y que fue publicado de manera conjunta con la SEMARNAT.

A partir de la memoria de cálculo facilitada del INEGyCEI, la Conuee se enfocó en ilustrar el impacto ambiental de la industria eléctrica en años recientes. Para esto se incluyen dos apartados, uno para ubicar las emisiones de la industria eléctrica respecto al total nacional, y otro en relación con el total de emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles en el país.

3.4.2 Impacto ambiental de la industria eléctrica en las emisiones nacionales

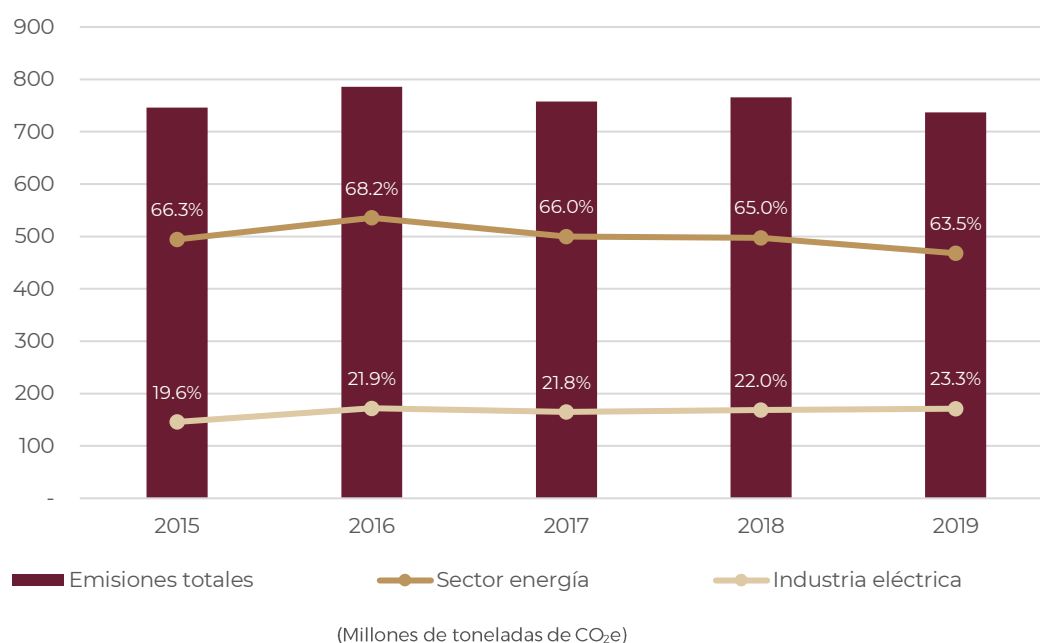
Antes de comenzar con el análisis numérico, se debe considerar que el INEGyCEI es integrado por el INECC, quien elaborará sus contenidos de acuerdo con los siguientes plazos:

- La estimación de las emisiones de la quema de combustibles fósiles se realiza anualmente;
- La estimación de las emisiones, distintas a las de la quema de combustibles fósiles, con excepción de las relativas al cambio de uso de suelo, se realiza cada dos años, y
- La estimación del total de las emisiones por las fuentes y las absorciones por los sumideros de todas las categorías incluidas en el Inventario se realiza cada cuatro años.

Lo anterior significa que hay distintos plazos para contar con consolidados nacionales de las emisiones totales para todos los años. Así, el último Inventario completo integró resultados hasta 2019. De acuerdo con el INEGyCEI más completo y actualizado, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el país, ascendieron a 759.5 Millones de toneladas de CO₂ equivalente (Mt de CO₂e) en 2019, lo cual fue 1.8% mayor respecto a 2015.

Bajo esa métrica, las emisiones de GEI provenientes de las actividades del sector energía, integradas por la quema de combustibles en todos los sectores y las emisiones fugitivas durante la fabricación de combustibles, han representado cerca de dos terceras partes del total nacional entre 2015 y 2019. En el mismo periodo referido, las emisiones de GEI ocasionadas por las actividades de producción de electricidad y calor, llegaron a representar entre 19.6% y 23.3% del total nacional (Fig. 43).

FIGURA 43 PARTICIPACIÓN DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN LAS EMISIONES DE GEI NACIONALES, 2015-2019



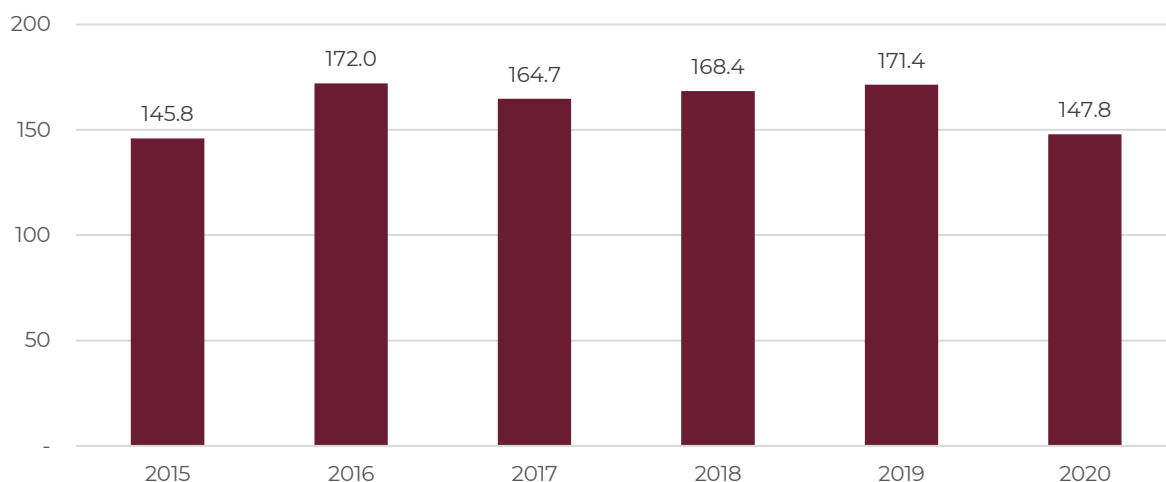
FUENTE: Conuee con información del INECC.

3.4.3 Evolución de las emisiones de GEI provenientes de la industria eléctrica

Con el apoyo del INECC se obtuvieron resultados preliminares de emisiones de GEI para el año 2020, con relación al rubro de quema de combustibles de todos los sectores. Este valor permite observar el comportamiento de las emisiones provenientes de la industria eléctrica entre 2015 y 2020 en el que la industria eléctrica presentó su máximo de emisiones durante 2016, cuando alcanzó emisiones por 172 Mt de CO₂e (Fig. 44).

FIGURA 44 EMISIONES DE GEI DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA, 2015-2020

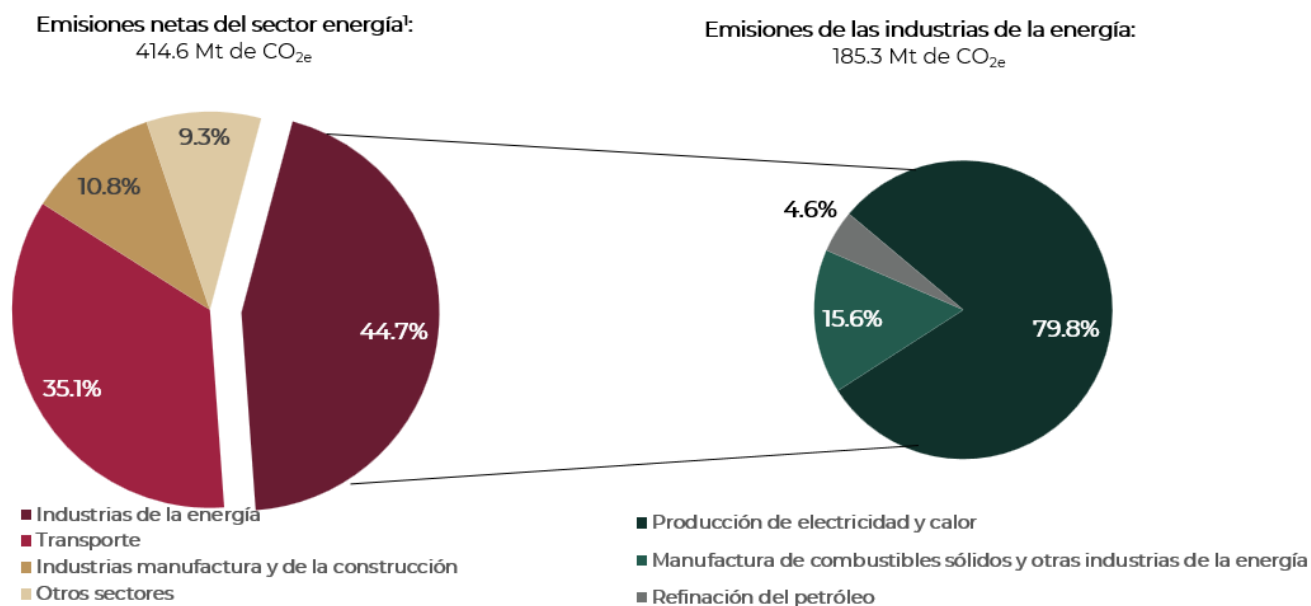
(Millones de toneladas de CO₂e)



FUENTE: Conuee con información de INECC.

Aun cuando no se tiene el cierre de resultados de emisiones de GEI para el sector energía en la actualización a 2020 del INEGyCEI, ya que faltan las emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles, se tiene una estimación de las emisiones netas del sector energía, que considera la quema de combustible para diversos objetivos, como la producción de electricidad, o el transporte. Resalta que, dentro de la industria de la energía, la producción de electricidad y calor cuenta con un mayor porcentaje de emisiones (Fig. 45).

FIGURA 45 EMISIONES DE GEI POR QUEMA DE COMBUSTIBLES DEL SECTOR ENERGÍA, 2020



¹No incluye las emisiones fugitivas de GEI por fabricación de combustibles.

FUENTE: Conuee con información del INECC

4 CUMPLIMIENTO DE LAS METAS DE LA ESTRATEGIA

Este capítulo presenta la evolución y el grado de cumplimiento real que tuvieron las metas de energías limpias y de eficiencia energética, en comparación con lo que se estableció para cada una de ellas en la Estrategia publicada al inicio de la administración en 2020. En cada sección se señalan las diferencias entre el avance ocurrido en la realidad respecto a lo planeado para cada meta, asimismo se pretende explicar las principales causas que desviaron el logro del cumplimiento anual.

4.1 AVANCE DE METAS DE LAS ENERGÍAS LIMPIAS

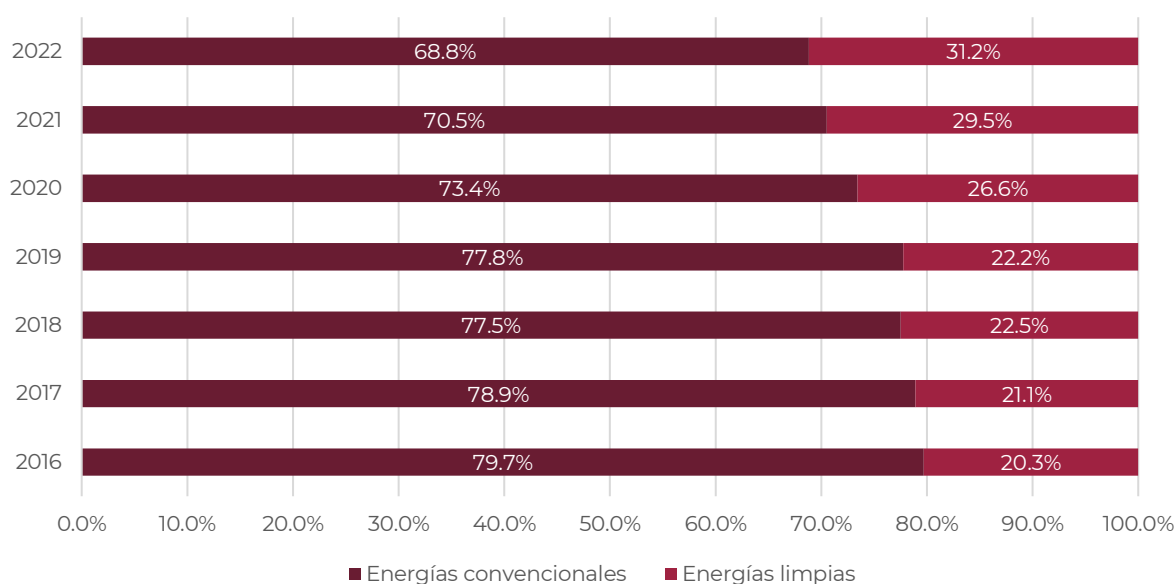
Desde la publicación de la LTE en diciembre de 2015, se establecieron las metas de participación de energías limpias en la generación de electricidad para el sector energético de México a 2024. Dichas metas se encuentran en el artículo Tercero Transitorio de la LTE, el cual establece que: *la SENER fijará como meta una participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 25 por ciento para el año 2018, del 30 por ciento para 2021 y del 35 por ciento para 2024.*

TABLA 1 META DE PARTICIPACIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD A 2024

2024	2033	2050
35% de la generación eléctrica total	39.9% de la generación eléctrica total	50 % de la generación eléctrica total

De acuerdo con lo reportado en las diferentes versiones públicas del PRODESEN, la participación de las energías limpias en la generación total de energía eléctrica pasó de 20.3% a 31.2% entre 2016 y 2022 (Fig. 46).

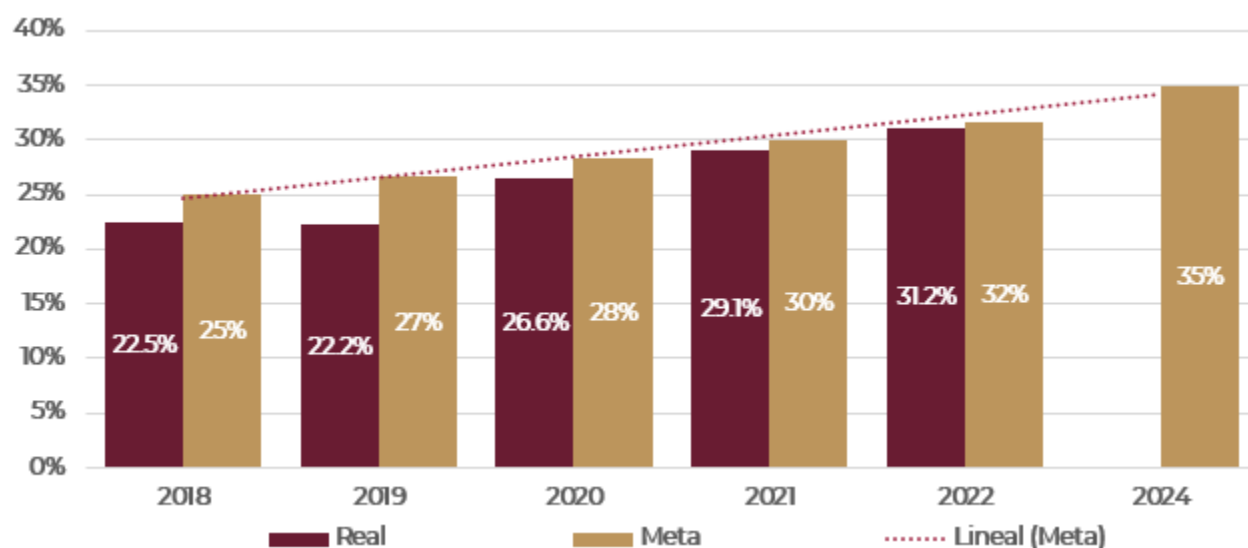
FIGURA 46 EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN NETA DE ELECTRICIDAD CON ENERGÍAS LIMPIAS, 2016 – 2022



FUENTE: Conuee con información de SENER, PRODESEN (2018-2032 y 2023-2037), varios años.

En relación al grado de cumplimiento de la meta de generación de electricidad con energías limpias a mediano plazo, las acciones alineadas con la Estrategia han propiciado un crecimiento en esta, acercando a la meta del 35 % de participación para 2024, de acuerdo al documento publicado en 2023 y al PRODESEN 2023-2037 (Fig. 47).

FIGURA 47 AVANCE EN LAS METAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA NETA CON FUENTES LIMPIAS 2018-2024.



FUENTE: SENER, PRODESEN (2018-2032 y 2023-2037), varios años.

Entre las causas identificadas por la SENER, que impidieron el cumplimiento de los porcentajes planeados en la meta, se encuentran principalmente el impacto negativo de la emergencia sanitaria por causa de la epidemia generada por el virus SARS-CoV-2; el diferimiento de la fecha de entrada en operación de proyectos de generación privados y públicos; así como las distintas suspensiones judiciales a instrumentos de planeación que garantizarían una incorporación segura de centrales de generación intermitentes, entre otros.

4.2 AVANCE DE LA META DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Un error importante en el diseño de la LTE, es que definió una métrica indicativa para la meta de eficiencia energética, a diferencia de la generación con energías limpias. Sin embargo, desde la publicación de la Estrategia se explicó que existen tres tipos de metas nacionales de eficiencia energética que suelen usar los países: (a) intensidad energética primaria, (b) intensidad de consumo final y (c) consumo evitado por sector. En este sentido, y considerando las buenas prácticas internacionales y lo establecido en la LTE, la Conuee propuso a la SENER fijar la meta de eficiencia energética en términos de intensidad de consumo final, que tiene las siguientes ventajas:

- Evitar superposiciones con la meta de energías limpias enfocada a la generación de electricidad, y evitar la superposición de las metas de cambio climático sobre la reducción de emisiones relacionadas a los compromisos nacionales en el Acuerdo de París.
- Enfocar la meta hacia el segmento de consumo final energético y que corresponde hacia donde el Gobierno Federal, a través de la Conuee y SENER, dirigen sus esfuerzos en materia de políticas y programas de eficiencia energética.
- Alineación de la meta nacional de eficiencia energética con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).
- Comparabilidad con valores de otros países o regiones, ya que su metodología de cálculo es la misma que se ocupa en todo el mundo.

La intensidad de consumo final es un indicador de eficiencia energética que mide el progreso de ésta a través de la relación del consumo final de la energía respecto al PIB del país en términos constantes. Este indicador es principalmente un indicador de la productividad energética nacional, ya que mediante el análisis de cada sector es posible comparar al paso del tiempo si los sectores productivos de la economía consumen más o menos energía para producir el mismo valor en su actividad económica, o bien si el sector social del país destina una mayor o menor porción de su ingreso al pago de sus facturas energéticas.

La Estrategia de 2020 planteó como meta de eficiencia energética en el mediano plazo, una reducción de la intensidad de consumo final a una tasa promedio anual de 2.2% hasta el 2035, esto basado en el aprovechamiento de los potenciales factibles de ahorro de energía identificados por la Conuee, en los distintos sectores de consumo final de energía del país (Tabla 2).

TABLA 2 META DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, 2020-2050

Metas de eficiencia energética	
2020-2035	2035-2050
Tasa anual promedio de 2.2% de reducción de la intensidad de consumo final	Tasa anual promedio de 2.5% de reducción de la intensidad de consumo final de energía.

FUENTE: Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, 2020.

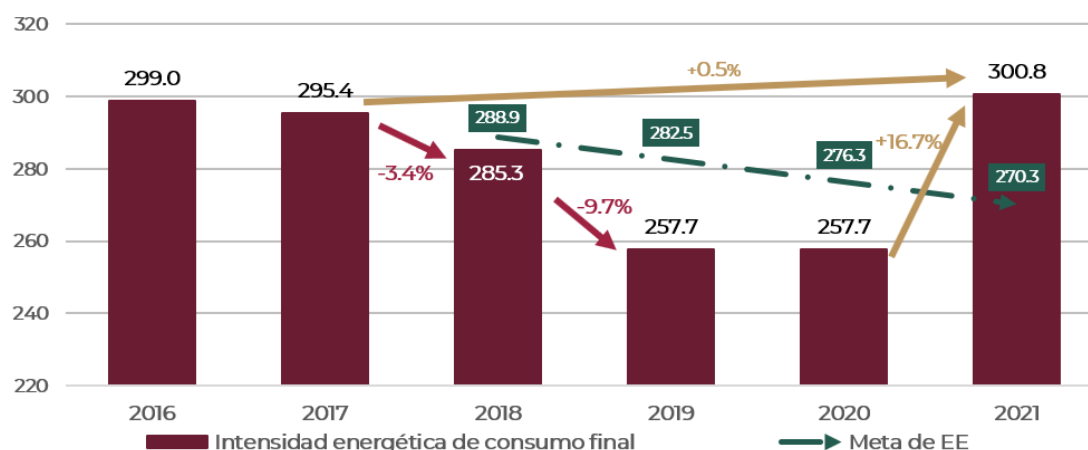
Estas metas de eficiencia energética fueron resultado del modelado prospectivo de todos los sectores que integran el consumo final de energía del país, utilizando los mismos insumos que dieron origen a la trayectoria de la meta de generación de electricidad con energías limpias. Vale la pena mencionar que el escenario de consumo final de electricidad utilizado para las metas de eficiencia energética también fue consistente con el PRODESEN versión 2019-2033. En cuanto al año base utilizado para el consumo final de energía del país, correspondió a la información publicada en el BNE de 2017.

En términos del avance en la meta de eficiencia energética se observó un cumplimiento entre lo planeado y lo real hasta antes del inicio de la pandemia, es decir entre 2017 y 2019. Posterior a estos años, vino un estancamiento y un rebote en la meta hacia 2021. Entre las causas de la desviación de la meta de eficiencia energética en 2020 y 2021, se identifican las alteraciones en las dinámicas sociales, del sector transporte y los sectores productivos originadas por los efectos económicos y del confinamiento provocado por la pandemia.

Así, durante el periodo de análisis la intensidad de consumo final pasó de 299.0 a 300.8 GJ/millones de pesos de 2013 entre 2016 y 2021. En específico, la variación que se presentó de 10.1% en la intensidad de consumo final entre la planeada y lo real en 2021, afectó considerablemente el promedio del periodo 2017-2021, ya que se esperaba una reducción promedio anual de 2.2%, y por el contrario se presentó un incremento de 0.5% promedio anual (Fig. 48).

FIGURA 48 EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA DE CONSUMO FINAL, 2016 – 2021

(Gigajoules por Millones de pesos de 2013)



FUENTE: Conuee con información del INEGI y SENER, BNE (2018-2021).

5 OBSTÁCULOS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN MÉXICO

5.1 OBSTÁCULOS QUE ENFRENTAN LAS ENERGÍAS LIMPIAS Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Este apartado da cumplimiento al inciso c de la fracción II del artículo 29 de la LTE. Para ello, mediante la coordinación de la SENER, se instruyó a diversas instituciones del sector a designar enlaces que participaran en el proceso de actualización de la Estrategia. En este sentido la CRE, CENACE y CFE expresaron sus hallazgos y obstáculos identificados para el desarrollo de las energías limpias en el país, y en complemento la Conuee señaló aquellos que frenan el progreso de la eficiencia energética del país.

5.1.1 Obstáculos para el desarrollo de las energías limpias

La utilización de energías limpias es deseable para el cuidado del medio ambiente, ya que permite reducir el uso de combustibles fósiles que emiten grandes cantidades de contaminantes a la atmósfera, y por tanto aporta a la descarbonización de la economía nacional. Sin embargo, actualmente se identifican diversos obstáculos para su desarrollo cabal y a plenitud, desde económicos (costo de la tecnología), técnicos (eficiencia de producción de energía, almacenamiento), regulatorios (mercado y despacho eléctrico, conexión a la red), hasta sociales (uso de la tierra), e incluso otros factores ambientales, como cambios en los ecosistemas y pérdida de la biodiversidad.

Los obstáculos o barreras varían según el contexto y el tiempo en el que se presentan, y por lo tanto están íntimamente relacionados en muchos casos con la modificación, reforzamiento o implementación de políticas específicas del país, así como la búsqueda de estrategias para eliminarlos.

En cumplimiento a la LTE, la SENER solicitó una perspectiva de los obstáculos que hoy enfrentan las energías limpias a la CFE, la CRE y el CENACE. A continuación, se presenta la lista de hallazgos y obstáculos identificados por cada una de las instituciones antes mencionadas, y se citan las posturas técnicas e institucionales respetando lo remitido a la SENER, como parte de un proceso de planeación democrático de la transición energética del país.

5.1.1.1 Hallazgos y obstáculos identificados por el CENACE

1. El marco regulatorio actual no garantiza la integración gradual y bajo condiciones de viabilidad económica de las energías limpias en el SEN. Especialmente las Disposiciones administrativas de carácter general, como el Código de Red y las Bases del Mercado Eléctrico, que no consideran la integración de tecnologías de Redes Eléctricas Inteligentes, elementos de transmisión flexibles para las diferentes regiones del SEN, ni la incorporación de variantes que no se presentan de manera uniforme a lo largo del mismo.
2. La política de Confiabilidad vigente debe transparentar los términos de robustez eléctrica y estabilidad que garanticen la Confiabilidad, en términos de Margen de Reserva y Requisitos de Potencia.
3. Es necesario fortalecer los Estudios Electrotécnicos de Confiabilidad requeridos por el Manual para la Interconexión de Centrales Eléctricas y Conexión de Centros de Carga, ya que no incorporan requerimientos adicionales en zonas con alta penetración de energías limpias.
4. Actualmente no se cuenta con el marco regulatorio que garantice un pago justo como servicio conexo a las Centrales Eléctricas que participen en la regulación secundaria, y a aquellas Centrales Eléctricas que den respaldo ante la incertidumbre en generación que presentan las energías limpias.
5. Se debe desarrollar la normativa que permita incentivar la Flexibilidad Operativa tanto de los Recursos de Generación como de Transmisión.
6. Se necesitan adecuaciones normativas para que el Mercado de Energía de Corto Plazo se garantice la Confiabilidad con la integración de las energías limpias.
7. Tanto el Código de Red como las Bases del Mercado Eléctrico tienen grandes áreas de mejora en conceptos relacionados con robustez eléctrica y flexibilidad operativa, donde los cambios tendrán impacto en las propias Centrales Eléctricas de energías limpias y se requerirá que estas participen.
8. Se requiere que la CRE, como establece la LIE, aplique infracciones y sanciones por incumplir las obligaciones relacionadas con la interconexión de nuevas Centrales Eléctricas establecidas en la LIE, su Reglamento, y las demás disposiciones legales y administrativas aplicables.



9. Se requiere que la CRE como establece la LIE aplique infracciones y sanciones por dejar de observar, de manera grave a juicio de la misma, las disposiciones en materia de la Calidad, Confiabilidad, Continuidad y Seguridad del SEN de los Participantes del Mercado.
10. Se requiere que la SENER con base en sus facultades del artículo 14 del Reglamento de la LIE, dé seguimiento a los proyectos instruidos al Transportista para garantizar la integración gradual y bajo condiciones económicas de las energías limpias.
11. Se requiere que los procesos de licitación y construcción del Transportista sean más ágiles para que se cumpla con las fechas de entrada en operación de los proyectos instruidos que garanticen la integración gradual y bajo condiciones técnicas y económicas de las energías limpias.
12. Los Programas de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y de los elementos de las Redes Generales de Distribución que correspondan al MEM no incluyen información suficiente que permita a la SENER programar y ejecutar las obras necesarias para incorporar las energías limpias al SEN.

5.1.1.2 Hallazgos y obstáculos identificados por la CRE

1. Se identifica la falta de regulación en materia de almacenamiento de energía conforme a lo establecido en el artículo 38, fracción IX, de la LTE, la cual establece que El Programa de Redes Eléctricas Inteligentes deberá identificar, evaluar, diseñar, establecer e instrumentar estrategias, acciones y proyectos en materia de redes eléctricas, entre las que se podrán considerar las siguientes: ... IX. El desarrollo e integración de tecnologías avanzadas para el almacenamiento de electricidad y de tecnologías para satisfacer la demanda en horas pico. En este sentido, es importante resaltar que el almacenamiento de energía contribuiría a reducir la intermitencia que presentan algunas de estas tecnologías limpias como es el caso de las tecnologías eólicas y fotovoltaicas. Por otra parte, el almacenamiento de energía permite diferir inversiones en la RNT al gestionar la energía eléctrica durante los momentos de mayor congestión del SEN.
2. Es necesario garantizar la seguridad de la instalación de Centrales Eléctricas de Generación Distribuida y establecer una metodología de contraprestación que refleje el beneficio económico para el Suministrador y la recuperación de la inversión de los particulares. Lo anterior, permitirá una mejor evolución de la Generación Distribuida en el país.
3. Existen retrasos en la expansión de la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución. En el contexto actual, la saturación en las redes derivado de las necesidades de elevadas inversiones en este tipo de infraestructura impide la integración a menores costos de las energías limpias, cuyo potencial las ubica alejado de los centros de consumo y requiere de infraestructura de transmisión para desahogar la energía generada.
4. Es necesario fortalecer la coordinación interinstitucional del Gobierno federal y la comunicación con el sector privado para impulsar proyectos de eficiencia energética y aprovechamiento de las energías limpias.
5. Falta de incentivos de los Gobiernos estatales y municipales en la asimilación de mejores prácticas de eficiencia energética a través del uso y aprovechamiento de las energías limpias.
6. Falta de disponibilidad de herramientas de planeación como el Inventario Nacional de Energías Limpias y el Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias.
7. Insuficiencia de promoción y difusión sobre energías limpias y de las actividades y facultades de las Instituciones para su desarrollo.
8. Desconocimiento de los interesados sobre la secuencia en los trámites que deben realizar las dependencias del Gobierno Federal, Estatal y Municipal para el desarrollo de proyectos con energías limpias.



5.1.1.3 Hallazgos y obstáculos identificados por la CFE

Obstáculos para la implementación de las energías limpias en un contexto general

1. *Viabilidad de uso del recurso:* Asociado con los desafíos por la variabilidad acerca de la disponibilidad de los recursos a lo largo del día y temporadas, lo que hace necesario considerar para el campo de aplicación en los sistemas de potencia, la modelación de la incertidumbre de este tipo de recursos, ya que aumenta la dificultad del modelado y, a su vez, se deben tener en cuenta los efectos de los otros tipos de generación.
2. *Diseño de infraestructura:* Dotar de mayor flexibilidad a los sistemas de energía para facilitar la integración de las tecnologías de energías limpias. Por ejemplo, el diseño de las turbinas de generación de acuerdo con el aprovechamiento máximo de la energía del viento, en conjunto con las herramientas computacionales disponibles.
3. *Factor de Planta Bajo:* Ese tipo de tecnologías presenta un Factor de Planta menor al de las tecnologías convencionales que utilizan combustibles fósiles ya que no pueden suministrar la electricidad siempre que se necesite. Asimismo, pueden no estar disponibles en horas de mayor demanda, por lo que el sistema requiere disponibilidad de otras centrales.
4. *Retos de conexión a la red eléctrica:* Representado por los efectos de variabilidad y la necesidad de asegurar la confiabilidad de entrega del recurso eléctrico, aspecto que inicialmente este tipo de generación no puede asegurar sin involucrar un sistema de almacenamiento como los bancos de baterías o alternativas similares. Es necesario identificar sus efectos en las posibles contingencias de la red y en general de los transitorios propios de ella, en conjunto con el ajuste de la de frecuencia de dicho sistema. No proporcionan servicios conexos (reserva operativa y rodante, regulación de frecuencia, regulación de voltaje, arranque de emergencia, entre otros) que contribuyan a garantizar la calidad, confiabilidad, continuidad y seguridad del SEN.
5. *Retos de la transmisión y distribución de energía:* La capacidad de transmisión requiere inversiones constantes en rehabilitación, junto con innovación tecnológica para el establecimiento de redes inteligentes.
6. *Retos económicos:* En general, las energías limpias presentan un alto costo inicial asociado a su infraestructura y maquinaria, las energías limpias con alta variabilidad requieren una inversión adicional para compensar la intermitencia. A su vez, se debe buscar un equilibrio entre eficiencia y precio, asociado a que las tecnologías con mayor eficiencia de transformación de energía a electricidad en la práctica tienen un costo inicial elevado.
7. *Medio ambiente:* Tener en cuenta los materiales con que se fabrican, tanto los efectos en la proveeduría (especialmente minerales) la disposición cuando se termine su vida útil y del efecto del medio ambiente en sus diferentes etapas. Además, considerar cambios de uso de suelo para instalar las centrales.
8. *Factor social y uso de terreno:* Si bien, dentro de las energías limpias: la energía eólica y solar han cobrado importancia en los últimos años, la instalación de su infraestructura afecta a los habitantes de las zonas y terrenos circundantes (ya que se requiere de grandes extensiones de tierra), así como otras limitaciones. Tal es el caso de la energía eólica, donde, debido a la instalación de turbinas en el continente, se debe tener en cuenta el ruido generado por la rotación de las aspas y del no uso del terreno a excepción de ciertas aplicaciones. También hay que incluir el impacto visual de este tipo de tecnologías, así como, considerar los aspectos: social, cultural y de comportamiento (preferencias del consumidor y prejuicios sociales), tradiciones y dispersión de la población.
9. *Política Legal y Regulatoria:* No contar con nuevas políticas ambientales y fiscales que incentiven a las compañías a reemplazar tecnologías antiguas por tecnologías limpias y tener un marco legal insuficiente, un sector altamente controlado, el choque de intereses, la inestabilidad política y la burocracia, provocan el retraso del desarrollo de estas energías limpias.
10. *Capital Humano:* Carencia de instituciones profesionales, capacidad institucional limitada, capacitación inadecuada y falta de personal calificado.

Cabe destacar que el actual marco regulatorio que obstaculiza la integración acelerada y planificada de las energías limpias, principalmente de las renovables, ha enfrentado resistencia de particulares, ante su necesaria modificación; lo que ha llevado a la judicialización y paralización de los cambios y ajustes, considerando únicamente criterios de competencia económica.



5.2 OBSTÁCULOS EN UNA PLANEACIÓN ORDENADA DEL PARQUE DE GENERACIÓN DEL SEN

En la actualidad, uno de los mayores obstáculos al que se enfrenta el desarrollo de energías limpias en México es la saturación de proyectos de energías intermitentes en varios puntos del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), principalmente en el norte del país, donde el otorgamiento indiscriminado de permisos, sin criterios de planeación conforme a la demanda, llevó a la instalación desmedida de proyectos de generación eólicos y fotovoltaicos; ocasionado un debilitamiento en la red de transmisión, así como la falta de inercia y flexibilidad en la operación debido al desplazamiento de centrales térmicas que en su momento brindaban soporte y estabilidad al SEN.

La falta de estudios electrotécnicos que hubieran permitido medir la resiliencia que tenía el SEN durante la implementación de la llamada Reforma Energética del Presidente Enrique Peña Nieto, impidió pronosticar la capacidad de alojamiento de generación intermitente por región, permitiendo una planeación más ordenada de este tipo de tecnologías.

Actualmente, para mantener la estabilidad del SEN, el CENACE ha tenido a bien reducir el despacho de las centrales intermitentes, lo que conlleva a que este tipo de proyectos se vean afectados financieramente. De seguir permitiendo la instalación de centrales generadoras intermitentes, sin antes definir el nivel de resiliencia y capacidad de alojamiento regional, además de determinar las obras de refuerzos de red y de generación de respaldo que se requieren, para reducir los efectos de la intermitencia, dará como resultado una reducción mayor en el despacho de cada central.

Por lo anterior, el mayor obstáculo que enfrenta el desarrollo de energía limpias en el país, tratándose de generación intermitente, es la saturación de capacidad en las regiones y el debilitamiento de la red de transmisión por la balcanización de los enlaces. Para eliminar este obstáculo, se requiere realizar los estudios mencionados que definan una planeación ordenada y permita, como primer paso, desalojar toda la energía intermitente embotellada que existe y como un segundo paso una planeación de largo plazo de adiciones de capacidad de energías limpias que permitan atender el crecimiento de la demanda y mantener la seguridad, estabilidad, confiabilidad y flexibilidad del SEN.

5.2.1 Obstáculos a los que se enfrenta el desarrollo de las energías limpias para su interconexión al SEN

Por las características de las áreas de alto potencial de recurso eólico y los grandes requerimientos de espacios para concentrar grandes cantidades de paneles fotovoltaicos y alcanzar magnitudes considerables de energía, este tipo de centrales se ven obligadas a emplazarse en puntos lejanos de la red existente del sistema de transmisión, lo cual implica la construcción de líneas de transmisión de largas distancias.

Adicionalmente, los posibles puntos de interconexión no necesariamente garantizan la robustez requerida para subsanar los continuos cambios en las variables eléctricas, ocasionadas por la variabilidad del viento o presencia de nubosidades, lo cual podría implicar mayores requerimientos de infraestructura diseñados para garantizar la confiabilidad del sistema de transmisión.

Finalmente, al tratarse de centrales eléctricas a interconectarse con el sistema de transmisión, en puntos no necesariamente robustos, mediante sistemas basados en electrónica de potencia, requieren ser provistas de dispositivos complementarios diseñados para garantizar la confiabilidad del sistema eléctrico ante condiciones de falla.

Las centrales nucleoelectricas e hidroelectricas se interconectan al sistema de transmisión mediante tecnología con un alto grado de convivencia con los sistemas eléctricos, lo cual permite brindar mejores condiciones de seguridad comparadas con las tecnologías intermitentes, por lo cual, comúnmente no requieren dispositivos adicionales en el sistema de transmisión.



5.3 OBSTÁCULOS PARA EL IMPULSO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La mejora de la eficiencia energética es una respuesta crucial a los acuciantes retos del cambio climático, el desarrollo económico y la seguridad energética que enfrentan muchos países. Es por ello que, el interés por promover la eficiencia energética ha crecido en México, y los usuarios de energía están cada vez más conscientes de los múltiples beneficios que conlleva. Este interés viene acompañado de una mejora sistemática de la eficiencia energética de productos y sistemas resultado de acelerados cambios tecnológicos, lo cual resulta en un creciente potencial de mejora. Sin embargo, más allá de los beneficios percibidos, para poder aprovechar el potencial que representa la eficiencia energética se requiere de políticas gubernamentales que aprovechen ese cambio tecnológico e influir, a través de promoción de mejores hábitos y prácticas y de incentivos económicos, en las acciones de millones de consumidores de energía, desde productores de energía, las grandes fábricas del sector industrial, comercios, unidades productivas de servicios, gobiernos locales, hasta hogares e individuos.

Conjuntar estos elementos y dirigirlos hacia políticas públicas es muy complicado, ya que se debe concebir a la eficiencia energética como parte de una serie de políticas transversales, como la industrial, la de medio ambiente, la de vivienda o la de desarrollo urbano, que van más allá del sector energía. Así, y dependiendo del nivel de articulación que tengan las políticas de eficiencia energética, así como de su importancia y/o prioridad en la política pública en cada país, es que van enfrentando diferentes barreras u obstáculos. En este sentido podemos identificar distintos niveles de obstáculos que limitan el progreso de la eficiencia energética en México:

1. Limitado marco legal y programático que mantiene en bajo perfil, de carácter indicativo y con alcance transversal muy limitado a las políticas públicas de eficiencia energética y sus metas en el contexto actual de la Ley de Transición Energética.
2. Limitada coordinación entre organismos responsables de acciones de política pública relacionadas directa o indirectamente con acciones que resultan en mejoras de la eficiencia energética de equipos y sistemas.
3. Ausencia en la formulación de nuevas políticas y programas innovadores de Eficiencia Energética en sectores focalizados.
4. Escaso y limitado financiamiento para programas que aceleran la introducción de tecnologías eficientes en usos finales intensivos en consumo energético.

Respecto a los primeros dos puntos, se tiene identificado como un obstáculo estructural de la política de eficiencia energética en México, el carácter indicativo de la eficiencia energética establecido en el Artículo 11 de la Ley de Transición Energética, que tiene como resultado la falta de articulación como **una política transversal** entre las políticas públicas de desarrollo económico del gobierno federal. Esto se refleja en la falta de un marco programático que asigne inversiones crecientes en eficiencia energética dentro los sectores gubernamentales con enfoque a los sectores productivos y social. Lo anterior limita la capacidad de sinergia interinstitucional, tanto en lo horizontal (es decir entre sectores del gobierno como energía, medioambiente, comunicaciones y transporte, desarrollo urbano, agropecuario, economía y hacienda pública) como lo vertical (es decir en niveles federal, estatal y municipal). En este sentido, la LTE, que es el instrumento que plasma el marco legal de las políticas públicas de eficiencia energética, al asignar dicho carácter indicativo a las metas de eficiencia energética, no las focaliza a sectores prioritarios, y no las establece como vinculatorias, como es el caso de las metas de cambio climático o de energías limpias.

En las mejores prácticas internacionales, la mayoría de las políticas se centran en la creación de mercados para equipos o infraestructuras que hacen un uso eficiente de la energía, así como en el desarrollo de capacidad para producir bienes y servicios energéticos eficientes. Entre las políticas de eficiencia energética más exitosas se encuentran: los Mecanismos de determinación de precios; Mecanismos de regulación y control (en particular las regulaciones técnicas aplicables a equipos y sistemas nuevos); Medidas fiscales e incentivos tributarios; Mecanismos promocionales y de transformación del mercado; Desarrollo tecnológico; Desarrollo comercial y creación de capacidades; así como los estímulos financieros.

Muchas de estas políticas se han implementado en México en las últimas tres décadas, por lo que en el país se han tenido grandes avances en materia de eficiencia energética. Sin duda, las Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética han sido y son una de las políticas de eficiencia más exitosas con los mayores resultados costo-beneficios para el Gobierno y la sociedad, a través de los ahorros de energía logrados.



Sin embargo, los avances y resultados han tenido diferentes impactos en los sectores de consumo, ya que las políticas y programas de eficiencia energética no han tenido la continuidad que les haya permitido madurar y tener el alcance deseado.

Un programa que ha tenido continuidad por más de dos décadas es el programa de ahorro de energía en la Administración Pública Federal, cuyos resultados los ha capitalizado el Gobierno Federal a través de la reducción de las facturas energéticas de las dependencias y entidades.

Otros programas orientados a la sustitución de equipos que permiten la adopción acelerada de tecnologías eficientes han tenido como obstáculo un financiamiento limitado y sin la suficiente continuidad, lo que restringe el alcance y da una vida corta o intermitente en su ejecución.

En particular, la mejora de eficiencia energética en los sectores con mayores consumos de energía, como son el transporte y la industria, podrían ofrecer impactos ambiciosos al poseer mayores potenciales de ahorro de energía del país. En el caso de industria, puede haber regulaciones y políticas fiscales que hagan atractivas las prácticas e inversiones que se requieren para mejorar su eficiencia energética. En el caso del transporte, se requiere no solo una perspectiva transversal entre políticas públicas sectoriales (industria, energía, medio ambiente, gestión territorial e infraestructura, entre otras) y una gran coordinación a entre las instituciones, a los tres niveles de gobierno, con incidencia en esos temas.

Un obstáculo de carácter transversal que enfrenta el impulso de la eficiencia energética es la falta de información y estadísticas energéticas confiables, que permitan evaluar los potenciales de ahorro de energía en todos los usos finales de la energía y en cada sector. Esto también limita los procesos de evaluación de impactos de la eficiencia energética y sus políticas, así como la difusión de resultados y beneficios. Aunado a la falta de difusión y cuantificación de los impactos de la eficiencia energética, la escasez de profesionales capacitados en metodologías y modelado de la eficiencia energética se ha limitado su incorporación cabal en los procesos de planeación energética y ambiental. En particular, los ejercicios de planeación de expansión del SEN, no incluyen escenarios alternativos y consistentes que demuestren que la eficiencia energética permitiría estabilizar el crecimiento de la demanda y consumo de electricidad, y el diferimiento de inversiones de capacidad instalada de generación eléctrica.

En definitiva, uno de los obstáculos más importantes a la eficiencia energética, fue la suspensión por parte del Poder Judicial del Programa Sectorial de Energía (2019-2024), que tuvo como consecuencia la suspensión del Programa Especial de Transición Energética (2019-2024), donde por vez primera se situaba a la eficiencia energética en el papel correspondiente dentro del Sistema Energético de México, como el primer elemento clave rumbo a la Transición Energética Soberana, y con indicadores reales y metas objetivo que hubiesen permitido alinear los ejes estratégicos de esta administración a la eficiencia energética, contribuyendo a superar la limitante indicativa de su diseño legal.

Los obstáculos para el impulso de la eficiencia energética deben ser enfrentados a partir del planteamiento original de la Estrategia de Transición para Promover el uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios en los temas de ahorro y uso eficiente de energía. Sin duda, retomar la buena práctica en el desarrollo de hojas de ruta en materia de eficiencia energética, es un preámbulo metodológico y sistemático para identificar oportunidades de nuevas políticas públicas de eficiencia energética, y trazar una ruta en la coordinación interinstitucional entre los niveles de gobierno, sector privado, académico, social y, en su caso, la cooperación internacional.



6 ESCENARIOS PROSPECTIVOS Y METAS DE MEDIANO PLAZO

La LTE establece que el componente de planeación de mediano plazo de la Estrategia deberá actualizarse cada 3 años, una vez que se haya elaborado el componente de largo plazo, cumpliendo con los requisitos de calidad en las mejores prácticas de este tipo de instrumentos. Asimismo, el Reglamento de la LTE señala que, para llevar a cabo la actualización de escenarios prospectivos, la SENER proporcionará a la Conuee, escenarios prospectivos realizados por diversas instituciones que servirán de referencia para la actualización de las metas de Energías Limpias y Eficiencia Energética de la Estrategia.

Al respecto, este capítulo presenta dos trayectorias prospectivas que permiten actualizar las metas de energías limpias y de eficiencia energética en el mediano plazo. En el primer caso, para actualizar las metas de generación de electricidad con energías limpias se tomó como referencia el escenario de planeación del Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2023-2037, desarrollado por la SENER y el CENACE. Para el caso de las metas de eficiencia energética se elaboró una nueva versión del escenario de Transición Energética Soberana (TES 2.0⁸) desarrollado por la Conuee, la Agencia de la Transición Ecológica de Francia (ADEME) y ENERDATA. Cabe mencionar que ambos escenarios son consistentes entre sí, ya que parten de las mismas premisas aprobadas por la SENER y de la misma línea base del consumo final de electricidad elaborado por el CENACE.

A continuación, se describe el mecanismo de elaboración y coordinación institucional, así como cada uno de los escenarios prospectivos obtenidos, cuyos resultados dan origen a las nuevas propuestas de las trayectorias de las metas de energías limpias y eficiencia energética, respectivamente.

6.1 PROSPECTIVA DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON ENERGÍAS LIMPIAS

6.1.1 Mecanismo de elaboración y coordinación institucional del escenario prospectivo de energías limpias

El PRODESEN se ha convertido en el documento de planeación que refleja la política energética en materia de electricidad, así como los aspectos de la LTE que promueven el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de generación y aprovechamiento de Energías Limpias. Para integrar anualmente el PRODESEN, la CRE, el CENACE y la SENER desarrollan una serie de estudios detallados que permiten pronosticar la generación de electricidad que requerirá el país hacia los próximos años, entre ellos:

- Pronósticos de demanda eléctrica tanto en potencia máxima demanda por región, como consumo de energía eléctrica, así como los precios de los insumos primarios de la industria eléctrica.
- Programas Indicativos para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE)
- Programas de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y los elementos de las Redes Generales de Distribución que correspondan al MEM (PAMRNT)
- Programa de Ampliación y Modernización de las Redes Generales de Distribución que no corresponden al MEM (PAMRGD)

Bajo el marco legal vigente de la industria eléctrica, la generación es una actividad en régimen de competencia, por lo que los PIIRCE no se consideran vinculatorios. Sin embargo, en la medida que se materializan los pronósticos de demanda, el PIIRCE se convierte en la referencia para la ampliación y modernización de la Red Nacional de Transmisión (RNT) y las Redes Generales de Distribución (RGD), dando viabilidad a diversos parámetros como el tamaño, ubicación, tipo de tecnología y fecha de entrada de operación de las Centrales Eléctricas.

Anualmente y de acuerdo con el marco legal vigente, el CENACE es responsable de elaborar, formular y proponer los PAMRNT a la SENER y a la CRE, para su autorización y opinión respectiva. Teniendo en cuenta que el PIIRCE es utilizado como insumo para determinar la expansión de la RNT y las RGD, cabe señalar que no se garantiza que se instalarán o retirarán las centrales eléctricas incluidas en el mediano y largo plazo, pero le permite al CENACE monitorear la incidencia de capacidades por región, detección de requerimientos por confiabilidad y necesidades

⁸ La nomenclatura refiere a que es la segunda versión del escenario de Transición Energética Soberana que prepara la Conuee para la SENER en lo que va de la presente Administración. Esta nomenclatura fue propuesta por la Conuee para distinguir este escenario de la primera versión publicada en la Estrategia de 2020.



de infraestructura que se requieran por la entrada potencial de centrales eléctricas cuya intensidad sea interconectarse al SEN en el corto plazo.

Una vez establecida la propuesta del CENACE, la SENER determina como proyectos estratégicos de infraestructura dentro del PIIRCE, a un grupo de centrales eléctricas con base en el artículo 11, fracción XIII de la LIE. En el último proceso de planeación, la SENER estableció una capacidad adicional de centrales de diversas tecnologías que se incorporarían entre 2023 y 2026.

Esta gobernanza institucional permite desarrollar un ejercicio de planeación energética robusto con la fortaleza de una adecuada coordinación entre el PIIRCE, el PAMRNT y el PAMRGD desarrollados por el CENACE, y que facilita la actualización del PRODESEN de la SENER, ya que este resume aspectos y resultados importantes de cada estudio mencionado en congruencia con la política energética nacional.



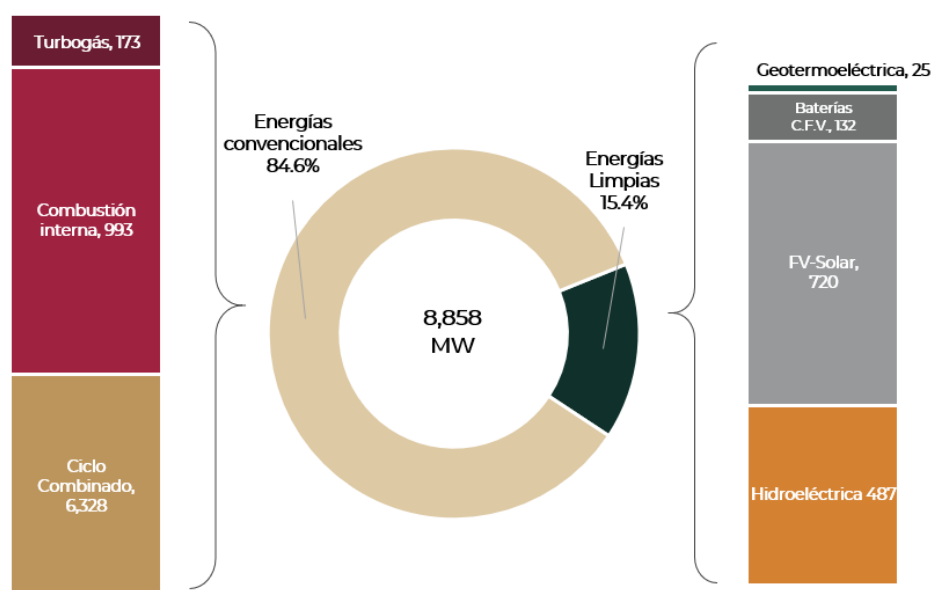
7 RESULTADOS DEL ESCENARIO PROSPECTIVO DE ENERGÍAS LIMPIAS

A fin de pronosticar la configuración de una matriz de generación eléctrica que dé viabilidad a las metas de energías limpias, se partió de las capacidades adicionales consideradas estratégicas en el PIIRCE por la SENER.

Este primer bloque considera la problemática actual en la operación del SEN y la actualización para mantener su eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad; asimismo permite continuar con la integración de centrales eléctricas con energías limpias renovables intermitentes, ya que es imperativo su desarrollo e implementación para satisfacer las necesidades del país y para el respaldo de centrales eléctricas variables e intermitentes sin energía cinética (inercia física) y con reducida capacidad de aportación al nivel de cortocircuito.

Estos proyectos alcanzan una capacidad adicional de 8,858 MW que se requiere instalar entre 2023 y 2026, a partir de un conjunto de tecnologías convencionales y limpias prioritarias, que evitarán en el corto plazo cortes de energía eléctrica, principalmente en las penínsulas, y al mismo tiempo permitirán que se continúe con la integración de los proyectos de generación con energías limpias renovables identificados actualmente y en desarrollo. Entre las tecnologías seleccionadas para estos proyectos se tienen ciclos combinados, combustión interna, turbogás, hidroeléctricas, solar fotovoltaico, bancos de baterías y geotermoeléctrica. A continuación, se muestra la distribución de las adiciones de capacidad requeridas por tecnología (Fig. 49).

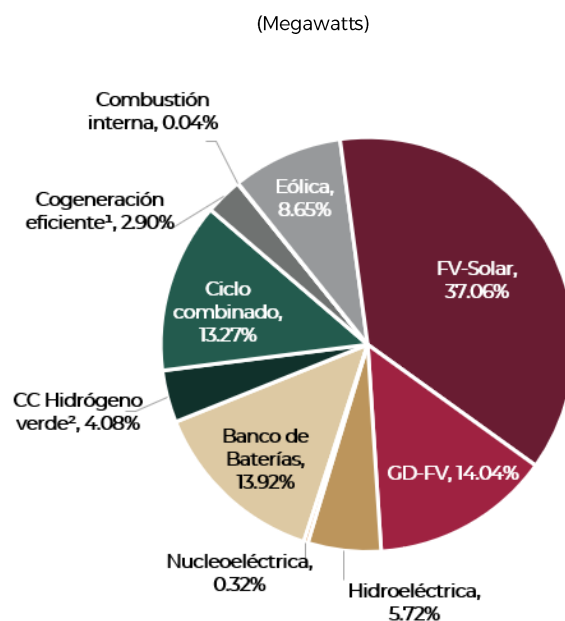
FIGURA 49 ADICIONES DE CAPACIDAD NETA DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS DE INFRAESTRUCTURA ENTRE 2023 Y 2026



FUENTE: SENER, PRODESEN (2023-2037), con información del CENACE y la CFE.

Asimismo, el PIIRCE presenta adiciones de capacidad considerando un proceso de optimización para proyectos en etapa de estudios e indicativos, los cuales podrían considerarse entre 2027 y 2037. Para este periodo se prevé la incorporación de capacidades de tecnologías solar, eólicas, ciclos combinados, hidroeléctrica, nuclear y bancos de baterías asociados a capacidades solar fotovoltaico y eólicas. Además, durante este lapso del escenario prospectivo se analizan incorporaciones de capacidad neta a partir de tecnologías de ciclo combinado, las cuales se segmentan en un bloque que utilizarían mezclas 70%-30% de metano-hidrógeno, y otras centrales que serían dedicadas a gas natural, en regiones que cuenten con suficiencia del recurso (Fig. 50).

FIGURA 50 ADICIONES DE CAPACIDAD NETA DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS DE INFRAESTRUCTURA ENTRE
2027 Y 2037



FUENTE: SENER, PRODESEN (2023-2037), con información del CENACE y la CFE.

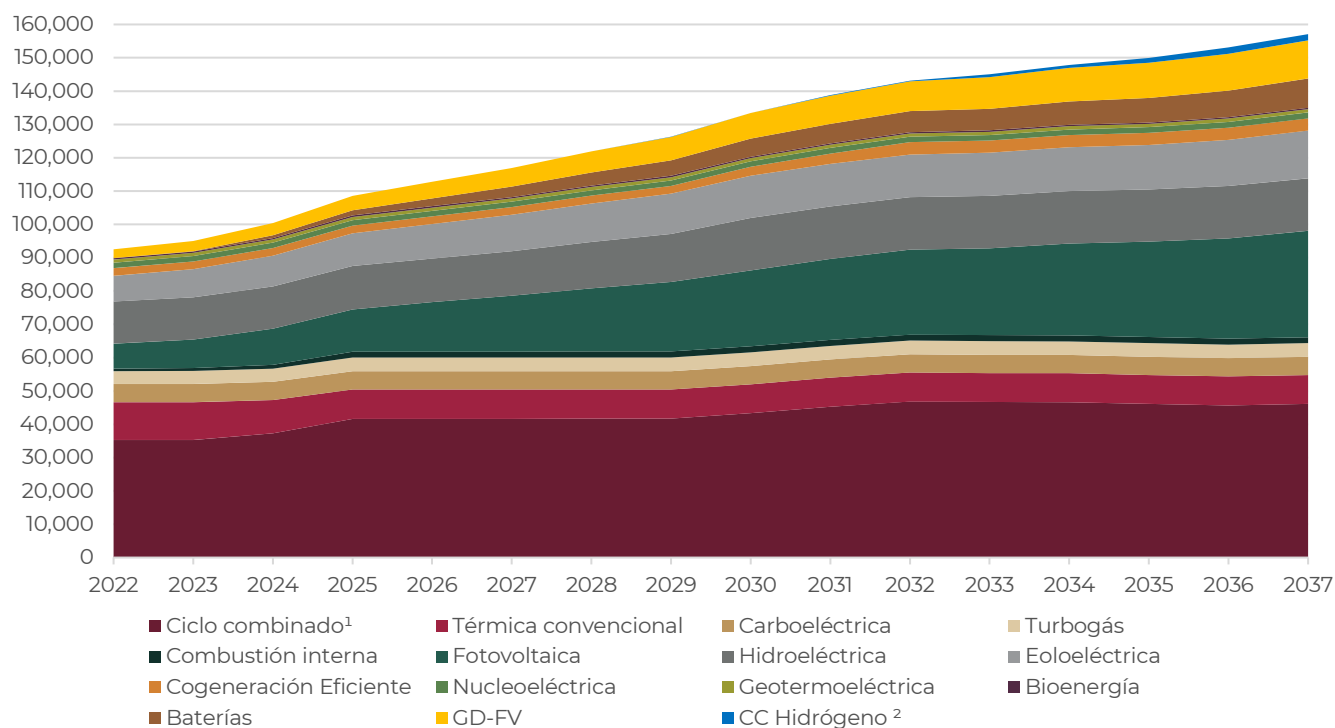
De esta manera, el PIIRCE estimado y publicado por la SENER, tomó como supuesto la revisión de los proyectos con contrato de interconexión, proyectos estratégicos de infraestructura y centrales eléctricas indicativas en consonancia con metas optimistas de cumplimiento de la política energética nacional y la reducción de emisiones de GEI, considerando proyectos de generación flexibles con tecnologías convencionales y asíncronos con el objetivo de promover la instalación de los recursos suficientes para satisfacer el suministro eléctrico y garantizar la confiabilidad del SEN.

Al integrar los resultados del escenario, se tiene que para el periodo 2023-2026, sólo se consideran los proyectos firmes con contrato de interconexión y los considerados estratégicos de infraestructura necesarios para cumplir con la política energética nacional del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024; a partir de 2027 se integran proyectos que resultan del proceso de optimización de mediano y largo plazos (de la simulación generada por programas estadísticos), cuyo objetivo es abastecer el suministro eléctrico y garantizar la eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad y seguridad del SEN, así como el cumplimiento de metas de energías limpias establecidas en la LTE y la reducción de GEI de los compromisos internacionales, de tal manera que se minimice el costo total de la operación del SEN en el mediano y largo plazos.

Así, se prevé que hacia 2037 se alcance una capacidad neta instalada de generación de electricidad de 157,098 MW en el país, mediante una diversidad de tecnologías. Lo anterior significa un incremento de 69.8% de la capacidad neta en operación de 2022 (Fig. 51).

**FIGURA 51 EVOLUCIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE CAPACIDAD DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DEL
PIIRCE, POR TECNOLOGÍA PARA EL PERIODO 2022-2037**

(Megawatts)



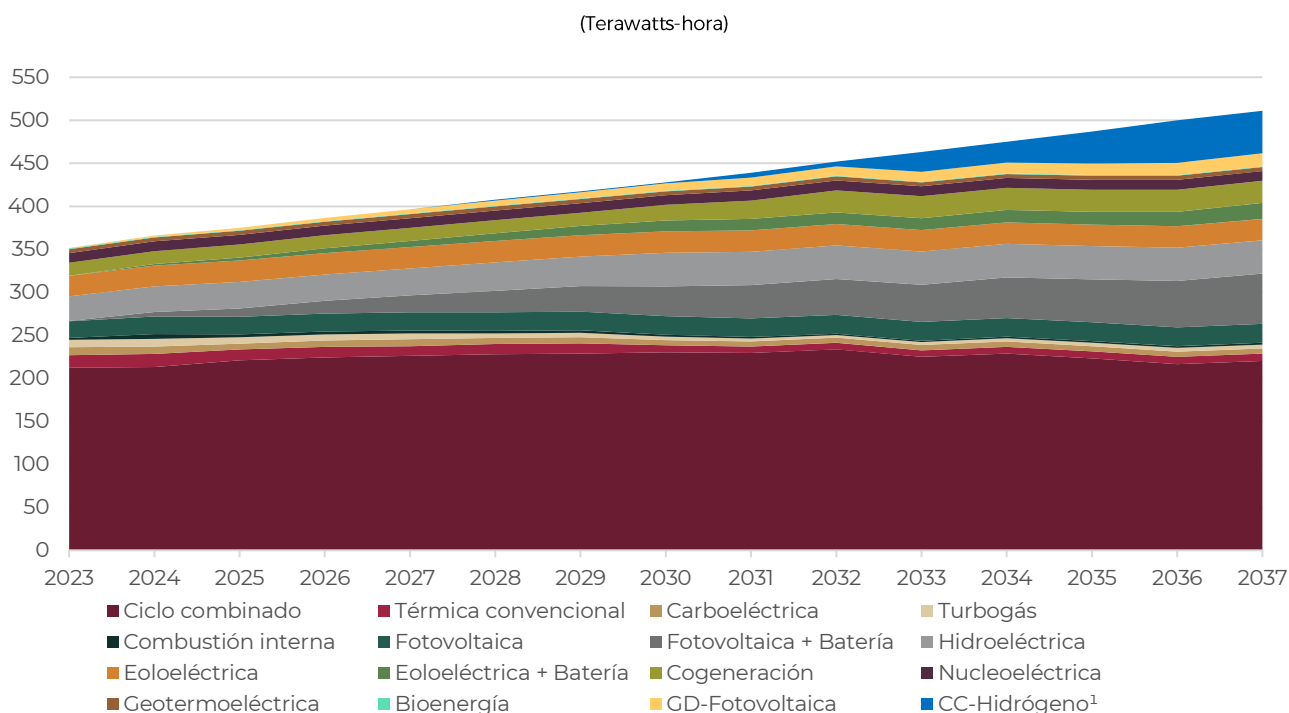
¹ Considera la proporción de 70% de gas natural de los Ciclos Combinados con mezcla de hidrógeno y las conversiones de 12 proyectos CC 100% gas natural a: 70% de gas natural y 30% de hidrógeno.

² Considera Ciclos Combinados con mezcla de hidrógeno en una proporción de 30%.

FUENTE: SENER, PRODESEN (2023-2037), con información del CENACE y la CFE.

Con la anterior capacidad instalada de tecnologías se estaría pronosticando una generación de electricidad entre 2023 y 2037. Dicha generación sería equivalente a 511 Terawatts-hora (TWh) en 2037, es decir 45.6% más que el cierre estimado de 2023. Durante el periodo, la base firme predominante la darán las tecnologías de ciclo combinado, sin embargo, se estima que el bloque de tecnologías de generación a base de energías limpias alcanzará una producción de 217.9 TWh en el 2037 (Fig. 52).

FIGURA 52 EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR TECNOLOGÍA DEL PIIRCE PARA EL PERIODO 2023-2037



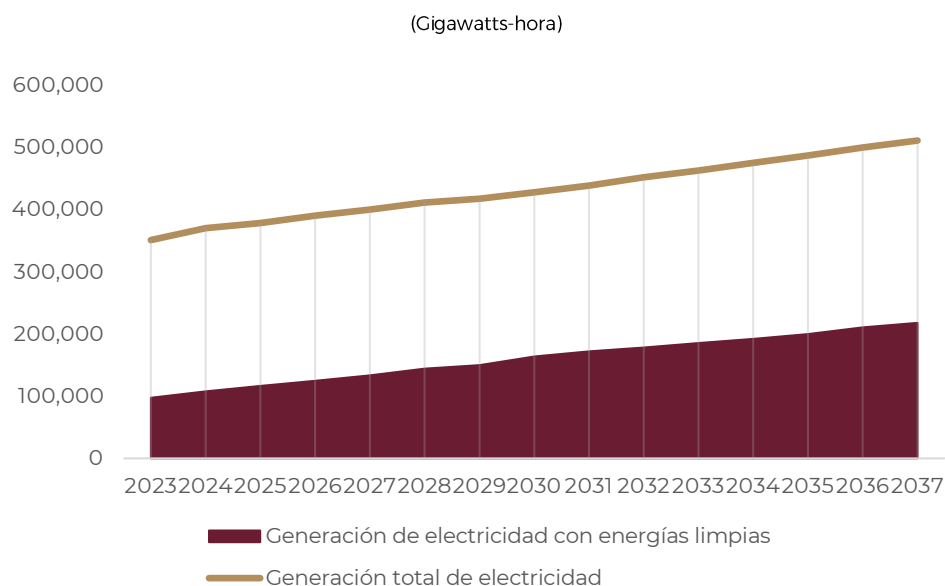
¹ Considera una mezcla del 70% gas y 30% hidrógeno verde.

FUENTE: SENER, PRODESEN (2023-2037), con información del CENACE y la CFE.

7.1 ACTUALIZACIÓN DE LAS METAS DE ENERGÍAS LIMPIAS A MEDIANO PLAZO

De acuerdo con las tendencias en generación de energía, se pueden establecer las metas de generación con energías limpias hacia los siguientes 15 años. En la siguiente figura se puede observar cómo la generación con energías limpias crecerá en su participación respecto al total de la generación de electricidad esperada entre 2023-2037 (Fig. 53).

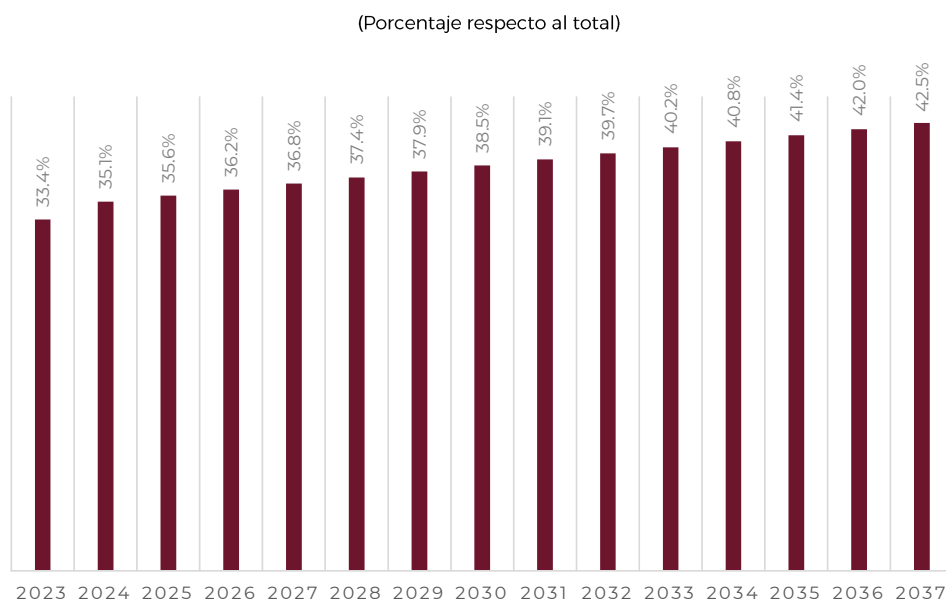
FIGURA 53 PARTICIPACIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DEL SEN, 2023-2037



FUENTE: Conuee con información del CENACE.

Hacia el cierre de la presente Administración se esperaría alcanzar por lo menos el 35.1% de participación de las energías limpias en el total nacional, lo cual daría cumplimiento a los transitorios de la LTE (Fig. 54).

FIGURA 54 TRAYECTORIA DE PROGRESO DE LA META DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON ENERGÍAS LIMPIAS EN EL SEN, 2023-2037¹



¹ considera la generación distribuida.

FUENTE: Conuee con información del CENACE.

7.2 PROSPECTIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

7.2.1 Mecanismo de elaboración y coordinación institucional del escenario prospectivo de eficiencia energética

Los escenarios de consumo final de energía fueron actualizados por la Conuee con el apoyo de la ADEME y la Consultora ENERDATA, bajo los acuerdos previos de cooperación técnica entre el Gobierno de Francia y el Gobierno de México, lo cual contó con la autorización de la SENER, ya que para la construcción de los escenarios de la Estrategia de 2020 se utilizó el modelo MedPro, y se adaptó a las condiciones de México.

El MedPro es un modelo *bottom-up* que mediante coeficientes técnico-económicos está diseñado para proyectar la demanda de energía y analizar a detalle los usos finales de la energía por sector de consumo, combinando en forma híbrida variables socioeconómicas y tecnológicas. Además, el modelo permite segmentar a través de un análisis de descomposición aquellos efectos provocados por variables no técnicas que también mueven el consumo de energía, facilitando la distinción del aporte neto de la eficiencia energética.

Una característica del MedPro es la flexibilidad de su configuración de acuerdo con la información disponible del país o región que se trate. Dicha configuración implicó seleccionar años base y los años de proyección, así como un nivel de detalle del modelo basado en los coeficientes técnicos conforme a la disponibilidad de información en México.

De esta manera, el modelo se habilitó bajo una configuración con coeficientes técnicos en cinco sectores de consumo final⁹ (industria, residencial, servicios, transporte y agricultura) y ocho fuentes de energía (carbón, gas LP, gasolina, diésel, querosenos, turbosina, combustóleo, gas natural, electricidad y biomasa). Así, el modelo se configuró en una estructura arborescente que permite introducir series de tiempo del BNE que publica la SENER, las cuales son utilizadas para la calibración de las trayectorias. Una vez configurada la arquitectura del modelo a través de metodologías de balances de energía útil, se introducen todos los coeficientes técnico-económicos de usos finales de la energía recolectados por diversos estudios de la Conuee y entran en equilibrio con las estadísticas energéticas del consumo final.

La construcción del nuevo escenario de Transición Energética Soberana (TES 2.0) requirió de una combinación de modelos econométricos y modelos analíticos de simulación de coeficientes técnicos obteniendo dos escenarios complementarios:

- *Escenario de Línea base (LB)*, que representa las condiciones inerciales de consumo de energía por sector y fuente, así como la continuidad de políticas públicas de eficiencia energética vigentes en México; y
- *Escenario de Transición Energética Soberana (TES 2.0)*, que considera el reforzamiento de políticas públicas y programas de eficiencia energética vigentes que acelerarían el aprovechamiento óptimo de la energía en los sectores de uso final mediante la penetración de tecnologías identificadas con los mejores desempeños energéticos. Además, este escenario incluye tecnologías de usos finales de la energía que se han identificado como técnica y económicamente factibles en los sectores productivos y social, y que dado algún cobeneficio de la eficiencia energética identificado se introducirán en el país, aun sin programas o regulaciones de política pública consideradas al día de hoy.

Ambos escenarios proyectan el consumo final de energía, tomando como insumo el escenario macroeconómico proporcionado por la SENER a la Conuee, el cual es consistente con el que se desarrolló para el PRODESEN y el PIIRCE, descritos en la sección anterior. No obstante, el CENACE proporcionó el escenario de consumo final de electricidad a la Conuee, y esas proyecciones sectoriales se respetaron e introdujeron al MedPro para el periodo 2022-2036, como parte del escenario de LB.

Finalmente, el contraste de ambos escenarios ofrece el potencial técnico de ahorro de energía en cada sector de consumo final de energía por uso, bajo la premisa de que toda la población y los sectores productivos van adquiriendo las mejores tecnologías identificadas en el mercado nacional durante los primeros 15 años del

⁹ No incluye el Consumo no energético total.



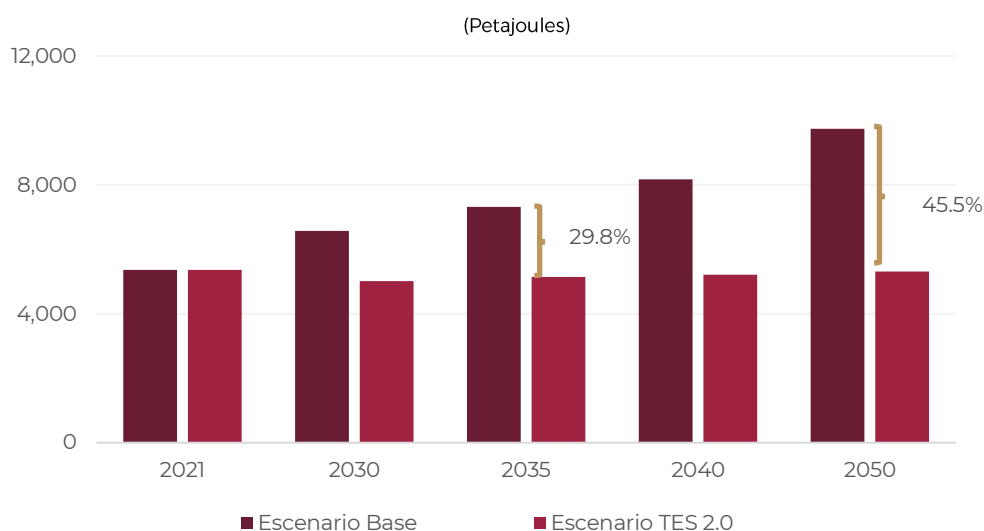
escenario al 2050. Con estas trayectorias es posible identificar la intensidad de consumo final de energía a la que México podría llegar a aspirar durante el periodo de análisis prospectivo, y estableciendo con ello las metas de eficiencia energética.

7.2.2 Resultados del escenario prospectivo de eficiencia energética

Conforme lo establece la LTE, se actualizó la trayectoria de largo plazo y a partir de ello se toma el segmento de mediano plazo, por lo que se explican primero los resultados a 2050 y luego se puntualizan los aspectos del consumo de energía pronosticados para los siguientes 15 años.

Al respecto, se estima que el consumo final energético en el escenario de LB aumentará a una tasa anual de 2.1% hasta el año 2050, en tanto, el escenario de TES 2.0 presentaría una tasa de crecimiento de 0.03%, en ambos casos entre 2021 y 2050. A partir de estos resultados se identificó un potencial técnico factible de ahorro de energía de 45.5% entre los escenarios LB y TES 2.0 (Fig. 55). Cabe reiterar que este potencial existente es alcanzable bajo medidas de eficiencia energética y tecnologías que ya están disponibles, pero aún no se han generalizado a la población ni a los sectores productivos del país.

FIGURA 55 ESCENARIOS DEL CONSUMO FINAL ENERGÉTICO

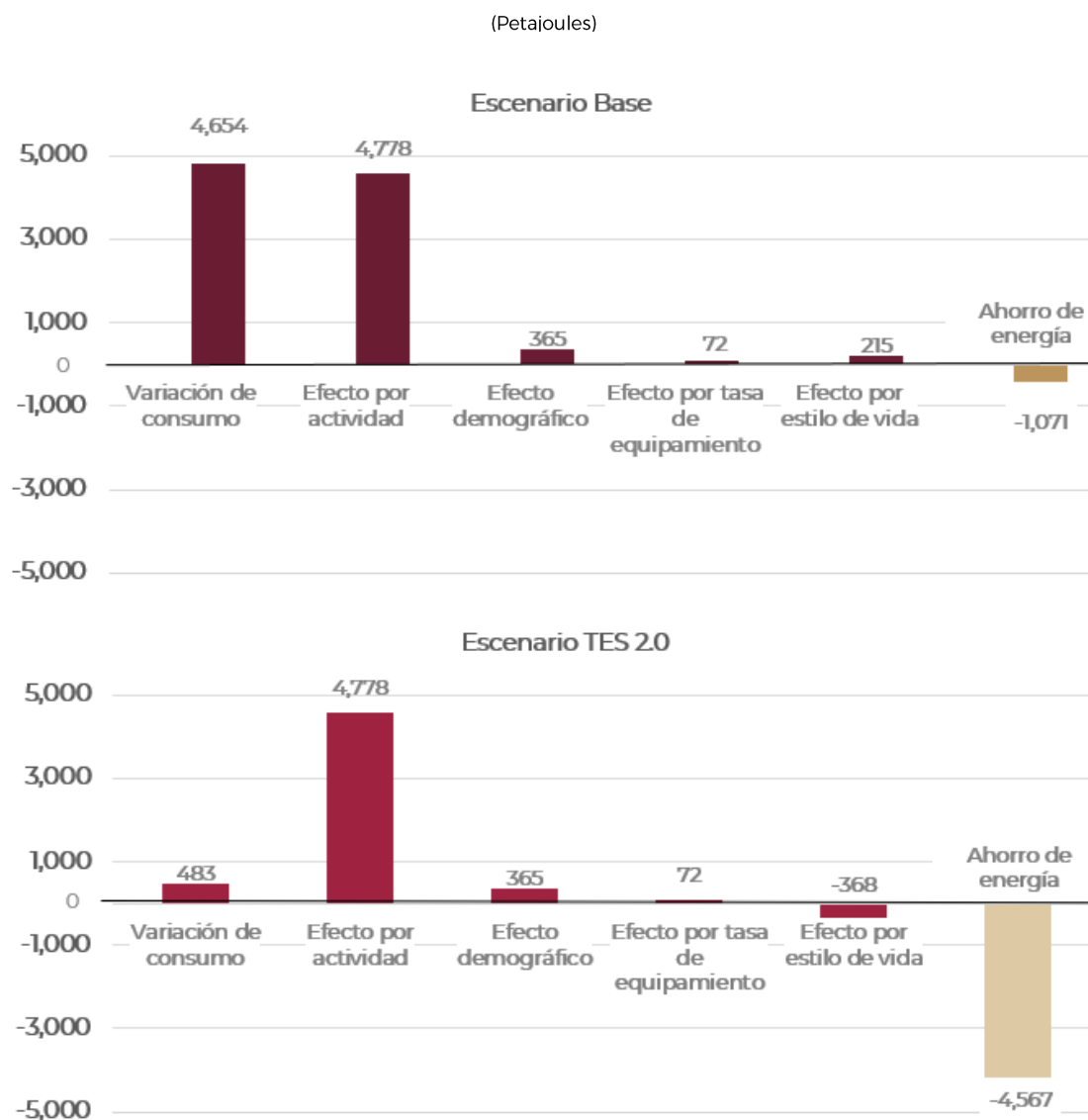


FUENTE: Conuee, ADEME y ENERDATA.

Sin duda, la aportación que la eficiencia energética da a la autosuficiencia del sector energía es la capacidad de estabilizar el crecimiento del consumo final de energía de los sectores de uso final a través del acceso a tecnologías innovadoras y eficientes, incluyendo la gestión de patrones de uso de la energía, como ocurre en los países más desarrollados y como también ya ha ocurrido en México en algunos sectores y usos puntuales de la energía en años recientes.

Al analizar los resultados de los escenarios de consumo final de energía, también se realizó un análisis de descomposición que permite conocer la dinámica de factores de cambio que influyen en el consumo final de energía en cada sector. Si bien, se considera que habrá factores que llevarán a un incremento en el consumo de energía, proveniente del agregado de los sectores de uso final, tales como cambios en la actividad económica, crecimiento poblacional y la mejora en los estilos de vida, también se balancean por factores que influyen directamente en la disminución del consumo final de energía, como cambios estructurales y los ahorros de energía (Fig. 56).

FIGURA 56 ANÁLISIS DE DESCOMPOSICIÓN FACTORIAL DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA HACIA 2050, AMBOS ESCENARIOS



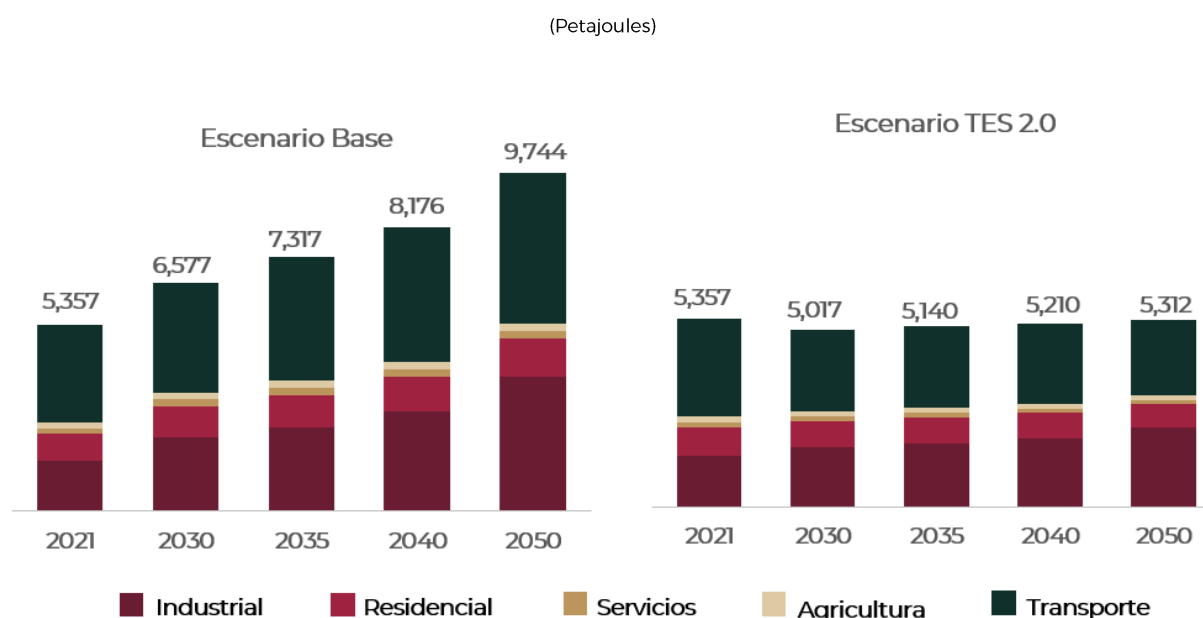
FUENTE: Conuee, ADEME y ENERDATA.

En particular los impulsores para alcanzar la trayectoria hacia el 2050 del escenario de TES 2.0 serán:

- El aumento significativo de la eficiencia energética de equipos y sistemas nuevos en el sector residencial.
- La sustitución de equipos actualmente en operación por aquellos de alta eficiencia en los sectores industrial y comercial.
- Un mayor uso del transporte público en los centros urbanos y reducción al máximo del uso del automóvil individual.
- El incremento en los procesos de reciclado de industrias clave del país, así como un mayor interés por aprovechar cargas térmicas de calor residual.
- La electrificación tanto como sea posible de los diferentes medios de transporte tanto públicos como privados.

Durante todo el periodo de análisis prospectivo el sector transporte seguirá dominando el consumo final de energía, seguido del sector industrial. El sector transporte será el que ofrece el mayor potencial hacia una posible estabilización del consumo de energía, ya que se identifica que un segmento importante de vehículos con rendimientos de combustible bajos aún se encuentra en circulación, los cuales estarían llegando al término de su vida útil que, combinado con la sustitución de vehículos privados nuevos de combustión interna en el mediano plazo, estarían moviendo el consumo del sector transporte. Posteriormente, la aportación de los vehículos híbridos y eléctricos adquieren proporciones significativas en el consumo del sector transporte (Fig. 57).

FIGURA 57 CONSUMO FINAL DE ENERGÍA POR SECTOR 2020-2050, AMBOS ESCENARIOS



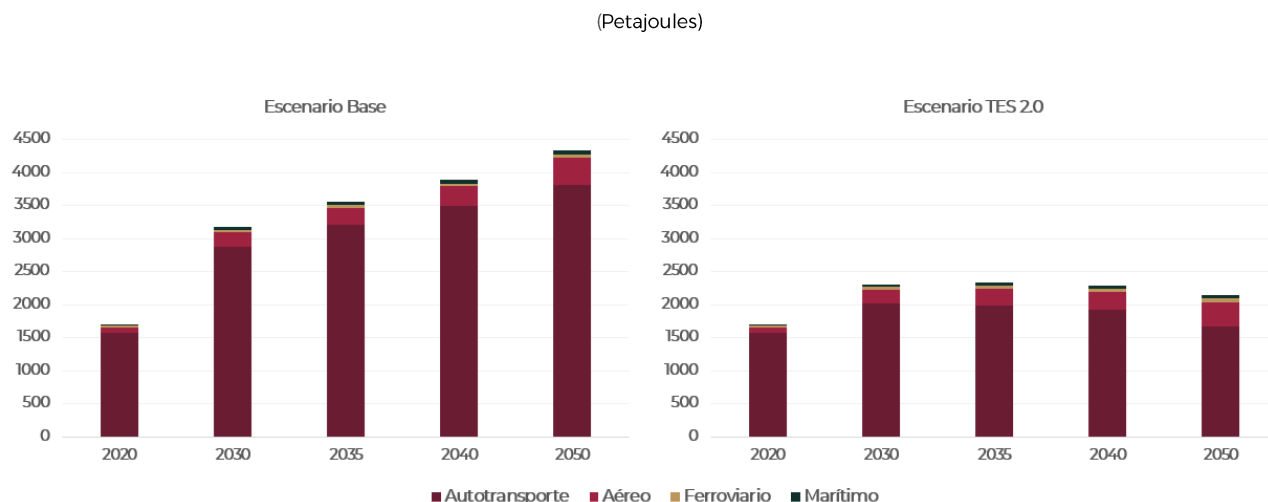
FUENTE: Conuee, ADEME y ENERDATA.

Asimismo, en el sector transporte no se prevén cambios estructurales importantes que den factibilidad a un consumo de energía por debajo del escenario TES 2.0. En este sentido, el transporte de pasajeros y mercancías continuará siendo desarrollado por carreteras en ambos escenarios, seguido del transporte aéreo. Cabe señalar que el Escenario de Línea Base ya considera expansiones en el consumo eléctrico por la conclusión e incorporación del Tren Maya y el tren México-Toluca en los siguientes años, así como expansiones planeadas en el metro de la Ciudad México, el ferrocarril Suburbano, el tren ligero de Guadalajara y del Metrorrey de la Ciudad de Monterrey. Por lo que las oportunidades más significativas de reducción del consumo no se identifican por un efecto de sustitución por la electricidad en los primeros años del escenario, si no, más bien en la necesidad de incrementar la eficiencia promedio nacional de vehículos ligeros y pesados del país (Fig. 58).

Las consideraciones fundamentales que impulsarán el escenario TES 2.0 son:

- El reordenamiento urbano que llevará a la redensificación de las zonas centrales en las ciudades, reduciendo necesidades de movilidad.
- El desarrollo de infraestructura en las ciudades que favorece la movilidad multimodal, incluyendo un mayor uso de transporte público y del no motorizado.
- El uso generalizado de las tecnologías de información y comunicación como herramienta que facilita la movilidad en las ciudades.
- El crecimiento de la generación distribuida de electricidad en edificios, que incluye sistemas de almacenamiento y autos eléctricos, conectados a la red eléctrica bajo el esquema de redes inteligentes.
- La electrificación masiva del transporte, tanto de personas como el de carga, así como el público y el privado.

FIGURA 58 CONSUMO FINAL DE ENERGÍA POR MODALIDAD DE TRANSPORTE 2020-2050, AMBOS ESCENARIOS



FUENTE: Conuee, ADEME y ENERDATA.

En el caso del sector industrial se espera que continúe siendo un sector de consumo intensivo de energía, especialmente en la transformación de materiales del país. En los últimos años la transformación tecnológica de la propia industria había modificado los procesos industriales, y por lo tanto su intensidad energética. Esto se debe, entre otros factores, a la necesidad del sector por adoptar las mejores prácticas para incrementar su productividad y mantener su competitividad en los mercados nacionales e internacionales.

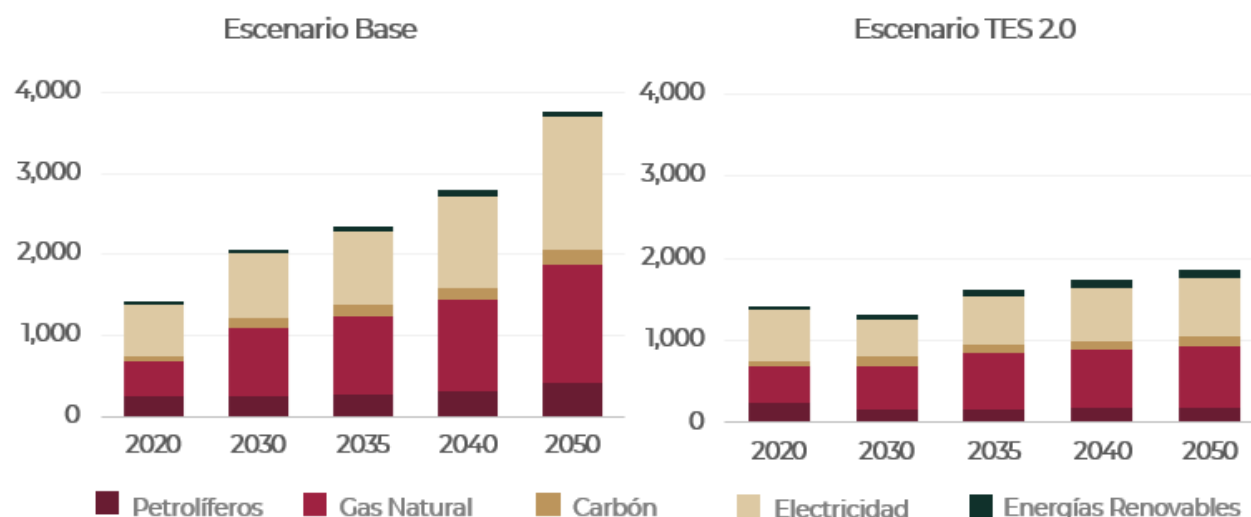
En ambos escenarios del consumo de energía del sector industrial se señala que el gas natural y la electricidad seguirán siendo las principales fuentes para cubrir las necesidades energéticas de la industria. En el escenario base se estima que la electricidad se convertirá en el energético más importante del sector, ya que representará 43.5% de la demanda de energía en 2050, mientras que en el escenario TES 2.0 su participación en el consumo del sector llega a 39.7% (Fig. 59). Si bien, otros combustibles como el gas natural perderían un poco de importancia en la matriz energética del sector, el incremento del consumo de electricidad del sector no la convertirá en el principal energético, aun con lo documentado recientemente en la pandemia. Sin embargo, la electricidad será impulsada por la actividad de ramas industriales menos intensivas y que la utilizan como su principal fuente de energía, tales como la industria automotriz y las PyMEs del sector industrial.

En general, en el escenario de TES 2.0 se consideran medidas que buscan incrementar la eficiencia energética en distintos subsectores de la industria, entre las que se encuentran:

- Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn).
- Aprovechamiento de tecnologías de reciclaje para residuos industriales y productos derivados, así como la optimización de materiales y materias primas.
- Automatización de los procesos de manufactura.
- Implementación de sistemas de cogeneración para aprovechar la producción simultánea de calor útil y electricidad en la industria.
- Sustitución masiva de equipos ineficientes u obsoletos.
- Desarrollo e innovación de tecnologías para el ahorro de energía, principalmente en las industrias altamente intensivas.
- Desarrollo de estándares de rendimiento energético para equipos y sistemas.
- Aprovechamiento de energías renovables para producir calor de proceso y reducir consumos de combustibles fósiles.

FIGURA 59 CONSUMO FINAL DE ENERGÍA DEL SECTOR INDUSTRIAL 2020-2050, AMBOS ESCENARIOS

(Petajoules)



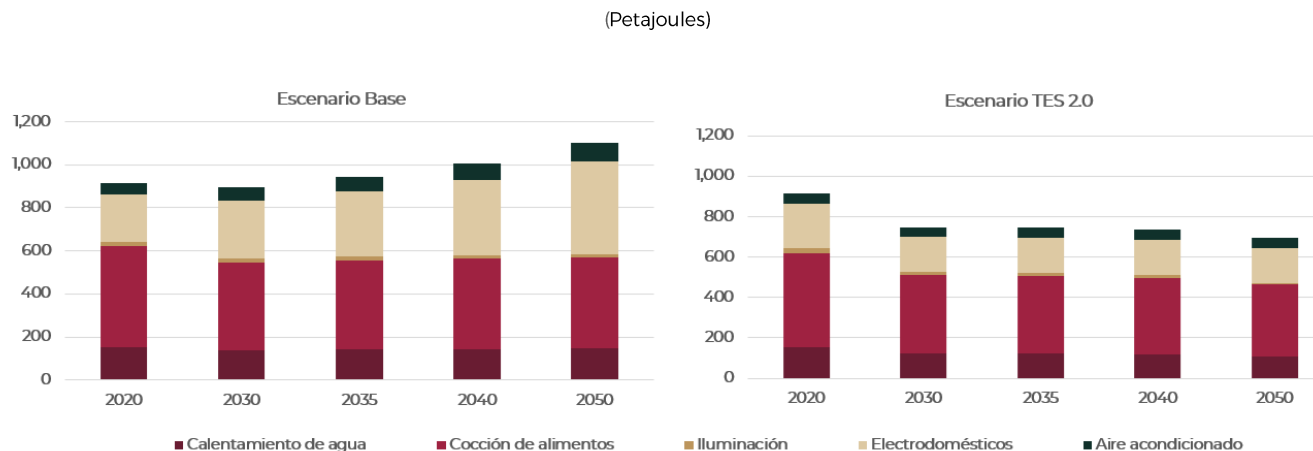
FUENTE: Conuee, ADEME y ENERDATA.

Al estimar los impactos que las acciones de eficiencia energética podrían tener en los escenarios de consumo de energía del sector residencial, se obtiene una expectativa parecida a la del sector transporte, es decir que al optimizar el consumo energético en las viviendas habitadas se logrará que la energía requerida en 2050 sea muy similar a la actual, aun considerando que en el horizonte prospectivo crecerá la población, se esperan mejores condiciones de vida con más servicios energéticos de calidad e incluso una mayor demanda de energía por las condiciones climáticas en las viviendas, especialmente para el acondicionamiento de espacios.

Asimismo, la cocción de alimentos continuará siendo el servicio energético más intensivo hacia 2050 en ambos escenarios. Por su parte, el consumo de electricidad para el uso del aire acondicionado y los electrodomésticos crecerá a pesar del establecimiento y actualización de normas o estándares de eficiencia energética, lo cual tendrá su origen en incrementos en el número de equipos promedio por hogar y un aumento creciente por la necesidad de climatización de espacios en zonas cálidas del país. En el caso de la iluminación, seguirá disminuyendo su participación en el total del consumo del sector residencial, esto debido a una mayor penetración tecnológica de los LED's.

En el escenario de TES 2.0, la evolución del desempeño energético de los electrodomésticos, el reemplazo de los existentes por equipos más eficientes para los distintos usos finales en el hogar, así como la mayor penetración de los calentadores solares no sólo reducirá 36.8% la intensidad energética de las viviendas en 2050 respecto al escenario base, sino que se reducirá 22.2% el consumo de electricidad por vivienda en relación al promedio actual, aún con mayor tenencia de equipos electrodomésticos por hogar (Fig. 60).

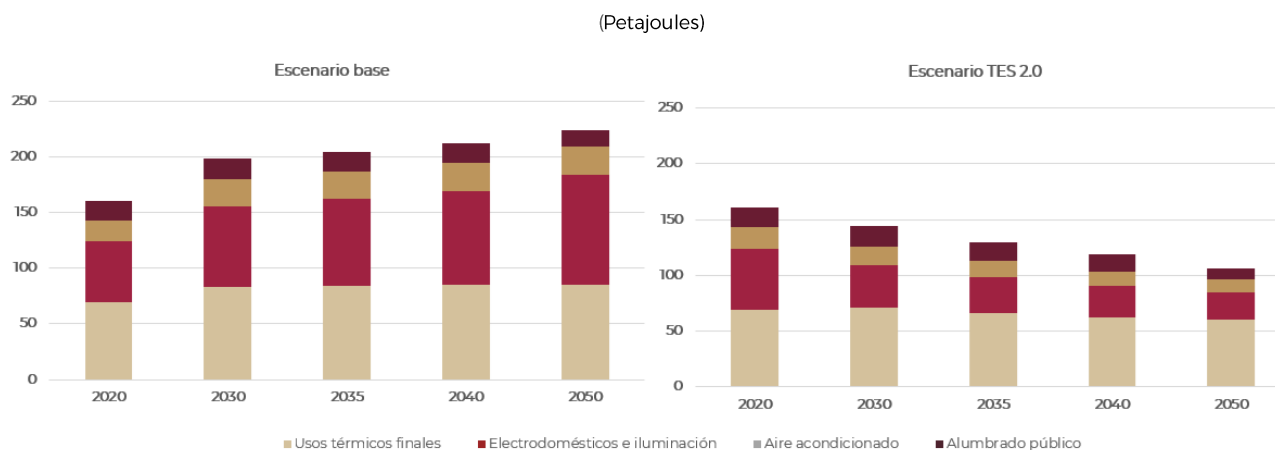
FIGURA 60 CONSUMO FINAL DE ENERGÍA DEL SECTOR RESIDENCIAL 2020-2050, AMBOS ESCENARIOS



FUENTE: Conuee, ADEME y ENERDATA.

El sector comercial y de servicios posee un potencial técnico de ahorro de energía de 52.8% que podría capturarse hacia 2050 (Fig. 61). A partir de información disponible en la Conuee, el principal potencial a nivel nacional dentro del sector terciario se encuentra en la iluminación y equipos eléctricos y electrónicos, seguido en importancia los usos térmicos y aire acondicionado. Sin duda, el caso del alumbrado público en años recientes es un ejemplo exitoso en relación a que las tecnologías eficientes de LED y la energía distribuida proveniente de sistemas fotovoltaicos continuarán disminuyendo los consumos energéticos de este servicio público hacia el futuro.

FIGURA 61 CONSUMO FINAL DE ENERGÍA DEL SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS 2020-2050, AMBOS ESCENARIOS



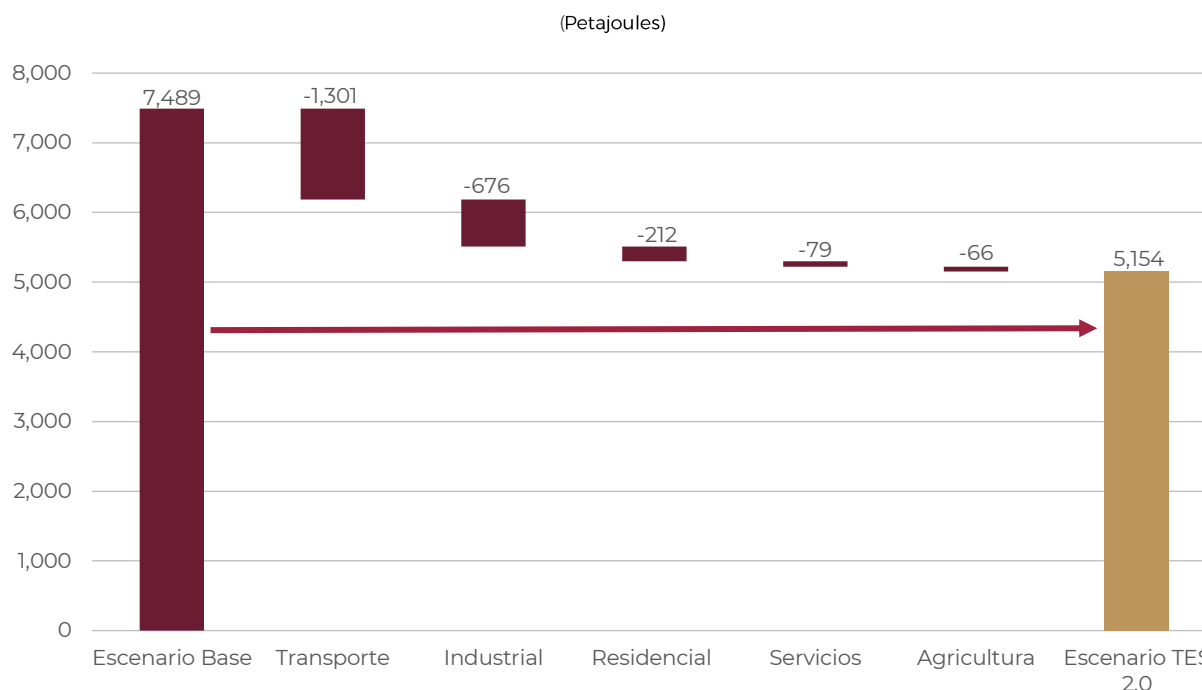
FUENTE: Conuee, ADEME y ENERDATA.

En general, lo que muestran estos escenarios es una marcada tendencia hacia la electrificación de los usos energéticos que se va fortaleciendo, por lo que permanece como uno de los factores de cambio que más contribuirá a la transición energética y mitigación del cambio climático de México, así como se demuestra a nivel internacional, sin embargo, este crecimiento difícilmente será parecido al observado en las últimas tres décadas.

Por tanto, el consumo de electricidad del país seguirá en aumento, principalmente por la electrificación paulatina del sector transporte, que se logrará con políticas asociadas no solo a la tecnología de los vehículos sino también a un conjunto de transformaciones profundas en los modos de movilidad de personas y mercancías, pero también el sector industrial muestra tendencias crecientes de electrificación.

A partir de los resultados anteriores, y considerando lo establecido en la LTE, al hacer un acercamiento a la trayectoria de 15 años, se tiene que hay un potencial técnico de ahorro de energía de 31.2% respecto a los niveles actuales. En esa trayectoria los principales sectores que ofrecerán los mayores potenciales de ahorro de energía serán los sectores transporte e industrial (Fig. 62), por lo que se recomienda concentrar prioritariamente las siguientes políticas públicas de eficiencia energética hacia estos sectores.

FIGURA 62 COMPARACIÓN ENTRE LOS ESCENARIOS DE LINEA BASE Y TES 2.0 POR SECTOR EN 2036¹



¹La suma puede no coincidir con los totales debido al redondeo de las cifras.

FUENTE: Conuee, ADEME y ENERDATA.

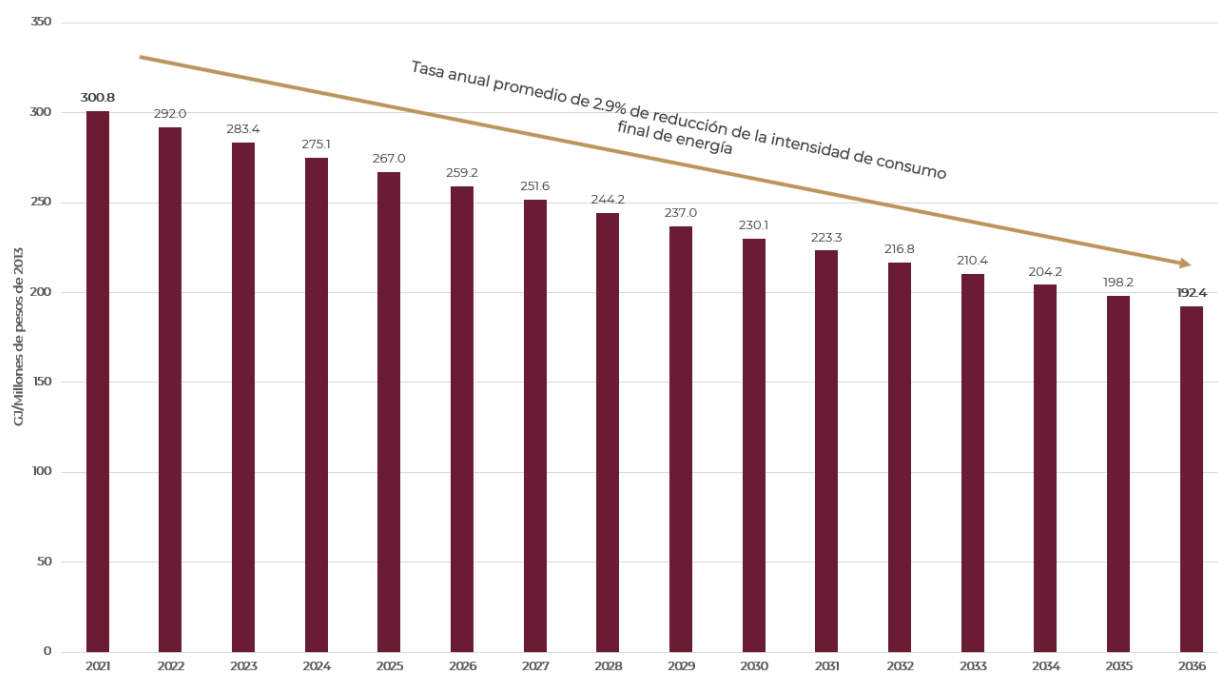
7.2.3 Actualización de la meta de eficiencia energética

La meta de eficiencia energética refleja la velocidad a la que se desacopla el consumo final de energía del crecimiento económico, lo que resulta en una mejora de la productividad energética del país. Esto implica que, al comparar las mejoras en la eficiencia energética entre el escenario de TES 2.0 y el escenario base, se observará un menor crecimiento del consumo de energía en el primero, en relación con el segundo, a pesar de experimentar el mismo crecimiento económico esperado.

Tomando como referencia los escenarios de consumo final de la energía realizados, se tiene que México podría estabilizar su crecimiento de consumo energético hacia los siguientes 15 años mediante medidas y tecnologías de eficiencia energética, siempre que se logren reducciones de 2.9% por año en la intensidad de consumo final.

Esta meta es viable aun en las condiciones de crecimiento económico y poblacional establecidas en el escenario macroeconómico establecido por la SENER para este ejercicio de planeación, toda vez que todas las tecnologías eficientes que fueron simuladas ya se encuentran disponibles en el mercado nacional (Fig. 63).

FIGURA 63 TRAYECTORIA DE PROGRESO DE LA META DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, 2022-2036



FUENTE: Conuee, ADEME y ENERDATA.

8 POLÍTICAS Y LINEAS DE ACCIÓN HACIA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA.

Las políticas y acciones correspondientes a esta Actualización parten de la aplicación de las mejores prácticas internacionales, de los programas existentes y de las recomendaciones hechas por expertos en el sector durante el ejercicio de revisión anual, todo ello bajo los tres objetivos establecidos para la Estrategia de Transición:

- Establecer las metas y la hoja de ruta para la implementación de las metas de eficiencia energética y Energías Limpias.
- Fomentar la reducción de emisiones contaminantes originadas por la industria eléctrica.
- Reducir bajo criterios de viabilidad económica, la dependencia del país de los combustibles fósiles como fuente primaria de energía.

Las líneas de acción de la Estrategia tienen los siguientes propósitos:

- A. Resolver los problemas identificados que obstaculicen el cumplimiento de las metas de energías limpias y eficiencia energética.
- B. Reducir bajo condiciones de viabilidad económica y sustentabilidad, la contaminación ambiental originada por la industria eléctrica.
- C. Reducir la dependencia del país de los combustibles fósiles como fuente primaria de energía en el mediano plazo.
- D. Promover el cumplimiento de las metas de energías limpias y eficiencia energética.
- E. Promover el desarrollo futuro de las energías limpias y sus tecnologías como elementos que contribuyen al desarrollo y bienestar socioeconómico del país.

Las líneas de acción que se plantean se identifican en cuatro vertientes:

- Ahorro y uso eficiente de energía.
- Aprovechamiento de energías limpias.
- Desarrollo e Impacto social
- Desarrollo de infraestructura integradora.

8.1 LÍNEAS DE ACCIÓN DE LA ESTRATEGIA

La configuración de un nuevo sistema energético con energías limpias requiere el diseño, implementación y evaluación de políticas públicas que garanticen marcos propicios para las acciones del sector público y privado, que incluyen metas con un plazo para alcanzarlos, regulaciones técnicas y económicas, desarrollo de capacidades institucionales y de recursos humanos, financiamiento y recursos, mecanismos de supervisión y seguimiento de acciones. Todo eso con base en la legislación y normatividad vigente, en conjunto con los planes de trabajo de las distintas dependencias del sector.

En esta perspectiva, las acciones de la Estrategia se definen bajo seis categorías: (1) investigación, desarrollo e innovación; (2) regulaciones; (3) instituciones; (4) desarrollo de capacidades y recursos humanos, y (5) mercados y financiamiento, más una categoría adicional para las energías solar y eólica en materia de (6) almacenamiento.

- Investigación, desarrollo e innovación. Movilizar todos los recursos disponibles para acelerar la investigación, desarrollo, demostración e implementación de nuevas tecnologías es fundamental para una política de estado soberana para la transición energética.
- Regulaciones. Las reglas que emite el Estado y que norman las actividades económicas y sociales de los particulares. Mediante estas reglas se pretende garantizar el funcionamiento eficiente de los mercados, generar certeza jurídica, garantizar derechos de propiedad, evitar daños inminentes o bien atenuar o eliminar daños existentes a la salud o bienestar de la población, a la salud animal y vegetal, al medio ambiente, a los recursos



naturales o a la economía. Por ello, las regulaciones son las reglas o normas emitidas por el gobierno para garantizar beneficios sociales.

- Instituciones. Las instituciones sirven para coordinar el diseño, implantación, operación y evaluación de las políticas, programas y proyectos. Ante un proceso dinámico y de largo alcance como lo que se plantea en la presente Estrategia, el marco institucional tiene que mejorar, evolucionar y adecuarse a necesidades cambiantes. Por el carácter complejo de estos procesos, es importante contar con una buena coordinación interinstitucional, que incluya la participación del sector privado y de otros actores relevantes para generar consenso y llevar adelante las políticas, programas y proyectos.
- Capacidades técnicas y recursos humanos. El proceso de transición energética requiere un proceso de adopción masivo de tecnología y mejores prácticas que evolucionan y se modifican, generando nuevas oportunidades y necesidades. Por esta razón, es fundamental contar con recursos humanos suficientes y calificados que diseñen, implanten, operen y mantengan no sólo elementos tecnológicos sino también los programas y las políticas que se requieran.
- Mercados y financiamiento. El principal costo de la energía renovable y de la eficiencia energética es el de la inversión, por lo que es necesario el financiamiento soberano para aprovecharlas, y éste debe tener condiciones para poder fluir de manera suficiente, a los menores costos de transacción y de acuerdo con las oportunidades que el cambio regulatorio y tecnológico permitan.
- Almacenamiento. Uno de los retos de las energías renovables es la necesidad del aprovechamiento en sitio de la electricidad generada. En esta Actualización se añaden líneas en la materia de almacenamiento para así propiciar el desarrollo de las energías solares y eólicas, el fortalecimiento de su generación e incorporación a la matriz energética, y su contribución a la resiliencia energética del país.

8.1.1 Ahorro y uso eficiente de energía

Este conjunto de acciones se lleva a cabo en cinco sectores:

- a. Transporte
- b. Industria
- c. Edificaciones
- d. Servicios públicos municipales
- e. Agroindustria

Es necesario acelerar y dirigir esfuerzos de eficiencia energética nacional hacia los sectores transporte e industria, para estar en condiciones de cumplir con las metas establecidas, ya que éstos permitirán alcanzar 84% de la reducción del consumo final de energía hacia 2050, además de mantener vigentes las políticas actuales de eficiencia energética dirigidas a cambios tecnológicos de equipos del sector residencial y comercial-servicios.

Asimismo, se tiene en cuenta una marcada tendencia hacia la electrificación, ya que la electricidad es la forma de energía más fácil de controlar, transportar y distribuir; también es la más limpia en el punto de uso respecto a otros energéticos, por lo que será uno de los factores de cambio que más contribuya a la transición energética y mitigación del cambio climático a nivel nacional e internacional.

8.1.1.1 Transporte

El sector transporte, que es el mayor consumidor de energía a nivel nacional con el 46% del consumo energético final, es clave en el cumplimiento de metas de largo plazo en la transición energética. La evolución de este sector está determinada por la innovación tecnológica y la electrificación de procesos. Sin embargo, la electrificación del transporte no está relacionada sólo con el cambio tecnológico de los vehículos, sino también con la adaptación y crecimiento organizado de las ciudades, necesarios para una reducción en la emisión de CO₂, y necesarios para el robustecimiento de las redes públicas de transporte y formas de movilidad alternativas (ej. Bicicleta).

Dada la complejidad y la gran variedad de factores que afectan al transporte, se establecen tres líneas generales de acción para la transición tecnológica y energética de este sector (Tablas 3, 4, 5 y 6):

- En tecnologías vehiculares eficientes.
- En infraestructura que facilite la integración de diversas modalidades de transporte.
- En urbanización, planeación de las ciudades y reducción de la necesidad de movilidad.



TABLA 3 ACCIONES EN TECNOLOGÍAS VEHICULARES EFICIENTES

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	· Ampliar y fortalecer las NOMs de rendimiento mínimo de combustible para todos los vehículos automotores. · Ampliar y fortalecer las NOMs de calidad de combustibles de forma responsable y que permita una transición ordenada al uso de tecnologías y combustibles más limpios. · Fortalecer la regulación del tránsito vehicular con base en rendimiento de combustibles. · Fortalecer la política fiscal considerando las externalidades de los combustibles fósiles utilizados en el transporte. · Promover el uso de vehículos híbridos, eléctricos y con tecnologías eficientes.
Capacidades técnicas y recursos humanos	· Desarrollar programas de preparación de especialistas en eficiencia energética asociados a la manufactura en el sector.
Mercados y financiamiento	· Promover el establecimiento de programas de renovación del parque vehicular que incluyan el uso de vehículos híbridos, eléctricos, con tecnologías eficientes, y que consideren el reciclaje de componentes. · Promover un porcentaje de integración anual de parque vehicular eléctrico/híbrido
Investigación, desarrollo e innovación	· Desarrollar un mapa de ruta para la sustitución gradual del uso de combustibles fósiles por tecnologías vehiculares eficientes y más limpias.

Las líneas de acción en cursivas son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

TABLA 4 ACCIONES EN INFRAESTRUCTURA QUE FACILITE LA INTEGRACIÓN DE DIVERSAS MODALIDADES DE TRANSPORTE.

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y políticas públicas	· Promover programas obligatorios de sustitución del parque vehicular del transporte público por vehículos de alto rendimiento energético, incluyendo vehículos híbridos y eléctricos. · Desarrollar el marco regulatorio y normativo para la incorporación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos al Sistema Eléctrico Nacional. · Desarrollar políticas y normatividad para el mejoramiento y aprovechamiento de la infraestructura para las diversas modalidades de transporte, buscando su integración con el acceso a nuevas tecnologías.
Instituciones	· Establecer un programa nacional de fortalecimiento de instituciones municipales encargadas de la movilidad urbana. · Fortalecer los esquemas de coordinación subnacional para facilitar la interconectividad del transporte público.



Capacidades técnicas y recursos humanos	· <i>Desarrollar programas de innovación para la formación y capacitación de especialistas en la planeación, desarrollo y operación de sistemas de movilidad multimodal y promover la participación de personal calificado en los proyectos de electrificación del transporte y electromovilidad.</i>
Mercados y financiamiento	· Promover el desarrollo de infraestructura para las diversas modalidades de movilidad.
Investigación, desarrollo e innovación	· Fortalecer la capacidad de centros de investigación para apoyar el desarrollo, innovación, seguimiento y evaluación de tecnologías y modelos de movilidad urbana.

Las líneas de acción en *cursivas* son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

TABLA 5 ACCIONES EN URBANIZACIÓN, PLANEACIÓN DE LAS CIUDADES Y REDUCCIÓN DE LA NECESIDAD DE MOVILIDAD

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	· Fortalecer la política de expansión vertical urbana y de movilidad multimodal.
Instituciones	· Diseñar e implementar programas de fortalecimiento de capacidades de diseño y gestión de acciones de reordenamiento urbano en los gobiernos subnacionales.
Capacidades técnicas y recursos humanos	· Desarrollar programas de formación de especialistas en la planeación, desarrollo y operación de planes y programas de reordenamiento urbano.
Mercados y financiamiento	· Desarrollar infraestructura de movilidad y programas de reordenamiento urbano.
Investigación, desarrollo e innovación	· Fortalecer la capacidad de los centros académicos y de investigación para el desarrollo, seguimiento y evaluación de programas de reordenamiento urbano.

TABLA 6 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES EN EL SECTOR TRANSPORTE

Tecnologías o enfoques sistemáticos	Grado de madurez	Tendencia de desarrollo	Costo de la tecnología		Nivel de uso de la tecnología	
	Global	Global	Local	Global	Local	Global
Mejoras motrices y de diseño aerodinámico	Alto	Rápida	Medio	Medio	Alto	Alto
Vehículos Flex-Fuel	Alto	Rápida	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Autos eléctricos e híbridos	Alto	Rápida	Alto	Alto	Bajo	Medio
Infraestructura para la movilidad	Alto	Lenta	Alto	Alto	Bajo	Medio
Sistemas de conducción inteligente	Bajo	Lenta	Alto	Alto	Nulo	Bajo

FUENTE: Conuee con información de IEA e IRENA.



8.1.1.2 Industria

Las industrias han sido el motor del consumo de energía y sus instalaciones siguen siendo puntos de uso de grandes volúmenes de demanda de consumibles y electricidad, en especial para la transformación de materiales. En México, la industria se ubica como el segundo mayor consumidor de energía en el país (Tablas 7 y 8).

TABLA 7 ACCIONES EN INDUSTRIA

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	· Unificar criterios para requisitar información ambiental y energética para grandes usuarios de energía. · Fortalecer la política fiscal con criterios de eficiencia energética y uso de energías limpias. · <i>Actualizar el marco regulatorio para fomentar el potencial de cogeneración eficiente y energías limpias.</i> · Homologar la regulación ambiental y de desempeño energético con socios comerciales. · Desarrollar programas de incentivos, acreditaciones y reconocimientos para promover los Sistemas de Gestión de Energía (SGEn). · <i>Fortalecer y ampliar los programas de promoción para eficiencia energética y uso de energías limpias en PyMES y MiPyMEs.</i>
Instituciones	· Fortalecer los sistemas y los programas asociados a certificaciones internacionales en materia de eficiencia energética y protección al ambiente aplicados a la industria. · <i>Fomentar los esquemas de funcionamiento de Empresas de Servicios Energéticos (ESCO) para instalaciones industriales del sector público y privado.</i>
Capacidades técnicas y recursos humanos	· Establecer programas de gran alcance para el desarrollo de capacidades nacionales para la implantación y certificación de SGEn. · <i>Establecer programas de capacitación permanente de cuadros directivos y de soporte para diseñar e implementar proyectos y programas de eficiencia energética y aprovechamiento de energías limpias en el sector industrial.</i>
Mercados y financiamiento	· Promover la implementación de SGEn en industrias, así como programas para la adopción de tecnologías que mejoren el nivel de eficiencia energética y reduzcan el impacto ambiental. · Desarrollar mecanismos para impulsar la eficiencia energética en este sector.
Investigación, desarrollo e innovación	· Desarrollar y fortalecer capacidades de investigación, adopción y asimilación tecnológica asociadas a materiales, equipos, sistemas y procesos de carácter industrial orientados a las necesidades de la industria nacional.

Las líneas de acción en *cursivas* son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.



TABLA 8 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Tecnologías o enfoques sistémicos	Grado de madurez	Tendencia de desarrollo		Costo de la tecnología	Nivel de uso de la tecnología	
	Global	Global	Local	Global	Local	Global
Sistemas de gestión de la energía	Alto	Rápida	Alto	Medio	Bajo	Medio
Cogeneración eficiente	Alto	Rápida	Medio	Medio	Bajo	Alto
Captura y secuestro de carbono	Medio	Lenta	Alto	Alto	Nulo	Demostrativo
Reciclaje y aprovechamiento de residuos	Alto	Moderada	Medio	Medio	Medio	Alto
Uso de las mejores tecnologías disponibles (BAT)	Alto	Rápida	Alto	Alto	Medio	Alto

FUENTE: Conuee con información de IEA e IRENA.

8.1.1.3 Edificaciones

Los edificios son importantes consumidores de energía, en México representan alrededor de una quinta parte del total nacional. Su consumo de energía representa un área de oportunidad para la mejora de la eficiencia energética y para aprovechamiento de energías limpias (Tablas 9 y 10).

TABLA 9 ACCIONES EN EDIFICACIONES

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	· Integrar y aplicar códigos de conservación de energía en los reglamentos de construcción estatales y/o municipales para edificaciones nuevas o en reconversión. · Mantener, actualizar y fortalecer las NOM de eficiencia energética y de instalaciones eléctricas, así como sus sistemas de evaluación de la conformidad. · Promover la implementación de acciones de eficiencia energética, uso de energías limpias y la medición del desempeño energético en las edificaciones y el estado de sus instalaciones eléctricas. · Implementar encuestas nacionales y regionales sobre características, equipamiento y patrones de consumo energético y estado de instalaciones eléctricas en edificaciones. · Impulsar mecanismos de contratos de desempeño energético para edificios existentes en la Administración Pública. · Establecer registros públicos de edificaciones que permitan caracterizar y monitorear su desempeño energético. · Incluir criterios de desempeño energético en los procesos públicos de adquisiciones.
Instituciones	· Fortalecer las capacidades estatales y municipales para la integración y el cumplimiento de elementos de eficiencia energética y de instalaciones eléctricas en sus reglamentos de construcción y de manejo de programas de eficiencia energética en edificios.
Capacidades técnicas y recursos humanos	· Desarrollar capacidades de modelado de desempeño energético en edificaciones en el sector de la construcción. · Elaborar normas, programas de capacitación y esquemas de certificación de instaladores y constructores calificados para la instalación de tecnologías eficientes relacionadas con la envolvente térmica e instalaciones eléctricas. · Establecer programas y/o instituciones para profesionalizar a los administradores energéticos de edificios.
Mercados y financiamiento	· Fortalecer programas de financiamiento para la adquisición de productos y/o sistemas de alta eficiencia o de energía renovable en el equipamiento de edificios nuevos o existentes. · Establecer reconocimientos a los productores y agentes que superan las normas de eficiencia energética en niveles de cumplimiento, a fin de impulsar las mejores prácticas de construcción energéticamente eficiente.



Investigación, desarrollo e innovación	· Fortalecer las capacidades nacionales y regionales de investigación relativas al uso de energía en edificios.
--	---

Las líneas de acción en *cursivas* son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

TABLA 10 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES EN EL SECTOR DE EDIFICACIONES

Tecnologías o enfoques sistémicos	Grado de madurez	Tendencia de desarrollo	Costo de la tecnología		Nivel de uso de la tecnología	
	Global	Global	Local	Global	Local	Global
Envolvente térmica	Alto	Rápida	Medio	Medio	Bajo	Alto
Sustitución de combustibles	Alto	Rápida	Bajo	Bajo	Medio	Alto
Termosolar y bombas de calor	Alto	Rápida	Medio	Medio	Bajo	Alto
Cogeneración eficiente	Alto	Rápida	Medio	Medio	Bajo	Medio
Reflectivas	Alto	Rápida	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Sistemas de calefacción y enfriamiento eficientes	Alto	Rápida	Alto	Medio	Bajo	Alto
Cocinas, electrodomésticos e iluminación eficiente	Alto	Rápida	Bajo	Bajo	Medio	Alto

FUENTE: Conuee con información de IEA e IRENA.

8.1.1.4 Servicios públicos municipales

En México el consumo energético de los servicios públicos representa el 0.7% del total nacional. Para los municipios, una parte importante de su presupuesto parte del costo del alumbrado público y bombeo de agua. El alto costo, junto con los niveles de endeudamiento de los municipios, dificulta la obtención de financiamiento para la eficiencia energética de la provisión de estos servicios (Tabla 11).

TABLA 11 ACCIONES EN SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	· Actualizar normas técnicas relacionadas con el diseño y operación de servicios municipales con TIC integradas, asociadas al concepto de ciudades inteligentes.
Instituciones	· Fortalecer sistemas de información para la administración de servicios municipales. · Fortalecer programas de asistencia técnica para la mejora de los servicios municipales. · Promover la colaboración entre ayuntamientos y organismos operadores municipales para la promoción de mejores prácticas en el diseño y operación de servicios públicos municipales.



Capacidades técnicas y recursos humanos	· <i>Diseñar programas para el desarrollo de capacidades en materia de eficiencia energética y energías limpias de funcionarios responsables de los servicios municipales.</i> · Desarrollar programas de formación y capacitación de técnicos en instalación, operación y mantenimiento de equipos y sistemas asociados a servicios municipales.
Mercados y financiamiento	· <i>Fortalecer programas para la mejora de los servicios municipales en materia de uso y ahorro de la energía.</i> · <i>Promover esquemas de contratos de desempeño en materia de eficiencia energética en servicios municipales.</i> · <i>Desarrollar mecanismos para impulsar la eficiencia energética y el uso de energías renovables a nivel municipal.</i>
Investigación, desarrollo e innovación	· Desarrollar y fortalecer capacidades de investigación, desarrollo, adopción y asimilación tecnológica asociadas a TIC en servicios municipales.

Las líneas de acción en *cursivas* son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

8.1.1.5 Agroindustria

El sector agropecuario representa el 3.3% del consumo final de energía en México. La industrial relacionada con la agricultura se enfrenta a una desigualdad considerable en el acceso a tecnologías e insumos, junto con un retraso tecnológico, lo que permite que el potencial de mejora considere el uso de energías limpias. (Tabla 12).

TABLA 12 ACCIONES EN AGROINDUSTRIA

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	· <i>Fortalecer un marco de políticas coordinadas, estables y de largo plazo, para la implementación de acciones de eficiencia energética y el uso de energías limpias en la agroindustria.</i> · Desarrollar normas técnicas aplicables a equipos y sistemas utilizados en la agricultura. · Fortalecer el cumplimiento de normas y regulaciones técnicas aplicables a sistemas de bombeo de agua.
Instituciones	· <i>Fortalecer el cumplimiento de normas y regulaciones técnicas aplicables a sistemas de bombeo de agua.</i>
Capacidades técnicas y recursos humanos	· <i>Desarrollar programas de capacitación en eficiencia energética y aprovechamiento de energías limpias en la agroindustria.</i>
Mercados y financiamiento	· <i>Fortalecer programas de financiamiento para la adopción de tecnología que mejore la eficiencia energética y reduzca el impacto ambiental de equipos y sistemas utilizados en la agroindustria.</i>
Investigación, desarrollo e innovación	· Desarrollar y fortalecer capacidades de investigación, desarrollo, adopción y asimilación tecnológica asociadas a materiales, equipos, sistemas y procesos de carácter industrial orientados a las necesidades de la agroindustria.

Las líneas de acción en *cursivas* son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.



8.1.2 Energías Limpias

Este conjunto de acciones se lleva a cabo en seis sectores:

- Bioenergía.
- Energía eólica.
- Energía solar.
- Geotermia.
- Hidroenergía y energías del océano.
- Captura y almacenamiento de carbono.

8.1.2.1 Bioenergía

Dadas las actividades económicas y los recursos disponibles del país, la producción de bioenergía tiene un potencial importante de aprovechamiento y retos importantes en cuanto a manejo ambiental sustentable. De acuerdo con el Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE), existe un potencial probado y probable de 436.8 MW y una generación anual de 2,141.3 GWh en 2022 (Tablas 13 y 14).

TABLA 13 ACCIONES EN BIOENERGÍA

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	· Fortalecer el marco de políticas para la producción sustentable de bioenergéticos, aumentando la certidumbre a la inversión. · Establecer normas y regulaciones técnicas aplicables a la producción de bioenergéticos con criterios de sustentabilidad y con referencia a la calidad y manejo, esquemas de certificación y verificación de sus cadenas de valor. · <i>Armonizar marcos legales propicios para el aprovechamiento energético de los Residuos Sólidos Urbanos y el reciclaje de materiales, en todos los niveles de gobierno.</i>
Instituciones	· Desarrollar e implantar un sistema nacional de gestión del uso sustentable del suelo que promueva que la tierra agrícola y forestal se utilice de manera equilibrada y sustentable. · Fortalecer capacidades institucionales para la aplicación del marco jurídico relativo a la elaboración y aprovechamiento de los bioenergéticos. · Promover el uso y adquisición de bioenergéticos en las empresas del sector público. · <i>Promover el desarrollo y uso de bioenergéticos sostenibles en la aviación por parte de las instituciones del sector público, en función de las capacidades nacionales.</i>
Capacidades técnicas y recursos humanos	· Desarrollar programas de capacitación en planeación y financiamiento de procesos y operación de tecnologías más avanzadas de pretratamiento, producción, mejora y aprovechamiento de bioenergéticos. · Establecer programas y/o instituciones para profesionalizar a los certificadores y verificadores de cadenas de valor sustentables de los bioenergéticos.
Mercados y financiamiento	· Evaluar el establecimiento de programas de financiamiento a las comunidades rurales que produzcan bioenergéticos, favoreciendo el uso de tierras degradadas no adecuadas para cosechas alimentarias.



	· Fortalecer la promoción de programas de incentivos económicos y fiscales para el desarrollo de bioenergéticos y sus cadenas de valor. · Promover la inversión para incrementar la participación de los biocombustibles en la matriz energética · Evaluar la implementación de programas de financiamiento o incentivos para municipios y el sector privado para el aprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos en la generación de energía.
Investigación, desarrollo e innovación	· Fortalecer las capacidades nacionales y regionales de investigación para aprovechar bioenergéticos de segunda generación. · Desarrollar y fortalecer la capacidad de análisis sobre el impacto económico y ambiental de la producción de bioenergéticos y sus ciclos de vida.

Las líneas de acción en *cursivas* son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

**TABLA 14 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES PARA EL APROVECHAMIENTO DE
BIOENERGÍA**

Tecnologías o enfoques sistémicos	Grado de madurez	Tendencia de desarrollo	Costo de la tecnología		Nivel de uso de la tecnología	
	Global	Global	Local	Global	Local	Global
Estufas eficientes y ahorradoras de leña	Alto	Rápida	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Secado de biomasa y Torrefacción	Alto	Rápida	Medio	Medio	Bajo	Alto
Biodigestores para el aprovechamiento de biogás	Alto	Rápida	Medio	Medio	Bajo	Alto
Biocombustibles sólidos: Pellets	Alto	Rápida	Medio	Medio	Nulo	Alto
Gasificación para producir hidrógeno	Bajo	Moderada	Alto	Alto	Nulo	Bajo
Biocombustibles de primera y segunda generación	Alto	Rápida	Medio	Bajo	Bajo	Medio
Biocombustibles avanzados	Alto	Rápida	Alto	Alto	Nulo	Medio

FUENTE: Conuee con base en la IEA e IRENA.

8.1.2.2 Energía eólica

La energía eólica ha mostrado en los últimos cuatro años un crecimiento importante dentro de las energías renovables. Sin embargo, dentro de sus retos se encuentra su distribución y almacenamiento. En 2022, la energía eólica aportó 20,528.8 GWh de la generación neta total, con una contribución del 6.03 % de la misma, y un incremento aproximado del 75 respecto a su generación en 2018. (Tablas 15 y 16).

TABLA 15 ACCIONES EN ENERGÍA EÓLICA

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	· Establecer normas y estándares de calidad y desempeño para garantizar el funcionamiento de las tecnologías eólicas en condiciones locales de operación. · Que los procedimientos para el otorgamiento de permisos estén alineados a una política de Confiabilidad y seguridad en el Sistema Eléctrico Nacional, así como de identificación de demanda. · Mejorar la transparencia y la eficacia en el uso a nivel local de las regalías procedentes de la actividad eólica.
Instituciones	· Fortalecer la planeación de nuevas centrales eólicas a largo plazo, incluyendo tecnologías en espacios marinos. · Fortalecer la información pública sobre la disponibilidad y potencial del recurso eólico en tierra y en sitios marinos para facilitar la implementación de proyectos. · Crear y fortalecer instituciones regionales que ayuden a prevenir, minimizar y mitigar los impactos sociales y ambientales.
Capacidades técnicas y recursos humanos	· Desarrollar programas de capacitación y certificación de técnicos y profesionistas para la planeación, instalación, mantenimiento y operación de sistemas eólicos. · Desarrollar cuadros técnicos y tomadores de decisión del sector público para la aplicación de procedimientos operativos de la red mediante coordinación por zonas, despacho en intervalos cortos y calendarización de la producción eólica.
Investigación, desarrollo e innovación	· Desarrollar modelos meteorológicos más precisos, de micro localización y prácticas de mantenimiento que mejoren el rendimiento y los costos de los proyectos eólicos. · Desarrollar capacidades nacionales y regionales para el diseño y optimización de tecnologías eólicas para su operación en condiciones extremas, especialmente en zonas marinas. · Fortalecer y desarrollar capacidades para la aplicación de sistemas de almacenamiento de energía y aplicación de tecnologías inteligentes vinculadas a sistemas eólicos que disminuyan los impactos de intermitencia a la red y a los ecosistemas. <i>· Establecer instrumentos de fomento para el tratamiento y reciclaje de los componentes que integran los sistemas de generación de energía, con base a economía circular para un desarrollo sustentable</i>
Almacenamiento	<i>· Viabilizar una mayor integración de la generación eólica a la red eléctrica, mediante la utilización de tecnologías de almacenamiento de energía, que permitan mitigar los efectos de su variabilidad y disminuir o controlar congestiones en la RNT y RGD del MEM, coadyuvando a garantizar la operación del Sistema Eléctrico Nacional en condiciones de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad.</i>

Las líneas de acción en *cursivas* son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.



**TABLA 16 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA
EÓLICA**

Tecnologías o enfoques sistémicos	Grado de madurez	Tendencia de desarrollo	Costo de la tecnología		Nivel de uso de la tecnología	
	Global	Global	Local	Global	Local	Global
Aerogeneradores de dos y tres aspas	Alto	Rápida	Medio	Medio	Bajo	Alto
Turbinas de eje vertical	Medio	Lenta	Bajo	Bajo	Nulo	Bajo
Campos eólicos costa afuera	Alto	Rápida	Alto	Alto	Nulo	Bajo
Turbinas aerostáticas	Bajo	Lenta	Alto	Alto	Nulo	Demostrativo

FUENTE: Conuee con información de IEA e IRENA.

8.1.2.3 Energía solar

La energía solar, junto con la eólica, han tenido un crecimiento importante en los últimos 4 años, derivado del abaratamiento de la tecnología requerida para su producción. Este tipo de energía impulsa la Generación Distribuida, las redes inteligentes y la electromovilidad. El potencial de Generación Distribuida en el país en términos de irradiación solar y de disponibilidad de techos es del orden de 84 GW si se consideran las 29 ciudades más grandes de México con una superficie de 10,000 km² y una disponibilidad en forma de techos de sólo el 10% de esta superficie.

Las condiciones de insolación de la mayor parte del territorio mexicano y la economía del calentamiento de fluidos (que incluye a los costos de inversión y a los de los energéticos asociados) perfilan un crecimiento mayor en el mediano plazo de este tipo de instalaciones. En 2022, la energía solar aportó 20,342 GWh de la generación neta total, con una contribución del 5.97 % de la misma, y un incremento de siete veces su generación en 2018. (Tablas 17 y 18).

TABLA 17 ACCIONES EN ENERGÍA SOLAR

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	· Desarrollar regulaciones para el aprovechamiento de superficies en las construcciones para la instalación de tecnologías solares. · Incorporar elementos para la integración de tecnologías fotovoltaicas en la envolvente de las edificaciones en los reglamentos de construcción. · Introducir gradualmente estructuras tarifarias horarias para el consumo y de contraprestaciones reguladas para la generación de excedentes, que permitan reconocer la aportación de energía y potencia de las instalaciones solares. · Fomentar la creación de programas de aprovechamiento de la tecnología solar con aplicaciones térmicas en procesos industriales. · <i>Contribuir en el desarrollo de NOMs para los dispositivos e instalación de sistemas para el aprovechamiento solar con aplicaciones térmicas y termoeléctricas.</i>
Capacidades técnicas y recursos humanos	· Desarrollar programas de capacitación y certificación de profesionistas y técnicos en las áreas de diseño, construcción e instalación de sistemas con tecnologías solares. · Promover el incremento de proveedores de sistemas térmicos solares certificados con aplicaciones industriales.

Instituciones	· Fortalecer instituciones subnacionales que impulsen políticas, programas y proyectos que aprovechen el potencial del recurso solar. · Coordinar la integración de una red para el aprovechamiento de energía solar térmica en procesos industriales que vincule a los principales actores.
Mercados y financiamiento	· Establecer programas de financiamiento para microrredes eléctricas para el aprovechamiento de la energía solar. · <i>Fortalecer mecanismos de garantía en proyectos energéticos de gran escala.</i> · <i>Crear esquemas de financiamiento que faciliten la adquisición, instalación y mantenimiento de equipos para el aprovechamiento de la energía solar.</i> · <i>Desarrollar modelos de negocio que fomenten la integración creciente de la tecnología solar térmica reglamentada por normas oficiales.</i>
Investigación, desarrollo e innovación	· Fortalecer capacidades de investigación y desarrollo de elementos y componentes tecnológicos de sistemas descentralizados de generación de electricidad a partir de energía solar. · Realizar estudios sobre el consumo final de energía en el sector industrial para establecer el potencial técnico y económico de la tecnología solar térmica. · <i>Establecer instrumentos de fomento para el tratamiento y reciclaje de los componentes que integran los sistemas de generación de energía y de calentamiento solar, con base a economía circular para un desarrollo sustentable.</i>
Almacenamiento	· <i>Viabilizar una mayor integración de la generación fotovoltaica a la red eléctrica, mediante la utilización de tecnologías de almacenamiento de energía, que permitan mitigar los efectos de su variabilidad y disminuir o controlar congestiones en la RNT y RGD del MEM, coadyuvando a garantizar la operación del Sistema Eléctrico Nacional en condiciones de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad.</i> · <i>Definir una metodología que permita establecer el dimensionamiento mínimo de sistemas de almacenamiento de Centrales Eléctricas solares-FV con base a su ubicación geográfica y eléctrica</i> · <i>Propiciar que las Centrales Eléctricas solares-FV participen en la regulación primaria y secundaria a través de sistemas de almacenamiento</i>

Las líneas de acción en cursivas son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

**TABLA 18 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA
SOLAR**

Tecnologías o enfoques sistémicos	Grado de madurez	Tendencia de desarrollo	Costo de la tecnología		Nivel de uso de la tecnología	
	Global	Global	Local	Global	Local	Global
Calentadores de agua	Alto	Rápida	Bajo	Bajo	Alto	Alto
Celdas Solares Fotovoltaicas	Alto	Rápida	Medio	Bajo	Medio	Alto
Concentradores solares	Alto	Moderada	Alto	Medio	Bajo	Medio



Almacenamiento de calor	Medio	Lenta	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Celdas de Puntos Cuánticos	Bajo	Moderada	Alto	Alto	Nulo	Demostrativo
Celdas Sensibilizadas por Colorantes	Bajo	Moderada	Alto	Alto	Nulo	Demostrativo
Celdas de Unión Múltiple	Bajo	Moderada	Alto	Alto	Nulo	Demostrativo

FUENTE: Conuee con información de IEA e IRENA.

8.1.2.4 Geotermia

El país tiene un gran potencial de aprovechamiento de la geotermia, tanto en tierra como en mar. De acuerdo con el INERE, existe un potencial probado y probable de 6,055 MW lo que se traduciría en una generación anual de 47,561.65 GWh. La generación neta total por esta fuente energía de 2022 fue de 4,412.7 GWh (Tablas 19 y 20).

TABLA 19 ACCIONES EN GEOTERMIA

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	· Desarrollar y homologar las regulaciones técnicas y normas de seguridad, equilibrio ecológico y protección ambiental para la administración integral de sistemas geotérmicos sustentables. · Promover la consideración de la geotermia dentro de los planes de ordenamiento para fortalecer los derechos de uso de suelo, tomando en cuenta su plena aceptación social. · Actualizar e integrar información del recurso geotérmico con acceso público. · Fortalecer las disposiciones, normas oficiales mexicanas e instrumentos regulatorios aplicables a la reincorporación del fluido geotérmico al yacimiento, para propiciar la sostenibilidad de los sistemas geotérmicos.
Instituciones	· Impulsar programas para el desarrollo de proyectos de media y baja entalpía mediante la promoción a desarrolladores. · Desarrollar protocolos y campañas de concientización a comunidades cercanas a instalaciones geotérmicas. · Promover casos de éxito de proyectos geotérmicos, en colaboración con los Centros de Investigación y Educación, para la innovación en proyectos geotérmicos.
Capacidades técnicas y recursos humanos	· Promover programas especializados que atiendan las necesidades tecnológicas de la industria geotérmica. · Fortalecer planes de estudios alineados con los desafíos de la industria geotérmica, en colaboración con universidades y empresas desarrolladoras de proyectos geotérmicos.

Mercados y financiamiento	· Fortalecer instrumentos financieros para la cobertura de riesgos para la etapa de exploración en proyectos geotérmicos. · Promover la colaboración e intercambio de experiencia entre la industria petrolera y la industria geotérmica en materia de exploración y modelos de negocios. · Desarrollar programas de financiamiento para proyectos de aprovechamiento del recurso geotérmico. · Difundir instrumentos financieros existentes para mitigar el riesgo durante la perforación exploratoria en proyectos de aprovechamiento del recurso geotérmico.
Investigación, desarrollo e innovación	· Fomentar el diseño y optimización de sistemas geotérmicos con tecnologías avanzadas. · Fomentar el desarrollo de nuevas aplicaciones para el uso del calor geotérmico. · Promover tecnologías alternativas para la explotación mar adentro de los recursos geotérmicos. · Establecer programas para la investigación aplicada, estancias de prácticas en campos geotérmicos en desarrollo y en el INEEL.

Las líneas de acción en cursivas son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

TABLA 20 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES PARA EL APROVECHAMIENTO DE GEOTERMIA

Tecnologías o enfoques sistémicos	Grado de madurez	Tendencia de desarrollo	Costo de la tecnología		Nivel de uso de la tecnología	
	Global	Global	Local	Global	Local	Global
Sistemas Hidrotermales	Alto	Rápida	Alto	Alto	Alto	Alto
Sistemas de calefacción urbana	Alto	Moderada	Medio	Medio	Nulo	Medio
Sistemas Geotérmicos Mejorados (roca seca)	Bajo	Moderada	Alto	Alto	Nulo	Demostrativo

FUENTE: Conuee con información de IEA e IRENA.

8.1.2.5 Hidroenergía y Energías del Océano

La hidroenergía está bien establecida en México para los grandes desarrollos, pero un área de oportunidad es el desarrollo de proyectos a menor escala. El aprovechamiento de la energía oceánica es aún un potencial importante dadas las amplias regiones costeras del país. De acuerdo con el Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE) existe un potencial de 2,126.48 MW y una generación anual de 15,947.73 GWh para pequeñas centrales hidroeléctricas, también reporta que los sitios identificados como viables para producir energía a través del oleaje son la zona norte de Baja California y la zona costera de Oaxaca, en los cuales se cuenta con una densidad de potencia de 15 kW/m (Tablas 21 y 22).

TABLA 21 ACCIONES EN HIDROENERGÍA Y ENERGÍAS DEL OCÉANO

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	. Fortalecer el marco normativo para el desarrollo de proyectos de hidroenergía de pequeña escala que garanticen el aprovechamiento de recursos de manera armónica con ecosistemas y comunidades. . Promover e impulsar el incremento gradual del aprovechamiento de la energía oceánica.
Instituciones	. Promover la rehabilitación, modernización y repotenciación de centrales hidroeléctricas para mejorar su seguridad, confiabilidad y productividad. . Crear y fortalecer programas de evaluación y supervisión de impactos a los ecosistemas por el desarrollo y funcionamiento de tecnologías de hidroelectricidad y energía oceánica. . Promover la suscripción de convenios interinstitucionales incluyentes para atender localmente aspectos ambientales y sociales para la sustentabilidad de los proyectos hidroeléctricos y la energía oceánica.
Capacidades técnicas y recursos humanos	. Desarrollar capacidades en diseño e implementación de proyectos sustentables de centrales hidroeléctricas de pequeña escala y energía oceánica. . Desarrollar capacidades de monitoreo, diagnóstico y control del depósito de sedimentos en embalses.
Mercados y financiamiento	. Desarrollar e implementar modelos e instrumentos financieros para mitigar riesgos y apoyar los proyectos hidroeléctricos de pequeña escala. . Actualizar y ampliar bases de datos públicas sobre el potencial de generación hidroeléctrica de pequeña escala y de energía oceánica.
Investigación, desarrollo e innovación	. Fortalecer la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico en los distintos elementos de la cadena de valor de la generación hidroeléctrica y la energía oceánica. . Apoyar el diseño y desarrollo de pequeñas centrales de bajos flujos cinéticos para aplicación en canales y pequeños ríos. . Apoyar investigaciones sobre el potencial y viabilidad de proyectos que aprovechen la energía oceánica.

Las líneas de acción en cursivas son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

TABLA 22 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES PARA EL APROVECHAMIENTO DE HIDROENERGÍA Y ENERGÍAS DEL OCÉANO

Tecnologías o enfoques sistémicos	Grado de madurez	Tendencia de desarrollo	Costo de la tecnología		Nivel de uso de la tecnología	
	Global	Global	Local	Global	Local	Global
Hidroeléctricas de embalse	Alto	Rápida	Alto	Alto	Alto	Alto
Hidroeléctricas de pasada (Mini hidroeléctricas)	Alto	Rápida	Medio	Medio	Medio	Alto



Aprovechamiento de la energía del mar	Bajo	Lenta	Alto	Alto	Nulo	Demostrativo
---------------------------------------	------	-------	------	------	------	--------------

FUENTE: Conuee con información de IEA e IRENA.

8.1.2.6 Captura y Almacenamiento de Carbono

La tecnología de CCUS (*Carbon Capture, Use and Storage*, por sus siglas en inglés) puede ser útil para que la generación energética con emisión constante de bióxido de carbono pueda aprovechar el insumo y reducir la concentración de dicho gas en la atmósfera. (Tabla 23).

TABLA 23 ACCIONES EN CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	. <i>Desarrollar el marco regulatorio y la normatividad que permiten proyectos de captura, uso y almacenamiento de bióxido de carbono.</i>
Instituciones	. <i>Integrar redes industria y academia que permitan el intercambio de conocimiento e información para el desarrollo de proyectos factibles para el uso de bióxido de carbono para la industria.</i> . <i>Promover programas de promoción y divulgación de la tecnología en las áreas de captura, uso, transporte y almacenamiento de bióxido de carbono, así como técnicas de monitoreo y programas sociales.</i> . <i>Promover la vinculación con organismos nacionales e internacionales de ciencia, tecnología y gobierno, para fomentar el desarrollo de proyectos.</i>
Capacidades técnicas y recursos humanos	. <i>Implementar programas de formación de recursos humanos.</i> . <i>Organizar talleres especializados dirigidos a los técnicos de la industria e investigadores.</i> . <i>Promover programas de intercambio académico e industrial con instituciones internacionales.</i>
Mercados y financiamiento	. <i>Fortalecer la participación en mercados internacionales de carbono, y promover e impulsar la creación de un mercado de carbono nacional y regional, a la par de evaluar la viabilidad técnico-económica para crear o sumar esfuerzos al Sistema de Comercio de Emisiones.</i> . <i>Promover el desarrollo de capacidades y desarrollo de proyectos de interés para México con políticas públicas nacionales o mediante convenio de colaboración internacional que favorezca la soberanía energética del país.</i>
Investigación, desarrollo e innovación	. <i>Actualizar los instrumentos de planeación en materia de desarrollo e innovación de tecnología de captura de carbono al mediano plazo.</i> . <i>Fortalecer las estimaciones del potencial de reducción de gases de efecto invernadero a partir de la aplicación de la tecnología en el sector energético e industrial.</i>

Las líneas de acción en *cursivas* son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

8.1.3 Desarrollo e impacto social

Como una tercera vertiente se encuentra el desarrollo e impacto social derivado de la transición energética. La legislación y las líneas de acción consideran el bienestar y desarrollo de la ciudadanía, pero es importante dar seguimiento de manera puntual a acciones especificación para la observación, implementación, monitoreo y evaluación de los efectos de los programas de transición. Materias como la equidad de género, la eliminación de pobreza energética, la atención a grupos vulnerables y la participación ciudadana son fundamentales para cada



uno de los proyectos de transición. Es fundamental dar plataforma al dialogo y a la construcción colaborativa de soluciones, observaciones y mejoras de los distintos programas derivados del a Estrategia. (Tabla 24).

TABLA 24 ACCIONES DE DESARROLLO E IMPACTO SOCIAL

Categorías	Líneas de Acción
Perspectiva de género	. Responder a consideraciones de equidad de género en la política pública energética de México. . Los proyectos de distribución y consumo de energía observan lineamientos que contribuyen a eliminar brechas de desigualdad de género. . En el desarrollo de los proyectos se identifican impactos socioambientales con perspectiva de género y se garantiza la participación activa de mujeres y hombres en los beneficios compartidos. . Se garantizan oportunidades laborales en condiciones de igualdad para mujeres y hombres en el desarrollo de proyectos del sector.
Pobreza energética	. Reducir la pobreza energética mediante la promoción de proyectos incluyentes de energías limpias. . Desarrollar programas de acceso universal de energía alineados al Programa de Naciones Unidas "Energía Sustentable para todos" (SE4ALL, por sus siglas en inglés). . Fomentar el aprovechamiento de los residuos sólidos rurales, para la producción de biogás, la instalación de sistemas fotovoltaicos, aislados o conectados a la red, a través de proyectos incluyentes que reduzcan la pobreza energética y contribuyan a reducir condiciones de pobreza de forma más general.
Protección a los derechos humanos derivada de la explotación de recursos naturales	. Implementar proyectos de energía con un enfoque de protección, respeto y garantía de derechos humanos. . Implementar actividades de desarrollo acompañadas por medidas adecuadas de prevención y mitigación para garantizar que las mismas no vulneren los derechos humanos de las personas ubicadas en una determinada área de influencia. . Implementar mecanismos adecuados para monitorear y prevenir violaciones futuras a los derechos humanos, con la coadyuvancia de los Estados. . Asegurar que la consulta a pueblos y comunidades indígenas se desarrolle en plena observancia de los estándares nacionales e internacionales en materia de derechos humanos. . Asegurar que los procesos de evaluación de impacto social sean eficientes y eficaces, que incluyan beneficios compartidos. . Inculcar la percepción de la EVIS como un proceso participativo para establecer un proyecto.



Participación ciudadana	. Promover una activa participación de los distintos grupos sociales en la transición energética. . Construir una nueva relación entre sociedad y gobierno, basada en la confianza y reconocimiento de la autonomía y capacidad crítica y propositiva de la sociedad, para el diseño de políticas públicas y acciones colaborativas. . Desarrollar coordinación interinstitucional entre dependencias y entidades del sector energético para unificar estrategias y líneas de acción que impulsen la participación ciudadana. . Aplicar los principios del gobierno abierto (i) transparencia, (ii) participación ciudadana, (iii) rendición de cuentas, y (iv) tecnología e innovación y alentar el debate sobre políticas en el tema de consumo de energía. . Establecer los mecanismos específicos de participación de la sociedad civil, procurando aquellos de gobierno colaborativo, y de las áreas de vinculación de las dependencias federales, estatales y municipales. . Crear herramientas de comunicación y participación por Estados o regiones.
Financiamiento	. Promover proyectos energéticos desde el sector social y con la ciudadanía. . Desarrollar incentivos económicos y de acompañamiento para promover la creación de emprendimientos sociales y con ello el fortalecimiento del sector social de la economía, con la participación del Instituto Nacional de la Economía Social (INAES). . Promover la formación y el desarrollo de microempresas de generación eléctrica limpia de base social en el sector rural y urbano.

8.1.4 Desarrollo de infraestructura integradora

Esta última vertiente se deriva en dos apartados:

- Redes inteligentes y Generación Distribuida.
- Almacenamiento.

8.1.4.1 Redes inteligentes y Generación Distribuida

Uno de los retos de la transición energética es el seguimiento a la descentralización en la generación de energía, la integración tecnologías de la información al mercado eléctrico, la electromovilidad y la conectividad entre sistemas de información para la formulación de redes inteligentes. (Tablas 25 y 26)

TABLA 25 ACCIONES EN REDES INTELIGENTES Y GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	. Desarrollar protocolos, definiciones y estándares técnicos que hagan cumplir los lineamientos de balanceo de fases, estabilidad de voltaje, calidad de energía, interferencia con radio frecuencias, interoperabilidad y seguridad informática. . Fortalecer la vinculación entre las regulaciones de los sistemas eléctricos con los sistemas de comunicación y manejo de datos.



	. <i>Evaluar la adopción de estándares internacionales para la Generación Distribuida y Redes Eléctricas Inteligentes (REI).</i> . Evaluar el establecimiento de tarifas en tiempo real que permitan dar valor a la aportación de energía de los sistemas distribuidos en términos de potencia y energía. . Medir los costos y beneficios de la Generación Distribuida a través de metodologías probadas y transparentes. . Establecer tarifas de Generación Distribuida en el sector doméstico, comercial e industrial que sean justas, basándose en pruebas estándar que identifiquen los costos y beneficios que aplican a la Generación Distribuida. . Establecer metas a mediano y largo plazo específicas para Generación Distribuida. . Generar estudios que permitan fortalecer metas a mediano y largo plazo específicas para Generación Distribuida. . Expandir opciones de acceso a clientes de Generación Distribuida. . Fomentar la instrumentación del monitoreo y seguimiento de sistemas de Generación Distribuida. . Fortalecer los esquemas de derechos y precios de interconexión de productores de energía eléctrica renovable proveniente de Generación Distribuida. . Promover programas piloto de redes eléctricas inteligentes que mejoren la eficiencia, calidad, confiabilidad, seguridad y sustentabilidad del sistema eléctrico.
Instituciones	. <i>Analizar la viabilidad de definir tarifas eléctricas que promuevan la Generación Distribuida y Redes Eléctricas Inteligentes.</i> . <i>Establecer programas de divulgación y difusión para elevar el conocimiento de usuarios y actores del sector eléctrico para incrementar la aceptación de los desarrollos de las Redes Eléctricas Inteligentes.</i> . Apoyar y dar seguimiento a los esfuerzos de programas de fomento a la tecnología.
Capacidades técnicas y recursos humanos	. <i>Fortalecer la creación de capacidades en recursos humanos para el diseño, instalación y operación de sistemas de Generación Distribuida y Redes Eléctricas Inteligentes.</i>
Mercados y financiamiento	. <i>Establecer esquemas de financiamiento para la integración de capacidades de Generación Distribuida y de Redes Eléctricas Inteligentes.</i> . Apoyar programas piloto de Generación Distribuida que mejoren las economías del estado y genere ahorros para los usuarios.



Investigación,
desarrollo e
innovación

. Fortalecer programas y proyectos de centros académicos y de investigación para el desarrollo de la Generación Distribuida y Redes Eléctricas Inteligentes.

Las líneas de acción en cursivas son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

**TABLA 26 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS VINCULADAS A REDES INTELIGENTES PARA EFICIENTAR
LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS**

Tecnologías o enfoques sistémicos	Grado de madurez	Tendencia de desarrollo	Costo de la tecnología		Nivel de uso de la tecnología	
	Global	Global	Local	Global	Local	Global
Monitoreo y control de grandes áreas	Medio	Rápida	Alto	Medio	Bajo	Medio
Tecnologías de la información y comunicación	Alto	Rápida	Medio	Medio	Bajo	Alto
Generación Distribuida con fuentes renovables	Medio	Rápida	Alto	Medio	Bajo	Medio
Transmisión eléctrica mejorada	Alto	Moderada	Alto	Alto	Nulo	Bajo
Para la administración de la red de distribución	Medio	Moderada	Medio	Medio	Bajo	Medio
Medición Avanzada	Alto	Rápida	Alto	Alto	Bajo	Medio
Infraestructura para carga de vehículos eléctricos	Medio	Rápida	Alto	Medio	Bajo	Medio
Sistemas del usuario final	Medio	Rápida	Medio	Medio	Nulo	Bajo

FUENTE: Conuee con información de IEA e IRENA.

8.1.4.2 Almacenamiento de energía

Como fue mencionado en el apartado de energías limpias para la energía solar y eólica, el almacenamiento de energía es una parte fundamental para el soporte e integración de las energías renovables con variabilidad en su generación. Los trabajos en almacenamiento pueden proveer un mayor aprovechamiento de estas energías en la red y los mercados eléctricos del futuro, en especial en un contexto de creciente electrificación del transporte y mayor uso de baterías (Tabla 27).

TABLA 27 ACCIONES EN ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Categorías	Líneas de Acción
Regulaciones y política pública	. Actualizar los criterios establecidos en el Código de Red a fin de incorporar requerimientos que permitan la integración adecuada de los sistemas de almacenamiento de energía en la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución.
	. Proponer el marco regulatorio para la implementación de Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional.
	. Desarrollar reglamentación específica para la construcción, desempeño y retiro de los sistemas de almacenamiento de energía.

Instituciones	. Desarrollar un Mapa de Ruta que permita identificar objetivos, necesidades, retos y prioridades convergentes para el despliegue de sistemas de almacenamiento de energía. . Publicar información del Mercado Eléctrico que facilite la modelación de sistemas de almacenamiento de energía.
Capacidades técnicas y recursos humanos	. <i>Integrar el tema de almacenamiento de energía en la formación de recursos humanos en materia energética, tanto en el servicio público, como en las universidades.</i>
Mercados y financiamiento	. Promover el desarrollo de modelos de negocios para dar impulso a la tecnología, productos y servicios para la cadena de valor de almacenamiento de energía.
Investigación, desarrollo e innovación	. Promover convocatorias en los fondos del sector para el desarrollo de estudios, proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en almacenamiento de energía. . Promover la colaboración nacional e internacional en investigación, desarrollo e innovación en tecnologías de almacenamiento

Las líneas de acción en *cursivas* son aquellas líneas de acción que fueron actualizadas, o bien, fueron añadidas. Mayor detalle: Revisión de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.



9 CONCLUSIONES DERIVADAS DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA

La Ley de Planeación (LP) en su artículo 3° establece que mediante la planeación nacional de desarrollo se fijarán objetivos, metas, estrategias y prioridades, así como criterios basados en estudios de factibilidad cultural; se asignarán recursos, responsabilidades y tiempos de ejecución, se coordinarán acciones y se evaluarán resultados. Además, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán planear y conducir sus actividades con sujeción a los objetivos y prioridades de la planeación nacional de desarrollo, a fin de cumplir con la obligación del Estado de garantizar que éste sea equitativo, incluyente, integral, sustentable y sostenible.

En este sentido, la LTE define a la Estrategia como el instrumento rector de planeación de la política nacional en materia de obligaciones de energías limpias, aprovechamiento sustentable de la energía y mejora en la productividad energética en el mediano y largo plazo. Además, este instrumento debe ser actualizado en distintas periodicidades con la finalidad de contar con un diagnóstico de la situación actual en cuanto al avance de la transición energética, así como analizar si los objetivos y metas planteados se podrán cumplir o si será necesario modificarlos.

Es así, que la presente actualización fue elaborada mediante un proceso de coordinación institucional, encabezado por la SENER, con el apoyo de la Conuee y aportaciones importantes del CENACE, de la CFE y de la CRE, así como del INECC, cumpliendo lo establecido en la LTE y su Reglamento.

De manera general, la actualización de la Estrategia da cuenta del avance de la política energética nacional sobre la reducción económicamente viable de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, la generación eléctrica mediante energías limpias y del aprovechamiento sustentable de la energía para consolidar una Transición Energética Soberana, a pesar de las eventualidades importantes presentadas durante la emergencia sanitaria causada por el virus SARS-CoV-2 y las complicaciones socioeconómicas que trajo consigo.

Es importante resaltar que el progreso de la meta de generación de electricidad mediante energías limpias va por buen camino conforme lo que se planteó originalmente, alcanzando el 31.2% con generación limpia en el año 2022, gracias a una participación considerable de energía solar fotovoltaica y de energía eólica. Si bien, la tarea de aumentar la participación de energía limpia en la generación de electricidad tiene diversos obstáculos, el CENACE ha planteado escenarios en los que, mediante la inclusión de tecnologías más limpias y eficientes, y minimizando los problemas en las líneas de transmisión, distribución y de almacenamiento, será posible para México alcanzar la meta que se ha planteado en esta materia.

Por otro lado, la meta de eficiencia energética presentó un comportamiento distinto, ya que durante los primeros años (2018 a 2020), tuvo una tendencia menor a la esperada, llegando casi a una disminución del 10% entre 2018 y 2019 (cuando la meta era 2.2% anual), pero con un aumento considerable entre 2020 y 2021, como efecto de la recuperación económica postpandemia, de casi 17%, teniendo así un incremento de 0.5% promedio anual entre 2017 y 2021. Lo anterior provoca que en los siguientes años se necesiten implementar medidas de eficiencia energética más profundas, mediante las cual se logrará estabilizar el consumo final de energía en los diferentes sectores.

Además de lo anterior, es necesario que se dé una mayor coordinación entre diferentes instituciones del Gobierno Federal, no solamente en el sector energético, sino también en temas como Ordenamiento Territorial y Urbano, Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, Economía, y especialmente con el sector de medio ambiente para armonizar medidas y robustecer esfuerzos en estos temas.

Otro aspecto que destacar es la necesidad de elaborar estudios específicos por sector y realizar proyectos de investigación sobre tendencias de consumo energético para poder obtener mejores análisis acerca de la industria eléctrica y del consumo de energía a nivel nacional, sectorial y de usos finales.

Aunque aún quedan retos a vencer, la actualización de la Estrategia muestra que México está transitando a una economía que depende cada vez menos de los combustibles fósiles para la generación de electricidad; energético que cobra relevancia en las diversas actividades económicas, no solamente a nivel nacional, sino también en el mundo, lo cual lo hace un país atractivo para la inversión, pero también refleja que se avanza en el cuidado del medio ambiente y en el bienestar de la población.



10 Anexos

TABLA 28 TABLERO DE INDICADORES DE LA ESTRATEGIA Y SUS LINEAS BASE

Indicador	2017	2020	2022
Participación de energías limpias en la generación total de electricidad.	Año base (2017): 21.1% Fuente: SENER	26.6%	31.2%
Intensidad energética de consumo final.	Año base (2017): 295.4 KJ/MXP 2013 295.9 KJ/MXP 2014 Fuente: SENER-INEGI	257.74 KJ/MXP 2014 Fuente: SENER	300.80 KJ/MXP 2014 (año 2021). Fuente: SENER
Indicadores de la transición energética			
Nacional			
Participación de las energías renovables en el consumo nacional de energía.	Año base (2017): 7.7% Fuente: SENER.	9.74%	9.74% (año 2020)
Intensidad Energética Nacional	Año base (2017): 509.4 kJ/MXP 2013. Fuente: SENER-INEGI.	460.35 kJ/MXP 2013. Fuente: SENER	583.23 KJ/MXP 2013 (año 2021). Fuente: SENER
Participación de energías renovables en la generación de electricidad	Año base (2017): 15.7% Fuente SENER.	21.79% Fuente SENER.	24.35% Fuente SENER.

NOTA: Datos correspondientes al año 2022, aun no se encuentran disponibles.

11 GLOSARIO

Concepto	Definición
<i>Consumo de energía en centros de transformación</i>	Se compone de la energía primaria que ingresa a los procesos de refinación, coquización y procesamiento de gas, así como la energía, primaria o secundaria, que ingresa a las centrales eléctricas para obtener energía secundaria útil.
<i>Consumo final de energía</i>	Contabiliza la energía que se destina al mercado interno o a las actividades productivas de la economía nacional, ya sea como materia prima (consumo final no energético) o como insumo energético (consumo final energético).
<i>Consumo final energético</i>	Se refiere a la energía primaria o secundaria destinada a satisfacer las necesidades energéticas de los sectores residencial, comercial y servicios, transporte, agropecuario e industrial.
<i>Consumo nacional de energía</i>	Se refiere a la energía que se envía a las distintas actividades o procesos para su utilización, en el sector energético y en el consumo final total.

<i>Consumo energético</i>	<i>no</i>	Se refiere a productos energéticos y no energéticos derivados del petróleo utilizados como insumos para la producción de diferentes bienes.
<i>Consumo Privado</i>		Se refiere al valor del gasto total que las familias residentes en el país disponen en la compra de bienes y servicios de consumo.
<i>Consumo propio del sector energético</i>		Volumen energético que absorben los equipos que dan soporte y seguridad a los procesos de transformación.
<i>Eficiencia energética</i>		Todas las acciones que conlleven a una reducción, económicamente viable, de la cantidad de energía que se requiere para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que demanda la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior.
<i>Energía primaria</i>		Se entiende por energía primaria a las distintas formas de energía tal como se obtienen de la naturaleza, ya sea, en forma directa como en el caso de la energía hidráulica o solar, la leña, y otros combustibles vegetales; o después de un proceso de extracción como el petróleo, carbón mineral, geoenergía, etc.
<i>Energía secundaria</i>		Se denomina así a los diferentes productos energéticos que provienen de los distintos centros de transformación y cuyo destino son los sectores de consumo y/o centros de transformación
<i>Energía útil</i>		Es la energía realmente utilizada en los procesos energéticos finales, debido a que no toda la energía que entra a un sistema consumidor es aprovechada y depende en cada caso de la eficiencia de los equipos consumidores. Es aquella energía neta a la cual se le han descontado las pérdidas por utilización del equipo o artefacto donde se consumen al nivel del usuario. Se aplica tanto al consumo propio como al consumo final, energético.
<i>Energías limpias</i>		Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias nacionales correspondientes.
<i>Fuentes térmicas</i>		Se refieren al uso de energía en forma de un combustible sólido, líquido o gaseoso para diferenciar del uso de la electricidad.
<i>Hoja de ruta</i>		Establece la secuencia de pasos para alcanzar un objetivo, en la que se especifican participantes, tiempo y recursos necesarios.
<i>Índice independencia energética</i>	<i>de</i>	Es la relación entre la producción total de energía y el consumo nacional de energía, tanto energético como no energético. Permite medir la dependencia de mercados externos para satisfacer el consumo nacional de energía. $IIE = \frac{PE}{CNE}$ Donde: <i>IIE = Índice de Independencia Energética</i> <i>PE = Producción Total de Energía</i> <i>CNE = Consumo nacional de Energía</i>
<i>Intensidad de energía eléctrica</i>		Corresponde a la relación entre el consumo de energía eléctrica y el PIB a nivel nacional o se puede sectorizar. Permite medir la aportación del consumo de energía eléctrica en la intensidad energética. $IE_{eléctrica} = \frac{CE_{eléctrica}}{PIB_{nacional}}$ Donde: <i>IE_{eléctrica} = Intensidad de Energía Eléctrica</i> <i>CE_{eléctrica} = Consumo de energía eléctrica</i> <i>PIB = Producto Interno Bruto Nacional</i>



<i>Intensidad de energía térmica</i>	Corresponde a la relación entre el consumo de energía térmica y el PIB a nivel nacional o se puede sectorizar. Permite medir la aportación del consumo de energía térmica en la intensidad energética. $IE_{térmica} = \frac{CE_{térmica}}{PIB_{nacional}}$ Donde: $IE_{térmica} = \text{Intensidad de Energía Térmica}$ $CE_{eléctrica} = \text{Consumo de energía térmica}$ $PIB = \text{Producto Interno Bruto Nacional}$
<i>Intensidad energética del sector agropecuario</i>	Es la relación entre el consumo de energía del sector agropecuario y el producto interno bruto de este sector. $IE_{agropecuaria} = \frac{CE_{agropecuario}}{PIB_{sector agropecuario}}$ Donde: $IE_{trans} = \text{Intensidad Energética del sector agropecuario}$ $CE = \text{Consumo Energético del sector agropecuario}$ $PIB = \text{Producto Interno Bruto del sector primario}$
<i>Intensidad energética del sector comercial-servicios</i>	Es la relación entre el consumo de energía del sector comercial-servicios y el producto interno bruto del sector terciario. $IE_{terciaria} = \frac{CE_{comercial - servicios}}{PIB_{actividades terciarias}}$ Donde: $IE_{trans} = \text{Intensidad Energética del sector comercial - servicios}$ $CE = \text{Consumo Energético del sector comercial - servicios}$ $PIB = \text{Producto Interno Bruto del sector terciario}$
<i>Intensidad energética del sector industrial</i>	Es la relación entre el consumo de energía del sector industrial y el Valor Agregado de ese sector. $IE_{industrial} = \frac{CE_{industria}}{VA_{sector industrial}}$ Donde: $IE_{industrial} = \text{Intensidad Energética del sector industrial}$ $CE = \text{Consumo Energético del sector industrial}$ $VA = \text{Valor Agregado del sector industrial}$
<i>Intensidad energética del sector residencial</i>	Es la relación entre el consumo de energía del sector residencial y el consumo privado. $IE_{residencial} = \frac{CE_{residencial}}{\text{Consumo Privado}}$ Donde: $IE_{residencial} = \text{Intensidad Energética del sector residencial}$ $CE = \text{Consumo Energético del sector residencial}$ $PIB = \text{Consumo Privado}$
<i>Intensidad energética del sector transporte</i>	Es la relación entre el consumo de energía del sector transporte y el producto interno nacional. $IE_{transporte} = \frac{CE_{transporte}}{PIB_{nacional}}$ Donde: $IE_{transporte} = \text{Intensidad Energética del sector transporte}$ $CE = \text{Consumo Energético del sector transporte}$ $PIB = \text{Producto Interno Bruto Nacional}$
<i>Intensidad energética en el sector de transformación de energía</i>	Es la diferencia entre la intensidad energética primaria y la intensidad energética final. $IE_t = IE_p - IE_f$ También se relaciona con el consumo energético del propio sector de transformación de energía como son: los procesos de las centrales de generación eléctrica, refinerías, plantas de gas, así como el nivel de autoconsumo de estos centros de trabajo, recirculaciones y las pérdidas en transformación y distribución.



<i>Intensidad energética final</i>	Es la relación entre el consumo final de la energía y el Producto Interno Bruto nacional (PIB). Mide la cantidad de energía de las actividades productivas de la economía nacional necesaria para generar una unidad de PIB. $IEf = \frac{CFE}{PIBnacional}$ Donde: $IEf = \text{Intensidad energética final}$ $CE = \text{Consumo Final de la energía}$ $PIBnacional = \text{Producto Interno Bruto nacional}$
<i>Intensidad energética primaria</i>	Es la relación entre el consumo total de energía y el Producto Interno Bruto nacional (PIB). Mide la cantidad total de energía necesaria para generar una unidad de PIB. $IEp = \frac{CE}{PIBnacional}$ Donde: $IEp = \text{Intensidad energética primaria}$ $CE = \text{Consumo Energético nacional}$ $PIB = \text{Producto Interno Bruto}$
<i>Matriz energética nacional</i>	Está compuesta por el conjunto de fuentes de energía primaria que se consume en el país, en un determinado periodo de tiempo. La matriz energética también incluye el porcentaje de cada fuente.
<i>Producto Interno Bruto</i>	Suma de los valores monetarios de los bienes y servicios producidos por el país, evitando incurrir en la duplicación derivada de las operaciones de compra y venta que existen entre los diferentes productores.
<i>Rendimiento energético</i>	Es la relación de la energía obtenida entre la energía suministrada para el funcionamiento de un dispositivo, máquina, artefacto o proceso. $\eta = \frac{Eobtenida}{Esuministrada}$ Donde: $\eta = \text{Rendimiento energético}$ $Eobtenida = \text{Energía obtenida}$ $Esuministrada = \text{Energía suministrada}$
<i>Superficie sembrada mecanizada</i>	Área en la que se utiliza cualquier tipo de maquinaria agrícola como tractores, rastras, sembradoras, niveladoras, trilladoras, cosechadoras, para llevar a cabo las actividades de preparación del suelo, siembra, labores culturales y recolección de los frutos. Es suficiente con una labor para que la superficie sembrada sea clasificada como mecanizada.
<i>Superficie sembrada no mecanizada</i>	Área en la que no se utilizó maquinaria agrícola como tractores, rastras, sembradoras, niveladoras, trilladoras o cosechadoras, para llevar a cabo las actividades de preparación del suelo, siembra, labores culturales y recolección de los frutos; en ella se utilizan animales como fuerza de tracción.
<i>Tasa de saturación de equipos</i>	Porcentaje de equipos térmicos y eléctricos que se poseen en los hogares mexicanos.
<i>Valor agregado del sector industrial</i>	Se refiere a la suma de los valores monetarios, libre de duplicaciones, producidos durante un período determinado, generalmente un año. Se calcula mediante la diferencia de la producción bruta total menos los insumos totales. Se compone del valor agregado de las actividades de la industria manufacturera, minería, construcción y la generación, transmisión y distribución de electricidad, suministro de agua y gas.



12 LISTA DE ACRÓNIMOS

Sigla / Acrónimo	Concepto
ADEME	Agencia Francesa de Medio Ambiente y Gestión de la Energía (por sus siglas en francés)
APM	Alumbrado Público Municipal
Baterías C.F.V.	Baterías asociadas a Centrales Eléctricas Fotovoltaicas
BIE	Banco de Información Económica
BNE	Balance Nacional de Energía
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CIPyME	Contratos de Interconexión de Pequeña y Mediana Escala
CO ₂	Bióxido de carbono
CO ₂ e	Bióxido de carbono equivalente
Conuee	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
COPAR	Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión del Sector Eléctrico
COVID-19	Enfermedad causada por el Coronavirus SARS-CoV-2
CRE	Comisión Reguladora de Energía
DOF	Diario Oficial de la Federación
ENIGH	Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares
Estrategia	Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
FV	Fotovoltaico
Gas LP	Gas Licuado de Petróleo
GD	Generación distribuida
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GNC	Gas Natural Comprimido
GWh	Gigawatts-hora
ha	Hectárea
IMT	Instituto Mexicano del Transporte
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEEL	Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias
INEGyCEI	Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Km	Kilómetro
LB	Escenario de Línea Base
LED	Diodo Emisor de Luz (por sus siglas en inglés)
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LIE	Ley de la Industria Eléctrica
LP	Ley de Planeación



Sigla / Acrónimo	Concepto
LTE	Ley de Transición Energética
MEM	Mercado Eléctrico Mayorista
Mt	Millones de toneladas
MVA	Mega-voltampere
MW	Megawatts
MWh	Megawatt-hora
NDC	Contribución Determinada a Nivel nacional, por sus siglas en inglés
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PAMRGD	Programa de Ampliación y Modernización de las Redes Generales de Distribución
PAMRNT	Programas de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PJ	Petajoules
PIB	Producto Interno Bruto
PIE	Productor Independiente de Energía
PIIRCE	Programas Indicativos para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PRODESEN	Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional
PyMEs	Pequeñas y Medianas Empresas
Pzs	Piezas
RGD	Redes Generales de Distribución
RNT	Red Nacional de Transmisión
SARS-CoV-2	Es el coronavirus de tipo 2 que provoca el síndrome respiratorio agudo severo causante de la enfermedad por coronavirus de 2019
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SENER	Secretaría de Energía
SGEn	Sistemas de Gestión de la Energía
SIACON	Servicio de Información Agroalimentaria de Consulta
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SIE	Sistema de Información Energética
TES	Transición Energética Soberana
TES 2.0	Escenario de Transición Energética Soberana actualizado
ton-km	Tonelada por kilómetro transportada
TWh	Terawatts-hora
USD	Dólares estadounidenses



13 ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURA 1 PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LA ELECTRICIDAD EN EL CONSUMO FINAL ENERGÉTICO, 2016-2021	17
FIGURA 2 TASAS MEDIAS DE CRECIMIENTO ANUAL EN DIFERENTES SECTORES ECONÓMICOS, 2016-2022	17
FIGURA 3 TENDENCIA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO ACUMULADO DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA, 2016-2022	18
FIGURA 4 TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA, 2016-2022	19
FIGURA 5 CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN MÉXICO, 2016-2022	20
FIGURA 6 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA NETA INYECTADA A LA RED EN MÉXICO, 2016-2022	20
FIGURA 7 COMPARATIVO DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR TECNOLOGÍAS EN EL SEN ENTRE 2016 Y 2022	21
FIGURA 8 GENERACIÓN NETA DE ELECTRICIDAD A PARTIR DE ENERGÍAS LIMPIAS, 2016-2022	22
FIGURA 9 EVOLUCIÓN DE ENERGÍA PRODUCIDA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA, 2016 - 2022 ¹	23
FIGURA 10 EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA, 2007 - 2022. (M	23
FIGURA 11 CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA POR TECNOLOGÍA, 2022 ¹	24
FIGURA 12 GENERACIÓN BRUTA DE ELECTRICIDAD DEPENDIENTE DE ENERGÍAS FÓSILES, 2016-2022 ¹	25
FIGURA 13 PROGRESO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONVERSIÓN DE ELECTRICIDAD A PARTIR DE COMBUSTIBLES FÓSILES, 2016-2022 ¹	27
FIGURA 14 RELACIÓN CONSUMOS AUXILIARES Y GENERACIÓN NETA DE ELECTRICIDAD, 2016-2022 ¹	27
FIGURA 15 PORCENTAJE DE PÉRDIDAS DE ELECTRICIDAD POR DISTRIBUCIÓN RESPECTO A LA GENERACIÓN NETA DE ELECTRICIDAD, 2016-2022 ¹	28
FIGURA 16 VARIACIÓN DE LOS COSTOS NIVELADOS DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR TECNOLOGÍA, 2016-2022 ¹	29
FIGURA 17 ÍNDICE DE INDEPENDENCIA ENERGÉTICA, PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL DE ENERGÍA, 2016-2021	32
FIGURA 18 SALDO NETO DE LA BALANZA COMERCIAL POR FUENTE DE ENERGÍA, 2016 Y 2021	33
FIGURA 19 OFERTA INTERNA BRUTA DE ENERGÍA POR TIPO DE FUENTE, 2016-2021	34
FIGURA 20 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO NACIONAL DE ENERGÍA, 2016 Y 2021	35
FIGURA 21 TENDENCIA DEL CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO Y CONSUMO FINAL, 2016-2021	35
FIGURA 22 TENDENCIA DEL CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGÍA POR SECTOR, 2016-2021	36
FIGURA 23 ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL CONSUMO FINAL POR TIPO DE ENERGÉTICO, 2016 Y 2021	37
FIGURA 24 CONSUMO FINAL ENERGÉTICO POR SECTOR ¹ Y FUENTE, 2016 Y 2021	38
FIGURA 25 CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR TRANSPORTE POR MODALIDAD, 2016-2021	39
FIGURA 26 PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE COMBUSTIBLES DEL SECTOR TRANSPORTE POR MODALIDAD EN 2021	40
FIGURA 27 DISTRIBUCIÓN DE CARGA Y PASAJEROS TRANSPORTADOS POR MODALIDAD EN MÉXICO, 2016-2021	41
FIGURA 28 EVOLUCIÓN DEL PARQUE VEHICULAR EN CIRCULACIÓN, 2016-2021	42
FIGURA 29 VENTAS ANUALES AL PÚBLICO DE VEHÍCULOS LIGEROS NUEVOS, 2016-2022	43
FIGURA 30 TENDENCIA DE LAS VARIABLES DE ACTIVIDAD Y CONSUMO ENERGÉTICO DEL SECTOR INDUSTRIAL, 2016-2021	44
FIGURA 31 TENDENCIA DE ÍNDICE DE PRODUCCIÓN FÍSICA DE LAS PRINCIPALES INDUSTRIAS, 2016-2021	44
FIGURA 32 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA POR FUENTE, 2016-2021	45
FIGURA 33 PORCENTAJE DEL CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL, 2016-2021	46
FIGURA 34 EVOLUCIÓN DE LA TASA DE SATURACIÓN DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA EN EL HOGAR 2016 y 2020	47
FIGURA 35 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS, 2016 Y 2021	47
FIGURA 36 LUMINARIAS INSTALADAS PARA ALUMBRADO PÚBLICO A NIVEL NACIONAL Y CONSUMO ELÉCTRICO UNITARIO, 2014-2020	48
FIGURA 37 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN SUPERFICIE IRRIGADA Y SUPERFICIE NO IRRIGADA, 2016 - 2021	49
FIGURA 38 TENDENCIAS DE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS DEL SECTOR AGRÍCOLA QUE DEPENDEN DEL CONSUMO ELÉCTRICO ¹ , 2016 - 2021	50



FIGURA 39 EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA PRIMARIA Y EL PRODUCTO INTERNO BRUTO, 2016-2021	51
FIGURA 40 SEGMENTACIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA PRIMARIA, 2016-2021	51
FIGURA 41 EVOLUCIÓN DE LAS INTENSIDADES DE CONSUMO FINAL POR SECTOR, 2016-2021	52
FIGURA 42 TENDENCIAS ACUMULADAS DE LAS INTENSIDADES ENERGÉTICAS POR SECTOR DE USO FINAL, 2016-2021	53
FIGURA 43 PARTICIPACIÓN DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN LAS EMISIONES DE GEI NACIONALES, 2015-2019	54
FIGURA 44 EMISIONES DE GEI DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA, 2015-2020	55
FIGURA 45 EMISIONES DE GEI POR QUEMA DE COMBUSTIBLES DEL SECTOR ENERGÍA, 2020	55
FIGURA 46 EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON ENERGÍAS LIMPIAS, 2016 - 2022	56
FIGURA 47 AVANCE EN LAS METAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES LIMPIAS 2018-2024.	57
FIGURA 48 EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA DE CONSUMO FINAL, 2016 - 2021	58
FIGURA 49 ADICIONES DE CAPACIDAD NETA DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS DE INFRAESTRUCTURA ENTRE 2023 Y 2026	67
FIGURA 50 ADICIONES DE CAPACIDAD NETA DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS DE INFRAESTRUCTURA ENTRE 2027 Y 2037	68
FIGURA 51 EVOLUCIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE CAPACIDAD DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DEL PIIRCE, POR TECNOLOGÍA PARA EL PERIODO 2022-2037	69
FIGURA 52 EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR TECNOLOGÍA DEL PIIRCE PARA EL PERIODO 2023-2037	70
FIGURA 53 PARTICIPACIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DEL SEN, 2023-2037	71
FIGURA 54 TRAYECTORIA DE PROGRESO DE LA META DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON ENERGÍAS LIMPIAS EN EL SEN, 2023-2037 ¹	71
FIGURA 55 ESCENARIOS DEL CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	73
FIGURA 56 ANÁLISIS DE DESCOMPOSICIÓN FACTORIAL DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA HACIA 2050, AMBOS ESCENARIOS	74
FIGURA 57 CONSUMO FINAL DE ENERGÍA POR SECTOR 2020-2050, AMBOS ESCENARIOS	75
FIGURA 58 CONSUMO FINAL DE ENERGÍA POR MODALIDAD DE TRANSPORTE 2020-2050, AMBOS ESCENARIOS	76
FIGURA 59 CONSUMO FINAL DE ENERGÍA DEL SECTOR INDUSTRIAL 2020-2050, AMBOS ESCENARIOS	77
FIGURA 60 CONSUMO FINAL DE ENERGÍA DEL SECTOR RESIDENCIAL 2020-2050, AMBOS ESCENARIOS	78
FIGURA 61 CONSUMO FINAL DE ENERGÍA DEL SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS 2020-2050, AMBOS ESCENARIOS	78
FIGURA 62 COMPARACIÓN ENTRE LOS ESCENARIOS DE LINEA BASE Y TES 2.0 POR SECTOR EN 2036 ¹	79
FIGURA 63 TRAYECTORIA DE PROGRESO DE LA META DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, 2022-2036	80
TABLA 1 META DE PARTICIPACIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD A 2024	56
TABLA 2 META DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, 2020-2050	58
TABLA 3 ACCIONES EN TECNOLOGÍAS VEHICULARES EFICIENTES	83
TABLA 4 ACCIONES EN INFRAESTRUCTURA QUE FACILITE LA INTEGRACIÓN DE DIVERSAS MODALIDADES DE TRANSPORTE	83
TABLA 5 ACCIONES EN URBANIZACIÓN, PLANEACIÓN DE LAS CIUDADES Y REDUCCIÓN DE LA NECESIDAD DE MOVILIDAD	84
TABLA 6 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES EN EL SECTOR TRANSPORTE	84
TABLA 7 ACCIONES EN INDUSTRIA	85
TABLA 8 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES EN EL SECTOR INDUSTRIAL	86
TABLA 9 ACCIONES EN EDIFICACIONES	87
TABLA 10 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES EN EL SECTOR DE EDIFICACIONES	88
TABLA 11 ACCIONES EN SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES	88
TABLA 12 ACCIONES EN AGROINDUSTRIA	89
TABLA 13 ACCIONES EN BIOENERGÍA	90
TABLA 14 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES PARA EL APROVECHAMIENTO DE BIOENERGÍA	91
TABLA 15 ACCIONES EN ENERGÍA EÓLICA	92
TABLA 16 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA EÓLICA	92



TABLA 17 ACCIONES EN ENERGÍA SOLAR.....	93
TABLA 18 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR.....	94
TABLA 19 ACCIONES EN GEOTERMIA.....	95
TABLA 20 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES PARA EL APROVECHAMIENTO DE GEOTERMIA.....	96
TABLA 21 ACCIONES EN HIDROENERGÍA Y ENERGÍAS DEL OCÉANO.....	97
TABLA 22 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EFICIENTES PARA EL APROVECHAMIENTO DE HIDROENERGÍA Y ENERGÍAS DEL OCÉANO.....	97
TABLA 23 ACCIONES EN CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO	98
TABLA 24 ACCIONES DE DESARROLLO E IMPACTO SOCIAL.....	99
TABLA 25 ACCIONES EN REDES INTELIGENTES Y GENERACIÓN DISTRIBUIDA.....	100
TABLA 26 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS VINCULADAS A REDES INTELIGENTES PARA EFICIENTAR LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS.....	102
TABLA 27 ACCIONES EN ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA.....	102
TABLA 28 TABLERO DE INDICADORES DE LA ESTRATEGIA Y SUS LINEAS BASE.....	105

14 REVISIÓN ANUAL DE LA ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN PARA PROMOVER EL USO DE TECNOLOGÍAS Y COMBUSTIBLES MÁS LIMPIOS





SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

REVISIÓN ANUAL DE LA
**ESTRATEGIA
DE TRANSICIÓN**
PARA PROMOVER EL USO DE
**TECNOLOGÍAS
Y COMBUSTIBLES
MÁS LIMPIOS**

2023

ÍNDICE

LISTADO DE TABLAS.....	118
LISTADO DE FIGURAS.....	118
SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	120
RESUMEN EJECUTIVO.....	122
1 MARCO NORMATIVO.....	123
1.1 LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA.....	123
1.2 REGLAMENTO DE LA LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA.....	123
2 INTRODUCCIÓN.....	124
2.1 INTEGRACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO PARA LA REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	124
3 EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LA ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN PARA PROMOVER EL USO DE COMBUSTIBLES Y TECNOLOGÍAS MÁS LIMPIOS.....	127
3.1 METAS DE ENERGÍAS LIMPIAS.....	127
3.1.1 Progreso de la meta de energías limpias.....	127
3.2 METAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	129
3.2.1 Progreso de la meta de eficiencia energética.....	129
4 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LAS LÍNEAS DE ACCIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	133
4.1 LÍNEAS DE ACCIÓN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA.....	133
4.1.1 Transporte.....	133
Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	137
4.1.2 Industria.....	138
Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	142
4.1.3 Edificaciones.....	144
Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	147
4.1.4 Servicios públicos municipales.....	150
Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	152
4.1.5 Agroindustria.....	153
Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	155
4.2 LÍNEAS DE ACCION DE ENERGÍAS LIMPIAS.....	157
4.2.1 Bioenergía.....	157
Situación actual: identificación de barreras y oportunidades.....	159
4.2.2 Energía Eólica.....	161
Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	164
4.2.3Energía Solar.....	165

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	169
4.2.4 Geotermia.....	172
Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	175
4.2.5 Hidroenergía y energía oceánica.....	176
Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	179
4.2.6 Captura y Almacenamiento de Carbono.....	181
Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	184
4.3 LÍNEAS DE ACCIÓN EN DESARROLLO E IMPACTO SOCIAL.....	186
4.3.1 Desarrollo e impacto social.....	186
Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	189
4.4 LÍNEAS DE ACCIÓN EN DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA INTEGRADORA.....	191
4.4.1 Redes inteligentes y Generación Distribuida.....	191
Motivadores para determinar el desarrollo de las redes eléctricas inteligentes.....	191
Proyecciones de la GD-FV: escenarios planeación y alterno 2021-2035.....	191
Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	195
4.4.2 Almacenamiento de energía.....	198
Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades.....	200
5 CONCLUSIONES.....	202
6 RECOMENDACIONES.....	203
6.1 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA FORTALECER LAS LÍNEAS DE ACCIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA HACIA 2026	203
6.1.1 Transporte.....	203
6.1.2 Industria.....	203
6.1.3 Edificaciones.....	203
6.1.4 Servicios públicos municipales.....	203
6.1.5 Agroindustria.....	204
6.2 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA LAS LÍNEAS DE ACCIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS HACIA 2026	204
6.2.1 Bioenergía.....	204
6.2.2 Energía Eólica.....	204
6.2.3 Energía Solar.....	204
6.2.4 Geotermia.....	204
6.2.5 Hidroenergía y energía oceánica.....	205
6.2.6 Captura y almacenamiento de carbono.....	205
6.2.7 Desarrollo e impacto social.....	205
6.2.8 Redes inteligentes y Generación Distribuida	206

6.2.9 Almacenamiento de energía.....	206
7 BIBLIOGRAFÍA	207
GLOSARIO.....	208

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1 CALENDARIO DE SESIONES DEL GTRE-2021.	124
TABLA 2 CALENDARIO DE SESIONES DEL GTRE-2023.	125
TABLA 3 METAS DE ENERGÍAS LIMPIAS.	127
TABLA 4 EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE LA CFE Y DEL RESTO DE LOS PERMISIONARIOS (MW)	128
TABLA 5 EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN DE LA CFE Y DE LOS PERMISIONARIOS (PRINCIPALES TECNOLOGÍAS. GWh)	128
TABLA 6 META DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, 2020-2050.	129
TABLA 7 LÍNEAS DE ACCIONES SOBRE TECNOLOGÍAS VEHICULARES EFICIENTES.	133
TABLA 8 LÍNEAS DE ACCIÓN SOBRE INFRAESTRUCTURA QUE FACILITE LA INTEGRACIÓN DE DIVERSAS MODALIDADES DE TRANSPORTE.	135
TABLA 9 LÍNEAS DE ACCIÓN SOBRE URBANIZACIÓN, PLANEACIÓN DE LAS CIUDADES Y REDUCCIÓN DE LA NECESIDAD DE MOVILIDAD.	136
TABLA 10 LÍNEAS DE ACCIÓN EN LA INDUSTRIA.	140
TABLA 11 LÍNEAS DE ACCIÓN EN EDIFICACIONES	144
TABLA 12 LÍNEAS DE ACCIÓN EN SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES	150
TABLA 13 LÍNEAS DE ACCIÓN EN AGROINDUSTRIA	154
TABLA 14 LÍNEAS DE ACCIÓN DE BIOENERGÍA.	157
TABLA 15 LÍNEAS DE ACCIÓN EN ENERGÍA EÓLICA	162
TABLA 16 LÍNEAS DE ACCIÓN EN ENERGÍA SOLAR.	166
TABLA 17 LÍNEAS DE ACCIÓN DE GEOTERMIA	172
TABLA 18 LÍNEAS DE ACCIÓN EN HIDROENERGÍA Y ENERGÍA OCEÁNICA.	177
TABLA 19 LÍNEAS DE ACCIÓN DE CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO.	182
TABLA 20 LÍNEAS DE ACCIÓN EN DESARROLLO SOCIAL	186
TABLA 21 LÍNEAS DE ACCIÓN EN REDES INTELIGENTES Y GENERACIÓN DISTRIBUIDA.	192
TABLA 22 ACCIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA.	199
TABLA 23 ESTATUS DE LAS LÍNEAS DE ACCIÓN	202

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1 EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA DE CONSUMO FINAL, 2016 - 2021	130
FIGURA 2 EVOLUCIÓN DE LAS INTENSIDADES ENERGÉTICAS DE CONSUMO FINAL POR SECTOR, 2016 - 2021	131
FIGURA 3 VENTAS DE VEHÍCULOS LIGEROS NUEVOS POR TECNOLOGÍAS EN MÉXICO	138
FIGURA 4 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA POR FUENTE, 2016-2021	139
FIGURA 5 TENDENCIA DE ÍNDICE DE PRODUCCIÓN FÍSICA DE LAS PRINCIPALES INDUSTRIAS, 2016-2021	143
FIGURA 6 INTENSIDAD ENERGÉTICA DEL SECTOR RESIDENCIAL Y CONSUMO DE ENERGÍA PER CÁPITA DEL SECTOR RESIDENCIAL	148
FIGURA 7 EVOLUCIÓN DEL ICEE DE LOS 100 EDIFICIOS MAYORES DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL.	149

FIGURA 8 EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ALUMBRADO PÚBLICO 2000-2021	153
FIGURA 9. EVOLUCIÓN ESTIMADA DE LA CAPACIDAD INSTALADA ACUMULADA DE GD-FV EN EL SEN 2016-2036 (MW)	187

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

APF	Administración Pública Federal
BM	Banco Mundial
CCTE	Consejo Consultivo para la Transición Energética
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CO ₂	Bióxido de Carbono
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
Conuee	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CRE	Comisión Reguladora de Energía
DACG	Disposiciones Administrativas de Carácter General
DOF	Diario Oficial de la Federación
ESCO	Empresas de Servicios Energéticos
Estrategia	Estrategia de Transición para Promover el Uso de Combustibles y Tecnologías más Limpias
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
FSE	Fondo de Sustentabilidad Energética
FSUE	Fondo de Servicio Universal Eléctrico
GTRE	Grupo de Trabajo para la Revisión de la Estrategia
GWh	Giga Watts-Hora
ICEE	Índice de Consumo de Energía Eléctrica
INEEL	Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LTE	Ley de Transición Energética
MRV	Medición, Reporte y Verificación
MWh	Mega Watts hora
NOM	Norma Oficial Mexicana
NOM-ENER	Norma Oficial Mexicana de eficiencia energética
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PAMRGD	Programas de Ampliación y Modernización de las Redes Generales de Distribución
PAMRNT	Programas de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión
PCC	Puntos Críticos de Control
PETE	Programa Especial de Transición Energética
PIB	Producto Interno Bruto
PREI	Programa de Redes Eléctricas Inteligentes
PRODESEN	Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional
PyMES	Pequeñas y Medianas Empresas
REI	Redes Eléctricas Inteligentes
RGD	Redes Generales de Distribución
RLTE	Reglamento de la Ley de Transición Energética

RNT	Red Nacional de Transmisión
SAE	Sistemas de Almacenamiento de Energía
SE	Secretaría de Economía
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SENER	Secretaría de Energía
SGEn	Sistemas de Gestión de Energía
SIE	Sistema de Información Energética
TES	Transición Energética Soberana
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicaciones

RESUMEN EJECUTIVO

Conforme el mandato de la Ley de Transición Energética, la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios debe ser evaluada con una periodicidad anual. La revisión anual es un insumo relevante para el desarrollo de la Actualización de la Estrategia, remarcada en la Ley de Transición Energética. Tanto la Secretaría de Energía (SENER), como la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) trabajan de manera conjunta para presentar este reporte, siendo resultado de la evaluación cuantitativa y cualitativa del desempeño de las acciones de la Estrategia de estos últimos tres años.

El objetivo de dicha revisión es verificar si las líneas de acción incluidas en la Actualización de la Estrategia de 2020 se encuentran vigentes y alineadas con la política energética del país y su contexto nacional, de tal manera que se continúe con la implementación de las líneas de acción, con el fin de lograr una mayor eficiencia energética y una incorporación ordenada de las energías limpias en la generación nacional. La revisión es resultado del trabajo conjunto del sector energético, estableciendo sesiones colaborativas con las distintas dependencias del sector.

En el capítulo 1 del reporte se presenta el marco normativo en el que se establece la obligación para realizar la revisión anual de la Estrategia. El capítulo 2 se compone de la introducción al reporte, así como la integración del Grupo de Trabajo para la Revisión de la Estrategia (GTRE) y su calendario de sesiones. La revisión de la Estrategia, presentada en el capítulo 3, reporta el avance cuantitativo de las metas de eficiencia energética y en energías limpias. Se aprecia un ligero aumento en la intensidad energética en el último año y un aumento en la generación de electricidad a nivel nacional basada en energías limpias respecto a los años anteriores.

El capítulo 4 del reporte desglosa las 195 líneas de acción de acuerdo con su clasificación y el GRTE verifica si se encuentran o no vigentes. Como parte del proceso de revisión, en caso de ser vigentes, las líneas de acción pueden permanecer o ser modificadas. En caso de no serlo, el GRTE puede recomendar su eliminación. De igual manera, se identifican las barreras y oportunidades para cada sector, junto con un resumen de las actividades realizadas por las distintas dependencias en seguimiento a las líneas de acción. Las conclusiones generales del reporte se presentan en el capítulo 5; mientras que las recomendaciones específicas para cada la línea de acción se enlistan en el capítulo 6.

1 MARCO NORMATIVO

1.1 LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA

De acuerdo con lo establecido en la Ley de Transición Energética (LTE) en su artículo 23, la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnología y Combustibles más Limpios (Estrategia), deberá ser evaluada y revisada de manera anual por la Secretaría de Energía (SENER) y el Consejo Consultivo para la Transición Energética (CCTE). De tal manera, la Estrategia estará sujeta a un proceso de mejora continua que considere el análisis de los resultados a corto plazo, la identificación de retos y barreras para el logro de sus objetivos y para la implementación de las líneas de acción, y la identificación de áreas de oportunidad. Si bien la LTE remarca en su artículo 26 que la revisión deberá ser anual, las condiciones establecidas por la pandemia del virus SARS-CoV-2 representaron un impedimento de fuerza mayor para las sesiones correspondientes del sector y del CCTE, por lo que el presente documento representa un análisis retrospectivo de los años 2020, 2021 y 2022, al ser un trabajo conjunto de la SENER con los integrantes del sector energético.

De manera paralela al proceso de revisión, las observaciones y recomendaciones formuladas por el CCTE han sido sometidas a consideración del Titular de la Secretaría para la Actualización a la Estrategia, de acuerdo con los artículos 23, 26 y 29 de la LTE.

1.2 REGLAMENTO DE LA LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Por su parte, el Reglamento de la Ley de Transición Energética (RLTE) en su Capítulo III, artículos 8, 9 y 10, establece que la evaluación de los Instrumentos de Planeación será llevada a cabo por la SENER y el INEEL para la consideración por parte del CCTE. La evaluación consiste en la valoración cuantitativa y cualitativa de sus resultados. Lo anterior con el objetivo de identificar retos, áreas de oportunidades, y necesidades concretas en la incorporación de políticas, programas y proyectos adicionales.

Para la evaluación, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF), así como las empresas productivas del Estado estarán en comunicación constante con la SENER para la entrega de evidencia, comentarios y resultados. Posteriormente, la SENER presentará ante el CCTE los resultados de la evaluación dentro de los noventa días hábiles posteriores al periodo de vencimiento anual de cada uno de ellos, para que éste emita las observaciones y recomendaciones que estime pertinentes, en un plazo de noventa días hábiles contado a partir de la presentación de los resultados y de acuerdo con sus reglas de operación.

2 INTRODUCCIÓN

Conforme lo establecido en la LTE, la Estrategia es el instrumento rector de la política nacional en materia de obligaciones de energías limpias, aprovechamiento sustentable de la energía y mejora de la productividad energética en el mediano y largo plazo. La Estrategia también considera acciones para la reducción operativamente viable de emisiones de Gases de Efecto Invernadero provenientes de la industria eléctrica. Dado lo anterior, la SENER, en línea con la política energética del país, debe promover la generación eléctrica proveniente de energías limpias, con el fin de contribuir al objetivo establecido en la Ley General de Cambio Climático (LGCC), a la par de impulsar la eficiencia energética en el mercado eléctrico del país.

La Estrategia es el instrumento base para elaborar el Programa Especial de Transición Energética (PETE), el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE), la Hoja de Ruta de Eficiencia Energética, el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), los Programas de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión (PAMRNT) y de Redes Generales de Distribución (PAMRGD).

Por lo anterior, la revisión anual de la Estrategia se considera fundamental para lograr los objetivos de corto, mediano y largo plazo establecidos en la Ley, así como para llevar a cabo la Transición Energética Soberana (TES) del país.

2.1 INTEGRACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO PARA LA REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA

De acuerdo con la LTE, la revisión de la Estrategia tiene una periodicidad anual, con la participación correspondiente de la SENER, CRE, CENACE y Conuee. En tanto el Reglamento de la LTE señala la conducción de la evaluación de la Estrategia a través de la SENER con la participación del INEEL. Dado lo anterior, la SENER estableció durante 2021 una primera serie de sesiones del Grupo de Trabajo para la Revisión de la Estrategia (GTRE), el cual estuvo compuesto por representantes designados por las instituciones del sector antes mencionadas.

El GTRE sesionó por primera vez el 8 de abril de 2021, dentro de los noventa días hábiles que establece la LTE y su Reglamento, ya que la nueva versión de la Estrategia bajo la nueva perspectiva “Hacia una transición energética soberana de México”, fue publicada en el DOF el 7 de febrero de 2020. El grupo de trabajo sesionó semanalmente de acuerdo con el plan de trabajo establecido para tal fin (TABLA 1). El GTRE fue coordinado por la SENER; quién se apoyó en el INEEL para los temas de Energías Limpias y, por otro lado, para los temas de eficiencia energética en la Conuee. El GTRE sesionó en 2021, llevando a cabo una revisión cualitativa de las líneas de acción y cuantitativa de las metas de la Estrategia, como se observa en la TABLA 1

TABLA 1 CALENDARIO DE SESIONES DEL GTRE-2021.

NÚMERO	ACTIVIDAD	INSTITUCIONES	FECHA
1	Integración del grupo evaluador Fundamentos LTE y metodología	SENER CONUEE	08-abr-21
2	Avance cuantitativo de metas Energías Limpias Eficiencia Energética	SENER INEEL	15-abr-21
3	Revisión cualitativa 1 Bioenergía y energía eólica Transporte e industria	SENER INEEL CONUEE	22-abr-21
4	Revisión cualitativa 2	SENER	29-abr-21

	Energía solar y geotermia Edificaciones	INEEL CONUEE	
5	Revisión cualitativa 3 Hidroenergía y energía oceánica Servicios municipales y agroindustria	SENER INEEL CONUEE	06-may-21
6	Revisión cualitativa 4 Captura y secuestro de carbono Desarrollo e impacto social	SENER INEEL	13-may-21
7	Revisión cualitativa 5 Redes inteligentes y Generación Distribuida Almacenamiento de energía	CENACE CRE INEEL	20-may-21

FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: Bajo el estado de excepción derivado de pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2 y la suspensión de plazos las revisiones a la Estrategia, evaluaciones de los años 2020, 2021 y 2022 no fueron presentadas ante el Consejo consultivo de la Transición Energética (CCTE).

Dado que esta actividad, establecida en el marco de la LTE se debe realizar de manera anual, y considerando que el periodo de excepción se extendió, la SENER continuó dando seguimiento a dicha revisión con los integrantes del GTRE para presentar los resultados una vez levantados los plazos. Por lo que, en 2023, con el fin de proporcionar insumos al proceso de Actualización de la Estrategia y cumplir con el requerimiento anual de revisión, la SENER llevo a cabo de marzo a junio el proceso de revisión de la Estrategia, considerando los comentarios de distintos miembros de sector respecto a sus actividades y consideraciones sobre las líneas de acción de 2020 en los ejercicios de 2020, 2021 y 2022, abonando al trabajo hecho con anterioridad en las sesiones de 2021.

De igual manera, la revisión tomó en cuenta métricas cuantitativas en energías limpias y en eficiencia energética, como también una evaluación cualitativa de las líneas de acción, con el fin de armonizarlas con las actividades realizadas por los miembros del sector, así como sus planes de trabajo a mediano y largo plazo. Para la evaluación cualitativa se tuvo una sesión de comentarios de marzo a abril, y 6 sesiones con el GTRE como puede verse en la TABLA 2.

TABLA 2 CALENDARIO DE SESIONES DEL GTRE-2023.

NÚMERO	ACTIVIDAD	INSTITUCIONES	FECHA
1	Envío de líneas de acción Comentarios y reporte de actividades	SENER	mar-23
2	Avance cuantitativo de metas Energías Limpias Eficiencia Energética	SENER CONUEE	may-23
3	Integración de comentarios y armonización de líneas de acción	SENER	may-23
4	Sesión de planeación y comentarios previos Ahorro y uso eficiente de energía	SENER	07-jun-23
5	Revisión cualitativa 1 Ahorro y uso eficiente de la energía	SENER CONUEE INEEL IMP CFE CRE CENACE	08-jun-23
6	Sesión de planeación y comentarios previos Energías limpias	SENER INEEL CRE CENACE	14-jun-23
7	Revisión cualitativa 2 Energías limpias	SENER CONUEE	15-jun-23

		INEEL IMP CFE CRE CENACE	
8	Sesión de planeación y comentarios previos Desarrollo e impacto social Desarrollo de infraestructura integradora Geotermia	SENER INEEL CRE CENACE	21-jun-23
9	Revisión cualitativa 3 Desarrollo e impacto social Desarrollo de infraestructura integradora Geotermia	SENER CONUEE INEEL IMP CFE CRE CENACE CONAHCYT	22-jun-23
10	Integración del reporte	SENER	29-jun-23
11	Presentación de resultados al CCTE	SENER	jul-23

3 EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LA ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN PARA PROMOVER EL USO DE COMBUSTIBLES Y TECNOLOGÍAS MÁS LIMPIOS

La revisión de la Estrategia contempló la evaluación cuantitativa de las metas de energías limpias y de las metas de eficiencia energética. Los indicadores de seguimiento de ambas metas pueden ser verificados con información pública disponible en la página de la SENER, Conuee y el Sistema de Información Energética (SIE). Las líneas de acción fueron evaluadas de manera cualitativa por el GTRE, tanto con aportaciones de expertos en las sesiones del grupo de trabajo como mediante trabajo documental sobre la implementación de actividades.

3.1 METAS DE ENERGÍAS LIMPIAS

3.1.1 Progreso de la meta de energías limpias

Las metas de Energías Limpias en la Estrategia están enfocadas a promover un cambio en la matriz de generación de energía eléctrica en México y transitar a tecnologías más limpias manteniendo la satisfacción de la demanda energética del país. Dichas metas son complementarias a lo establecido en la LTE a 2024 y están alineadas al cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (Agenda 2030), principalmente con el objetivo 7 “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”.

TABLA 3 METAS DE ENERGÍAS LIMPIAS.

2024	2033	2050
35% de la generación eléctrica total	39.9% de la generación eléctrica total	50 % de la generación eléctrica total

Las metas de Energía Limpia cuentan con tres componentes: corto, mediano y largo plazo. Para su elaboración, se consideraron como referencia escenarios oficiales de la SENER. Para el periodo de enero-diciembre 2022 se incrementó la capacidad instalada de energía limpia a 31,369 MW, lo que equivale a un incremento del 6.31% con respecto al 2020.

Durante el 2022, se adicionaron 1,862 MW de tecnología limpia al SEN respecto del año 2020, siendo los sistemas fotovoltaicos y Eoloelectrica las tecnologías con mayor crecimiento, con una tasa de cambio del 26.9% y 6.4% respecto al 2020 (TABLA 4).

TABLA 4 EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE LA CFE Y DEL RESTO DE LOS PERMISIONARIOS (MW)¹⁰.

TECNOLOGÍA	2019	2020	2021	2022
Hidroeléctrica	12,612	12,612	12,614	12,613
Geotermoeléctrica	899	951	976	976
Eoloeléctrica	6,050	6,504	6,977	6,921
Fotovoltaica	3,646	5,149	5,955	6,535
Bioenergía ¹¹	375	378	378	408
Nucleoeléctrica	1,608	1,608	1,608	1,608
Cogeneración Eficiente	1,710	2,305	2,305	2,308
Total capacidad limpia	26,900	29,507	30,813	31,369

FUENTE: Elaborado por SENER con información del CENACE, CRE y CFE

En el 2020, año atípico debido a la emergencia sanitaria ocasionada por el virus SARS-CoV-2, se generaron 317,268.51 GWh de energía eléctrica, notándose una disminución del 1.34% respecto al 2019 (321,584.42 GWh). Sin embargo, la generación proveniente de fuentes limpias aumentó de 71,483.4 GWh (2019) a 84,299.8 GWh (2020), lo cual representa un incremento del 17.9%.

En el 2022, se generaron 340,712.75 GWh de energía eléctrica, notándose un incremento del 7.38% respecto al 2020 (317,268.51 GWh). Sin embargo, la generación proveniente de fuentes limpias aumentó de 84,299.8 GWh (2020) a 106,171 GWh (2022), lo cual representa un incremento del 25.9%. La aportación de generación de electricidad por fuentes limpias al total del 2022 es de 31.2%, aumentando 4.6% respecto al año 2020 (26.6%).

TABLA 5 EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN DE LA CFE Y DE LOS PERMISIONARIOS (PRINCIPALES TECNOLOGÍAS GWh).

TECNOLOGÍA	2019	2020	2021	2022
Hidroeléctrica	23,602	26,817	34,719	35,559
Geotermoeléctrica	5,061	4,575	4,243	4,413
Eoloeléctrica	16,727	19,703	21,075	20,529
Fotovoltaica	9,964	15,836	20,195	20,342
Bioenergía	1,867	2,207	1,596	2,141
Nucleoeléctrica	10,881	10,864	11,606	10,540
Cogeneración Eficiente	3,378	4,295	3,416	4,204

FUENTE: Elaborado por SENER con información del CENACE, CRE y CFE

Con los datos presentados para el periodo 2020-2022, se observa un crecimiento favorable tanto en capacidad instalada como en generación proveniente de fuentes limpias (con crecimientos importantes en generación hidroeléctrica, fotovoltaica y eoloeléctrica) al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), consistente con la trayectoria de la meta establecida en la Estrategia.

¹⁰ Evolución de capacidad instalada por año de la CFE y del resto de los permisionarios del 01 de enero al 31 de diciembre de cada año.

¹¹ Incluye uso de biomasa, biomasa Generación Distribuida, bagazo de caña, biogás, biogás-Generación Distribuida, Relleno Sanitario y licor negro como combustibles de acuerdo con la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.

3.2 METAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

3.2.1 Progreso de la meta de eficiencia energética

Existen tres tipos de metas nacionales de eficiencia energética que suelen ser utilizados internacionalmente: (a) intensidad energética primaria; (b) intensidad energética de consumo final; y (c) consumo evitado por el sector. La LTE no definió una métrica específica para la eficiencia energética, a diferencia de la meta de Energías Limpias. En este sentido, y considerando las buenas prácticas internacionales y lo establecido en la LTE, la Conuee propuso a la SENER fijar la meta de eficiencia energética en términos de intensidad energética de consumo final como métrica, la cual cuenta con las siguientes características:

- Se evitan superposiciones con la meta de energías limpias enfocada a la generación de electricidad, y con las metas de cambio climático con relación a la reducción de emisiones relacionados a los compromisos nacionales en el Acuerdo de París.
- La meta se enfoca hacia el segmento de consumo final energético y que corresponde hacia donde el Gobierno Federal, a través de la Conuee y SENER, dirigen sus esfuerzos en materia de políticas y programas de eficiencia energética.
- La meta nacional de eficiencia energética se alinea con los objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).
- La meta cuenta con la capacidad de comparabilidad con valores de otros países o regiones, ya que la misma metodología de cálculo se ocupa en todo el mundo.

La intensidad energética de consumo final es un indicador de eficiencia energética que mide el progreso de ésta a través de la relación del consumo final de la energía respecto al Producto Interno del Bruto (PIB) del país, en términos constantes. Este cociente es principalmente un indicador de la productividad energética del país, ya que, mediante el análisis de cada sector, es posible comparar al paso del tiempo si los sectores productivos de la economía consumen más o menos cantidad de energía para producir el mismo valor económico en su actividad económica, o bien, si el sector residencial destina una mayor o menor porción de su ingreso al pago de su factura energética.

La Estrategia, planteó como meta de eficiencia energética la reducción de la intensidad de consumo final a una tasa promedio anual de 2.2% hasta el 2035, esto basado en el aprovechamiento de los potenciales factibles de ahorro de energía identificados en el país, que se logran a través del acceso a las mejores tecnologías en los sistemas de consumo de uso final y la adopción de las mejores prácticas de gestión de la energía y hábitos de consumo.

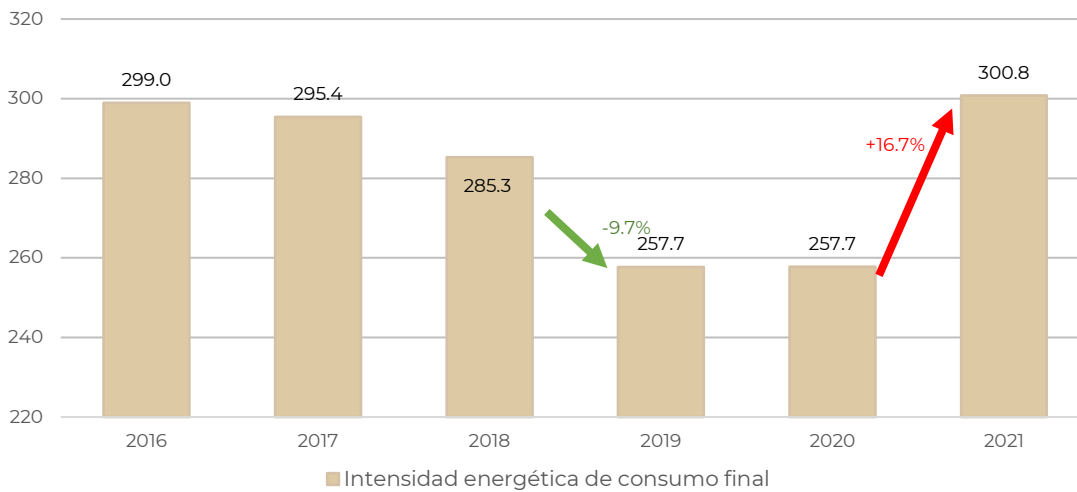
TABLA 6 META DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, 2020-2050.

METAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	
2020-2035	2035-2050
Tasa anual promedio de 2.2% de reducción de la intensidad de consumo final	Tasa anual promedio de 2.5% de reducción de la intensidad de consumo final de energía.

La meta de eficiencia energética fue resultado del modelado prospectivo del consumo final de energía del país, utilizando como insumo el escenario macroeconómico facilitado por la SENER a la Conuee, y la información del Balance Nacional de Energía base 2016.

Para 2016, la intensidad energética de consumo final fue de 299.0 GJ/millones de pesos a precios de 2013 y su tendencia se mantuvo a la baja de 2016 a 2020, con un ritmo del 3.6% en promedio anual, sin embargo, uno de los periodos más significativos fue de 2018 a 2019, que disminuyó 9.7%. Posteriormente se muestra un crecimiento del 16.7% llegando a 300.8 GJ/millones de pesos de 2013 en 2021 (FIGURA 1).

FIGURA 1 EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA DE CONSUMO FINAL, 2016 - 2021

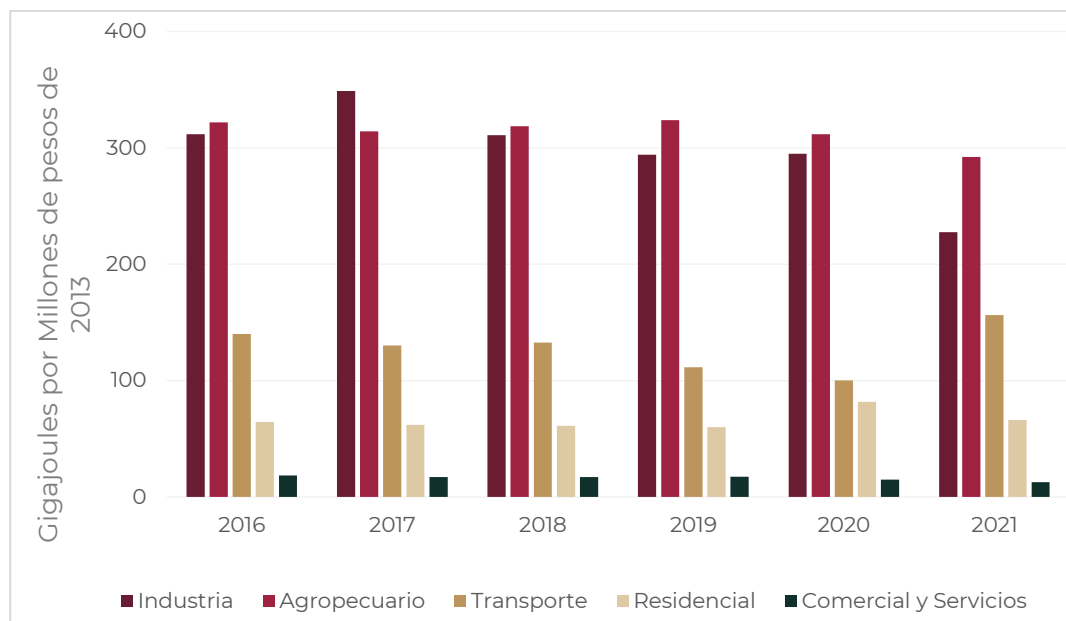


FUENTE: Conuee con información de INEGI y SENER, BNE (2017-2021)

La intensidad energética de consumo final se compone, a su vez, de las intensidades de los principales sectores, las cuales se obtienen con el consumo energético y el valor agregado a precios constantes de los sectores industrial, comercial y servicios, transporte y agropecuario.

Las intensidades energéticas de cada sector de consumo final han tenido diferentes comportamientos en estos últimos años (FIGURA 2). Destaca que los sectores industrial y comercial- servicios, han presentado disminuciones constantes en sus intensidades energéticas entre 2017 y 2021; este mismo comportamiento presenta el sector agropecuario, pero entre 2019 y 2021. Por otro lado, el sector residencial presentó un aumento significativo en su consumo durante 2020 debido a la emergencia sanitaria provocada por el virus SARS-CoV2. Finalmente, la intensidad del sector transporte creció 63.4% entre 2020 y 2021.

FIGURA 2 EVOLUCIÓN DE LAS INTENSIDADES ENERGÉTICAS DE CONSUMO FINAL POR SECTOR, 2016 – 2021



Sector	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
Industria	11.7%	-10.4%	-7.2%	-9.1%	-18.7%
Transporte	-5.0%	4.0%	-16.1%	-17.2%	63.4%
Residencial	-0.7%	1.2%	-1.5%	22.2%	-12.9%
Comercial y Servicios	-5.2%	3.1%	2.7%	-21.1%	-10.2%
Agropecuario	0.9%	4.0%	1.4%	-3.1%	-3.9%

FUENTE: Conuee con información de INEGI y SENER, BNE (2017-2021)

Al realizar un análisis por separado de las variables que componen la meta de eficiencia energética, se observa que la tasa media de crecimiento anual del consumo final permaneció casi en el mismo nivel de 2016 a 2021, en tanto que la economía del país creció en 0.1% en el mismo periodo. Por otro lado, a nivel sectorial se han registrado algunos eventos específicos:

- El sector transporte ha experimentado un crecimiento promedio anual del 2.3% en el periodo 2016-2021. Este comportamiento se atribuye a una reducción en el consumo de energía entre 2016 y 2020, pasando de 2,485.0 PJ a 1,703.7 PJ. Posteriormente, se observa una recuperación significativa en los niveles de consumo previos a la pandemia, con un consumo de 2,784.6 PJ en 2021, lo que representa un aumento del 63.4% en comparación con el año anterior. Cabe destacar que el consumo de gasolinas, naftas y diésel en el subsector de autotransporte es la principal fuente de consumo dentro de este sector.
- El sector industrial, el segundo sector de consumo final más intensivo, disminuyó su intensidad energética a una tasa media anual de 6.1% de 2016 a 2021, lo cual se debió a que el consumo del sector se redujo en promedio anual 7.3% durante este mismo periodo. Cabe destacar que, en 2021, los dos energéticos más importantes en este sector fueron la electricidad y el gas natural, con 380.1 PJ y 376.3 PJ respectivamente, teniendo cada uno una tercera parte de participación en el total del consumo del sector.

- La intensidad energética del sector residencial de 2016 a 2019 tenía una tendencia a la baja puesto que pasó de 64.3 a 59.9 CJ/MM MXN 2013, sin embargo, esto cambio a consecuencia de la pandemia, generando que la intensidad de 2019 a 2020 presentara un incremento del 22.2%. Consecuentemente para el 2021 disminuyó 12.9%. Asimismo, cabe señalar que en los últimos años la energía solar ha tenido un aumento considerable, que comienza al sustituir parcialmente el consumo de gas LP destinado al calentamiento de agua, sin embargo, aún es poco significativo en el total.
- El sector comercial – servicios disminuyó su consumo energético en un 28.9% de 2016 a 2021. En el mismo periodo destaca el incremento en un 66.6% el consumo de energía solar, disminuyendo a su vez, el consumo de gas licuado de petróleo (6.2%) y el de gas natural (17.8%).
- Finalmente, el consumo del sector agropecuario disminuyó 0.2% en promedio anual de 2016 a 2021, teniendo un incremento en el consumo de electricidad de 7.8 PJ y bajando en 8.6 PJ el consumo del gas licuado en este periodo.

4 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LAS LÍNEAS DE ACCIÓN DE LA ESTRATEGIA

4.1 LÍNEAS DE ACCIÓN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA

4.1.1 Transporte

El sector transporte representa el mayor consumidor de energía a nivel nacional, dado que representó el 52.0% del consumo energético final en 2021. Es por ello, por lo que este sector es clave en el cumplimiento de las metas de largo plazo en la TES de México. La evolución de este sector es estimulada, de manera acelerada, por un cambio social y tecnológico.

La Estrategia ha dedicado originalmente 21 líneas acción enfocadas al ahorro y uso eficiente de energía del sector transporte, las cuales se encuentran divididas en tres segmentos:

- Tecnologías vehiculares eficientes.
- Infraestructura que facilite la integración de diversas modalidades de transporte.
- Urbanización, planeación de las ciudades y reducción de la necesidad de movilidad.

Al concluir la revisión anual 2023, el GTRE identifica que seis líneas de acción deben ser actualizadas para fortalecer la promoción de la electromovilidad, y una línea adicional debe ser considerada en el segmento de “Tecnologías vehiculares eficientes” para considerar la penetración de los vehículos eléctricos e híbridos en las flotillas del sector privado y público, de acuerdo con las facultades en movilidad de cada estado.

TABLA 7 LÍNEAS DE ACCIONES SOBRE TECNOLOGÍAS VEHICULARES EFICIENTES.

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
REGULACIONES POLÍTICA PÚBLICA	Ampliar y fortalecer las NOMs de rendimiento mínimo de combustible para todos los vehículos.	Vigente	Vigente	Actualizar	Ampliar y fortalecer las NOMs de rendimiento mínimo de combustible para todos los vehículos automotores.
	Ampliar y fortalecer las NOMs de calidad de combustibles de forma responsable y que permita una transición ordenada al uso de tecnologías y combustibles más limpios.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Fortalecer la regulación del tránsito vehicular con base en rendimiento de combustibles.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Fortalecer la política fiscal considerando las externalidades	Vigente	Vigente	Vigente	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
	de los combustibles fósiles utilizados en el transporte.				
	Promover el uso de vehículos híbridos, eléctricos y con tecnologías eficientes.	Vigente	Vigente	Vigente	
CAPACIDADES TÉCNICAS Y RECURSOS HUMANOS	Desarrollar programas de preparación de especialistas en eficiencia energética asociados a la manufactura en el sector.	Vigente	Vigente	Vigente	
MERCADOS FINANCIAMIENTO Y	Establecer programas de renovación del parque vehicular.	Vigente	Vigente	Actualizar	Promover el establecimiento de programas de renovación del parque vehicular que incluyan el uso de vehículos híbridos, eléctricos, con tecnologías eficientes, y que consideren el reciclaje de componentes.
	Promover metas de integración anual de vehículos eléctricos y/o híbridos en flotillas públicas y privadas			Nueva	
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN	Desarrollar un mapa de ruta para la sustitución gradual del uso de combustibles fósiles por tecnologías limpias en ciudades.	Vigente	Vigente	Actualizar	Desarrollar un mapa de ruta para la sustitución gradual del uso de combustibles fósiles por tecnologías vehiculares eficientes y más limpias.

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 8 LÍNEAS DE ACCIÓN SOBRE INFRAESTRUCTURA QUE FACILITE LA INTEGRACIÓN DE DIVERSAS MODALIDADES DE TRANSPORTE.

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
REGULACIONES Y POLÍTICA PÚBLICA	Promover programas obligatorios de sustitución del parque vehicular del transporte público por vehículos de alto rendimiento energético, incluyendo vehículos eléctricos.	Vigente	Vigente	Actualizar	Promover programas obligatorios de sustitución del parque vehicular del transporte público por vehículos de alto rendimiento energético, incluyendo vehículos híbridos y eléctricos.
	Desarrollar normas técnicas para los sistemas de recarga eléctrica vehicular.	Vigente	Vigente	Actualizar	Desarrollar el marco regulatorio y normativo para la incorporación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos al Sistema Eléctrico Nacional.
	Desarrollar políticas y normatividad para el mejoramiento y aprovechamiento de la infraestructura para las diversas modalidades de transporte, buscando su integración con el acceso a nuevas tecnologías.	Vigente	Vigente	Vigente	
INSTITUCIONES	Establecer un programa nacional de fortalecimiento de instituciones municipales encargadas de la movilidad urbana.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Fortalecer los esquemas de coordinación subnacional para facilitar la interconectividad del transporte público.	Vigente	Vigente	Vigente	
CAPACIDADES TÉCNICAS	Desarrollar programas de formación y capacitación de especialistas en la planeación,	Vigente	Vigente	Actualizar	Desarrollar programas de innovación para la formación y

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
RECURSOS HUMANOS	desarrollo y operación de sistemas de movilidad multimodal.				capacitación de especialistas en la planeación, desarrollo y operación de sistemas de movilidad multimodal y promover la participación de personal calificado en los proyectos de electrificación del transporte y electromovilidad.
MERCADOS FINANCIAMIENTO	Promover el desarrollo de infraestructura para las diversas modalidades de movilidad.	Vigente	Vigente	Vigente	
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO INNOVACIÓN	Fortalecer la capacidad de centros de investigación para apoyar el desarrollo, innovación, seguimiento y evaluación de tecnologías y modelos de movilidad urbana.	Vigente	Vigente	Vigente	

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 9 LÍNEAS DE ACCIÓN SOBRE URBANIZACIÓN, PLANEACIÓN DE LAS CIUDADES Y REDUCCIÓN DE LA NECESIDAD DE MOVILIDAD.

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
REGULACIONES Y POLÍTICA PÚBLICA	Fortalecer la política de expansión vertical urbana y de movilidad multimodal.	Vigente	Vigente	Vigente	
INSTITUCIONES	Diseñar e implementar programas de fortalecimiento de capacidades de diseño y gestión de acciones de	Vigente	Vigente	Vigente	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO DE EVALUADO)	PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN		
		2020	2021	2022	
	reordenamiento urbano en los gobiernos subnacionales.				
CAPACIDADES TÉCNICAS Y RECURSOS HUMANOS	Desarrollar programas de formación de especialistas en la planeación, desarrollo y operación de planes y programas de reordenamiento urbano.	Vigente	Vigente	Vigente	
MERCADOS FINANCIAMIENTOS	Desarrollar infraestructura de movilidad y programas de reordenamiento urbano.	Vigente	Vigente	Vigente	
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN	Fortalecer la capacidad de los centros académicos y de investigación para el desarrollo, seguimiento y evaluación de programas de reordenamiento urbano.	Vigente	Vigente	Vigente	

FUENTE: Elaboración propia.

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

Durante las sesiones del GTRE resaltaron los múltiples proyectos en materia de movilidad eléctrica que forman parte de las acciones de la administración pública federal y estatal, entre ellos la promoción y desarrollo de electrolineras por parte del Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE) y el seguimiento a la penetración de autos eléctricos en la flotta nacional que realiza la CRE.

En relación con la promoción del uso de vehículos híbridos y eléctricos, CONUEE reporta que para los años 2020, 2021 y 2022 se observan tendencias favorables en las ventas de estos. En 2020 se contabilizó una venta total de vehículos híbridos y eléctricos de 24,405 unidades; para 2021 las ventas aumentaron un 93%, contabilizando un total de 47,079 unidades. Finalmente, para 2022 aumentaron 8% con respecto al año anterior, con un total de 51,065 unidades. Sobre las flotas eléctricas en el transporte público, se observa una tendencia en aumento durante los años 2020, 2021 y 2022. En el caso de la CDMX el número de unidades en circulación del trolebús pasó de 128 en el 2020, a 163 en el 2021, y 180 en el 2022. Mientras que en la ciudad de Guadalajara el número de unidades en operación pasó de 16 unidades en 2020, a 41 unidades en el 2021, y 47 en el 2022. Lo anterior, gracias a la adición de una nueva ruta denominada "Mi transporte eléctrico Guadalajara".

Sobre el establecimiento de programas de renovación del parque vehicular, se cuenta con el proyecto "Por un Estado Verde, Sustitución del Parque Vehicular a Gasolina por Vehículos Cero Emisiones 100% Eléctricos e instalación de paneles solares", que concluyó en 2018 y el proyecto "Programa para la promoción de la Electromovilidad" a través de la Inversión en Infraestructura de Recarga a la CFE.

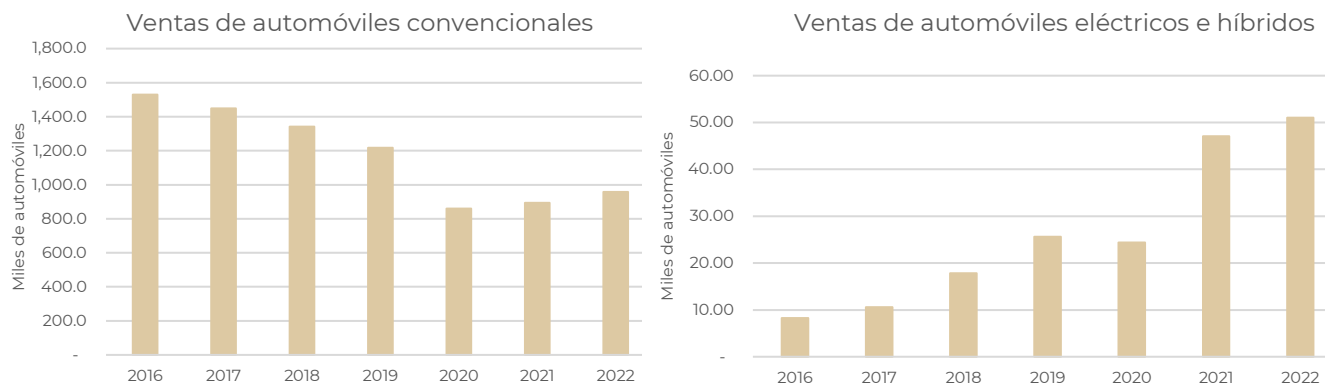


Aspectos positivos

México cuenta con la NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013, Emisiones de bióxido de carbono (CO₂) provenientes del escape y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3,857 kilogramos. Esta norma ha contribuido a que los vehículos ligeros nuevos que se incorporan anualmente al parque en circulación del país constantemente eleven el rendimiento del combustible. Actualmente se encuentra en proceso de actualización por parte de SEMARNAT, Conuee, y SE.

En el rubro de vehículos ligeros, en años recientes, se observan tendencias favorables hacia la transición energética del sector. Por un lado, ha ido al alza la adquisición de vehículos eléctricos o híbridos, la tendencia continuó hasta 2019 y se frenó en 2020, para volver a incrementarse en los años 2021 y 2022; mientras que, la población que adquiere un vehículo nuevo convencional de combustión interna presenta una disminución continua hacia el año 2020 y en los años 2021 y 2022 no ha recobrado los niveles previos a la pandemia.

FIGURA 3 VENTAS DE VEHÍCULOS LIGEROS NUEVOS POR TECNOLOGÍAS EN MÉXICO



FUENTE: Elaboración propia con información de AMIA e INEGI.

Barreras y oportunidades identificadas

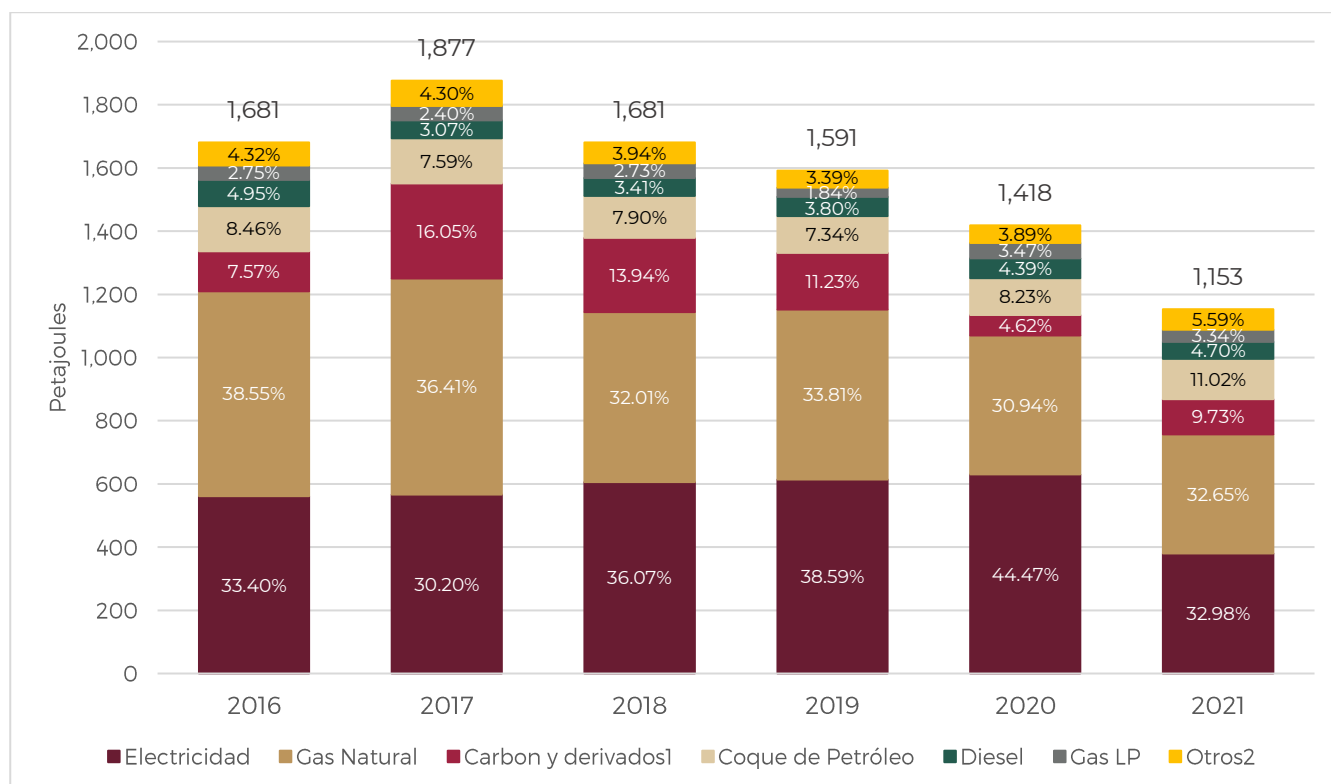
En lo concerniente a las oportunidades, detectadas en el tercer año de la Estrategia, se identifica lo siguiente:

- Retraso en la actualización de normativas ambientales y de seguridad que aplazan la penetración de tecnologías más eficientes;
- Falta de programas que incentiven la modernización de flotas vehiculares del transporte de pasajeros y mercancías en el país;
- Insuficiente infraestructura y financiamiento para la promoción de la “Electromovilidad”; y
- Una cultura que sobrevalora modos de transporte individuales.

4.1.2 Industria

El sector industrial en los últimos tres años enfrentó tendencias encontradas. Por un lado, una reducción en la producción y en el consumo de energía por la caída de materias primas y las interrupciones en las cadenas de valor, y a la par hubo una alta demanda de productos. Resalta que en 2021 la actividad industrial presentó un menor uso de electricidad en su consumo de energía, pero el carbón y sus derivados y el bagazo de caña tuvieron una mayor participación respecto a años anteriores.

FIGURA 4 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA POR FUENTE, 2016-2021



¹Se refiere al consumo energético de carbón y coque del carbón

²Incluye querosenos, gasolinas y naftas, energía solar y bagazo de caña.

FUENTE: Elaboración propia con datos del SIE (2023), SENER | Sistema de Información Energética | Consumo final de energía en el sector industrial (energia.gob.mx)

NOTA: La suma de los parciales puede no coincidir con los totales debido al redondeo de las cifras

La Estrategia contiene 13 líneas acción enfocadas al ahorro y uso eficiente de energía en este sector. Al concluir la revisión anual, el GTRE identifica que todas las líneas de acción de este sector se encuentran vigentes, y que 5 de ellas deben ser modificadas.

TABLA 10 LÍNEAS DE ACCIÓN EN LA INDUSTRIA.

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
REGULACIONES Y POLÍTICA PÚBLICA	Unificar criterios para requisitar información ambiental y energética para grandes usuarios de energía.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Fortalecer la política fiscal con criterios de eficiencia energética y uso de energías limpias.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Simplificar la regulación para explotar potenciales de cogeneración y de energías limpias.	Vigente	Vigente	Actualizar	Actualizar el marco regulatorio para fomentar el potencial de cogeneración eficiente y energías limpias.
	Homologar la regulación ambiental y de desempeño energético con socios comerciales.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Desarrollar programas de incentivos, acreditaciones y reconocimientos para promover los Sistemas de Gestión de Energía (SGEn).	Vigente	Vigente	Vigente	
	Fortalecer y ampliar los programas de promoción para eficiencia energética y uso de energías limpias en MiPyMEs.	Vigente	Vigente	Actualizar	Fortalecer y ampliar los programas de promoción para eficiencia energética y uso de energías limpias en PyMES y MiPyMEs.
INSTITUCIONES	Fortalecer los sistemas y los programas asociados a certificaciones internacionales en materia de eficiencia energética y protección al ambiente aplicados a la industria.	Vigente	Vigente	Vigente	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
	Fortalecer los esquemas de funcionamiento de Empresas de Servicios Energéticos (ESCO) para instalaciones industriales del sector público y privado.	Vigente	Vigente	Actualizar	Fomentar los esquemas de funcionamiento de Empresas de Servicios Energéticos (ESCO) para instalaciones industriales del sector público y privado.
CAPACIDADES TÉCNICAS RECURSOS HUMANOS	Establecer programas de gran alcance para el desarrollo de capacidades nacionales para la implantación y certificación de SGEEn.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Establecer programas de capacitación permanente de cuadros directivos y de soporte para diseñar e implantar proyectos y programas de eficiencia energética y aprovechamiento de energías limpias en el sector industrial.	Vigente	Vigente	Actualizar	Establecer programas de capacitación permanente de cuadros directivos y de soporte para diseñar e implementar proyectos y programas de eficiencia energética y aprovechamiento de energías limpias en el sector industrial.
MERCADOS Y FINANCIAMIENTO	Establecer la implementación de SGEEn en industrias, así como programas para la adopción de tecnologías que mejoren el nivel de eficiencia energética y reduzcan el impacto ambiental.	Vigente	Vigente	Actualizar	Promover la implementación de SGEEn en industrias, así como programas para la adopción de tecnologías que mejoren el nivel de eficiencia energética y reduzcan el impacto ambiental.
	Desarrollar mecanismos para impulsar la eficiencia energética en este sector.	Vigente	Vigente	Vigente	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO INNOVACIÓN	Desarrollar y fortalecer capacidades de investigación, adopción y asimilación tecnológica asociadas a materiales, equipos, sistemas y procesos de carácter industrial orientados a las necesidades de la industria nacional.	Vigente	Vigente	Vigente	

FUENTE: Elaboración propia.

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

Sobre el desarrollo de programas de incentivos, acreditaciones y reconocimientos para promover los Sistemas de Gestión de Energía (SGEn), CONUEE reporta que actualmente 44 instalaciones mayores de Pemex ya cuentan con un sistema de gestión tipo ISO-50001 implementado, de las cuales 28, ya tienen la certificación correspondiente bajo un esquema multi-sitios, entre los cuales se encuentran las seis refinerías del Sistema Nacional de Refinación. Este proceso ha permitido ahorrar para el 2021, el equivalente a más de 1.5 millones de barriles de petróleo. En ese mismo año, más de la mitad de los Usuarios de Patrón de Alto Consumo (UPAC) manifiesta interés en implementar un SGEn en sus instalaciones, aumentando de 12 a 21 el número que ha obtenido certificado de cumplimiento con la ISO-50001; 53 se encuentran en proceso de implementación de un SGEn y 50 refieren desconocerlos.

Siguiendo en el tema industrial, los cursos reportados por CONUEE para fortalecer y ampliar los programas de promoción para eficiencia energética y uso de energías limpias en MiPyMEs, son los siguientes:

- Esquema de aplicación de mejores prácticas de eficiencia energética y gestión de la energía en PyMEs del sector manufactura.
- Eventos de promoción y capacitación.
- Foro de aprovechamiento sustentable de la energía en las MiPyMEs.

Los talleres virtuales fueron llevados a cabo en las ciudades de Pachuca, Toluca, CDMX, Guadalajara, Chignahuapan, Tepeaca, Culiacán, Tuxtepec y Salina Cruz. Además, se continuó promoviendo la aplicación móvil "Pymes Ahorro y Energía", que provee de información y recomendaciones sobre ahorro y uso eficiente de la energía a los establecimientos de los sectores del comercio, servicios y manufactura, la cual en 2022 fue descargada por más de 400 usuarios a través de los sistemas operativos Android y iOS 15.

Respecto al establecimiento de programas de capacitación permanente de cuadros directivos y de soporte para diseñar e implantar proyectos y programas de eficiencia energética y aprovechamiento de energías limpias en el sector industrial, CONUEE reporta la publicación de una Metodología para el "Diagnóstico energético en sistemas de generación y distribución de vapor" (Calderas, Aislamiento y Fugas de vapor). Aunado a ello, ejecutan la Semana de la Eficiencia Energética en la Industria 2021, con el desarrollo y transmisión a través del canal de la CONUEE en YouTube.

En relación con la implementación de SGEn en industrias, CONUEE reporta el apoyo a Pemex en la realización de 10 auditorías de tercera parte sobre el desempeño de sus sistemas de gestión de la energía (conforme a la norma ISO 50001) en grandes centros de trabajo (auditorías presenciales y a distancia). En este sentido, la CONUEE revisa y autoriza los planes de auditoría y da seguimiento a la atención de hallazgos y actividades de mejora continua. Dentro de los mecanismos para impulsar la eficiencia energética en este sector, la SENER, a través de la Dirección

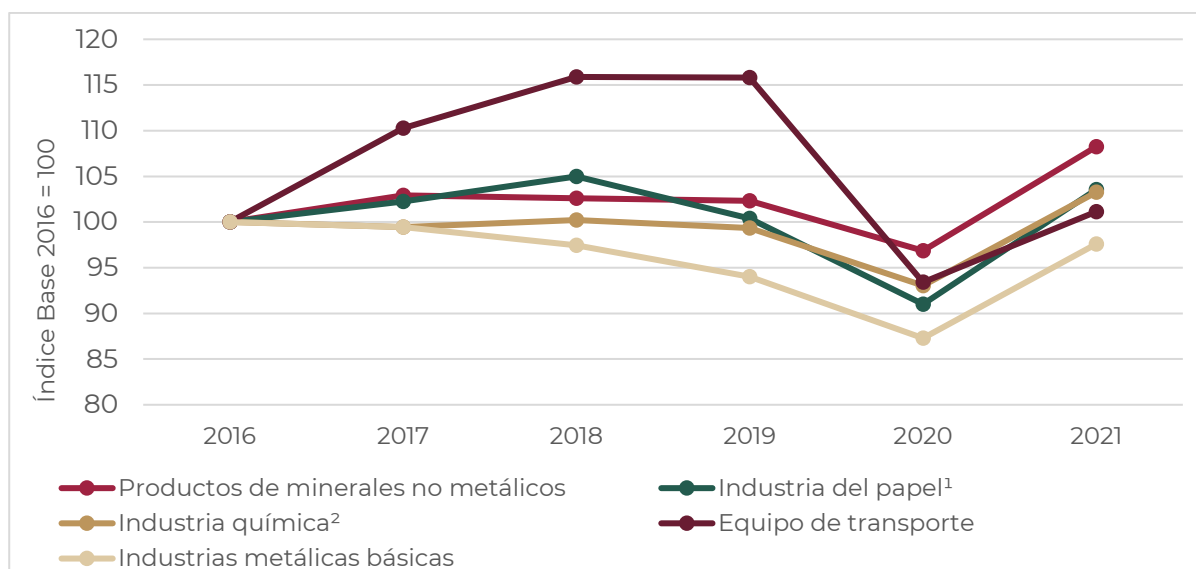
General de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos (DGIDT) cuenta con el programa “Eco Crédito Empresarial” para la mejora de tecnologías en eficiencia energética.

Aspectos positivos

El sector industrial se vio fuertemente afectado por la pandemia, sin embargo, ésta influyó de manera diferente en cada rama del sector. Entre las más afectadas destacan las industrias que fabrican equipo de transporte, las cuales tuvieron una caída en su producción física de 22.4% entre 2019 y 2020. En 2020, también hubo caídas en la industria de metales básicos, la industria del papel, y la industria química, las cuales se vieron afectadas disminuyendo su producción física en 12.7%, 9.0% y 7.0% respectivamente entre 2016 y 2020.

La industria de productos minerales no metálicos fue la que mostró el mayor crecimiento de su producción física, con 8.2% entre 2016 y 2021. Sin embargo, en el periodo 2020 y 2021, la producción física de la industria del papel fue la de mayor recuperación con 12.5%, seguida de la industria de productos minerales no metálicos con 11.4%, mientras que las industrias metálicas básicas tuvieron un incremento de 10.3% en el mismo lapso, aunque esta última mostró un decremento de su producción física de 2.4% entre los años 2016-2021 (FIGURA 5).

FIGURA 5 TENDENCIA DE ÍNDICE DE PRODUCCIÓN FÍSICA DE LAS PRINCIPALES INDUSTRIAS, 2016-2021



FUENTE: Elaboración propia con información de INEGI y SIE-SENER.

1Industria del papel incluye también Impresión e industrias conexas

2Industria Química incluye también Industria del plástico y del hule

Barreras y oportunidades identificadas

En lo concerniente a las oportunidades, detectadas en el tercer año de la Estrategia, se identifica lo siguiente:

- Dificultad de brindar continuidad a las políticas públicas en el largo plazo.
- Insuficiente coordinación interinstitucional en el sector gubernamental y privado para impulsar la eficiencia energética en la industria, especialmente con el sector medio ambiente.
- Resistencia cultural de la PyMES al cambio de procesos o tecnologías industriales más eficientes.

- Ausencia de incentivos para promover la investigación y desarrollo de procesos y tecnologías más eficientes para el sector industrial.
- Altos costos (o percepción de ello) de las tecnologías de eficiencia energética y en los procesos de certificación de productos y servicios.

Insuficiente financiamiento y falta de incentivos para promover la eficiencia energética.

4.1.3 Edificaciones

El sector edificaciones se compone de edificaciones de uso residencial y edificaciones de uso no residencial. Ambos tipos de edificaciones comparten semejantes usos finales o servicios energéticos, cuyas tecnologías han sido atendidas con la implementación de distintas NOM de eficiencia energética (NOM-ENER), enfocadas a distintos tipos de equipos electrodomésticos, sistemas de iluminación y de acondicionamiento de espacios.

La Estrategia ha dedicado originalmente 14 líneas acción enfocadas al ahorro y uso eficiente de energía del sector de las edificaciones. Al concluir la revisión anual, el GTRE identifica que nueve líneas de acción de este sector, deben ser actualizadas para considerar el rol de las instalaciones eléctricas de los inmuebles y el papel del ahorro como un mecanismo para financiar programas de adquisición de tecnologías para la eficiencia energética.

TABLA 11 LÍNEAS DE ACCIÓN EN EDIFICACIONES

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO)			PROPUESTA ACTUALIZACIÓN	DE
		2020	2021	2022			
REGULACIONES Y POLÍTICA PÚBLICA	Integrar y aplicar códigos de eficiencia energética en reglamentos de construcción locales (estatales y/o municipales).	Vigente	Vigente	Actualizar		Integrar y aplicar códigos de conservación de energía en los reglamentos de construcción estatales y/o municipales para edificaciones nuevas o en reconversión.	
	Mantener, actualizar y fortalecer las NOM de eficiencia energética y sus sistemas de evaluación de la conformidad.	Vigente	Vigente	Actualizar		Mantener, actualizar y fortalecer las NOM de eficiencia energética y de instalaciones eléctricas, así como sus sistemas de evaluación de la conformidad.	
	Establecer registros públicos de edificaciones que permitan caracterizar y monitorear su desempeño energético.	Vigente	Vigente	Actualizar		Promover la implementación de acciones de eficiencia energética, uso de energías limpias y la medición del desempeño energético en las	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO)			PROPUESTA ACTUALIZACIÓN	DE
		2020	2021	2022			
						edificaciones y el estado de sus instalaciones eléctricas.	
	Implementar encuestas nacionales y regionales sobre características, equipamiento y patrones de consumo energético en edificaciones.	Vigente	Vigente	Actualizar		Implementar encuestas nacionales y regionales sobre características, equipamiento y patrones de consumo energético y estado de instalaciones eléctricas en edificaciones.	
	Establecer mecanismos de contratos de desempeño energético para edificios existentes en la Administración Pública.	Vigente	Vigente	Actualizar		Impulsar mecanismos de contratos de desempeño energético para edificios existentes en la Administración Pública.	
	Establecer obligaciones y mecanismos de información sobre el desempeño energético de las edificaciones.	Vigente	Vigente	Actualizar		Establecer registros públicos de edificaciones que permitan caracterizar y monitorear su desempeño energético.	
	Incluir criterios de desempeño energético en los procesos públicos de adquisiciones.	Vigente	Vigente	Vigente			
INSTITUCIONES	Fortalecer las capacidades estatales y municipales para la integración y el cumplimiento de elementos de eficiencia energética en sus reglamentos de construcción y de manejo de programas de eficiencia energética en edificios.	Vigente	Vigente	Actualizar		Fortalecer las capacidades estatales y municipales para la integración y el cumplimiento de elementos de eficiencia energética y de instalaciones eléctricas en sus reglamentos de construcción y de	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO		PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
					manejo de programas de eficiencia energética en edificios.
CAPACIDADES TÉCNICAS RECURSOS HUMANOS	Desarrollar capacidades de modelado de desempeño energético en edificaciones de la construcción	Vigente	Vigente	Vigente	
	Elaborar normas, programas de capacitación y esquemas de certificación de instaladores y constructores calificados para la instalación de tecnologías eficientes relacionadas con la envolvente térmica.	Vigente	Vigente	Actualizar	Elaborar normas, programas de capacitación y esquemas de certificación de instaladores y constructores calificados para la instalación de tecnologías eficientes relacionadas con la envolvente térmica e instalaciones eléctricas.
	Establecer programas y/o instituciones para profesionalizar a los administradores energéticos de los edificios.	Vigente	Vigente	Vigente	
MERCADOS FINANCIAMIENTO	Fortalecer programas de financiamiento para adquirir tecnología de eficiencia energética o de energía renovable en sus instalaciones nuevas o existentes.	Vigente	Vigente	Actualizar	Fortalecer programas de financiamiento y ahorro, para adquirir tecnología de eficiencia energética o de energía renovable en sus instalaciones nuevas o existentes
	Establecer reconocimientos a los productores y agentes que superan las normas de eficiencia energética en niveles de cumplimiento, a fin de impulsar las mejores	Vigente	Vigente	Vigente	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO)			PROPUESTA ACTUALIZACIÓN	DE
		2020	2021	2022			
	prácticas de construcción energéticamente eficiente.						
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO INNOVACIÓN	Fortalecer las capacidades nacionales y regionales de investigación relativas al uso de energía en edificios.	Vigente	Vigente	Vigente			

FUENTE: Elaboración propia.

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

Por lo que se refiere a mantener, actualizar y fortalecer las NOM de eficiencia energética y sus sistemas de evaluación de la conformidad, CONUEE en 2021 presentó 5 proyectos de NOM-ENER: PROY-NOM-010-ENER-2020, PROY-NOM-014-ENER-2020, PROY-NOM-022-ENER/SE-2020, PROY-NOM-034-ENER/SE-2020 y PROY-NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2021. Y la PROY-NOM-019-ENER-2021 que está pendiente de publicar. Asimismo, CONUEE realizó 105 evaluaciones: 71 a LP, 26 a OC y 8 Unidades de Inspección (UI).

En cuanto al fortalecimiento de programas de financiamiento para adquirir tecnología de eficiencia energética o de energía renovable, CONUEE reporta que a través del FOTEASE apoyaron a 64 proyectos con recursos provenientes de las aportaciones recibidas en el patrimonio del Fideicomiso. El Fondo autorizó recursos principalmente para fomentar la eficiencia energética en alumbrado público municipal, electromovilidad, paneles fotovoltaicos, Generación Distribuida y bombeo de agua. Por su parte, la DGIDT reportó bajo este apartado la conclusión del "Programa de Eficiencia Energética en Edificios de Oficinas de la Administración Pública Federal".

Aspectos positivos

El sector de las edificaciones cuenta con NOM-ENER y programas de eficiencia energética, tanto para el sector residencial como no residencial, cuya continuidad ha dado resultados positivos al paso de los años, en particular a través del Programa de Normalización de la Eficiencia Energética de equipos y sistemas consumidores de energía, y el Programa de Ahorro de Energía en Edificios de la Administración Pública Federal.

Por un lado, el consumo de energía en el sector residencial da cuenta de una cuarta parte del consumo final total mundial de energía¹²; en términos de intensidad energética en el sector residencial de México, se refleja un gran proceso estructural en los últimos 25 años, donde las regulaciones técnicas aplicables a equipos y sistemas de uso final y el cambio tecnológico han estimulado una notable reducción del consumo de energía necesaria para una variedad de servicios energéticos de los hogares, incluyendo iluminación, confort, preparación y conservación de alimentos e higiene personal, y en ocasiones éstas van en acompañamiento a programas de alcance más limitado. Desde 1995 a la fecha, la Conuee ha elaborado y publicado un número importante de NOM-ENER, que establecen valores mínimos de desempeño energético en los equipos y sistemas más utilizados en los hogares.

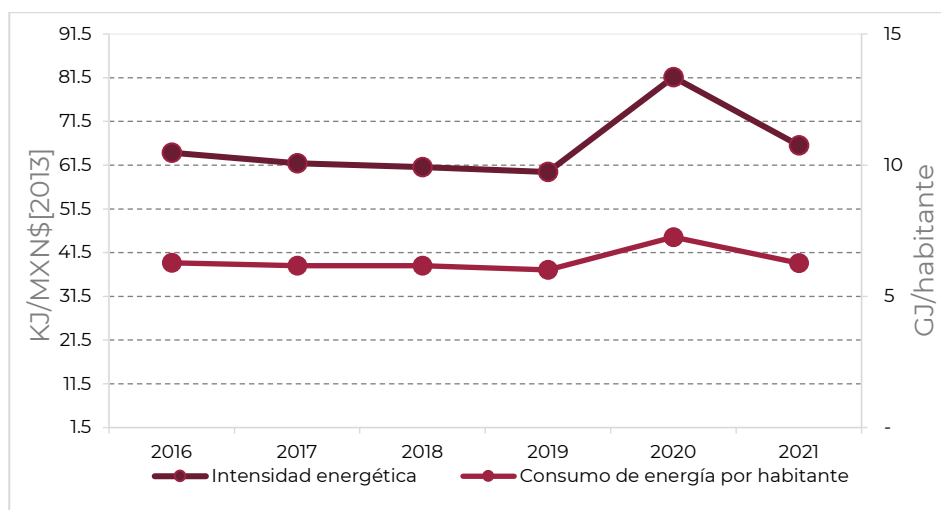
El Programa de Normalización de la Eficiencia Energética regula la entrada y comercialización de equipos y sistemas consumidores de energía en el mercado nacional, propicia una mejora continua de niveles de rendimiento energético de los equipos normalizados y ha sido la base técnica para el desarrollo de los programas

¹²Internacional Energy Agency (IEA). (2007). Manual de estadísticas energéticas. En: [Energy Statistics Manual – Analysis - IEA](#)

de sustitución de electrodomésticos y tecnologías de iluminación en los hogares, promovidos por el Gobierno Federal en los últimos años.

Así, los hogares del país muestran un aumento tanto de su intensidad energética como del consumo de energía por habitante entre 2016-2021, del orden de 6.7% y 1.6%, respectivamente (FIGURA 6).

FIGURA 6 INTENSIDAD ENERGÉTICA DEL SECTOR RESIDENCIAL Y CONSUMO DE ENERGÍA PER CÁPITA DEL SECTOR RESIDENCIAL

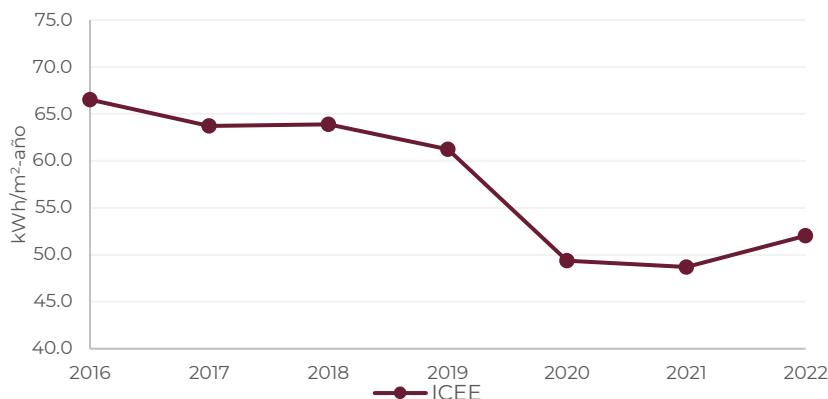


FUENTE: Conuee con base en INEGI, SENER y CONAPO.

Por otro lado, el Programa de Eficiencia Energética en Edificios de la Administración Pública Federal de México, diseñado y operado por la Conuee, tiene como fundamento la gestión de la energía, es decir, la atención sistemática y coordinada a los consumos de energía de las instalaciones, apoyada con lineamientos a la compra y/o arrendamiento de equipos e instalaciones. La práctica de invertir es baja en este sentido, aunque es inversión que permite acotar el desperdicio de energía e integrar adecuadamente tecnología que reduzca su consumo de energía sin reducir los servicios energéticos que provee. Este programa ya cumple más de 20 años de funcionamiento y ha logrado, con recursos limitados, pero con una gran participación de miles de funcionarios públicos en el Gobierno Federal, reducir sistemáticamente la intensidad energética de sus edificios a lo largo de su vigencia.

Como referencia del Programa, el total del consumo eléctrico de 100 inmuebles mayores de la APF ha disminuido considerablemente; mientras que, en 2016, el índice de consumo de energía eléctrica (ICEE) fue de 66.5 kWh/m²-año para 2022 disminuyó a 52.0 kWh/m²-año, una reducción de 21.8%. Cabe destacar que en 2020 y 2021, se redujo la actividad dentro de los edificios de la APF al mínimo, debido a la pandemia ocasionada por el virus SARS-CoV-2, teniendo un aumento de actividad en 2022. (FIGURA 7).

FIGURA 7 EVOLUCIÓN DEL ICEE DE LOS 100 EDIFICIOS MAYORES DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL.



FUENTE: Conuee.

Adicionalmente, existen programas de eficiencia energética dirigidos al sector de las edificaciones, tanto residenciales como no residenciales, en particular, programas impulsados por esta Dependencia, a través de financiamiento de la Banca de Desarrollo y la entrega de un incentivo energético a los participantes, como lo son: el Programa de Mejoramiento Sustentable en Vivienda Existente, en colaboración con la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) y el Programa Eco-crédito Empresarial Masivo, ambos operados por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE); así como el Proyecto de Eficiencia y Sustentabilidad Energética en Municipios, operado por la SENER, y el Proyecto Nacional de Alumbrado Público Municipal, operado por la Conuee.

Barreras y oportunidades identificadas

En general, las tecnologías que se consideran para la transición energética en el mundo dentro del sector de las edificaciones se dividen en tres conjuntos: 1) las que mejoran la eficiencia o desempeño energético de los equipos usados al interior de las edificaciones; 2) las que componen la envolvente de las edificaciones; y (3) las que incorporan energías renovables y sustituyen total o parcialmente energía térmica o eléctrica para obtener los servicios energéticos.

Sin duda, la cabal implementación de regulaciones sobre la envolvente de las edificaciones, tanto residenciales como no residenciales, es un área de oportunidad en México, principalmente en zonas de clima cálido. Estos elementos de un edificio permiten regular las ganancias o pérdidas térmicas entre el interior y el exterior, juega un papel clave en la determinación de los niveles de confort, iluminación natural, ventilación y puede definir cuánta energía se requiere para calentar y enfriar un edificio a lo largo de su vida.

Se han identificado algunas barreras que impiden la adecuada implementación de las regulaciones técnicas que mejorarían las características y el diseño de la envolvente de las edificaciones, principalmente la resistencia de autoridades locales (estatales y municipales) a integrar ya sea aspectos que reduzcan el consumo de energía o la integración de las NOM-ENER en reglamentos de construcción locales.

En el caso de los edificios del Gobierno Federal, no se cuenta con recursos suficientes para mejorar la eficiencia en las edificaciones públicas o no pueden realizarse intervenciones en los mismos, ya que diversos edificios que ocupa son rentados.

Asimismo, todavía existe en México una falta de vinculación entre el sector público-privado con la academia para el desarrollo de soluciones apropiadas para incrementar la eficiencia energética en edificaciones.

Por otro lado, existen muy pocos análisis económicos que cuantifiquen los beneficios directos e indirectos por una mayor eficiencia energética en las edificaciones, tales como disminución de subsidios del Estado, disminución de la pobreza energética de la población, la mejor administración de activos del Estado en los picos de demanda del SEN, entre otros.

Finalmente, en la actualidad no se tiene dimensionado el impacto real del consumo de los edificios privados en las cuentas del Balance Nacional de Energía, lo que impide evidenciar la importancia del sector como consumidor de energía, además de que dificulta la caracterización energética de las edificaciones no residenciales para poder diseñar y promover programas de ahorro de energía específicos.

4.1.4 Servicios públicos municipales

Los servicios públicos municipales que inciden directamente en la calidad de vida de los habitantes son el alumbrado público y el bombeo de agua municipal. Estos servicios energéticos representan un alto porcentaje del presupuesto municipal por su consumo de energía eléctrica, por lo que el cuidado y optimización del uso de energía en este sector es importante. Sin embargo, los altos niveles de endeudamiento de muchos municipios del país limitan el acceso a financiamientos que permitan la mejora de los servicios a través de mejor tecnología y mejores prácticas de operación (Ciudades Inteligentes).¹³

La Estrategia ha dedicado originalmente 10 líneas de acción enfocadas al ahorro y uso eficiente de la energía en el sector de servicios públicos municipales. Al concluir la revisión anual, el GTRE identifica que cuatro líneas del sector, en específico las de mercados y financiamientos, requieren ser actualizadas para considerar programas de ahorro de energía y un énfasis en el fortalecimiento de los servicios de alumbrado y bombeo de agua.

TABLA 12 LÍNEAS DE ACCIÓN EN SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES

CATEGORÍA	LÍNEAS DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
REGULACIONES Y POLÍTICA PÚBLICA	Actualizar normas técnicas relacionadas con el diseño y operación de servicios municipales con TIC integradas, asociadas al concepto de ciudades inteligentes.	Vigente	Vigente	Vigente	
INSTITUCIONES	Fortalecer sistemas de información para la administración de servicios municipales.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Fortalecer programas de asistencia técnica para la mejora de los servicios municipales.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Promover la colaboración entre ayuntamientos y organismos operadores municipales para la promoción de mejores prácticas	Vigente	Vigente	Vigente	

¹³ https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/272270/smartcity_MODIFICADA.pdf

CATEGORÍA	LÍNEAS DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO)			PROPUESTA ACTUALIZACIÓN	DE
		2020	2021	2022			
	en el diseño y operación de servicios públicos municipales.						
CAPACIDADES TÉCNICAS RECURSOS HUMANOS	Y Diseñar programas para el desarrollo de capacidades en materia de energía y eficiencia energética en funcionarios responsables de los servicios municipales.	Vigente	Vigente	Actualizar	Diseñar programas para el desarrollo de capacidades en materia de eficiencia energética y energías limpias de funcionarios responsables de los servicios municipales.		
	Desarrollar programas de formación y capacitación de técnicos en instalación, operación y mantenimiento de equipos y sistemas asociados a servicios municipales.	Vigente	Vigente	Vigente			
MERCADOS FINANCIAMIENTO	Y Fortalecer programas para la mejora de los servicios municipales en materia de energía.	Vigente	Vigente	Actualizar	Fortalecer programas para la mejora de los servicios municipales en materia de utilización y ahorro de la energía.		
	Promover esquemas de contratos de desempeño en eficiencia energética municipal.	Vigente	Vigente	Actualizar	Promover esquemas de contratos de desempeño en eficiencia energética principalmente en alumbrado público y bombeo de agua municipal		
	Desarrollar mecanismos para impulsar la eficiencia energética municipal y las energías limpias.	Vigente	Vigente	Actualizar	Desarrollar mecanismos para impulsar la eficiencia energética municipal y de las energías limpias.		

CATEGORÍA	LÍNEAS DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)	PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN		
		2020	2021	2022	
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO INNOVACIÓN	Desarrollar y fortalecer capacidades de investigación, desarrollo, adopción y asimilación tecnológica asociadas a TIC en servicios municipales	Vigente	Vigente	Vigente	

FUENTE: Elaboración propia.

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

En referencia a fortalecer los programas de asistencia técnica para la mejora de los servicios municipales, CONUEE apoyó técnicamente la conclusión de 10 proyectos municipales de los estados de Aguascalientes, Coahuila, Nuevo León, Tabasco, Veracruz y Zacatecas, con una inversión de 960 millones de pesos por la sustitución de 142,032 sistemas de alumbrado público eficientes, con una reducción promedio del consumo de energía de 39.6%. Además, apoyaron a 265 gobiernos locales en 22 estados para la presentación, evaluación y seguimiento de proyectos de alumbrado público.

Por lo que se refiere al fortalecimiento de programas para la mejora de los servicios municipales en materia de energía, CONUEE impartió 7 talleres virtuales sobre alumbrado público, Normas Oficiales Mexicanas de eficiencia energética, alumbrado público y envolventes térmicos, en colaboración con la Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos, Electricistas, Electrónicos y ramas afines de la República Mexicana A.C (FECIME). Además, participó en 8 talleres de Eficiencia Energética en Alumbrado Público y Bombeo de Agua Potable, en colaboración con el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos. Asimismo, se desarrolló un webinar: "Retos y oportunidades de los sistemas de gestión de la energía en los municipios en México". En este sentido, la DGIDT cuenta con el "Proyecto de Eficiencia y Sustentabilidad Energética en Municipios, Escuelas y Hospitales (PRESEMEH)".

Dentro de los mecanismos para impulsar la eficiencia energética municipal y las energías limpias, la DGIDT apoya a diversos municipios en Zacatecas, Durango y Yucatán para el desarrollo de proyectos basados en energías renovables.

Aspectos positivos

A partir de 2010, la Conuee ha operado el Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal (Proyecto Nacional) que ha acompañado a más de la mitad de los ayuntamientos del país en la sustitución acelerada de sistemas de iluminación actuales en el alumbrado público para reducir el consumo eléctrico y, al mismo tiempo, disminuir el gasto de los municipios por este concepto.

El Proyecto Nacional abarca a todos los municipios del país e incluye el apoyo técnico y análisis financiero en el proceso de sustitución de sus sistemas de alumbrado público. Los municipios participantes tienen la posibilidad de obtener el apoyo no recuperable con cargo al patrimonio del Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE) por el 15% de la inversión total del proyecto de sustitución autorizado de luminarias y hasta un máximo de 10 millones de pesos a la conclusión del proyecto, previa opinión técnica favorable emitida por la Conuee.

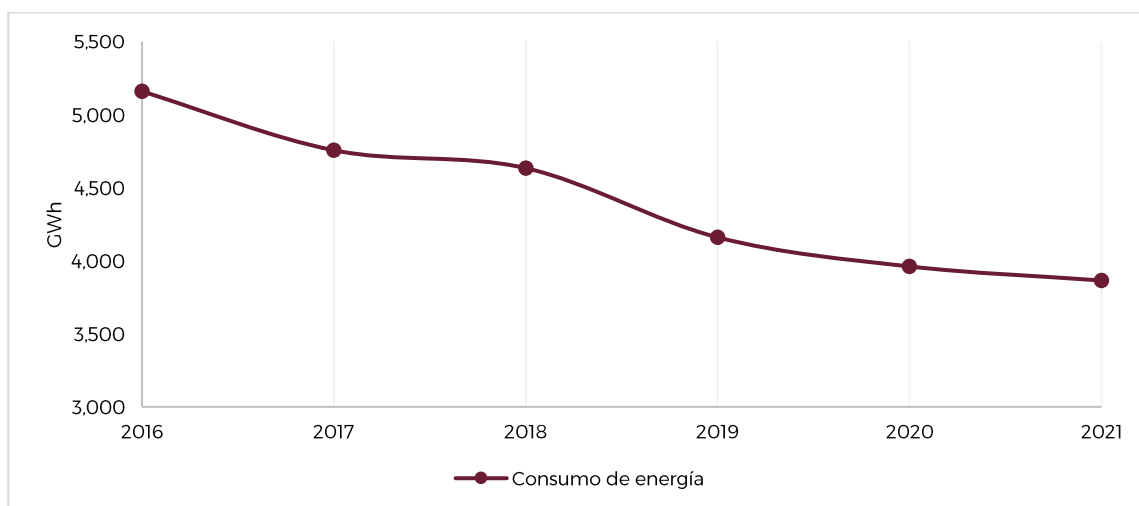
Por su parte, la SENER impulsa el Proyecto de Eficiencia y Sustentabilidad Energética en Municipios (PRESEM) cuyo objetivo es desarrollar y probar mecanismos operacionales y financieros sostenibles para inversiones en



eficiencia energética en municipios, apoyando el desarrollo de una estrategia para promover la eficiencia, reducir el consumo energético y detectar oportunidades de inversión de gran escala que puedan generar mayores beneficios en términos de ahorros, conservación y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en tres sectores estratégicos: alumbrado público, bombeo de agua y edificaciones municipales.

De acuerdo con datos de la CFE, desde el año 2016, el consumo de electricidad en el alumbrado público viene disminuyendo constantemente: al cierre de 2021 llegó a 3,865 GWh comparado con los 5,159 GWh de 2016 (FIGURA 8).

FIGURA 8 EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ALUMBRADO PÚBLICO 2016-2021



FUENTE: Conuee con base en CFE.

Barreras y oportunidades identificadas

En cuanto a algunas barreras y áreas de oportunidad, la SENER y la Conuee, al tercer año de la Estrategia, han detectado lo siguiente:

- Altos niveles de endeudamiento en los municipios limitan acceso al financiamiento.
- Falta de continuidad de los programas de desarrollo municipal y alta rotación de personal en los organismos públicos que merman la capacidad técnica.
- Obsolescencia de marcos jurídicos locales y la falta de armonía entre instrumentos de distintos ámbitos de gobierno.
- Ausencia de censos, medición y datos actualizados de sistemas consumidores de energía de los servicios, para la toma de decisiones.
- Iniciativas de un gran número de ciudades para renovar sus sistemas de alumbrado público.
- Interés de gobiernos locales para incentivar sistemas de transporte público más eficientes y no motorizados.
- Algunas entidades federativas cuentan con instituciones o departamentos dedicados a la promoción y aplicación de medidas de eficiencia energética.

4.1.5 Agroindustria

El sector agropecuario representó al 2021 el 3.3% del consumo energético total, y aunque es uno de los sectores menos intensivos en el país, su consumo tuvo un constante crecimiento desde 2011 hasta 2019. En 2020 bajó 3.1%

y 3.9% en 2021, lo cual puede ser debido a la crisis sanitaria provocada por el virus SARS-CoV2. Es importante destacar que el consumo energético del sector se destina, principalmente al bombeo de agua, operación de maquinaria agrícola y el manejo y almacenamiento de productos agropecuarios, por lo que resulta importante la promoción e implementación de medidas de eficiencia energética en la agroindustria.

La Estrategia ha dedicado originalmente 7 líneas de acción enfocadas al ahorro y uso eficiente de la energía en el sector agropecuario. Al concluir la revisión anual, el GTRE identifica que todas las líneas de acción de este sector se encuentran vigentes, y cuatro de ellas requieren actualización.

TABLA 13 LÍNEAS DE ACCIÓN EN AGROINDUSTRIA

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)	PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN		
		2020	2021	2022	
REGULACIONES Y POLÍTICA PÚBLICA	Fortalecer un marco de políticas coordinadas, estables y de largo plazo, para la mejora de la eficiencia energética en la agroindustria.	Vigente	Vigente	Actualizar	Fortalecer un marco de políticas coordinadas, estables y de largo plazo, para la implementación de acciones de eficiencia energética y el uso de energías limpias en la agroindustria.
	Desarrollar normas técnicas aplicables a equipos y sistemas utilizados en la agricultura.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Promover programas de tecnificación para ahorro energético en riego y bombeo de agua.	Vigente	Vigente	Vigente	
INSTITUCIONES	Fortalecer el cumplimiento de normas y regulaciones técnicas aplicables al bombeo de agua.	Vigente	Vigente	Actualizar	Fortalecer el cumplimiento de normas y regulaciones técnicas aplicables a sistemas de bombeo de agua.
CAPACIDADES TÉCNICAS Y RECURSOS HUMANOS	Desarrollar programas de capacitación de eficiencia energética y aprovechamiento de energías limpias en la agroindustria.	Vigente	Vigente	Actualizar	Desarrollar programas de capacitación en eficiencia energética y aprovechamiento de energías limpias en la agroindustria.
MERCADOS FINANCIAMIENTO	Fortalecer programas de financiamiento para la adopción de tecnología que mejora la eficiencia energética y reduzca el impacto	Vigente	Vigente	Actualizar	Fortalecer programas de financiamiento para la adopción de tecnología que

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO DE EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
	ambiental de equipos y sistemas utilizados en la agroindustria.				mejore la eficiencia energética y reduzca el impacto ambiental de equipos y sistemas utilizados en la agroindustria.
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN	Desarrollar y fortalecer capacidades de investigación, desarrollo, adopción y asimilación tecnológica asociadas a materiales, equipos, sistemas y procesos de carácter industrial orientados a las necesidades de la agroindustria.	Vigente	Vigente	Vigente	

FUENTE: Elaboración propia.

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

Sobre el desarrollo de programas de capacitación de eficiencia energética y aprovechamiento de energías limpias en la agroindustria, CONUEE reporta que a través de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), se continuó con el apoyo para capacitación a Intermediarios Financieros no Bancarios (IFNB), con la finalidad de facilitar el acceso, distribución y recuperación de los financiamientos en proyectos de eficiencia energética y aprovechamiento de energías limpias, facilitando el desarrollo de los proveedores de los agronegocios que participan. Asimismo, se han destinado recursos para asistencia técnica, consultorías, eventos y estancias de capacitación y realización de días demostrativos encaminados a elevar la productividad del sector.

Siguiendo con el tema agroindustrial y en referencia al fortalecimiento de programas de financiamiento para la adopción de tecnología que mejora la eficiencia energética y reduzcan el impacto ambiental de equipos y sistemas utilizados en la agroindustria, CONUEE ostenta que para 2021, FIRA instrumentó un conjunto de medidas temporales para atender la contingencia generada por el COVID-19 desde 2020. Estas medidas ayudaron a las empresas a transitar la contingencia y a mantener en actividad al sector agroalimentario. Las medidas incluyen: reestructura de créditos; crédito adicional para facilitar el reinicio de actividades de acreditados; apoyos en tasa de interés; garantía a primeras pérdidas; crédito y garantías a empresas fondeadas con recursos de los intermediarios financieros; préstamos de liquidez; flexibilización de los plazos normativos, entre otros. El crédito otorgado en las medidas implementadas ascendió a 117.8 mil mdp, de los cuales, las reestructuras de créditos a las empresas afectadas por la contingencia representaron 26.2 mil mdp. Adicionalmente, la DGIDT concluyó el proyecto Bioeconomía 2010 que apoyaba el sector agrícola.

Por último, respecto al desarrollo y promoción de capacidades de investigación, desarrollo y adopción y asimilación tecnológica asociadas a materiales, equipos, sistemas y procesos de carácter industrial orientados a las necesidades de la agroindustria, CONUEE destaca que gracias a los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) de FIRA, se han llevado a cabo proyectos para fortalecer dichas capacidades orientadas a las necesidades de la agroindustria.



Aspectos positivos

El consumo del sector agropecuario bajó 0.2% en promedio anual de 2016 a 2021, teniendo un incremento en el consumo de electricidad de 7.8 PJ y bajando en 8.6 PJ el consumo del gas licuado en este periodo. Es conveniente subrayar que a pesar de que el consumo del sector va en aumento, la tendencia dicta una reconversión progresiva de los combustibles fósiles por electricidad.

Dentro del rubro mercados y financiamiento, se encuentra vigente el Programa de Eficiencia Energética de FIRA¹⁴, operado por los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), cuyo objetivo es ofrecer el uso de instrumentos financieros y no financieros mediante los cuales se asegura la obtención de los ahorros esperados en energía generados por los equipos a sustituir.

Barreras y oportunidades identificadas

En lo concerniente a las oportunidades, detectadas en el tercer año de la Estrategia, se identifica lo siguiente:

- Poco apoyo al desarrollo tecnológico en el sector agropecuario, en particular de tecnologías que favorezcan una mayor eficiencia energética.
- Información insuficiente sobre los costos ambientales y económicos de los subsidios en el campo mexicano.
- Personal, recursos y capacidad técnica limitados para implementar proyectos de eficiencia energética en el sector.
- Falta de censos de equipos tales como tractores, embarcaciones pesqueras, maquinas frigoríficas, sistemas de bombeo agrícola, etc., que permita evaluar el consumo de energía adecuado en las actividades agropecuarias, o evaluar programas de apoyos.
- Subestimación del consumo energético del sector dentro del Balance Nacional de Energía (gasolina, diésel, biogás, biomasa, electricidad por instalaciones agropecuarias, entre otros).

¹⁴ <https://www.fira.gob.mx/Nd/index.jsp>

4.2 LÍNEAS DE ACCION DE ENERGÍAS LIMPIAS

4.2.1 Bioenergía

En 2022, la bioenergía representó un 0.63 % de la generación total de energía del país, con un total de 2,141.3 GWh. El total representó un aumento de 34 % respecto a la generación por bioenergéticos de 2021. La Estrategia contiene 14 líneas acción enfocadas al ahorro y uso eficiente de energía del sector de bioenergía. Al concluir la revisión anual, el GTRE identifica que 4 de ellas requieren ser actualizadas, con el objetivo de promover el desarrollo de cadenas de valor, integrar la participación de biocombustibles en la matriz energética, y evaluar el aprovechamiento de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la generación de energía.

TABLA 14 LÍNEAS DE ACCIÓN DE BIOENERGÍA.

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO		PROPUESTA ACTUALIZACIÓN	DE
		2020	2021	2022		
REGULACIONES Y POLÍTICA PÚBLICA	Fortalecer el marco de políticas para la producción sustentable de bioenergéticos, aumentando la certidumbre a la inversión.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Establecer normas y regulaciones técnicas aplicables a la producción de bioenergéticos con criterios de sustentabilidad y con referencia a la calidad y manejo, esquemas de certificación y verificaciones de las cadenas de valor.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Armonizar marcos legales propicios para el aprovechamiento energético de los residuos urbanos y el reciclado de materiales, en todos los niveles de gobierno.	Vigente	Vigente	Actualizar	Armonizar marcos legales propicios para el aprovechamiento energético de los Residuos Sólidos Urbanos y el reciclaje de materiales, en todos los niveles de gobierno.	
INSTITUCIONES	Desarrollar e implantar un sistema nacional de gestión del uso sustentable del suelo que promueva que la tierra agrícola y forestal se utilice de manera equilibrada y sustentable.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Fortalecer capacidades institucionales para la aplicación	Vigente	Vigente	Vigente		

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN	CUALITATIVA		(AÑO	PROPUESTA	DE
		EVALUADO)	2020	2021	2022		
	del marco jurídico relativo a la elaboración y aprovechamiento de los energéticos.						
	Promover el uso y adquisición de bioenergéticos en las empresas del sector público.	Vigente	Vigente	Vigente			
CAPACIDADES TÉCNICAS RECURSOS HUMANOS	Desarrollar programas de capacitación en planeación y financiamiento de procesos y operación de tecnologías más avanzadas de pretratamiento, producción, mejora y aprovechamiento de bioenergéticos.	Vigente	Vigente	Vigente			
	Establecer programas y/o instituciones para profesionalizar a los certificadores y verificadores de cadenas de valor sustentables de los bioenergéticos.	Vigente	Vigente	Vigente			
MERCADOS FINANCIAMIENTO	Evaluar el establecimiento de programas de financiamiento a las comunidades rurales que produzcan bioenergéticos, favoreciendo el uso de tierras degradadas no adecuadas para cosechas alimentarias.	Vigente	Vigente	Vigente			
	Facilitar el acceso a financiamiento para la producción de bioenergía sustentable que favorezcan el desarrollo de las cadenas de valor.	Vigente	Vigente	Actualizar	Fortalecer la promoción de programas de incentivos económicos y fiscales para el desarrollo de bioenergéticos y sus cadenas de valor.		
	Impulsar la inversión necesaria para atraer biocombustible al mercado.	Vigente	Vigente	Actualizar	Promover la inversión para incrementar la participación de los biocombustibles en la matriz energética		

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN	CUALITATIVA (AÑO)		PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN	DE
		2020	2021	2022		
	Evaluar el establecimiento de programas de financiamiento o incentivos para municipios y el sector privado que aprovechen los residuos urbanos energéticamente.	Vigente	Vigente	Actualizar	Evaluar la implementación de programas de financiamiento o incentivos para municipios y el sector privado para el aprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos en la generación de energía.	
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN	Fortalecer las capacidades nacionales y regionales de investigación para aprovechar bioenergéticos de segunda generación.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Desarrollar y fortalecer la capacidad de análisis sobre el impacto económico y ambiental de la producción de bioenergéticos y sus ciclos de vida.	Vigente	Vigente	Vigente		

FUENTE: Elaboración propia.

Situación actual: identificación de barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

En el fortalecimiento del marco de políticas para la producción sustentable de bioenergéticos, aumentando la certidumbre a la inversión, CENACE reporta que para 2020 y 2021 se mantuvo la capacidad instalada para producción de energía eléctrica con bioenergéticos, y para 2022 la capacidad instalada aumentó 8% con respecto al 2021.

En cuanto a armonizar marcos legales propicios para el aprovechamiento energético de los residuos urbanos y el reciclado de materiales, en todos los niveles de gobierno, se cuenta con la publicación de la NOM-001-SEMARNAT-2021, en el DOF con fecha 11/03/2022, que actualiza la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, renovando aspectos técnicos que, por el transcurso del tiempo, esta última ya no cumplía. Se cumple así con la obligación establecida en el artículo 85 de la Ley de Aguas Nacionales relativa a que las personas físicas o morales, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier actividad, serán responsables de realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.

Con respecto al apartado de desarrollar e implantar un sistema nacional de gestión del uso sustentable del suelo que promueva que la tierra agrícola y forestal se utilice de manera equilibrada y sustentable, resalta el ACUERDO en el DOF con fecha del 30/12/2022 por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa Sembrando Vida, para el ejercicio fiscal 2023. Que de conformidad con lo establecido en el artículo 27, fracción XX de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el Estado promoverá las condiciones para el desarrollo rural integral, con el propósito de generar empleo y garantizar a la población campesina el bienestar y su participación e incorporación en el desarrollo nacional, y fomentará la actividad agropecuaria y forestal para el óptimo uso de la tierra, con obras de infraestructura, insumos, créditos, servicios de capacitación y asistencia técnica.

Dentro del fortalecimiento de capacidades institucionales para la aplicación del marco jurídico relativo a la elaboración y aprovechamiento de los bioenergéticos, una de las acciones importantes es el comunicado 159 de CONACYT: "Tras el decreto de extinción de fondos públicos, la Junta de Gobierno del CONACYT formalizó el proceso de extinción de 61 fondos fiduciarios para ser concentrados y consolidados en uno solo, el FORDECYT-PRONACES", en el cual el Fondo CIBIOGEM está excluido del Decreto.

En referencia a promover el uso y adquisición de bioenergéticos en las empresas del sector público, sobresale el programa del Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024, Ciudad Sustentable, que integra el Fideicomiso para la Construcción y Operación de la Central de Abasto (FICEDA), el cual impulsa hacia una transición energética que opte por producciones más sustentables. Esta aprovecha el aceite vegetal reutilizado de cocina para obtener biodiésel y es la primera tecnología 100% mexicana para este fin que funciona de manera sustentable. La planta tiene una capacidad de producción de tres mil litros por día y el combustible es un producto no tóxico y no peligroso; asimismo, posee características fisicoquímicas similares a las del diésel y cumple con los más altos estándares en la materia. Por parte de Metrobús puso en circulación dos unidades del sistema en la Línea 2, las cuales usarán una mezcla de diésel y biocombustible elaborado en la Central de Abastos de la Ciudad de México. La meta final de este piloto es encontrar el mecanismo para lograr una mayor integración de este energético limpio en toda la flota de Metrobús. En el mismo sentido, en 2022 se da la continuidad del programa de Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024, Ciudad Sustentable, del FICEDA, para la movilidad de 10 unidades del Metrobús de la Ciudad de México.

Por lo que se refiere a desarrollar programas de capacitación en planeación y financiamiento de procesos y operación de tecnologías más avanzadas de pretratamiento, producción, mejora y aprovechamiento de bioenergéticos, se tiene que mencionar que la UNAM, IPN y otras instituciones académicas han implementado planes de capacitación en el aprovechamiento de bioenergéticos, a nivel licenciatura y posgrado.

En la temática de evaluar el establecimiento de programas de financiamiento a las comunidades rurales que produzcan bioenergéticos, favoreciendo el uso de tierras degradadas no adecuadas para cosechas alimentarias, la DGIDT reporta la conclusión del proyecto Bioeconomía 2010 que apoyaba el sector agrícola. Adicionalmente se cuenta con el Programa Institucional 2020-2024 del Fideicomiso de Riesgo Compartido, que apoya proyectos de biodigestión que utilicen las excretas del ganado bovino y porcino, así como desechos en la producción pesquera y acuícola, para obtención de biogás para la producción de electricidad y calor en las unidades de producción de los pequeños y medianos productores del sector agropecuario, de pesca y acuícola del país.

En alusión al financiamiento para la producción de bioenergía sustentable que favorezca el desarrollo de cadenas de valor, la DGIDT apoya el proyecto "Valorización de fracción orgánica de residuos sólidos urbanos (FORSU) mediante carbonización hidrotermal". Además, se mantiene el PRORESOL como estrategia del Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) y la SEMARNAT, a través del cual se destinan Apoyos No Recuperables para el financiamiento parcial de estudios y proyectos que permitan asegurar la Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Además, se cuenta con financiamiento de proyectos productivos como los que otorga la Financiera Nacional de Desarrollo y los que otorga NAFIN para las MIPYMES.

Por último, en el tema de Bioenergía, y en alusión al fortalecimiento de las capacidades nacionales y regionales de investigación para aprovechar bioenergéticos de segunda generación. El INEEL reporta que CONACYT emitió la

Convocatoria 2021 “Reacreditación de Laboratorios Nacionales CONACYT”, en la cual participaron laboratorios de biocombustibles.

Aspectos positivos

En cuanto al seguimiento de las acciones de las categorías de mercados y financiamiento e investigación, desarrollo e innovación, se encuentra vigente el programa “Bioenergía y Sustentabilidad”, operado por FIRA, el cual tiene como fin apoyar a quienes se dediquen a procesos productivos primarios en actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas y pesqueras, para promover prácticas sustentables, como el aprovechamiento, generación y uso de energías renovables, el uso eficiente de la energía, la producción sustentable de bioenergéticos, cultivos orgánicos, la producción y uso de bioinsumos, y nuevos productos de la bioeconomía.

Barreras y oportunidades identificadas

En lo concerniente a las oportunidades, detectadas en el tercer año de la Estrategia, se identifica lo siguiente:

- Existen vacíos dentro del marco regulatorio referentes a los requerimientos para el uso, y manejo de los biocombustibles.
- Rezago tecnológico en cuanto al uso y aprovechamiento de los bioenergéticos a nivel residencial, comercial e industrial.
- Falta de información desagregada de la estimación de la demanda, de los diferentes tipos de biocombustibles por sectores (residencial, comercio e industrial).
- Se identifica la necesidad de fortalecer la regulación aplicable para dar certeza jurídica a quienes desarrollen actividades a lo largo de la cadena de valor de los bioenergéticos.
- Necesidad de actualización de normatividad vigente aplicable al manejo y disposición final de los residuos para la obtención de biocombustibles.

4.2.2 Energía Eólica

En 2022 la generación eolieléctrica representó un 6.03 % de la generación total de energía eléctrica en el país, con una participación de 20,258.75 GWh. Esto conlleva un incremento en la participación de 4.20% con respecto al 2020,

La Estrategia cuenta con 11 líneas acción orientadas a promover y regular de tecnología eólica en el país, enfocándose en:

- Impulsar el desarrollo de la tecnología, fortaleciendo las capacidades técnicas.
- Regularizar normas y estándares de calidad para condiciones de operación.
- Fomentar investigación para una mejor integración a la red (pronósticos del recurso y almacenamiento).

Al concluir la revisión anual, el GTRE identifica que todas las líneas de acción de este sector se encuentran vigentes. Sin embargo, y de acuerdo con lo discutido en el GTRE, y con base en comentarios de miembros del Consejo Consultivo de Transición Energética, se adicionan líneas en materia de almacenamiento y disposición de desechos de este tipo de tecnología.

TABLA 15 LÍNEAS DE ACCIÓN EN ENERGÍA EÓLICA

CATEGORÍA	LÍNEAS DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO)		PROPUESTA ACTUALIZACIÓN	DE
		2020	2021	2022		
REGULACIONES Y POLÍTICA PÚBLICA	Establecer normas y estándares de calidad y desempeño para garantizar el funcionamiento de las tecnologías eólicas en condiciones locales de operación.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Que los procedimientos para el otorgamiento de permisos estén alineados a una política de Confiabilidad y seguridad en el Sistema Eléctrico Nacional, así como de identificación de demanda.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Mejorar la transparencia y la eficacia en el uso a nivel local de las regalías procedentes de la actividad eólica	Vigente	Vigente	Vigente		
INSTITUCIONES	Fortalecer la planeación de nuevas centrales eólicas a largo plazo, incluyendo tecnologías en espacios marinos	Vigente	Vigente	Vigente		
	Fortalecer la información pública sobre la disponibilidad y potencial del recurso eólico en tierra y en sitios marinos para facilitar la implementación de proyectos.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Crear y fortalecer instituciones regionales que ayuden a prevenir, minimizar y mitigar los impactos sociales y ambientales	Vigente	Vigente	Vigente		
CAPACIDADES TÉCNICAS Y RECURSOS HUMANOS	Desarrollar programas de capacitación y certificación de técnicos y profesionistas para la planeación, instalación, mantenimiento y operación de sistemas eólicos.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Desarrollar cuadros técnicos y tomadores de decisión del sector público para la aplicación de procedimientos operativos de la	Vigente	Vigente	Vigente		

CATEGORÍA	LÍNEAS DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO DE EVALUADO)	PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN		
		2020	2021	2022	
	red mediante coordinación por zonas, despacho en intervalos cortos y calendarización de la producción eólica.				
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN	Desarrollar modelos meteorológicos más precisos, de micro localización y prácticas de mantenimiento que mejoren el rendimiento y los costos de los proyectos eólicos	Vigente	Vigente	Vigente	
	Desarrollar capacidades nacionales y regionales para el diseño y optimización de tecnologías eólicas para su operación en condiciones extremas, especialmente en zonas marinas	Vigente	Vigente	Vigente	
	Fortalecer y desarrollar capacidades para la aplicación de sistemas de almacenamiento de energía y aplicación de tecnologías inteligentes vinculadas a sistemas eólicos que disminuyan los impactos de intermitencia a la red y a los ecosistemas	Vigente	Vigente	Vigente	
	Establecer instrumentos de fomento para el tratamiento y reciclaje de los componentes que integran los sistemas de generación de energía, con base a economía circular para un desarrollo sustentable			Nueva	
ALMACENAMIENTO	Viabilizar una mayor integración de la generación eólica a la red eléctrica, mediante la utilización de tecnologías de almacenamiento de energía, que permitan mitigar los efectos de su variabilidad y disminuir o controlar congestiones en la RNT y RGD del MEM, coadyuvando a garantizar la			Nueva	

CATEGORÍA	LÍNEAS DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO DE EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
	operación del Sistema Eléctrico Nacional en condiciones de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad				

FUENTE: Elaboración propia.

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

En referencia al establecimiento de normas y estándares de calidad y desempeño para garantizar el funcionamiento de las tecnologías eólicas en condiciones locales de operación, la CRE no ha desarrollado normas o estándares de calidad específicos para tecnologías eólicas. Sin embargo, en el artículo 694 de la NOM 001-SEDE-2012 se establecen las disposiciones generales de los sistemas eléctrico eólicos pequeños y, por su parte la NOM-081-SEMARNAT-1994; establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, y la NMX-J-673-25-4-ANCE-2018 "Aerogeneradores-Parte 25-4: Interacción para la supervisión y el control de parques eólicos" establece el mapeo para el perfil de comunicación.

En cuanto a la iniciativa para que los procedimientos de otorgamiento de permisos estén alineados a una política de confiabilidad y seguridad en el Sistema Eléctrico Nacional, así como de identificación de demanda, por parte de la CRE se llevó a cabo el otorgamiento de los permisos de generación de energía eléctrica, conforme a lo establecido en las Resoluciones número RES/182/2015 del 08 de abril de 2015, RES/390/2017 del 17 de abril de 2017 y su modificación mediante las disposiciones establecidas en la Resolución número RES/1094/2020 publicada el 07 de octubre de 2020. Lo anterior con fundamento en la LIE y su reglamento. Adicional a ello, el 30 de marzo de 2022 la CRE publicó en el DOF el Acuerdo número A/006/2022 por el que se establecen los términos para presentar la información relativa al objeto social, capacidad legal, técnica y financiera, así como la descripción del proyecto, y el formato de la solicitud de permisos de generación de energía eléctrica, abrogando la Resolución número RES/182/2015 y en alineación con el marco regulatorio vigente en materia de confiabilidad y seguridad.

Referente a fortalecer la planeación de nuevas centrales eólicas a largo plazo, incluyendo tecnologías en espacios marinos, el PRODESEN 2021-2035 proyecta 13.38% de nueva capacidad eoloelectrónica (EO) en dicho periodo, relativa a un total de 19,219 MW. Por otro lado, el PRODESEN 2022-2036 proyecta 5,259 MW EO adicionales en dicho lapso. Tamaulipas llega a 2 GW de producción EO como segundo lugar nacional.

En el fortalecimiento de la información pública sobre la disponibilidad y potencial del recurso eólico en tierra y en sitios marinos para facilitar la implementación de proyectos, el INEEL, en colaboración con la Universidad Tecnológica de Dinamarca (DTU) concluyó en 2021 la realización del Atlas Eólico Mexicano, que presenta el potencial del recurso eólico terrestre. Sin embargo, en 2022 no se ejecutaron nuevas acciones referentes a la evaluación del recurso eólico, siendo un pendiente la materia del recurso eólico fuera de costa.

Con respecto al desarrollo de programas de capacitación y certificación de técnicos y profesionistas para la planeación, instalación, mantenimiento y operación de sistemas eólicos, el INEEL informa que se llevan a cabo estudios de posgrado en energía eólica en algunas instituciones de educación superior.

En lo que refiere al tema de desarrollar cuadros técnicos y tomadores de decisión del sector público para la aplicación de procedimientos operativos de la red mediante coordinación por zonas, despacho en intervalos

cortos y calendarización de la producción eólica, CENACE capacita a sus cuadros técnicos y tomadores de decisión para la aplicación de procedimientos operativos de la red.

Como resultado en el proceso de desarrollar modelos meteorológicos más precisos, de micro localización y prácticas de mantenimiento que mejoren el rendimiento y los costos de los proyectos eólicos, se reportan resultados con la realización del Atlas Eólico Mexicano por el INEEL y la DTU, en el cual se aporta información de mayor resolución para el desarrollo de proyectos EO.

Ante el proceso de fortalecer y desarrollar capacidades para la aplicación de sistemas de almacenamiento de energía y aplicación de tecnologías inteligentes vinculadas a sistemas eólicos que disminuyan los impactos de intermitencia a la red y a los ecosistemas, el PRODESEN 2022-2036 proyecta la incorporación de sistemas de almacenamiento con una cantidad de 4,505 MW en ese periodo.

Barreras y oportunidades identificadas

En lo concerniente a las oportunidades, detectadas en el tercer año de la Estrategia, se identifica lo siguiente:

- No existe una NOM de energía eólica y/o Reglamentos para establecer protocolos y estándares internacionales, para regular impacto ambiental, con enfoque social, relacionado con el ciclo de vida estas tecnologías
- El porcentaje de crecimiento de la energía eólica en la matriz de generación de electricidad ha incrementado significativamente en los últimos 5 años, sin embargo, está sujeto a condiciones técnicas y operativas, incluyendo la confiabilidad del SEN, así como el acceso y fortalecimiento de la red eléctrica a zonas de alto potencial.

4.2.3 Energía Solar

En el 2022, la energía solar fotovoltaica representó un 6% (20,342 GWh) de la energía total generada, lo que representó un incremento de 4,506.4 GWh del 2020 al 2022.

La Estrategia cuenta con 15 líneas acción orientadas a consolidar la tecnología solar en el país, enfocándose en:

- Mejorar la regulación y normatividad para el uso de espacios, reconocer su valor y desplegarla con calidad.
- Impulsar la capacitación y certificación de instaladores de sistemas con tecnologías solares.
- Fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico, así como las aplicaciones industriales.

Al concluir la revisión anual, el GTRE identificó que 4 líneas de acción requerían una actualización para puntualizar el seguimiento a las normas oficiales mexicanas y los ciclos de vida de los proyectos solares. Adicionalmente, el GTRE propuso, bajo observaciones de las dependencias involucradas, añadir tres líneas de acción en materia de almacenamiento de energía solar, en línea con los proyectos que las dependencias implementarán en los siguientes años. Por comentarios del Consejo Consultivo de Transición Energética, se añade una línea de acción para la disposición de desechos de este tipo de tecnología.

TABLA 16 LÍNEAS DE ACCIÓN EN ENERGÍA SOLAR.

CATEGORÍA	LÍNEAS DE ACCIÓN	REVISIÓN	CUALITATIVA (AÑO)			DE
		EVALUADO)	2020	2021	2022	PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
REGULACIONES POLÍTICA PÚBLICA	Desarrollar regulaciones para el aprovechamiento de superficies en las construcciones para la instalación de tecnologías solares.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Incorporar elementos para la integración de tecnologías fotovoltaicas en la envolvente de las edificaciones en los reglamentos de construcción.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Introducir gradualmente estructuras tarifarias horarias para el consumo y de contraprestaciones reguladas para la generación de excedentes, que permitan reconocer la aportación de energía y potencia de las instalaciones solares.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Fomentar la creación de programas de aprovechamiento de la tecnología solar con aplicaciones térmicas en procesos industriales.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Establecer NOMs para los dispositivos e instalación de sistemas para el aprovechamiento solar con aplicaciones térmicas.	Vigente	Vigente	Actualizar	Contribuir en el desarrollo de NOMs para los dispositivos e instalación de sistemas para el aprovechamiento solar con aplicaciones térmicas y termoeléctricas.	

CATEGORÍA	LÍNEAS DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO)		PROPUESTA ACTUALIZACIÓN	DE
		2020	2021	2022		
	Desarrollar programas de capacitación y certificación de profesionistas y técnicos en las áreas de diseño, construcción e instalación de sistemas con tecnologías solares.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Promover el incremento de proveedores de sistemas térmicos solares certificados con aplicaciones industriales.	Vigente	Vigente	Vigente		
INSTITUCIONES	Fortalecer instituciones subnacionales que impulsen políticas, programas y proyectos que aprovechen el potencial del recurso solar.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Coordinar la integración de una red para el aprovechamiento de energía solar térmica en procesos industriales que vincule a los principales actores.	Vigente	Vigente	Vigente		
MERCADOS FINANCIAMIENTO	Y Establecer programas de financiamiento para microrredes eléctricas para el aprovechamiento de la energía solar.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Fortalecer mecanismos de garantía en proyectos de gran escala.	Vigente	Vigente	Actualizar	Fortalecer mecanismos de garantía en proyectos energéticos de gran escala	
	Crear esquemas de financiamiento que faciliten la adquisición de equipos	Vigente	Vigente	Actualizar	Crear esquemas de financiamiento que faciliten la	

CATEGORÍA	LÍNEAS DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO)		PROPUESTA ACTUALIZACIÓN	DE
		2020	2021	2022		
	para el aprovechamiento de la energía solar.				adquisición, instalación y mantenimiento de equipos para el aprovechamiento de la energía solar	
	Desarrollar modelos de negocio que permitan una penetración acelerada de la tecnología solar térmica.	Vigente	Vigente	Actualizar	Desarrollar modelos de negocio que fomenten la integración creciente de la tecnología solar térmica reglamentada por normas oficiales.	
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO INNOVACIÓN	Fortalecer capacidades de investigación y desarrollo de elementos y componentes tecnológicos de sistemas descentralizados de generación de electricidad a partir de energía solar.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Realizar estudios sobre el consumo final de energía en el sector industrial para establecer el potencial técnico y económico de la tecnología solar térmica.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Establecer instrumentos de fomento para el tratamiento y reciclaje de los componentes que integran los sistemas de generación de energía y de calentamiento solar, con base a economía circular para un desarrollo sustentable.			Nueva		
ALMACENAMIENTO	Viabilizar una mayor integración de la generación fotovoltaica a la red eléctrica, mediante la			Nueva		

CATEGORÍA	LÍNEAS DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO)		PROPUESTA ACTUALIZACIÓN	DE
		2020	2021	2022		
	utilización de tecnologías de almacenamiento de energía, que permitan mitigar los efectos de su variabilidad y disminuir o controlar congestiones en la RNT y RGD del MEM, coadyuvando a garantizar la operación del Sistema Eléctrico Nacional en condiciones de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad					
	Definir una metodología que permita establecer el dimensionamiento mínimo de sistemas de almacenamiento de Centrales Eléctricas solares-FV con base a su ubicación geográfica y eléctrica.			Nueva		
	Propiciar que las Centrales Eléctricas solares-FV participen en la regulación primaria y secundaria a través de sistemas de almacenamiento.			Nueva		

FUENTE: Elaboración propia.

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

En lo que refiere al tema de desarrollar regulaciones para el aprovechamiento de superficies en las construcciones para la instalación de tecnologías solares, la CRE incentiva el aprovechamiento de las superficies en las construcciones como los techos para la instalación de centrales eléctricas con tecnología solar fotovoltaica de Generación Distribuida mediante la RES/142/2017 y el Manual de Interconexión de Centrales Eléctricas de Generación Distribuida con capacidad menor a 0.5 MW.

Ante la incorporación de elementos para la integración de tecnologías fotovoltaicas en la envolvente de las edificaciones en los reglamentos de construcción, la CRE identifica la Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, Eficiencia Energética en edificaciones / Envolvente de edificios para uso habitacional, que establece las especificaciones al respecto y su injerencia con los reglamentos existentes aplicables a la construcción.

Dentro de la implementación de introducir gradualmente estructuras tarifarias horarias para el consumo y de contraprestaciones reguladas para la generación de excedentes, que permitan reconocer la aportación de energía y potencia de las instalaciones solares, la CRE realizó una actualización mediante el acuerdo número A/046/2020 por el que la CRE autoriza el cálculo y ajuste de las tarifas finales que aplicarán de manera individual a la empresa productiva subsidiaria CFE Suministrador de Servicios Básicos del 1 de enero al 31 de diciembre de 2021. Por parte de CENACE reportan que el pago unitario (\$/MWh) de 2022 se incrementó en un 50.4% respecto al 2021 y en un 152% respecto al 2020, lo cual se traduce en un incremento significativo en los ingresos.

Ante el escenario de fomentar la creación de programas de aprovechamiento de la tecnología solar con aplicaciones térmicas en procesos industriales, de los permisos otorgados por la CRE, se cuenta con una Central Termosolar desde 2017 ubicada en Agua Prieta, Sonora. Al respecto, la CRE actualizó las disposiciones para la solicitud de permiso de generación de energía eléctrica, mediante el Acuerdo número A/006/2022 publicado el 30 de marzo de 2022 en el Diario Oficial de la Federación.

Ante este panorama, en el proceso de establecer NOMs para los dispositivos e instalación de sistemas para el aprovechamiento solar con aplicaciones térmicas, el INEEL reporta un avance parcial, en el cual se puso en consulta pública el Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-ES-003-NORMEX-2021 sobre instalaciones para calentamiento solar de fluidos y posteriormente se publica en el DOF la DECLARATORIA de vigencia de la Norma Mexicana NMX-ES-003-NORMEX-2021.

Como resultado de desarrollar programas de capacitación y certificación de profesionistas y técnicos en las áreas de diseño, construcción e instalación de sistemas con tecnologías solares, la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO) de la CDMX ofrece capacitación en instalación y mantenimiento de sistemas FV en MIPYMES. En lo que respecta a promover el incremento de proveedores de sistemas térmicos solares certificados con aplicaciones industriales, el INEEL notifica que la SEDECO de la CDMX promueve la certificación de instaladores de calentadores solares.

Con relación a fortalecer instituciones subnacionales que impulsen políticas, programas y proyectos que aprovechen el potencial del recurso solar, el Gobierno de Jalisco pone en marcha el "Programa de implementación de energías renovables" con recursos estatales. Así como también el caso del Gobierno de Morelos que asigna un acuerdo de colaboración con "Banverde", con el objetivo de que las MiPyMEs opten por el uso de energías limpias.

Bajo el contexto de coordinar la integración de una red para el aprovechamiento de energía solar térmica en procesos industriales que vincule a los principales actores, el INEEL presenta un avance parcial, en el cual la SEDECO de la CDMX y asociaciones privadas (por ejemplo, ANES y FAMERAC), promueven la integración de directorios de proveedores nacionales de sistemas termosolares.

Como resultado de establecer programas de financiamiento para microrredes eléctricas para el aprovechamiento de la energía solar, la CRE informa el registro de 131 proyectos adicionales, los cuales se encuentran instalados en el sector de agronegocios y han sido apoyados por FIRCO. Sin embargo, no se cuenta con información de la superficie instalada de colectores solares.

En este contexto, en la implementación de fortalecer mecanismos de garantía en proyectos de gran escala, la CRE fomenta el uso de energías renovables mediante la excepción del pago del derecho de permiso por el análisis, evaluación, y en su caso, la expedición del título de permiso de generación de energía eléctrica conforme al artículo 56 Bis de la Ley Federal de Derechos. Por parte del CENACE se apoya al proyecto "Central Fotovoltaica y Sistemas de Generación Distribuida de la Central de Abastos (C.F. CEDA y SFV GD)". Adicionalmente, la CFE ha puesto en marcha el proyecto de la Central Fotovoltaica Puerto Peñasco Fase I (120+300 MW).

En lo que respecta a crear esquemas de financiamiento que faciliten la adquisición de equipos para el aprovechamiento de la energía solar. La CRE identifica que dependencias tales como: CONUEE, FIDE, FIRA, FIRCO e Infonavit, otorgan apoyos económicos para la adquisición de tecnologías solar fotovoltaica, por lo que han establecido esquemas particulares de calidad y seguridad en cada programa. La banca de desarrollo juega un rol

predominante como convocante y promotor de estrategias de financiamiento con condiciones diferenciadas y flexibles como constructor de casos de éxito que sean demostrativos para el mercado y como gestor del riesgo de los proyectos, como ejemplo el Proyecto de Financiamiento para el Acceso a Tecnologías de Energías Renovables de Generación Eléctrica Distribuida, conocido como C-SOLAR, el cual es operado financieramente por Nacional Financiera (NAFIN) para el cual se ofrecen plazos extendidos, tasas de interés acotadas, participación en el riesgo del 80% mediante su programa de Garantías y acompañamiento técnico respaldado en una lista de Proveedores Confiables. La DGIDT reporta el apoyo del "Programa de Mejoramiento Sustentable en Vivienda Existente". Por cuenta del INEEL, presentaron la "Hoja de ruta propuesta para la Generación Distribuida con fuentes renovables en conjunto con instituciones financieras privadas y la banca de desarrollo". De manera paralela también informa que el FIDE relanzó el Programa de Mejoramiento Integral Sustentable en apoyo a propietarios de viviendas con ingresos menores o iguales a 5 UMAs, mensual vigente, para adquirir ecotecnologías hasta por 73 mil pesos con financiamiento a 5 años. Así como también, se promueve el programa "Energía solar para MIPyMES" en la Ciudad de México. Y por último informa que se pronuncia el ACUERDO de la Secretaría de Bienestar del Gobierno del Estado de Puebla, por el que emite las Reglas de Operación del "Programa de Calentadores Solares para el Mejoramiento de la Vivienda en el Estado de Puebla, 2022".

Respecto a los datos de fortalecer capacidades de investigación y desarrollo de elementos y componentes tecnológicos de sistemas descentralizados de generación de electricidad a partir de energía solar, el INEEL identifica los siguientes resultados: se publica el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024; se publican los resultados de la convocatoria FORDECYT-CONACYT 2020-01-Energía de Investigación e Incidencia, en lo referente al Eje temático 3: Sistemas energéticos rurales sustentables. Además, en 2022 el INEEL firma el primer "Convenio de Cotitularidad de Derechos de Propiedad Intelectual" con la iniciativa privada mexicana, relativo a la tecnología de un inversor fotovoltaico de 1 kW, enfocado al sistema eléctrico mexicano, con un nivel de madurez tecnológica TRL 7.

Barreras y oportunidades identificadas

En lo concerniente a las oportunidades, detectadas en el tercer año de la Estrategia, se identifica lo siguiente:

- No existe una NOM de sistemas fotovoltaicos de Generación Distribuida que establezca protocolos y estándares internacionales (reflejados en normas NMX publicadas), que regule aspectos tales como diseño, desempeño, calidad, seguridad, e impacto ambiental. Esta norma podría incluir disposiciones que regulen el abandono y reciclaje de componentes. El beneficio de esta norma incidiría directamente en el plano social, ya que protegería al usuario residencial, comercial e industrial.
- La expansión de la Generación Distribuida fotovoltaica rebasa ya 1 GW acumulado, alcanzando en diversas zonas niveles de penetración importantes, que pronto pueden dar lugar a perfiles de demanda de curva de pato, introduciendo problemas de operación de la red y limitando el propio despliegue de la tecnología. Esta razón, y la oportunidad de rasurar picos de demanda, enmarcan la necesidad de evaluar, y eventualmente, implementar con un enfoque holístico, soluciones de solar FV + almacenamiento de energía.
- Existen vías adicionales de mayor expansión y beneficio social para la energía solar fotovoltaica, lo cual requiere ser investigado, regulado y promovido, las cuales son: la generación colectiva/comunitaria, las centrales eléctricas virtuales, y el rol que en el desarrollo de estas vías podría desempeñar la CFE.
- La recarga de vehículos eléctricos se puede combinar con la generación de energía solar fotovoltaica in situ. Esto constituye un área de oportunidad relevante con alto potencial de crecimiento, aportando notables beneficios para la red, ya que se puede lograr un perfil de demanda más suave.
- La combinación de energía solar fotovoltaica y solar térmica es una ruta tecnológica prometedora. Las aplicaciones pueden estar dirigidas hacia la energía neta cero en edificios o complejos habitacionales, e inclusive, enfocadas como soluciones híbridas de generación eléctrica. Las centrales fotovoltaicas pueden enviar electricidad a la red durante el día; mientras que en el período pico nocturno, las centrales termo solares pueden generar electricidad para satisfacer la demanda en combinación con las centrales eléctricas convencionales.
- La producción de hidrógeno verde con energía solar fotovoltaica constituye un área de oportunidad a mediano plazo.

4.2.4 Geotermia

A pesar de un repunte de 4 % de 2021 a 2022, la energía por geotermia ha disminuido su participación nacional del 2020 al 2022 en un 3.5%. La Estrategia cuenta con 17 líneas acción en el tema, que están enfocadas al ahorro y uso eficiente de energía del sector geotérmico. Tras comentarios de varias dependencias del sector, 14 de las líneas fueron actualizadas para su concordancia con la planeación a corto y mediano plazo en la materia.

TABLA 17 LÍNEAS DE ACCIÓN DE GEOTERMIA

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022		
REGULACIONES Y POLÍTICA PÚBLICA	Desarrollar regulaciones técnicas y normas de seguridad, equilibrio ecológico y protección ambiental para la administración integral de sistemas geotérmicos sustentables.	Vigente	Vigente	Actualiza		Desarrollar y homologar las regulaciones técnicas y normas de seguridad, equilibrio ecológico y protección ambiental para la administración integral de sistemas geotérmicos sustentables.
	Fortalecer derechos de uso de suelo a lo largo del ciclo de vida de los proyectos geotérmicos, considerando su plena aceptación social.	Vigente	Vigente	Actualiza		Promover la consideración de la geotermia dentro de los planes de ordenamiento para fortalecer los derechos de uso de suelo, tomando en cuenta su plena aceptación social.
	Actualizar e integrar información del recurso geotérmico con acceso público.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Fortalecer políticas y regulaciones sobre la reinyección de pozos geotérmicos.	Vigente	Vigente	Actualiza		Fortalecer las disposiciones, normas oficiales mexicanas e instrumentos regulatorios aplicables a la reincorporación del fluido geotérmico al yacimiento, para

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022		
INSTITUCIONES						propiciar la sostenibilidad de los sistemas geotérmicos.
	Impulsar el desarrollo de proyectos geotérmicos de media y baja entalpía.	Vigente	Vigente	Actualiza		Impulsar programas para el desarrollo de proyectos de media y baja entalpía mediante la promoción a desarrolladores.
	Desarrollar protocolos y campañas de concientización a comunidades cercanas a instalaciones geotérmicas.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Promover casos exitosos de proyectos geotérmicos.	Vigente	Vigente	Actualiza		Promover casos de éxito de proyectos geotérmicos, en colaboración con los Centros de Investigación y Educación, para la innovación en proyectos geotérmicos.
CAPACIDADES TÉCNICAS RECURSOS HUMANOS	Promover programas especializados de desarrollo de capacidades.	Vigente	Vigente	Actualiza		Promover programas especializados que atiendan las necesidades tecnológicas de la industria geotérmica.
	Fortalecer la vinculación entre universidades, empresas desarrolladoras de proyectos y tecnologías geotérmicas.	Vigente	Vigente	Actualiza		Fortalecer planes de estudios alineados con los desafíos de la industria geotérmica, en colaboración con universidades y empresas desarrolladoras de proyectos geotérmicos.

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022		
MERCADOS FINANCIAMIENTO	Fortalecer instrumentos financieros de cobertura de riesgos para la etapa de exploración en proyectos geotérmicos.	Vigente	Vigente	Actualiza		Fortalecer instrumentos financieros para la cobertura de riesgos para la etapa de exploración en proyectos geotérmicos.
	Promover el aprovechamiento de experiencias en la industria de exploración petrolera para desarrollar modelos de negocios de exploración geotérmica.	Vigente	Vigente	Actualiza		Promover la colaboración e intercambio de experiencia entre la industria petrolera y la industria geotérmica en materia de exploración y modelos de negocios.
	Desarrollar programas de financiamiento para proyectos que aprovechen el calor geotérmico.	Vigente	Vigente	Actualiza		Desarrollar programas de financiamiento para proyectos de aprovechamiento del recurso geotérmico.
	Difundir instrumentos financieros existentes para mitigar el riesgo de la perforación exploratoria en proyectos de geotermia	Vigente	Vigente	Actualiza		Difundir instrumentos financieros existentes para mitigar el riesgo durante la perforación exploratoria en proyectos de aprovechamiento del recurso geotérmico.
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO INNOVACIÓN.	Fomentar el diseño y optimización de sistemas geotérmicos con tecnologías avanzadas para roca seca de alta temperatura y presión.	Vigente	Vigente	Actualiza		Fomentar el diseño y optimización de sistemas geotérmicos con tecnologías avanzadas.
	Fomentar la investigación sobre nuevas aplicaciones para el uso del calor geotérmico y la aplicación de los minerales	Vigente	Vigente	Actualiza		Fomentar el desarrollo de nuevas aplicaciones para el uso del calor geotérmico.

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022		
	provenientes del fluido geotérmico.					
	Promover tecnologías alternativas para la explotación mar adentro de los recursos geotérmicos.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Fortalecer la colaboración internacional en investigación, desarrollo y transferencia de tecnologías geotérmicas que promuevan la creación de las competencias nacionales.	Vigente	Vigente	Actualiza	Establecer programas para la investigación aplicada, estancias de prácticas en campos geotérmicos en desarrollo y en el INEEL	

FUENTE: Elaboración propia.

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

En lo que respecta a actualizar e integrar información del recurso geotérmico con acceso público, el INEEL informa que el CeMIE-GEO creado desde 2014 tiene proyectos de investigación, innovación, capacitación y desarrollo en la materia. Respecto al proceso de impulsar el desarrollo de proyectos geotérmicos de media y baja entalpía, en 2022 se reactivó el Programa Financiero de Transferencia de Riesgos para Geotermia, promovido por el Banco Interamericano de Desarrollo con participación de SENER-NAFIN-INEEL.

Como resultado del desarrollo de protocolos y campañas de concientización a comunidades cercanas a instalaciones geotérmicas, el INEEL identifica que se están llevando a cabo campañas de concientización sobre los beneficios de los recursos geotérmicos en las comunidades cercanas a la zona de Acoculco como parte del proyecto GEMex, el cual busca desarrollar sistemas de alta temperatura en roca seca. Este proyecto cuenta con el respaldo del Fondo Sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética. Dentro de la Convocatoria-2022 para Desarrolladores, se ha incluido como requisito que las empresas cuenten con la infraestructura necesaria para llevar a cabo campañas de concientización social en las comunidades cercanas a las zonas donde se proponen los desarrollos geotérmicos.

Bajo el contexto de promover casos exitosos de proyectos geotérmicos, el INEEL informa que, en 2021, el proyecto GEMex, en colaboración con la Unión Europea, para el desarrollo de sistemas geotérmicos de alta temperatura, es un caso exitoso que involucra diversas disciplinas. Este proyecto cuenta con el apoyo del Fondo Sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética.

En lo que se refiere a fortalecer instrumentos financieros de cobertura de riesgos para la etapa de exploración en proyectos geotérmicos, el INEEL informa que se reactiva el Programa Financiero de Transferencias de Riesgos en Geotermia, financiado por el BID y con la participación de SENER-NAFIN-INEEL.

Como parte de promover el aprovechamiento de experiencias en la industria de exploración petrolera para desarrollar modelos de negocios de exploración geotérmica, la CRE identifica que el CeMIE-GEO además de

compartir información, divulgar y promover la energía geotérmica, tiene un proyecto de desarrollo e innovación de técnicas de exploración.

En la implementación de fomentar el diseño y optimización de sistemas geotérmicos con tecnologías avanzadas para roca seca de alta temperatura y presión, INEEL informa que en el marco del proyecto GEMex, realizado en colaboración con la Unión Europea, se llevaron a cabo investigaciones sobre sistemas geotérmicos de alta temperatura. Este proyecto contó con el apoyo del Fondo de Sustentabilidad SENER-CONACYT. Sin embargo, una vez concluido el Proyecto GEMex con la Unión Europea en 2022, no se ha promovido el avance en tecnologías de rocas de alta temperatura.

En alusión a fortalecer la colaboración internacional en investigación, desarrollo y transferencia de tecnologías geotérmicas que promuevan la creación de las competencias nacionales, el INEEL en 2021, informa que el proyecto GEMex en conjunto con la Unión Europea, promovieron el desarrollo de sistemas geotérmicos de alta temperatura, el cual involucró todas las disciplinas.

Barreras y oportunidades identificadas

En lo concerniente a las oportunidades, detectadas en el tercer año de la Estrategia, se identifica lo siguiente:

- Fortalecimiento de la regulación vigente en materia de energía geotérmica mediante creación de regulación técnica y normas de seguridad, equilibrio ecológico y protección ambiental, buscando el beneficio social.
- Recursos y personal para verificación en campo de proyectos de exploración y explotación de recursos geotérmicos; evaluación de reservas; realizar exploración de zonas geotérmicas nuevas; clasificación de recursos de alta, mediana y baja entalpía, así como su aplicación; investigación y fomento de usos integrales y usos directos del calor.
- Fortalecimiento en la innovación de los Lineamientos para el Aprovechamiento de la Energía Geotérmica para Usos Diversos.
- Fomentar alianzas con universidades, centros de investigación e instituciones científicas que desarrollen nuevas tecnologías para la exploración geológica, geofísica, geoquímica, así como el aprovechamiento de todos los recursos geotérmicos.
- Fortalecer alianzas y relaciones con gobiernos estatales y municipales donde existan recursos geotérmicos, a fin de conocer la situación actual de las comunidades cercanas a las áreas geotérmicas, para poder desarrollar los protocolos y las campañas de socialización de la energía geotérmica.
- Promover el desarrollo de financiamientos públicos para pozos declinantes, y abandonados, así como el desarrollo de métodos no convencionales de explotación de recursos geotérmicos y el estudio de rehabilitación de pozos para la inyección de CO₂.

4.2.5 Hidroenergía y energía oceánica

La generación hidroeléctrica del país cuenta con generación de embalse mayor y de embalse menor, siendo las primeras las de mayor participación con un 85.47 % de la generación hidroeléctrica en 2022. Entre ambas tecnologías, la hidroenergía representó 10.44% (35,558.9 GWh) de la generación de 2022, representando un incremento del 32.6% con respecto al 2020.

La Estrategia cuenta con 12 líneas de acción orientadas a la Hidroenergía y energía oceánica las cuales se centran en:

- Fortalecer el marco normativo para la promoción de la tecnología, con énfasis en la protección al medio ambiente y el respeto a las comunidades.
- Desarrollar capacidades técnicas en el diseño e implementación de proyectos de pequeña escala y en aplicaciones sustentables de los proyectos.
- Fortalecer los mecanismos para el financiamiento de proyectos de pequeña escala, así como la investigación y el desarrollo tecnológico.

Durante las sesiones de trabajo del GTRE se concluyó actualizar diez de ellas, principalmente en materia de sustentabilidad y para añadir la puntualización del uso de energía oceánica, no del mar. Lo anterior dado que existen diversas formas de energía oceánica que pueden ser aprovechadas para la producción de electricidad, tales como: corrientes marinas, mareas, oleaje, gradientes térmicos y gradientes salinos.

A nivel mundial, el aprovechamiento de la energía oceánica es incipiente, y en el caso de México existe evidencia del desarrollo de un proyecto de 4.8 MW que aprovecha la energía del oleaje (Undimotriz), ubicado en la Costa del estado de Colima. En el país, existen algunos dispositivos que se han desarrollado a nivel laboratorio, pero no han sido empleado en ningún caso de proyectos piloto de generación eléctrica.

La energía oceánica no se encuentra distribuida uniformemente a lo largo de las costas del país, por lo que es necesario llevar a cabo esfuerzos para su identificación y cuantificación para, estar en posibilidades de desarrollar hojas de ruta tecnológicas para su aprovechamiento.

TABLA 18 LÍNEAS DE ACCIÓN EN HIDROENERGÍA Y ENERGÍA OCEÁNICA.

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN	CUALITATIVA		(AÑO)	PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		EVALUADO)	2020	2021	2022	
REGULACIONES Y POLÍTICA PÚBLICA	Fortalecer el marco normativo para el desarrollo de proyectos de hidroenergía a pequeña escala, que garanticen el mejor aprovechamiento del agua y energía, con respeto a los ecosistemas y los derechos de las comunidades.	Vigente	Vigente	Actualizar		Fortalecer el marco normativo para el desarrollo de proyectos de hidroenergía a pequeña escala que garanticen el aprovechamiento de recursos de manera armónica con ecosistemas y comunidades.
	Desarrollar la regulación y promover el aprovechamiento del potencial de las energías del mar.	Vigente	Vigente	Actualizar		Promover e impulsar el incremento gradual del aprovechamiento de la energía oceánica.
INSTITUCIONES	Promover la modernización, remodelación, rehabilitación y reconversión de plantas hidroeléctricas, para mejorar su eficiencia, control de inundaciones, riego y navegación.	Vigente	Vigente	Actualizar		Promover la rehabilitación, modernización y repotenciación de centrales hidroeléctricas para mejorar su seguridad, confiabilidad y productividad.

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN	CUALITATIVA		(AÑO	PROPUESTA	DE
		EVALUADO)	2020	2021	2022	ACTUALIZACIÓN	
	Crear y fortalecer programas de evaluación y supervisión de impactos a los ecosistemas por el desarrollo y funcionamiento de tecnologías de hidroelectricidad y del mar.	Vigente	Vigente	Actualizar		Crear y fortalecer programas de evaluación y supervisión de impactos a los ecosistemas por el desarrollo y funcionamiento de tecnologías de hidroelectricidad y energía oceánica.	
	Promover la suscripción de convenios interinstitucionales incluyentes para atender localmente aspectos ambientales y sociales para la sustentabilidad de los proyectos hidroeléctricos y las energías del mar.	Vigente	Vigente	Actualizar		Promover la suscripción de convenios interinstitucionales incluyentes para atender localmente aspectos ambientales y sociales para la sustentabilidad de los proyectos hidroeléctricos y la energía oceánica.	
CAPACIDADES TÉCNICAS Y RECURSOS HUMANOS	Desarrollar capacidades en diseño e implementación de proyectos sustentables de centrales hidroeléctricas de pequeña escala y energías del mar.	Vigente	Vigente	Actualizar		Desarrollar capacidades en diseño e implementación de proyectos sustentables de centrales hidroeléctricas de pequeña escala y energía oceánica.	
	Desarrollar capacidades en aplicaciones sustentables de los proyectos hidroeléctricos, como el aprovechamiento de sedimentos y nutrientes de embalses.	Vigente	Vigente	Actualizar		Desarrollar capacidades de monitoreo, diagnóstico y control del depósito de sedimentos en embalses.	
MERCADOS FINANCIAMIENTO	Desarrollar e implementar modelos e instrumentos financieros para mitigar riesgos y	Vigente	Vigente	Vigente			

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN	CUALITATIVA (AÑO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		EVALUADO)	2020	2021	2022	
	apoyar los proyectos hidroeléctricos de pequeña escala.					
	Actualizar y ampliar bases de datos públicas sobre los recursos hidroeléctricos de pequeña escala en cuencas y el potencial de las energías del mar en litorales del país.	Vigente	Vigente	Actualizar	Actualizar y ampliar bases de datos públicas sobre el potencial de generación hidroeléctrica de pequeña escala y de energía oceánica.	
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN	Fortalecer investigaciones dirigidas a la mejora de la eficiencia de las turbinas de las centrales hidroeléctricas, diseño de los embalses e impactos y remediación de los ecosistemas.	Vigente	Vigente	Actualizar	Fortalecer la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico en los distintos elementos de la cadena de valor de la generación hidroeléctrica y la energía oceánica.	
	Apoyar el diseño y desarrollo de pequeñas centrales de bajos flujos cinéticos para aplicación en canales y pequeños ríos.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Apoyar investigaciones sobre potenciales y viabilidad de proyectos que aprovechen las energías del mar.	Vigente	Vigente	Actualizar	Apoyar investigaciones sobre el potencial y viabilidad de proyectos que aprovechen la energía oceánica.	

FUENTE: Elaboración propia.

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

En la temática de fortalecer el marco normativo para el desarrollo de proyectos de hidroenergía a pequeña escala, que garanticen el mejor aprovechamiento del agua y energía, con respeto a los ecosistemas y los derechos de las comunidades, la CRE conforme a sus atribuciones expidió la RESOLUCIÓN Núm. RES/550/2021 de la CRE por la que se expiden las Disposiciones Administrativas de Carácter General que contienen los criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional: Código de Red.

Además, la CRE conforme a sus atribuciones emitió el ACUERDO Núm. A/006/2022 de la CRE por el que se expiden las Disposiciones Administrativas de Carácter General que establecen los términos para presentar la información relativa al objeto social, capacidad legal, técnica y financiera, así como la descripción del proyecto, y el formato de la solicitud de permisos de generación de energía eléctrica. El INEEL y el IMTA trabajaron en conjunto para coordinar el proyecto 316976, el cual consistió en realizar una revisión exhaustiva del marco legal relacionado con electricidad, agua, medio ambiente y comunidad. El objetivo fue identificar enmiendas que impulsen el desarrollo de proyectos de pequeña escala. Se tiene previsto proponer la armonización jurídica de los instrumentos pertinentes.

Ante el panorama de promover la modernización, remodelación, rehabilitación y reconversión de plantas hidroeléctricas, para mejorar su eficiencia, control de inundaciones, riego y navegación, por parte de CFE se realizarán los proyectos de rehabilitación y modernización de centrales hidroeléctricas, y se presentó el Plan Integral de Modernización de Centrales Hidroeléctricas, que considera la rehabilitación y modernización de 16 centrales de generación. Durante 2022 se presentaron estudios hidrológicos, hidroenergéticos y evaluación financiera de centrales minihidroeléctricas para llevar a cabo la modernización de sus equipos principales.

Como resultado de crear y fortalecer programas de evaluación y supervisión de impactos a los ecosistemas por el desarrollo y funcionamiento de tecnologías de hidroelectricidad y del mar, el INEEL, dentro del proyecto 316976, en conjunto con el IMTA avanzaron en el planteamiento de estrategias en materia ambiental para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos de pequeña escala. En la cual, se plantean estrategias socioambientales de coordinación interinstitucional y desarrollo de estándar o lineamiento reconocido y aplicable. Además, dentro del CEMIE-Océano se caracterizaron diversas especies marítimas.

El INEEL informa que dentro del CEMIE-Océano se desarrollaron prototipos para aprovechamiento de energía oceánica. Además, dentro del proyecto 316976, coordinado por el INEEL en organización conjunta con el IMTA, especialistas de China impartieron curso en línea sobre elementos del diseño, construcción y puesta en servicio de centrales hidroeléctricas de pequeña escala, además de compartir sus estándares para proyectos sustentables. También se analizaron componentes relevantes en el desarrollo de proyectos minihidroeléctricos sustentables dentro de los Foros temáticos desarrollados como parte del mismo proyecto.

En referencia a desarrollar e implementar modelos e instrumentos financieros para mitigar riesgos y apoyar los proyectos hidroeléctricos de pequeña escala, la CRE a través de los lineamientos que establecen los criterios para el otorgamiento de Certificados de Energías Limpias y los requisitos para su adquisición, promueve nuevas inversiones en energías limpias que aportan al cumplimiento de las metas nacionales de generación limpia de electricidad de forma eficaz y al menor costo para el país. La DGIDT, por su parte en 2022 reporta el apoyo en el desarrollo de dos proyectos minihidroeléctricos. El INEEL, dentro del proyecto 316976, documentó fuentes de financiamiento potenciales, nacionales e internacionales, y está en proceso de desarrollo el planteamiento de nuevas estrategias de financiamiento de proyectos hidroeléctricos de pequeña escala.

Como parte de los compromisos de actualizar y ampliar bases de datos públicas sobre los recursos hidroeléctricos de pequeña escala en cuencas y el potencial de las energías del mar en litorales del país, la CRE conforme a sus atribuciones actualiza estadísticas e información de los permisos de generación otorgados en materia de electricidad. Por parte del INEEL, dentro del proyecto 316976, realizó el análisis de la evolución en la disponibilidad del recurso hídrico, con un horizonte al 2034, como elemento fundamental en la planeación del desarrollo hidroeléctrico de pequeña escala y la evaluación de su potencial. También aquí se avanzó en la identificación de cuencas potenciales de pequeños proyectos hidroeléctricos y se identificó una región de potencial minihidroeléctrico que será estudiada por la contraparte de China, para la identificación de 10 sitios potenciales. Por otra parte, la CFE coordinó una serie de reuniones para la identificación de sitios potenciales minihidroeléctricos, a través de un grupo interinstitucional donde participaron también IMTA e INEEL. Dentro del CEMIE-Océano se generaron atlas de potencial de energía oceánica.

En lo que respecta a fortalecer investigaciones dirigidas a la mejora de la eficiencia de las turbinas de las centrales hidroeléctricas, diseño de los embalses e impactos y remediación de los ecosistemas, el INEEL dentro del proyecto 316976, inició la documentación del estado del arte de la generación hidroeléctrica de pequeña escala, como apoyo para la definición de prioridades de investigación en esta área en México. Además, algunas entidades académicas y centros públicos de investigación están desarrollando el diseño y fabricación de turbinas hidráulicas de pequeña capacidad.

Como resultado de apoyar el diseño y desarrollo de pequeñas centrales de bajos flujos cinéticos para aplicación en canales y pequeños ríos, el INEEL, dentro del proyecto 316976, realizó una investigación del estado del arte en la que se incluyen sistemas para bajos flujos cinéticos, como antecedente para la definición de temas prioritarios de investigación en México en el área de generación hidroeléctrica de pequeña escala. Por su parte el IMTA desarrolló estudios de turbinas tipo vórtice microhidroeléctricas, en su laboratorio de hidráulica.

Barreras y oportunidades identificadas

En lo concerniente a las oportunidades, detectadas en el tercer año de la Estrategia, se identifica lo siguiente:

- Dificultad de acceso al financiamiento para proyectos hidroeléctricos e incorporación de términos contractuales altamente demandantes.
- Limitación de recursos orientados a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación asociada a la tecnología hidroeléctrica, en comparación con los recursos destinados a otras opciones tecnológicas, así como falta de hoja de ruta de desarrollo sostenible del sector.
- Complementar las estimaciones actuales del potencial de desarrollo de proyectos hidroeléctricos, con información de proyectos de hasta 500 kW de capacidad, de equipamiento de infraestructura existente y de instalación de centrales de almacenamiento de energía por bombeo.
- Realizar un análisis prospectivo de la evolución de la disponibilidad de agua superficial de las cuencas hidrográficas del país al año 2034, orientado a la planeación de la explotación integral sostenible de cuencas a través de centrales hidroeléctricas.
- Elaboración de una Ley para el aprovechamiento de las energías oceánicas y su Reglamento para la regulación técnica y establecimiento de normas de seguridad, equilibrio ecológico y protección ambiental, buscando el beneficio social y el desarrollo económico de las comunidades costeras.
- Creación de bases de datos públicas, con información precisa de las comunidades costeras y del potencial energético de los recursos oceánicos.
- Desarrollo de capital humano para la verificación en campo de proyectos de exploración y explotación de recursos oceánicos; evaluación de capacidades potenciales; realizar exploración de zonas oceánicas nuevas; clasificación de recursos de baja, mediana y alta capacidad, así como su aplicación para su aprovechamiento.
- Elaboración de lineamientos para el aprovechamiento de las energías oceánica y su integración a sistemas híbridos de energía.
- Fomentar alianzas con universidades, centros de investigación e instituciones científicas que desarrollen nuevas tecnologías para la exploración y el aprovechamiento de la energía oceánica.
- Establecer alianzas y relaciones con gobiernos estatales y municipales donde existan recursos oceánicos a fin de conocer la situación actual de las comunidades cercanas a las áreas de posible explotación, para poder desarrollar los protocolos y las campañas de concientización sobre el aprovechamiento de la energía oceánica.

4.2.6 Captura y Almacenamiento de Carbono

La tecnología de captura, uso y/o secuestro de CO₂ en corrientes de procesos o en los gases de combustión de la industria del petróleo y gas, química y petroquímica, ha llegado a un nivel de madurez comercial, la cual representa una opción viable técnica y económicamente para mitigar sus emisiones de gases de efecto invernadero, así como su uso como coproducto o materia prima para la producción de urea, metanol o de combustibles sintéticos.

En este sentido, las Estrategia contempla 11 acciones en la materia, encaminadas a implementar acciones colaborativas que promuevan la transición energética de acuerdo con diversos instrumentos de política pública como la Estrategia Nacional para la implementación de la Agenda 2030, la LGCC y los Proyectos Estratégicos Nacionales, alineados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales considera la inclusión social, el crecimiento económico y la protección ambiental. El GTRE identificó que 6 de las líneas podrían ser actualizadas para considerar la colaboración entre dependencias y las acciones implementadas por el sector.

TABLA 19 LÍNEAS DE ACCIÓN DE CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO.

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO)		PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
REGULACIONES Y POLÍTICA PÚBLICA	Desarrollar el marco regulatorio y la normatividad que permiten proyectos de captura y almacenamiento de carbono.	Vigente	Vigente	Actualizar	Desarrollar el marco regulatorio y la normatividad que permiten proyectos de captura, uso y almacenamiento de bióxido de carbono
INSTITUCIONES	Integrar redes que permitan el intercambio de conocimiento e información para el desarrollo de proyectos.	Vigente	Vigente	Actualizar	Integrar redes industria y academia que permitan el intercambio de conocimiento e información para el desarrollo de proyectos factibles para el uso de bióxido de carbono para la industria.
	Promover programas de promoción y divulgación de la tecnología en las áreas de captura, transporte y almacenamiento de bióxido de carbono, así como técnicas de monitoreo y programas sociales.	Vigente	Vigente	Actualizar	Promover programas de promoción y divulgación de la tecnología en las áreas de captura, uso, transporte y almacenamiento de bióxido de carbono, así como técnicas de monitoreo y programas sociales
	Promover la vinculación con organismos nacionales e internacionales de ciencia, tecnología y gobierno, para	Vigente	Vigente	Vigente	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN	CUALITATIVA		(AÑO	PROPUESTA	DE
		EVALUADO)				ACTUALIZACIÓN	
		2020	2021	2022			
	fomentar el desarrollo de proyectos.						
CAPACIDADES TÉCNICAS RECURSOS HUMANOS	Implementar programas de Y formación de recursos humanos.	Vigente	Vigente	Vigente			
	Organizar talleres especializados dirigidos a los técnicos de la industria e investigadores.	Vigente	Vigente	Vigente			
	Promover programas de intercambio académico e industrial con instituciones internacionales.	Vigente	Vigente	Vigente			
MERCADOS FINANCIAMIENTO							
	Fortalecer la participación en mercados internacionales de carbono, y promover e impulsar la creación de un mercado de carbono nacional y regional.	Vigente	Vigente	Actualizar	Fortalecer la participación en mercados internacionales de carbono, y promover e impulsar la creación de un mercado de carbono nacional y regional; a la par de evaluar la viabilidad técnico-económica para crear o sumar esfuerzos al Sistema de Comercio de Emisiones.		
	Utilizar donativos internacionales para el desarrollo de capacidades, conformación de política pública y desarrollo de proyectos en México.	Vigente	Vigente	Actualizar	Promover el desarrollo de capacidades y desarrollo de proyectos de interés para México con políticas públicas nacionales o mediante convenio de colaboración internacionales que favorezcan la soberanía energética del país.		

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN EVALUADO)	CUALITATIVA (AÑO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022		
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN	Implementar un Mapa de Ruta Tecnológico	Vigente	Vigente	Actualizar	Actualizar los instrumentos de planeación en materia de desarrollo e innovación de tecnología de captura de carbono al mediano plazo.	
	Fortalecer las estimaciones del potencial de reducción de gases de efecto invernadero a partir de la aplicación de la tecnología en el sector energético e industrial.	Vigente	Vigente	Vigente		

FUENTE: Estrategia de Transición para promover el uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios 2019.

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

Respecto al desarrollo del marco regulatorio y la normatividad que permitan proyectos de captura y almacenamiento de carbono, el PAMRNT 2022-2036 alude a la incorporación de CCUS (tecnología de captura, almacenamiento y uso de carbono por sus siglas en inglés) en México. Ante el panorama de integrar redes que permitan el intercambio de conocimiento e información para el desarrollo de proyectos, el IMP informa que tienen alianzas de colaboración con: Intertek ABC Analytic, Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM. Además, el IMP cuenta con convenios de colaboración con Universidades y centros de investigación nacionales y en el extranjero, así como interés y antecedente de colaboración con universidades e institutos de investigación de Reino Unido, Estados Unidos y Canadá. Vale la pena destacar que tienen antecedente de participación en dos cluster SENER-CONACYT (Bioturbosina y combustibles sólidos), así como capacidades para colaborar en laboratorios nacionales y redes de CONACYT o con instituciones internacionales como el Department of Energy (DOE) de EUA, Natural Resources Canada (NRCan), la Universidad de Harvard, Imperial College London, Universidad de Oxford, entre otros.

En este contexto, por su parte el INEEL reporta que en 2021 se desarrollaron Proyectos con la empresa SEMPRA. Además, el INEEL informa que se lleva a cabo la fundación: MeCCS Plataforma Mexicana de Captura y Almacenamiento de CO₂, la cual es un espacio acerca de la tecnología de CCS y su papel en el desarrollo sostenible en México y está conformado por la Universidad de Edimburgo y el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS), IE-UNAM, y patrocinado por la Alianza Escocesa para las Geociencias, el Medio Ambiente y la Sociedad (SAGES) y el Centro Nacional de CCS del Reino Unido (UKCCSRC).

Como resultado de promover programas de promoción y divulgación de la tecnología en las áreas de captura, transporte y almacenamiento de bióxido de carbono, así como técnicas de monitoreo y programas sociales, en 2021 el INEEL informa la divulgación en el Foro Digital: "Soberanía Energética en Voz de las Mujeres" organizado



por la SENER, en el cual se impartió el tema: Captura, uso y almacenamiento de CO₂ como alternativa para mitigar el cambio climático". En 2022, se realizó la publicación en la prestigiosa revista "International Journal of Greenhouse Gas Control", que es reconocida por su factor de impacto 4.4 y su clasificación Q1 en el área de CCUS. En esta publicación, se destacó la participación de la mexicana Abigail González Díaz como editora asociada para el periodo 2023 a 2025. Esta designación se basó en la calidad y cantidad de sus publicaciones en el campo de CCUS.

En lo que respecta a promover la vinculación con organismos nacionales e internacionales de ciencia, tecnología y gobierno, para fomentar el desarrollo de proyectos, el IMP reporta el desarrollo del proyecto N.62021, Hub de conocimiento para la transición energética con el propósito de conformar un espacio virtual de conocimiento y colaboración que facilite la promoción e implementación de iniciativas, en temas del sector energía, a las entidades de los gobiernos federales y estatales encargadas de promover la transición energética y desarrollo de cadenas productivas del sector y los siguientes resultados:

- Se estableció contacto con funcionarios y empresarios de entidades que realizan actividades relacionadas con el desarrollo energético, medio ambiente, economía e innovación, así como de ciencia y tecnología en los Estados de Baja California, Campeche, Chihuahua, Ciudad de México, Durango, Jalisco, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Sonora, Tabasco, Veracruz y Yucatán.
- Se firmó un convenio general de colaboración con la Agencia Estatal de Energía del Estado de Jalisco y un memorando de entendimiento con la Agencia de Energía del Estado de Puebla.
- Se recibieron cartas de interés por parte de la Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico del Estado de Chihuahua, de la Secretaría de Desarrollo Económico del Estado de Durango, y de la COPARMEX del Estado de Querétaro.
- Se encuentran en proceso de revisión los alcances de un convenio general de colaboración que se firmará con la Agencia Estatal de Energía de Veracruz.

En este sentido, el INEEL hace referencia sobre la fundación de la Plataforma Mexicana de Captura y Almacenamiento de CO₂ (MeCCS). Asimismo, en 2022 el INEEL formó parte de la red interdisciplinaria conformada por más de 15 países: European Cooperation in Science & Technology; en conjunto, desarrollan el proyecto "Techno-economic analysis of carbon mitigation technologies".

En lo referente a utilizar donativos internacionales para el desarrollo de capacidades, conformación de política pública y desarrollo de proyectos en México, la DGIDT suscribió diversos convenios con el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), para la recepción de préstamos y donativos.

Como parte del compromiso de fortalecer las estimaciones del potencial de reducción de gases de efecto invernadero a partir de la aplicación de la tecnología en el sector energético e industrial, el IMP aprobó en 2021, el proyecto D.62011 Desarrollo de un sistema de medición de emisiones de metano en instalaciones petroleras, con el objetivo de desarrollar un dispositivo miniaturizado para la medición de metano en aire ambiente, mediante espectroscopía infrarroja. Además, al cierre de 2022, el IMP presenta los siguientes resultados:

1. Se generó el diseño del prototipo para medir la concentración de metano en aire ambiente mediante espectroscopía de absorción en la región del infrarrojo cercano, como resultado del proyecto D.62011.
2. Se continúa trabajando en el proyecto de IDT con la CAME, Y.61129 Análisis del control de emisiones en la cadena de distribución de gasolinas en la región de la Megalópolis (Fases O, I y II).
3. Se desarrollaron los Mapas de Ruta Tecnológica del IMP para las áreas de enfoque "Medio ambiente, eficiencia energética y Sustentabilidad" y "Energías renovables y transición energética".

Barreras y oportunidades identificadas

En lo concerniente a las oportunidades, detectadas en el tercer año de la Estrategia, se identifica lo siguiente:

- La falta de infraestructura y manejo de ductos para transporte de CO₂.
- El agotamiento de pozos y lenta respuesta para inyectar CO₂.

- La desconexión academia-industria para materializar proyectos de uso de CO₂.
- Los altos costos de inversión en las Unidades de Captura de CO₂.
- La experiencia en captura y manejo de CO₂ en plantas de amoniaco (conocimiento de la tecnología y personal entrenado) de PEMEX.
- La disponibilidad de CO₂ con 95% de pureza de las plantas de amoniaco del Complejo Petroquímico Cosoleacaque para uso o secuestro.
- El CLUSTER en Sureste de Veracruz: emisión de CO₂, captura, uso y secuestro.
- La alta rentabilidad económica y baja TIR en proyectos de recuperación mejorada.
- La viabilidad técnica el uso y captura de CO₂ del reformador primario de las plantas de amoniaco (Mitsui lo confirmó en 2016) y con ello incrementar el volumen de CO₂ capturado en estas plantas.
- La factibilidad técnica de la captura de CO₂ de los gases de combustión de las plantas CHP de complejos, refinerías e industria.
- El inadecuado uso de recursos internacionales (BM) en un estudio de factibilidad de PCC en la Planta de Poza Rica y para Planta Piloto. El CO₂ capturado no podría ser usado en los Campos de Poza Rica.
- Tomar lecciones aprendidas del caso de estudios captura de CO₂ planta Poza Rica (NGCC) y Planta Piloto.

4.3 LÍNEAS DE ACCIÓN EN DESARROLLO E IMPACTO SOCIAL

4.3.1 Desarrollo e impacto social

Una piedra angular para alcanzar el bienestar social y lograr el desarrollo económico de las comunidades es contar con suministro de energía universal y accesible. Los proyectos de infraestructura del sector energético que se desarrollan con la finalidad de garantizar el suministro universal y accesible de energía son susceptibles de modificar los derechos, intereses y formas de vida de las poblaciones. En este sentido, la Estrategia contempla 22 líneas de acción en la materia encaminadas a implementar acciones colaborativas que promuevan la transición energética bajo principios de equidad de género, eliminación de pobreza energética y participación ciudadana, con la finalidad de tomar en consideración a las comunidades y velar por el respeto a sus derechos. Al concluir la revisión anual, el GTRE identifica que todas las líneas de acción se encuentran vigentes, por lo que no encontró necesario modificar, adicionar o eliminar alguna de ellas, únicamente dar continuidad y fomentar la coordinación interinstitucional en su implementación.

TABLA 20 LÍNEAS DE ACCIÓN EN DESARROLLO SOCIAL

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO DE EVALUADO)	PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN		
		2020	2021	2022	
PERSPECTIVAS DE GÉNERO	Responder a consideraciones de equidad de género en la política pública energética de México.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Los proyectos de distribución y consumo de energía observan lineamientos que contribuyen a eliminar brechas de desigualdad de género.	Vigente	Vigente	Vigente	
	En el desarrollo de los proyectos se identifican impactos socioambientales con perspectiva de género y se garantiza la participación	Vigente	Vigente	Vigente	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO DE EVALUADO)	PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN		
		2020	2021	2022	
	activa de mujeres y hombres en los beneficios compartidos.				
	Se garantizan oportunidades laborales en condiciones de igualdad para mujeres y hombres en el desarrollo de proyectos del sector.	Vigente	Vigente	Vigente	
POBREZA ENERGÉTICA	Reducir la pobreza energética mediante la promoción de proyectos incluyentes de energías limpias.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Desarrollar programas de acceso universal de energía alineados al Programa de Naciones Unidas "Energía Sustentable para todos" (SE4ALL, por sus siglas en inglés).	Vigente	Vigente	Vigente	
	Fomentar el aprovechamiento de los residuos sólidos rurales, para la producción de biogás, la instalación de sistemas fotovoltaicos, aislados o conectados a la red, a través de proyectos incluyentes que reduzcan la pobreza energética y contribuyan a reducir condiciones de pobreza de forma más general.	Vigente	Vigente	Vigente	
PROTECCIÓN A LOS DERECHOS HUMANOS DERIVADA DE LA EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	Implementar proyectos de energía con un enfoque de protección, respeto y garantía de derechos humanos.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Implementar actividades de desarrollo acompañadas por medidas adecuadas de prevención y mitigación para garantizar que las mismas no vulneren los derechos humanos de las personas ubicadas en una determinada área de influencia.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Implementar mecanismos adecuados para monitorear y prevenir violaciones futuras a los	Vigente	Vigente	Vigente	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO DE EVALUADO)	PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN		
		2020	2021	2022	
	derechos humanos, con la coadyuvancia de los Estados.				
	Asegurar que la consulta a pueblos y comunidades indígenas se desarrolle en plena observancia de los estándares nacionales e internacionales en materia de derechos humanos.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Asegurar que los procesos de evaluación de impacto social sean eficientes y eficaces, que incluyan beneficios compartidos.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Inculcar la percepción de la EvIS como un proceso participativo para establecer un proyecto.	Vigente	Vigente	Vigente	
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Promover una activa participación de los distintos grupos sociales en la transición energética.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Construir una nueva relación entre sociedad y gobierno, basada en la confianza y reconocimiento de la autonomía y capacidad crítica y propositiva de la sociedad, para el diseño de políticas públicas y acciones colaborativas.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Desarrollar coordinación interinstitucional entre dependencias y entidades del sector energético para unificar estrategias y líneas de acción que impulsen la participación ciudadana.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Aplicar los principios del gobierno abierto (i) transparencia, (ii) participación ciudadana, (iii) rendición de cuentas, y (iv) tecnología e innovación y alentar el debate sobre políticas en el tema de consumo de energía.	Vigente	Vigente	Vigente	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO DE EVALUADO)	PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN		
		2020	2021	2022	
	Establecer los mecanismos específicos de participación de la sociedad civil, procurando aquellos de gobierno colaborativo, y de las áreas de vinculación de las dependencias federales, estatales y municipales.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Crear herramientas de comunicación y participación por Estados o regiones.	Vigente	Vigente	Vigente	
FINANCIAMIENTO	Promover proyectos energéticos desde el sector social y con la ciudadanía.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Desarrollar incentivos económicos y de acompañamiento para promover la creación de emprendimientos sociales y con ello el fortalecimiento del sector social de la economía, con la participación del Instituto Nacional de la Economía Social (INAES).	Vigente	Vigente	Vigente	
	Promover la formación y el desarrollo de microempresas de generación eléctrica limpia de base social en el sector rural y urbano.	Vigente	Vigente	Vigente	

FUENTE: Elaboración propia

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Aspectos positivos

Se ha logrado mantener, y en algunos casos, desarrollar instrumentos que permitan mantener vigentes cuatro categorías de líneas de acción en materia de Desarrollo e Impacto Social. Los instrumentos son los siguientes:

Fondo de Servicio Universal Eléctrico (FSUE):

- Fondo de carácter público que tiene por objetivo el de alcanzar el 100% de la cobertura eléctrica en territorio nacional. Los esfuerzos del FSUE consisten en la extensión de líneas eléctricas ya existentes y/o la instalación de sistemas de generación aislada, que permitan electrificar poblaciones que necesitan ampliaciones a las redes eléctricas o que, por su ubicación y condiciones geográficas requieren instalaciones de sistemas aislados.
- La implementación del FSUE ha permitido electrificar más de mil localidades en 27 estados de la República. Lo anterior contribuye a la reducción de brechas de desigualdad entre comunidades, coadyuva en el desarrollo de economías locales y eleva los niveles de desarrollo y calidad de vida de la población, desde un enfoque sostenible.

Evaluación de Impacto Social:

- La Evaluación de Impacto Social (Evis) permite que las comunidades susceptibles de afectación en sus derechos por el desarrollo de actividades del sector energético conozcan íntegramente el proyecto y de aceptar ser consultadas se involucrarán a lo largo del ciclo de vida del proyecto energético.
- De conformidad con el artículo 120 de la Ley de la Industria Eléctrica, corresponde a la SENER, requerir a los interesados en obtener un permiso o autorización para el desarrollo de un proyecto del sector energético, una Evaluación de Impacto Social.
- En materia de promoción del desarrollo, la Evis contribuye a que las comunidades susceptibles de afectación en sus derechos puedan establecer comunicación con las autoridades y las empresas y de manera conjunta promover el desarrollo local.
- Por otra parte, la Evis debe elaborarse desde una perspectiva de género, misma que debe abordar específicamente los impactos diferenciados que un proyecto puede generar en las mujeres. La visión de las mujeres puede ser crítica para contribuir una implementación sostenible de un proyecto de infraestructura.

Procedimientos de Consulta Previa Libre e Informada:

- Respecto a la determinación de un procedimiento de Consulta Previa Libre e Informada, la SENER utiliza criterios metodológicos apegados a las mejores prácticas a nivel internacional, con la finalidad de incluir a todas las poblaciones susceptibles de afectación en sus derechos, asentadas en las áreas de influencia del Proyecto energético.
- Las comunidades que aceptan ser consultadas, participan en la elaboración del protocolo de consulta correspondiente.

Barreras y oportunidades identificadas

En lo concerniente a las oportunidades, detectadas en el tercer año de la Estrategia, se identifica lo siguiente:

- No se cuenta con mecanismos para verificar en campo la correcta implementación de los planes de gestión social de los proyectos del sector energético.
- Actualizar las DACG sobre la Evis en el Sector Energético, que son el instrumento que detalla los componentes de la Evaluación de Impacto Social para facilitar el proceso de revisión de la información presentada por los desarrolladores de los proyectos en materia energética.
- Sensibilizar a los implementadores de proyectos en materia energética para la consideración y seguimiento de los posibles impactos sociales durante el diseño del proyecto, su implementación y su funcionamiento.

4.4 LÍNEAS DE ACCIÓN EN DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA INTEGRADORA

4.4.1 Redes inteligentes y Generación Distribuida.

Motivadores para determinar el desarrollo de las redes eléctricas inteligentes

El desarrollo de las Redes Eléctricas Inteligentes (REI) en México debe estar motivado y sujeto por:

- La Ley de Transición Energética,
- La Ley de la Industria Eléctrica y su Reglamento,
- Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024, Numeral III. Economía “Rescate al Sector Energético”, y
- Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), vigente.

Los proyectos para el desarrollo de las REI que se han considerado en el Programa de Redes Eléctricas Inteligentes (PREI) contribuyen a la visión de mejorar el Control Operativo y la Planeación de la infraestructura del Sector Energético en materia de electricidad, considerando:

- La infraestructura crítica de la industria eléctrica, como son los activos de generación, transmisión, distribución y de Tecnologías de Información y Comunicación, que son vitales para proveer los Servicio Públicos Transmisión y Distribución, el Suministro Eléctrico, así como para la planeación y Control Operativo del SEN. Esta infraestructura es aquella que su daño o falla tendría un impacto en la seguridad energética y en la economía nacional.
- El impacto por los fenómenos naturales derivados del cambio climático junto con el crecimiento de los asentamientos humanos en las grandes ciudades, la falta de control adecuado en la urbanización, el deterioro por envejecimiento y la falta de mantenimiento de la infraestructura, los cuales podrían ser las causas principales de los cortes de energía eléctrica.
- Los ataques y amenazas cibernéticas dirigidas a la infraestructura eléctrica que tienden a crecer y evolucionar con la apertura y acceso a la información. El conocimiento de la infraestructura e información del SEN puede ser aprovechado para provocar daños con repercusiones económicas y sociales de gran magnitud.

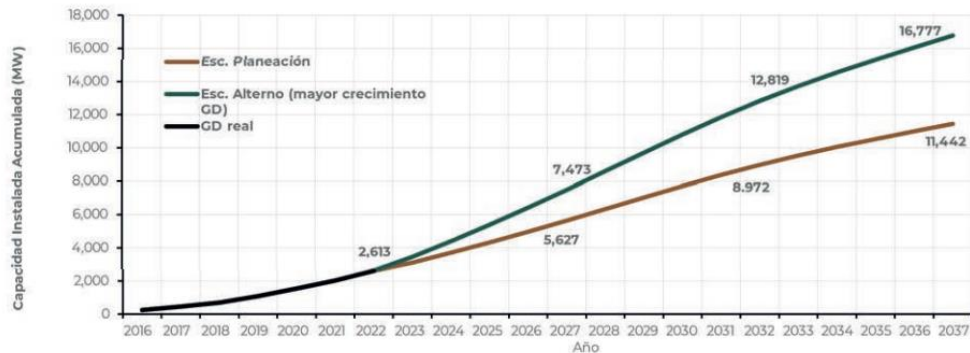
Si bien se debe preparar al SEN para los fenómenos naturales, robustecer las medidas de ciberseguridad, y fortalecer la infraestructura crítica de la industria eléctrica, también tiene la misma importancia el sistema de suministro de los energéticos (gas natural, carbón, combustóleo, diésel, agua, sol y viento) para su transformación a energía eléctrica.

Los proyectos de REI son soluciones de infraestructura, modernización y mecanismos que se desarrollan e implementan en el corto y mediano plazo, mientras se desarrollan los elementos para el fortalecimiento de la infraestructura eléctrica de largo plazo (líneas de transmisión, Centrales Eléctricas, sistemas de abastecimiento de combustible, presas en otros).

Proyecciones de la GD-FV: escenarios planeación y alterno 2021-2035.

Respecto al crecimiento de la capacidad instalada (MW) de la GD-FV en los próximos 15 años, se realizaron dos proyecciones, como primer escenario un crecimiento medio o de planeación y un segundo escenario asumiendo que habrá un mayor dinamismo e impulso a la GD-FV. En la FIGURA 8 se presenta la evolución de la capacidad instalada acumulada de GD-FV para los dos escenarios de crecimiento mencionados, se observa que en 2022 se registró 2,613 de capacidad MW y que, para el escenario de planeación en 2037, la capacidad instalada se ubicará en 11,442 MW, mientras que para el segundo escenario el SEN alcanzará 16,777 MW de GD-FV.

FIGURA 9. EVOLUCIÓN ESTIMADA DE LA CAPACIDAD INSTALADA ACUMULADA DE GD-FV EN EL SEN 2016-2036 (MW).



FUENTE: Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (2023-2037).

La TABLA 21 presenta las 19 líneas de acción que se encuentran publicadas en la Estrategia y las cuales se evaluaron en el grupo de trabajo, y requiriendo 6 de ellas una actualización-

TABLA 21 LÍNEAS DE ACCIÓN EN REDES INTELIGENTES Y GENERACIÓN DISTRIBUIDA.

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
REGULACIONES POLÍTICA PÚBLICA	Desarrollar protocolos, definiciones y estándares técnicos que hagan cumplir los lineamientos de balanceo de fases, estabilidad de voltaje, calidad de energía, interferencia con radiofrecuencias, interoperabilidad y seguridad informática.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Fortalecer la vinculación entre las regulaciones de los sistemas eléctricos con los sistemas de comunicación y manejo de datos.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Evaluar la adopción de estándares internacionales para la Generación Distribuida y redes inteligentes (RI)	Vigente	Vigente	Actualizar	Evaluar la adopción de estándares internacionales para la Generación Distribuida y Redes Eléctricas Inteligentes (REI).
	Evaluar el establecimiento de tarifas en tiempo real que permitan dar valor a la aportación de energía	Vigente	Vigente	Vigente	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
	de los sistemas distribuidos en términos de potencia y energía.				
	Medir los costos y beneficios de la Generación Distribuida a través de metodologías probadas y transparentes.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Establecer tarifas de Generación Distribuida en el sector doméstico, comercial e industrial que sean justas, basándose en pruebas estándar que identifiquen los costos y los beneficios que aplican a la Generación Distribuida.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Establecer metas a mediano y largo plazo específicas para Generación Distribuida.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Generar estudios que permitan fortalecer metas a mediano y largo plazo específicas para Generación Distribuida.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Expandir opciones de acceso a clientes de Generación Distribuida.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Fomentar la instrumentación del monitoreo y seguimiento de sistemas de Generación Distribuida.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Fortalecer los esquemas de derechos y precios de interconexión de productores de energía eléctrica renovable proveniente de Generación Distribuida.	Vigente	Vigente	Vigente	
	Promover programas piloto de redes eléctricas inteligentes que mejoren la eficiencia, calidad, confiabilidad, seguridad y sustentabilidad del sistema eléctrico.	Vigente	Vigente	Vigente	

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
INSTITUCIONES	Fortalecer capacidades para definir tarifas eléctricas en un sistema eléctrico que opere con Generación Distribuida y redes inteligentes.	Vigente	Vigente	Actualizar	Analizar la viabilidad de definir tarifas eléctricas que promuevan la Generación Distribuida y Redes Eléctricas Inteligentes.
	Establecer programas de divulgación y difusión para elevar el conocimiento de usuarios y actores del sector eléctrico para incrementar la aceptación de los desarrollos de las redes inteligentes.	Vigente	Vigente	Actualizar	Establecer programas de divulgación y difusión para elevar el conocimiento de usuarios y actores del sector eléctrico para incrementar la aceptación de los desarrollos de las Redes Eléctricas Inteligentes.
	Apoyar y dar seguimiento a los esfuerzos de programas de fomento a la tecnología.	Vigente	Vigente	Vigente	
CAPACIDADES TÉCNICAS Y RECURSOS HUMANOS	Fortalecer la creación de capacidades en recursos humanos para el diseño, instalación y operación de sistemas de Generación Distribuida y redes inteligentes.	Vigente	Vigente	Actualizar	Fortalecer la creación de capacidades en recursos humanos para el diseño, instalación y operación de sistemas de Generación Distribuida y Redes Eléctricas Inteligentes.
MERCADOS FINANCIAMIENTO Y	Establecer esquemas de financiamiento para la integración de capacidades de Generación Distribuida y redes inteligentes.	Vigente	Vigente	Actualizar	Establecer esquemas de financiamiento para la integración de capacidades de Generación Distribuida y de Redes Eléctricas Inteligentes.
	Apoyar programas piloto de Generación Distribuida que mejoren las economías del estado y generen ahorros para los usuarios.	Vigente	Vigente	Vigente	
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN	Fortalecer programas y proyectos de centros académicos y de investigación para el desarrollo de	Vigente	Vigente	Actualizar	Fortalecer programas y proyectos de centros académicos y de investigación para el

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)			PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022	
	la Generación Distribuida y las redes inteligentes.				desarrollo de la Generación Distribuida y Redes Eléctricas Inteligentes.

FUENTE: Elaboración propia.

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

Respecto al desarrollo de protocolos, definiciones y estándares técnicos que hagan cumplir los lineamientos de balanceo de fases, estabilidad de voltaje, calidad de energía, interferencia con radio frecuencias, interoperabilidad y seguridad informática, la CRE reporta que de acuerdo a la Resolución No. 550/2021, denominada Resolución de la Comisión Reguladora de Energía por la que se expiden las Disposiciones Administrativas de Carácter General que contienen los Criterios de Eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad y Sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, en su punto No. 5.5 "Implementación y desarrollo de Criterios de Interoperabilidad y Seguridad de la Información" hace énfasis en la importancia del mantenimiento de la interoperabilidad de los sistemas de información, así como la procuración de su seguridad, con énfasis en datos e información crítica para la operación de los usuarios. En su punto No. 5.6, la resolución hace énfasis en la interoperabilidad de los elementos y sistemas de medición, monitoreo y operación de las redes eléctricas que cuenten con Infraestructura de TIC.

CENACE reporta que en 2021 trabajó en la actualización de las Disposiciones Administrativas de Carácter General en materia de Centrales Eléctricas con Capacidad Instalada Neta menor a 0.5 MW. En 2022 el CENACE informa que se envió por parte de la CRE a la CONAMER las Disposiciones Administrativas de Carácter General en materia de Centrales Eléctricas con Capacidad Instalada Neta menor a 0.5 MW, Generación Distribuida y Generación Limpia Distribuida.

Como resultado de fortalecer la vinculación entre las regulaciones de los sistemas eléctricos con los sistemas de comunicación y manejo de datos, la CRE informa que en el Anexo II de la Resolución RES/142/2017 se mencionan las Especificaciones Técnicas generales emitidas por la CRE para el Desarrollo de la Generación Distribuida. En su punto No. 1 se mencionan los Esquemas de Interconexión, en su punto No. 2 Los Sistemas de Medición, en el punto No. 3 se mencionan los Equipos de Telemetría y en el punto No. 4 se mencionan los Dispositivos de Desconexión, como pueden ser los Interruptores o dispositivos de protección y desconexión.

En lo que respecta a evaluar la adopción de estándares internacionales para la Generación Distribuida y redes inteligentes (RI), la CRE emite como resultado la Resolución RES/142/2017 en su considerando Sexto que, de conformidad con experiencias internacionales, identifica tres etapas de integración de Generación Distribuida, tomando en consideración la implementación e instalación de tecnología para su desarrollo,

Ante el escenario de evaluar el establecimiento de tarifas en tiempo real que permitan dar valor a la aportación de energía de los sistemas distribuidos en términos de potencia y energía, la CRE emite como resultado la Resolución RES/142/2017 en su ANEXO I, el cual presenta la Metodología de cálculo de contraprestación que aplicará el Suministrador de Servicios Básicos por la energía que ofrezcan los Generadores Exentos. La presente metodología de contraprestación establece las modalidades que aplicará el Suministrador de Servicios Básicos a la energía que ofrezcan los Generadores Exentos, con la finalidad de satisfacer tanto las necesidades de certidumbre y Continuidad de los proyectos de Generación Distribuida, así como permitir a los proyectos acceder al Mercado Eléctrico Mayorista. La metodología de contraprestación establece los cálculos, criterios y bases para

determinar las opciones de contraprestación que aplicará el Suministrador de Servicios Básicos por la energía que ofrezcan los Generadores Exentos.

Como resultado de medir los costos y beneficios de la Generación Distribuida a través de metodologías probadas y transparentes, la CRE emite la Resolución RES/142/2017, en la cual establecen una Metodología de Contraprestación, en donde los Generadores Exentos que suscriban el contrato de interconexión, tendrán el derecho de usar la metodología de contraprestación de medición neta de energía. Únicamente se permitirá migrar de un régimen de contraprestación a otro una vez transcurrido un año, contado a partir de la celebración del contrato de contraprestación correspondiente, con el fin de completar y facilitar los procesos administrativos, cuando aplique, tanto la liquidación de los excedentes acumulados como la determinación de los conceptos calculados anualmente.

Ante el escenario de expandir opciones de acceso a clientes de Generación Distribuida, la CRE reporta que con base a la Resolución RES/142/2017 en su Capítulo III PUNTO 3.1. Solicitud de Interconexión, segundo párrafo, se instruye a CFE Distribución que debe desarrollar una plataforma informática a través de internet que permita el completo manejo del proceso de interconexión, es decir la elaboración, recepción, seguimiento, atención y emisión de aprobación de las solicitudes de interconexión. Con base a esta información se generan las Estadísticas de Generación Distribuida que son publicadas cada 6 meses por la CRE, en las cuales se puede observar un incremento paulatino en el Número de Generadores de Generación Distribuida y Limpia Distribuida, ya que se ha observado que aquellos clientes que se encuentran en Tarifa DAC de CFE SSB han visto una reducción considerable en sus recibos de energía eléctrica al contar con centrales generadoras de Generación Distribuida,

Por lo que se refiere a fomentar la instrumentación del monitoreo y seguimiento de sistemas de Generación Distribuida, la CRE genera información para la evaluación de la integración de la Generación Distribuida en atención y complemento a lo establecido en el Manual de interconexión. En este contexto, por su parte CFE informa que, a través de la plataforma informática gestionada por la CRE, se pueden consultar las estadísticas de la integración de las RGD.

En cuanto al fortalecimiento de los esquemas de derechos y precios de interconexión de productores de energía eléctrica renovable proveniente de Generación Distribuida, la CRE presenta que actualmente en la Modificación de la Resolución RES/142/2017 se está planteando establecer un costo por la Interconexión al SEN de todos los nuevos Generadores Exentos de Generación Distribuida que conlleve al mejoramiento de las finanzas de la Empresa Productiva del Estado CFE.

En el caso de la promoción de programas piloto de redes eléctricas inteligentes que mejoren la eficiencia, calidad, confiabilidad, seguridad y sustentabilidad del sistema eléctrico, la CRE informa que a la fecha ya se cuenta con Sistemas AMI en la Colonia Polanco, de la Delegación Miguel Hidalgo de Ciudad de México, ya que en el año 2013 se instaló el primer sistema con Medidores AMI en el país y se instalaron Sistemas de Comunicación (antenas y software) que permiten toma de lectura de forma remota así como cortes vía remota, con los cuales se eficientizan los procesos de Toma de Lectura y Cortes a CFE Suministrador de Servicios Básicos.

En referencia a fortalecer capacidades para definir tarifas eléctricas en un sistema eléctrico que opere con Generación Distribuida y redes inteligentes, hasta la fecha, la CRE no ha planteado una Tarifa exclusiva para la Generación Distribuida y Limpia Distribuida, pero de acuerdo a la Resolución RES/142/2017, se cuentan con sistemas de contraprestación a todos aquellos Generadores exentos que venden todo o parte de su generación a través de las Redes Generales de Distribución a la CFE Suministrador de Servicios Básicos.

Respecto al establecimiento de programas de divulgación y difusión para elevar el conocimiento de usuarios y actores del sector eléctrico para incrementar la aceptación de los desarrollos de las redes inteligentes, la CRE informa que, mediante el Programa de Apoyo a la Generación Distribuida, el FIDE ha financiado la Instalación de sistemas de generación de energía con fuentes renovables, principalmente en sistemas fotovoltaicos, en el sector doméstico y MIPYMES. El Objetivo de este financiamiento ha sido propiciar beneficios económicos a los usuarios del servicio de energía eléctrica, incrementar su competitividad y contribuir a la disminución de emisiones

contaminantes al medio ambiente. Además, dentro de los Programas de Trabajo de la CONUEE se cuenta con programas para fortalecer y ampliar la promisión de la implementación de sistemas de gestión de la energía en usuarios con patrón de alto consumo.

Bajo el contexto de apoyar y dar seguimiento a los esfuerzos de programas de fomento a la tecnología, la CRE tiene la atribución de emitir opinión sobre el Programa de Redes Eléctricas Inteligentes (PREI) cuyo objetivo es evaluar que el PREI cumpla con el marco jurídico aplicable, de conformidad con la LIE, su Reglamento, la LTE y el Código de Red, principalmente. Además, la CRE debe informar al CENACE y a la SENER los principales hallazgos y cuestionamientos técnicos sobre los proyectos de Redes Eléctricas Inteligentes propuestos por el CENACE con apoyo de la CRE, los Transportistas, Distribuidores y Suministradores. Por último, debe evaluar que los proyectos que se incluyen en el PREI apoyen a la Modernización de la RNT y las RGD, para mantener una infraestructura confiable y segura que satisfaga la demanda eléctrica de manera económicamente eficiente y sustentable.

En lo que refiere al tema de fortalecer la creación de capacidades en recursos humanos para el diseño, instalación y operación de sistemas de Generación Distribuida y redes inteligentes, la CRE presenta las Unidades de Inspección. Las Unidades de Inspección tienen como finalidad dictaminar que la instalación para la interconexión de las Centrales Eléctricas de Generación Distribuida cumpla con las características específicas de la infraestructura requerida, las normas y demás estándares y dispositivos aplicables.

Como parte del compromiso de establecer esquemas de financiamiento para la integración de capacidades de Generación Distribuida y de redes inteligentes, la CRE informa que, mediante el Programa de Apoyo a la Generación Distribuida, el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) ha apoyado 3,219 proyectos en la materia, cuyo monto asciende a 1,191.68 millones de pesos, sumando un total de 38.82 MW de capacidad instalada acumulada. Estos proyectos, además de traer beneficios económicos a los usuarios del servicio de energía eléctrica, ayudan a incrementar su competitividad y contribuyen a la disminución de emisiones contaminantes al medio ambiente. Aunado a esto, mediante el Programa de Apoyo a la Generación Distribuida, el FIDE ha financiado la instalación de sistemas de generación de energía con fuentes renovables, principalmente sistemas fotovoltaicos, en el sector doméstico y en MIPyMES. El objetivo de este financiamiento ha sido propiciar beneficios económicos a los usuarios del servicio de energía eléctrica, incrementar su competitividad y contribuir a la disminución de emisiones contaminantes al medio ambiente.

En el apoyo a programas piloto de Generación Distribuida que mejoren las economías del estado y generen ahorros para los usuarios, la CRE informa que algunos estados de la República buscan fortalecer inversiones en Generación Distribuida que permitan el mejoramiento de la vida en Zonas Rurales y comunidades apartadas a través de Generación de Electricidad a través de Paneles Solares, a lo cual se le denomina Generación Distribuida Colectiva (GDC). Por su parte, la adopción de esquemas de GDC en México podría motivar la aparición de proyectos de energía comunitarios que han demostrado una serie de ventajas en otros mercados. Esto es particularmente importante para el impulso de una transición energética con un enfoque social y descentralizado como está previsto en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 en México. Por parte la DGIDT reporta su apoyo al programa "Apoyo a la Generación Distribuida".

En cuanto al fortalecimiento de programas y proyectos de centros académicos y de investigación para el desarrollo de la Generación Distribuida y las redes inteligentes, la CRE informa que el INEEL, en sus Programas de Capacitación de los años 2021, 2022 y 2023, imparte una serie de cursos sobre Generación Distribuida y Limpia Distribuida. Actualmente la CRE cuenta con un Convenio con el INEEL para el Desarrollo de Investigación en su Centro Mexicano de Innovación en Redes y Micro redes Eléctricas Inteligentes, sobre capacidad de integración y desarrollo de indicadores. Al mismo tiempo, diversas universidades del país imparten carreras de Ingeniería en Energías Renovables, cuyo objetivo es formar recursos humanos competentes para intervenir profesionalmente en proyectos, estrategias y acciones de generación, transformación y almacenamiento de energía proveniente de fuentes renovables, así como de uso eficiente de la energía, en el marco de un desarrollo sustentable.

Referente al establecimiento de programas y metas de inversión para fortalecer la Red Eléctrica de Transmisión para integrar Centrales Eléctricas Flexibles, Sistemas de Transmisión Flexible (FACTS), Electromovilidad inteligente y micro redes, se reporta que CENACE sometió a consideración y aprobación de la SENER el Programa de Redes Eléctricas Inteligentes (PREI), esto con el apoyo de la Comisión Reguladora de Energía los Transportistas, Distribuidores y Suministradores, con el objetivo de coadyuvar a la modernización de la Red Nacional de Transmisión y de las Redes Generales de Distribución.

En ese sentido, como resultado de establecer reglas claras orientadas a incentivar y permitir la instalación de Centrales Eléctricas con capacidad menor a 500 kW, mediante el aprovechamiento de recursos locales y con la posibilidad de realizar inyecciones de energía a las RGD, la CRE reporta la Modificación de la RES/550/2021 de la Comisión Reguladora de Energía por la que se expiden las Disposiciones Administrativas de Carácter General que contienen los criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional: Código de Red. Así como también, la CRE reporta que en 2022 se establece la Conformación del Comité Consultivo de Confiabilidad y se promueve el desarrollo de propuestas técnico-operativas para mejorar el Código de Red a través de los Grupos de Trabajo de "Tecnologías Probadas y Emergentes" y "Electromovilidad".

Dentro del tema de fomentar inversiones y financiar programas piloto para el desarrollo de tecnologías de control de la demanda en Usuarios Industriales, la CRE informa que realizó la Conformación del Comité Consultivo de Confiabilidad y promovió el desarrollo de propuestas técnico-operativas para mejorar el Código de Red a través del Grupos de Trabajo de "Comercializadoras".

Barreras y oportunidades identificadas

Se han identificado como barreras para la implementación de las líneas de acción:

- No se tiene identificado el personal técnico suficientemente con las capacidades adecuadas
- No existen mecanismos claros para asignación de recursos para el desarrollo de proyectos de Generación Distribuida Colectiva en las comunidades marginadas y rurales para el cumplimiento del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Se han identificado como áreas de oportunidad para la implementación de las líneas de acción:

- Desarrollar programas de capacitación específica en las tecnologías Generación Distribuida
- La oportunidad de intercambios con desarrolladores y tecnólogos para un mejor conocimiento de las tecnologías actuales
- Investigación en tendencias internacionales para conocer los últimos desarrollos de conceptos en Generación Distribuida y en Sistemas Eléctricos de Potencia

4.4.2 Almacenamiento de energía

El Almacenamiento de Energía constituye un área fundamental para el desarrollo del Sector Eléctrico Nacional, lo cual requiere del establecimiento de líneas de acción consistentes con los objetivos trazados por el PRODESEN, y los acelerados avances que registran las tecnologías involucradas.

En este sentido, la Estrategia contempla actualmente 9 líneas de acción en la materia. Sólo tres de las líneas tuvieron una propuesta de modificación para atender la etapa de desarrollo de distintas disposiciones elaboradas por los miembros del sector. El enfoque de este apartado se puede concentrar en los siguientes aspectos:

- Reglamentación para la interconexión con la red,
- Valoración y reconocimiento de los servicios aportados,
- Regulación del ciclo de vida de las tecnologías,
- Planeación e impulso del despliegue de la tecnología,
- Formación de capital humano especializado,
- Detonación de negocios e industrialización.

- Apoyo a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación, y
- Promoción de la cooperación internacional.

TABLA 22 ACCIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA.

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN	CUALITATIVA (AÑO			PROPUESTA DE
		EVALUADO)	2020	2021	2022	ACTUALIZACIÓN
REGULACIONES Y POLÍTICA PÚBLICA	Desarrollar reglamentación específica para la interconexión de los sistemas de almacenamiento de energía en los Códigos de Red.	Vigente	Vigente	Actualizar	Actualizar los criterios establecidos en el Código de Red a fin de incorporar requerimientos que permitan la integración adecuada de los sistemas de almacenamiento de energía en la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución.	
	Incluir el tratamiento específico para el aporte de servicios conexos de los sistemas de almacenamiento en las Bases del Mercado Eléctrico, considerando las necesidades y oportunidades de la red para la integración de los mismos.	Vigente	Vigente	Actualizar	Proponer el marco regulatorio para la implementación de Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional.	
	Desarrollar reglamentación específica para la construcción, desempeño y retiro de los sistemas de almacenamiento de energía.	Vigente	Vigente	Vigente		
INSTITUCIONES	Desarrollar un Mapa de Ruta que permita identificar objetivos, necesidades, retos y prioridades convergentes para el despliegue de sistemas de almacenamiento de energía.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Publicar información del Mercado Eléctrico que facilite la modelación de sistemas de almacenamiento de energía.	Vigente	Vigente	Vigente		

CATEGORÍA	LÍNEA DE ACCIÓN	REVISIÓN CUALITATIVA (AÑO EVALUADO)				PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN
		2020	2021	2022		
CAPACIDADES TÉCNICAS Y RECURSOS HUMANOS	Integrar el tema de almacenamiento de energía a la formación de recursos humanos en materia energética, tanto en el servicio público, como en las universidades.	Vigente	Vigente	Actualizar		Integrar el tema de almacenamiento de energía en la formación de recursos humanos en materia energética, tanto en el servicio público, como en las universidades.
MERCADOS FINANCIAMIENTO	Promover el desarrollo de modelos de negocios para dar impulso a la tecnología, productos y servicios para la cadena de valor de almacenamiento de energía.	Vigente	Vigente	Vigente		
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN	Promover convocatorias en los fondos del sector para el desarrollo de estudios, proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en almacenamiento de energía.	Vigente	Vigente	Vigente		
	Promover la colaboración nacional e internacional en investigación, desarrollo e innovación en tecnologías de almacenamiento.	Vigente	Vigente	Vigente		

FUENTE: Elaboración propia

Situación actual: Acciones, barreras y oportunidades

Acciones realizadas por el sector

En la implementación del establecimiento de una política de almacenamiento de energía. La CRE informa sobre el desarrollo de la regulación de almacenamiento de energía y la inclusión del proyecto de almacenamiento de energía en el Programa Regulatorio 2023. Ante el panorama de establecer una Política de Electromovilidad, la CRE en 2021 inicia el desarrollo de la regulación de electromovilidad a nivel de Usuarios Finales.

Aspectos positivos

La implementación de la Estrategia ha logrado impulsar algunas líneas de acción y mantener instrumentos de apoyo a la investigación. Las líneas de acción en curso son:

- Promover convocatorias en los fondos del sector para el desarrollo de estudios, proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en almacenamiento de energía.
- Promover la colaboración nacional e internacional en investigación, desarrollo e innovación en tecnologías de almacenamiento

- Se reconoce al Fondo de Sustentabilidad Energética CONACYT/SENER (FSE), como el principal apoyo para la investigación en materia de Almacenamiento de Energía. El FSE ha dado lugar a la creación del CEMIE Redes Eléctricas Inteligentes y al Proyecto “Desarrollo de Tecnologías de Almacenamiento de Energía de Bajo Costo.

Barreras y oportunidades identificadas

Se han identificado como barreras para la implementación de las líneas de acción:

- No existen mecanismos para retribuir a las tecnologías de almacenamiento de energía, donde se tome en cuenta su capacidad de respuesta.
- No existe una “FIGURA” o definición de sistema de almacenamiento de energía en la regulación nacional del sector eléctrico. Se le considera como generador cuando entrega energía y centro de carga al consumir. Esto se traduce en una mayor carga administrativa y posibles cargos dobles por uso de red de los sistemas de almacenamiento de energía.

Se han identificado como oportunidades para la implementación de las líneas de acción:

- Desarrollar regulación específica para operar las tecnologías y servicios relacionados al almacenamiento de energía.
- Desarrollar tecnología propia de almacenamiento de energía de gran escala, así como de escala pequeña, asequibles para usuarios finales.
- Crear una NOM para la disposición final de los sistemas de almacenamiento de energía.

5 CONCLUSIONES

La Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios enmarca 195 líneas de acción en las áreas de eficiencia energética y de energías limpias. Como mandatado en la LTE, se realizó la revisión anual después de la publicación de la Estrategia en el DOF, el 07 de febrero de 2020, con el objetivo de verificar las metas de avance de las energías limpias y de los indicadores de eficiencia energética. También, como se indica en la ley, se incluyó una revisión cualitativa de las líneas de acción mediante la integración de un grupo especializado en el área.

En este sentido el estatus de las líneas de acción es el siguiente:

TABLA 23 ESTATUS DE LAS LÍNEAS DE ACCIÓN

LÍNEAS DE ACCIÓN 2020-2023				
VIGENTES SIN CAMBIO	VIGENTES CON CAMBIO DE REDACCIÓN	NO VIGENTES	PROPUESTAS	TOTAL VIGENTES
120	75	-	7	202

FUENTE: Elaboración propia.

Al concluir la revisión anual, el GTRE identifica que 120 líneas de acción se encuentran vigentes, por lo que no encontró necesario modificar, adicionar o eliminar alguna de ellas, únicamente dar continuidad y fomentar la coordinación interinstitucional en su implementación. Sin embargo, el GTRE recomendó la actualización en 75 líneas de acción con el fin de adecuarlas al contexto nacional y a las actividades realizadas por las dependencias del sector. Siete líneas de acción fueron añadidas de acuerdo con los comentarios del GTRE, una en materia de electromovilidad, tres respecto al almacenamiento de energía solar, una para el almacenamiento de energía eólica, y dos en materia de manejo de materiales y tecnología para la energía eólica y solar. Queda a discusión para las siguientes revisiones el incorporar más líneas de acción en almacenamiento de energía eólica en caso de que las dependencias lo consideren relevante en sus planes de trabajo.

A la par, se realizó un recuento de las actividades que cada uno de los integrantes de GTRE ha realizado de 2020 a 2022, bajo las líneas de acción remarcadas en la Estrategia. Se identificaron las barreras y las áreas de oportunidad por área y tipo de tecnología, con el objetivo de continuar la adecuación de tecnologías al contexto nacional y así lograr una mayor eficiencia energética y una incorporación ordenada de energías limpias. De esta manera, el sector sigue avanzando para que la provisión de energía cumpla con los requerimientos de mitigación de emisiones y lucha contra el cambio climático.

6 RECOMENDACIONES

Al término de la revisión de las 195 líneas de acción plasmadas en la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, se presentan las recomendaciones del GTRE para fortalecer las líneas de acción y su ejercicio rumbo a la Actualización de 2026.

6.1 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA FORTALECER LAS LÍNEAS DE ACCIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA HACIA 2026

6.1.1 Transporte

- Promover un plan de trabajo para alcanzar un suministro suficiente de combustibles UBA en todas las regiones del país.
- Actualizar la NOM de emisiones y rendimiento combustible de vehículos ligeros.
- Desarrollar la NOM de emisiones y rendimiento combustible de vehículos pesados.
- Fortalecer la coordinación interinstitucional de las entidades del sector en los tres niveles del gobierno con responsabilidad en la materia.
- Desarrollar una hoja de ruta de movilidad de personas y mercancías en el país con enfoque en la TES de México.

6.1.2 Industria

- Diseño e implementación de incentivos económicos (especialmente impositivos) sujetos a compromisos de reducción de intensidad energética (compromiso obligatorio) en ramas estratégicas y energéticamente-intensivas.
- Fortalecer la capacitación e información en el sector:
 - Diseñar e implementar un programa de sensibilización y capacitación orientado a las PyMEs.
 - En cuanto a las grandes industrias, es necesario incrementar las capacidades de seguimiento y evaluación de medidas de eficiencia energética con la implementación y certificación de las FIGURAS de Gerentes de Energía y Auditores Energéticos, y Gerentes de Sustentabilidad.
 - Fortalecimiento de capacidades para métodos de medición, reporte y verificación (MRV).
- Evaluar los impactos positivos de la cogeneración eficiente en el sector y promover su aplicación cabal:
 - Actualizar el potencial de cogeneración en México.
 - Identificar barreras para el mayor aprovechamiento de la cogeneración (regulatorias, de infraestructura, etc.)
 - Evaluar ventajas que tendrían los proyectos de cogeneración en el SEN.

6.1.3 Edificaciones

- Actualizar, ampliar y fortalecer el sistema de Normas Oficiales Mexicanas de eficiencia energética para productos y sistemas. Así, como la eliminación progresiva de sistemas ineficientes.
- Trabajar con gobiernos subnacionales para el cumplimiento de códigos de conservación de energía para toda edificación nueva o en proceso de reconversión en el país.
- Implementar un sistema obligatorio de etiquetado energético de las edificaciones.
- Cuantificar el consumo energético y de usos finales en las edificaciones no residenciales, para promover nuevos programas de ahorro de energía.
- Evaluar los impactos positivos que la implementación de envolvente térmica en viviendas puede tener en el país.

6.1.4 Servicios públicos municipales

- Brindar apoyo para el diseño de políticas, programas y proyectos de eficiencia energética en estados y municipios.
- Impulsar mecanismos de financiamiento adecuados a las condiciones financieras de los ayuntamientos.

- Fortalecer y ampliar la gestión de proyectos de alumbrado público eficiente y promover la aplicación de sistemas de telegestión.
- Suscribir acuerdos de coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y, municipios, con objeto de identificar y promover programas de eficiencia energética por sectores de uso final.
- Dar seguimiento a que proyectos tanto en municipios urbanos como rurales tengan continuidad y cumplan con las normas aplicables, en especial si involucran recursos por convenio de colaboración.
- Transparentar y mantener actualizados censos y base de datos de servicios públicos municipales.

6.1.5 Agroindustria

- Desarrollar un diagnóstico sobre la situación actual y el potencial de ahorro de energía basado en una mayor tecnificación y modernización de equipos agrícolas, con énfasis en el manejo sustentable del suelo y los recursos.
- Mejorar la cuantificación del consumo de energía de este sector.
- Promover bases de datos con información sobre eficiencia energética en este sector.
- Diseñar esquemas de financiamiento que permitan la sustitución adecuada de sistemas de riego y bombeo agrícola, que incrementen la eficiencia energética del sector y el manejo sustentable de sus recursos.
- Promover la adquisición maquinaria, tractores y camiones de carga agrícola energéticamente eficientes.
- Desarrollar manuales especializados en eficiencia energética para la agroindustria, que enliste tecnologías y técnicas, y que pueda ser difundido de manera masiva en el país.

6.2 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA LAS LÍNEAS DE ACCIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS HACIA 2026.

6.2.1 Bioenergía

- Evaluar la necesidad de actualización de Normas Oficiales Mexicanas que regulan el manejo y disposición final de los residuos para la obtención de biocombustibles.
- Analizar las áreas de oportunidad de la regulación vigente aplicable a bioenergéticos para promover su aprovechamiento sustentable.
- Actualizar el panorama actual del aprovechamiento de los bioenergéticos con potencial de consumo y demanda en los diferentes tipos de biocombustibles tanto en la residencias, comercio e industrial.
- Valorar la necesidad de análisis de ciclo de vida del uso de los biocombustibles en México por región, que contemple los impactos ambientales positivos y negativos a fin de replantear de manera acertada las necesidades actuales en la materia.

6.2.2 Energía Eólica

- Proponer estudios para evaluar las barreras de entrada y restricciones de crecimiento del potencial eólico en el país.

6.2.3 Energía Solar

- Desarrollar investigación sobre las limitantes en almacenamiento y expansión de la energía solar en la generación eléctrica del país.

6.2.4 Geotermia

- Actualizar y desarrollar regulaciones técnicas y normas de seguridad, equilibrio ecológico y protección ambiental, para el desarrollo de proyectos geotérmicos.

- Continuar con el seguimiento, actualización, sistematización y mapeo de las reservas de recursos geotérmicos nacionales.
- Medir el impacto de los proyectos geotérmicos en las comunidades circundantes, para con ello poder desarrollar los protocolos y las campañas de socialización.
- Hacer una actualización del mapeo de manifestaciones geotérmicas en el territorio mexicano, para identificar la reserva y su clasificación para sus distintos usos y aplicaciones.
- Evaluar la necesidad de incluir en los lineamientos, criterios generales de caracterización integrada de los yacimientos para alcanzar criterios de optimización de su explotación, aprovechando la renovabilidad de la geotermia.
- Introducir y fomentar el aprovechamiento integral del calor utilizando condiciones para las distintas presiones de descarga de las plantas en operación hasta las aplicaciones de usos directos.

6.2.5 Hidroenergía y energía oceánica

- Analizar el marco normativo nacional en materia de electricidad, agua, medio ambiente y sociedad, a efecto de identificar las oportunidades de mejoras regulatorias que añadan rentabilidad y certeza al desarrollo de proyectos hidroeléctricos de pequeña escala.
- Fortalecer estrategias de gestión social, ambiental y legal en el desarrollo de proyectos, que incorporen las mejores prácticas internacionales.
- Identificar alternativas nacionales e internacionales para el financiamiento de proyectos hidroeléctricos de pequeña escala.
- Complementar las estimaciones actuales del potencial de desarrollo de proyectos hidroeléctricos.
- Analizar la probable evolución de la disponibilidad de agua superficial en las cuencas hidrográficas del país al año 2037, incluyendo el desarrollo de modelos hidrológicos para la determinación de la permanencia y variación de gastos en pequeños afluentes.
- Activar fondos para acelerar el desarrollo de capacidades en tecnologías de generación con pequeñas centrales eléctricas y de tecnologías alternativas asociadas a la generación hidroeléctrica.
- Crear nuevas regulaciones técnicas y enriquecer las existentes, así como normas de seguridad, equilibrio ecológico y protección ambiental, para el desarrollo de proyectos oceánicos.
- Evaluar la necesidad de establecer en el marco legal, los lineamientos en materia de instalación y operación de sistemas de baja capacidad para el aprovechamiento de la energía oceánica.
- Promover programas especializados de desarrollo de capital humano en materia de la energía oceánica en universidades y centros académicos.
- Medir el impacto de desarrollo social y económico de los proyectos oceánicos en las comunidades costeras.
- Actualizar y sistematizar el mapeo del recurso energético oceánico, para su óptimo aprovechamiento en distintos usos y aplicaciones.
- Implementar proyectos piloto demostrativos que promuevan el uso de la energía oceánica en diversos sitios costeros del territorio nacional.
- Definir las cadenas de valor, que promuevan la industria nacional en el desarrollo de tecnologías y proyectos de aprovechamiento de la energía oceánica.

6.2.6 Captura y almacenamiento de carbono

- Integrar redes industria-academia que permitan el intercambio de conocimiento e información para el desarrollo de proyectos focalizados en zonas industriales.

6.2.7 Desarrollo e impacto social

- En cuanto a los mecanismos para verificar la correcta implementación de los planes de gestión social de los proyectos del sector energético, la Secretaría establecerá en las DACS, de manera precisa y puntual los

plazos y términos que deberán cumplir los Promoventes en aquellos casos en que esta Dirección General hubiese emitido recomendaciones.

6.2.8 Redes inteligentes y Generación Distribuida

- Proponer el Mapa de Ruta de las actividades y proyectos Generación Distribuida, Demanda Controlable, Electromovilidad y Microrredes Eléctricas para una eficiente y eficaz integración al Sistema Eléctrico, a fin de fortalecer la seguridad y Confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional.
- Fomentar los desarrollos mediante pruebas piloto de los proyectos Generación Distribuida Colectiva.
- Contar con reglamentación alineadas con las políticas públicas que fortalezcan el desarrollo de los proyectos Generación Distribuida Colectiva.
- Organizar foros de discusión sobre problemas operativos en el Sistema Eléctrico Nacional que ameriten desarrollos basados en Microrredes Eléctricas con Generación Distribuida.

6.2.9 Almacenamiento de energía

- Identificar los nichos de mercado del Almacenamiento de Energía en todos los segmentos de la industria eléctrica, a nivel generación, transmisión, distribución y usuarios finales.
- Promover la creación de la industria nacional de electrolitos (por ejemplo, membranas de intercambio iónico), componente clave para los sistemas de almacenamiento de energía electroquímicos.
- Implementar plantas piloto/demostrativas de almacenamiento de energía en diferentes centrales de generación (convencional o renovable), así como en otros sitios con oportunidades de mejora en el SEN, para evaluar su desempeño y factibilidad en un entorno real.
- Contar con regulaciones y políticas públicas que favorezcan la integración de los servicios de almacenamiento de energía que hayan demostrado ofrecer beneficios al SEN.

7 BIBLIOGRAFÍA

Ley de Transición Energética. 24 de diciembre de 2015. Diario Oficial de la Federación.

Reglamento de la Ley de Transición Energética. 04 de mayo de 2017. Diario Oficial de la Federación.

Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios. 07 de febrero de 2020. Diario Oficial de la Federación.

Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2023-2037

Reporte de Avances en Energías Limpias 2023



GLOSARIO

Consumo final de energía	Contabiliza la energía que se destina al mercado interno o a las actividades productivas de la economía nacional, ya sea como materia prima (consumo final no energético) o como insumo energético (consumo final energético)
Consumo final energético	Se refiere a la energía primaria o secundaria destinada a satisfacer las necesidades energéticas de los sectores residencial, comercial y servicios, transporte, agropecuario e industrial
Consumo propio del sector eléctrico	Volumen energético que absorben los equipos que dan soporte y seguridad a los procesos de transformación
Eficiencia energética	Todas las acciones que conlleven a una reducción, económicamente viable, de la cantidad de energía que se requiere satisfacer las necesidades energéticas, de los servicios y bienes que demanda la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior.
Energía primaria	Se entiende por energía primaria a las distintas formas de energía tal como se obtienen de la naturaleza, ya sea, en forma directa como en el caso de la energía hidráulica o solar, la leña, y otros combustibles vegetales; o después de un proceso de extracción como el petróleo, carbón mineral, geoenergía, etc.
Energía secundaria	Se denomina así a los diferentes productos energéticos que provienen de los distintos centros de transformación y cuyo destino son los sectores de consumo y/o centros de transformación.
Energías Limpias	Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias nacionales correspondientes.
Hoja de ruta	Establece la secuencia de pasos para alcanzar un objetivo, en la que se especifican participantes, tiempo y recursos necesarios.
Intensidad energética	indicador que mide la cantidad de energía requerida para producir un peso del PIB.

GOBIERNO DE MÉXICO



SECRETARÍA DE ENERGÍA

Insurgentes Sur 890, Del Valle,
Benito Juárez, CP 03100, CDMX