

# Manual para la Planeación de la Transición Energética a Nivel Subnacional

Ciudad de México, México | Octubre de 2021



**El Manual para la Planeación de la Transición Energética a Nivel Subnacional** fue elaborado por la Iniciativa Climática de México, A.C. (ICM) con apoyo del Programa “Apoyo a la Implementación de la Transición Energética en México (TrEM)” de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México (GIZ por sus siglas en alemán) mediante un *Grant Agreement* por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania

**Ciudad de México, México | Octubre de 2021**

**Autores:**

Daniel Chacón Anaya (ICM)  
Luisa Sierra Brozón (ICM)  
Alejandro Blázquez García (ICM)  
Carlos Correa Larios (ICM)  
Daniela Rátiva Gaona  
Ernesto Villava Robles  
José David Peñaloza Pérez (ICM)  
Ricardo Rubén Cruz Salinas (ICM)  
Sandra Rátiva Gaona

**Revisión:**

Ana Cecilia Porte Petit Anduaga (GIZ)

**Coordinación:**

Ana Cecilia Porte Petit Anduaga (GIZ)  
Ricardo Rubén Cruz Salinas (ICM)

**Diseño y formación:**

Angel Armando Moreno Benítez (ICM)

**Portada:**

© Envato Elements

**Créditos de fotografías:**

© Envato Elements (pág.7)  
© shutterstock (págs. 14 , 20, 28, 52, 73,81, 89 y 94)



# Glosario

APBT	Tarifa eléctrica para Alumbrado Público en Baja Tensión
APMT	Tarifa eléctrica para Alumbrado Público en Media Tensión
AZEL	Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias
CEL	Certificado de Energía Limpia
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CRE	Comisión Reguladora de Energía
DAC	Tarifa Doméstica de Alto Consumo
DIST	Demanda Industrial en Sub-Transmisión
DIT	Demanda Industrial en Transmisión
GDBT	Tarifa eléctrica para Gran Demanda en Baja Tensión
GDMTH	Tarifa eléctrica para Gran Demanda en Media Tensión Horaria
GDMTO	Tarifa eléctrica para Gran Demanda Media en Tensión Ordinaria
GJ	Giga Joule (unidad de energía) equivalente a mil millones de Joules
GLP	Gas licuado de petróleo
GWh	Gigawatt-hora (unidad de energía) equivalente a mil millones de watts durante 1 hora o a 3600 miles de millones de Joules
IE	Intensidad energética
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INEL	Inventario Nacional de Energías Limpias (SENER)
IPTE	Instrumento de Planeación para la Transición Energética
kW	Kilowatt (unidad de potencia o energía por unidad de tiempo) equivalente a mil watts o a un millón de Joules por segundo
LCOE	Costo nivelado de la energía, por sus siglas en inglés
MW	Megawatt (unidad de potencia o energía por unidad de tiempo) equivalente a un millón de watts o a un millón de Joules por segundo
MWh	Megawatt-hora (unidad de energía) equivalente a un millón de watts durante 1 hora o a 3600 millones de Joules
MXN	Peso mexicano

**MANUAL PARA LA PLANEACIÓN DE LA TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA A NIVEL SUBNACIONAL**

<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>PDBT</b>	Tarifa eléctrica para Pequeña Demanda Baja Tensión
<b>PEMEX</b>	Petróleos Mexicanos
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>PIBE</b>	Producto Interno Bruto Estatal
<b>PJ</b>	Peta Joule (unidad de energía) equivalente a mil billones de Joules
<b>PRODESEN</b>	Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional
<b>RABT</b>	Tarifa eléctrica para Riego Agrícola en Baja Tensión
<b>RAMT</b>	Tarifa eléctrica para Riego Agrícola en Media Tensión
<b>RGD</b>	Redes Generales de Distribución
<b>RNT</b>	Red Nacional de Transmisión
<b>SCJN</b>	Suprema Corte de Justicia de la Nación
<b>SEMA</b>	Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del estado de Quintana Roo
<b>SENER</b>	Secretaría de Energía
<b>SFVGD</b>	Sistema fotovoltaico de generación distribuida
<b>SIE</b>	Sistema de Información Energética (SENER)
<b>SMART</b>	Acrónimo en inglés para los rubros que debe abarcar un objetivo: Específico, Medible, Alcanzable, Relevante y en Tiempo
<b>STPS</b>	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
<b>TJ</b>	Tera Joule (unidad de energía) equivalente a un billón de Joules
<b>u.e.</b>	Unidad económica
<b>USD</b>	Dólar estadounidense
<b>VPMA</b>	Vector de posición de mínimo arrepentimiento

# Contenido

<b>Glosario</b>	<b>III</b>
<b>Capítulo I Introducción</b>	<b>8</b>
I.1 Antecedentes	8
I.2 La transición energética	9
I.3 Importancia de la planeación de la transición energética	11
I.4 El sistema energético mexicano	12
<b>Capítulo II Bases para la planeación de la transición energética a nivel subnacional</b>	<b>15</b>
II.1 Motivaciones para elaborar un instrumento de planeación de la transición energética	16
II.2 Responsable de la planeación. Atribuciones e institucionalización de la transición energética	17
II.3 El equipo y los actores en la planeación de la transición energética	18
II.4 El proceso de planeación de la transición energética	19
<b>Capítulo III Definición del instrumento de planeación</b>	<b>21</b>
III.1 Tipos de instrumentos de planeación	21
<b>Capítulo IV Marco jurídico</b>	<b>24</b>
IV.1 Importancia del marco jurídico en un instrumento de planeación de la transición energética	24
IV.2 Metodología para analizar el marco jurídico	25
IV.3 Reporte del marco jurídico dentro del instrumento de planeación de la transición energética	26
<b>Capítulo V Diagnóstico energético</b>	<b>29</b>
V.1 Introducción	29
V.2 Metodología	30
V.2.1 Producción	31
V.2.2 Transformación	32
V.2.3 Consumo	42
V.3 Indicadores	48
V.3.1 Pobreza Energética	49

<b>Capítulo VI Potencial de aprovechamiento de energías limpias y renovables y de la eficiencia energética</b>	<b>53</b>
VI.1 Introducción	53
VI.2 Potencial de aprovechamiento de energías limpias y renovables	53
VI.2.1 Energía Eólica	55
VI.2.2 Energía solar fotovoltaica	60
VI.2.3 Energía solar térmica	63
VI.2.4 Energía Geotérmica	64
VI.2.5 Bioenergía	65
VI.3 Potencial de aprovechamiento de Eficiencia Energética	68
VI.3.1 Metodología	68
<b>Capítulo VII Objetivos del instrumento de planeación</b>	<b>74</b>
VII.1 Introducción	74
VII.2 Aplicación de Metodología de Marco Lógico (MML) para identificación de problemas y alternativas de solución	75
VII.2.1 Análisis del Problema	76
VII.2.2 Análisis de soluciones	79
VII.3 Objetivos SMART	80
<b>Capítulo VIII Líneas de acción</b>	<b>82</b>
VIII.1 Introducción	82
VIII.2 Metodología de evaluación del Vector de Posición de Mínimo Arrepentimiento	82
<b>Capítulo IX Perspectiva de género</b>	<b>90</b>
Metodología	91
<b>Conclusiones</b>	<b>95</b>
<b>Referencias</b>	<b>97</b>
<b>Listado de Figuras</b>	<b>99</b>
<b>Listado de Tablas</b>	<b>101</b>
<b>Fuentes recomendadas para obtención de información</b>	<b>102</b>



MANUAL PARA LA PLANEACIÓN DE LA TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA A NIVEL SUBNACIONAL

# Capítulo I Introducción

## I.1 Antecedentes

En agosto del año 2020, el programa “Apoyo a la Implementación de la Transición Energética en México (TrEM)” de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México (GIZ) y la Iniciativa Climática de México, A.C., iniciaron un proyecto de colaboración con la finalidad de acelerar la transición energética mediante la planeación de la misma a nivel subnacional. Dicho proyecto tuvo por objetivos el apoyar a los gobiernos de 6 estados de la república en la elaboración de instrumentos de planeación para la transición energética (IPTES), así como el desarrollo de sus capacidades internas de planeación energética.

Además, con la finalidad de que el resto de los estados de la república cuente con una referencia metodológica integral para realizar sus propios instrumentos de planeación para la transición energética, se planteó el objetivo de publicar un manual que sirva como guía, el cual, recopile las lecciones aprendidas obtenidas en el proceso de planeación con los 6 estados y presente las actividades necesarias, paso a paso.

De esta forma, se presenta este Manual a los funcionarios de los gobiernos estatales y sus dependencias encargadas de los temas de energía, con la finalidad de que sea una herramienta clave, desde las primeras etapas<sup>1</sup>, que permita a los gobiernos subnacionales fortalecer sus capacidades técnicas en el diseño, desarrollo o actualización de este tipo de instrumentos, incluso si no se ha contemplado la posibilidad de la planeación de la transición energética.

El Manual está estructurado en apego al proceso cronológico, o por etapas, que debe seguirse para realizar un proceso de planeación de la transición energética. Comienza con una introducción definiendo el concepto de la transición energética dentro del contexto internacional y nacional ante la necesidad de combatir el cambio climático, después detalla las razones por las que es importante para los estados de la república planear la transición energética como parte de las políticas públicas.

Después, el Capítulo II presenta las bases de la planeación de la transición energética, las cuales consisten en una serie de aspectos vitales que deben ser definidos antes de comenzar el proceso formal de planeación.

Luego, el Capítulo III detalla la primera etapa del proceso de planeación de la transición energética, el cual consiste en definir los alcances del instrumento de planeación de la transición energética que se elaborará al seguir el proceso de planeación, así como a los actores que intervendrán en dicho proceso.

---

1. Por primeras etapas se entiende a las actividades que se dan incluso antes de comenzar con los trabajos formales de elaboración de los IPTES. Se describen más adelante en el Capítulo II.

El Capítulo IV explica la etapa correspondiente al análisis del marco jurídico que da fundamento al IPTE que se elaborará. Por su parte, el Capítulo V precisa la metodología a seguir para llevar a cabo el diagnóstico energético, mientras que el capítulo VI hace lo mismo pero en relación al análisis del potencial de energías limpias y de eficiencia energética.

El Capítulo VII detalla el proceso para definir los objetivos del IPTE, mientras que el Capítulo VIII describe la etapa del proceso de planeación en la cual se definen las líneas de acción. Después, el Capítulo IX presenta la última etapa del proceso de planeación que consiste en integrar la perspectiva de género, tanto en un diagnóstico energético e institucional, como en la revisión de los objetivos y líneas de acción para su posterior modificación a fin de que contemplen la perspectiva de género. Por último, el Capítulo X presenta las conclusiones y consideraciones finales.

## 1.2 La transición energética

El cambio climático es uno de los problemas más importantes a los que la humanidad se enfrenta en este siglo. El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), que desde 1988 es el organismo encargado de la ciencia del cambio climático para la Organización de las Naciones Unidas (ONU), publicó en agosto del 2021 (IPCC, 2021) la primera parte del sexto reporte de evaluación, en la que atiende las bases físicas científicas y donde reporta el estatus actual del clima, los futuros posibles, la evaluación climática para la evaluación de riesgos y la adaptación regional, y la limitación futura al cambio climático. En este reporte, se ratifica el hecho de que el cambio climático es antropogénico y que para mediados del siglo, a menos que se tengan grandes reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el aumento de la temperatura media global se hallará entre 1.5°C y 2°C por encima de los niveles preindustriales. Finalmente, se destaca que para limitar el aumento de la temperatura media global, desde una perspectiva científica, se deben limitar las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> hasta alcanzar las emisiones netas de este gas. Además, se deben reducir las emisiones de otros GEI, como el metano (CH<sub>4</sub>).

En 2015, los países de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) firmaron el Acuerdo de París (AdP) donde se comprometen a acelerar e intensificar las acciones para combatir el cambio climático, reduciendo las emisiones de GEI y mantener el aumento de la temperatura media global respecto a los niveles preindustriales por debajo de los 2°C y, preferentemente, de los 1.5°C. México firmó su adhesión al AdP, comprometiéndose así, por medio de sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDCs) a reducir sus emisiones de GEI para el año 2030 en un 22% respecto a la línea base (Gobierno de México. SEMARNAT, 2015). Además, en 2020 el país mantuvo el compromiso de reducción de GEI de 22% para el año 2030 en la actualización de sus NDCs (Gobierno de México. SEMARNAT, 2020).

Dado que la reducción de emisiones de GEI es parte de las soluciones al cambio climático, el sector energético, el cual es el que mundialmente más GEI emite a la atmósfera se vuelve clave. De acuerdo con el IPCC (IPCC, 2014), en 2010, este sector fue el responsable de emitir cerca del 35% de todas las emisiones antropogénicas de GEI y tuvo un crecimiento en sus emisiones del 1.7% anual entre 2000 y 2010. El mismo reporte del IPCC (IPCC, 2014) señala que existen distintas opciones para reducir las emisiones de GEI del sector energético, tales como mejorar la eficiencia energética y sustituir el uso de los combustibles fósiles por fuentes de energía de bajas emisiones de GEI como las energías renovables, la energía nuclear y la captura y secuestro de carbono (CSC). Como se explicará más adelante, los dos pilares fundamentales de la transición energética son precisamente la eficiencia energética y la sustitución de los combustibles fósiles por energías bajas en carbono.

En el caso de México, la importancia del sector energético es similar. De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero de 2015 (INECC, 2015), el sector

energético (contando toda la cadena energética, que se explicará más adelante) aporta el 70.4% de las emisiones de GEI del país.

En línea con lo anterior es que nace el concepto de la transición energética, el cual se basa en los pilares fundamentales de la eficiencia energética y la sustitución de los combustibles fósiles por energías bajas en carbono; y que tiene como objetivo central la reducción de las emisiones de GEI. Sin embargo, existen otros aspectos importantes en torno a este concepto.

En primer lugar, se encuentran los aspectos que se derivan de los co-beneficios económicos, sociales y ambientales que surgen al llevar a cabo acciones relacionadas con la transición energética. Ejemplo de ellos son los co-beneficios económicos causados por la adopción de energías renovables, como por ejemplo, las inversiones asociadas y el desarrollo de las cadenas de valor. En el caso social yacen, por ejemplo, co-beneficios a poblaciones en vulnerabilidad económica y que, gracias a la adopción de energías renovables que no dependen de la interconexión a los medios de suministro tradicionales de las energías fósiles o el suministro centralizado de electricidad, pueden satisfacer sus necesidades energéticas. En el caso ambiental, los co-beneficios se encuentran, además de la reducción de la emisión de GEI, en la reducción de emisiones de otros contaminantes como el carbono negro o el dióxido de azufre, o en la reducción de impactos ambientales como el uso de agua.

Por otro lado, la recuperación económica que se espera conforme se libra la pandemia causada por el coronavirus COVID-19 trae consigo la oportunidad de contar con políticas públicas e inversiones que impulsen la recuperación sostenible, el crecimiento económico, la creación de empleos y el avance de la transición energética (IPCC Post. Lee, 2020).

Por lo anterior, resulta vital planear la transición energética, para así, por un lado, asegurarse de cumplir con los compromisos ambientales que México ha adquirido, y por otro, aprovechar los co-beneficios que se tienen en los ámbitos social, económico y ambiental. Sobre la importancia de la planeación de la transición energética se profundiza en el siguiente apartado.

Ahora bien, dentro del contexto mexicano, la transición energética se encuentra legislada por la Ley de Transición Energética (LTE) de 2015; la cual, tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía y reducir las emisiones contaminantes de la industria eléctrica. Además, a raíz de esta ley, se publica la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios; la cual, establece metas precisamente en torno a los ya mencionados pilares de la transición energética, es decir, la eficiencia energética y la sustitución de los combustibles fósiles por energéticos bajos en carbono<sup>2</sup>.

En adición a lo anterior, para el presente Manual es importante incorporar al concepto de la transición energética un enfoque sistémico, es decir, un enfoque estructurado en torno a los componentes técnicos y contextuales del concepto y cómo se interrelacionan entre sí. Los componentes técnicos se detallan en el apartado 1.4 y básicamente se refieren a la cadena energética; mientras que los contextuales tienen que ver con los aspectos transversales, tales como la institucionalización<sup>3</sup> y la estructura de gobernanza (IRENA, 2020) o los co-beneficios de los que ya se ha hablado.

---

2. Aunque cabe señalar que para los términos de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, más que de la sustitución de los combustibles fósiles, se habla del aumento de la participación de las energías limpias, las cuales se definen en la Ley de la Industria Eléctrica y que incluyen a las energías renovables, las hidroeléctricas, la nuclear, y la cogeneración y el hidrógeno siempre que se cumpla con los estándares de eficiencia establecidos por la Comisión Reguladora de Energía.

3. Por institucionalización debe entenderse al contexto bajo el cual se desarrollan las políticas públicas de la transición energética. Esto es, desde la legislación, la asignación de instituciones responsables tanto a nivel nacional como estatal, la definición de metas, la asignación de recursos, etc. Este punto resulta de vital importancia cuando de planeación de la transición energética se trata.

### I.3 Importancia de la planeación de la transición energética

Como ya se ha detallado, el impulsar políticas públicas para la transición energética es una tarea vital que los gobiernos de las naciones deben realizar a fin de cumplir sus compromisos climáticos y, en última instancia, participar en el combate al cambio climático. No obstante, en México esta tarea no es exclusiva del gobierno federal de la república. De hecho, la participación de los gobiernos estatales en materia de transición energética está prevista en la LTE. Así, los gobiernos de los estados, como promotores, articuladores y reguladores de los esfuerzos colectivos (de la Rosa, 2010) en sus territorios, tienen la capacidad de aportar, en el ámbito de sus competencias, al logro de los objetivos nacionales e internacionales. Además, como ya se mencionó, la transición energética tiene co-beneficios que los gobiernos estatales pueden aprovechar en la búsqueda del desarrollo sostenible que suele estar plasmado en sus planes estatales de desarrollo y en la alineación al Plan Nacional de Desarrollo.

La planeación y específicamente la planeación estratégica de la que es materia este Manual es el conjunto de actividades, o un proceso, que permiten a quien la elabora considerar su razón de ser, su quehacer, el diagnóstico de la situación actual y los desafíos presentes, para definir las acciones que se habrán de llevar a cabo para obtener resultados concretos (SHCP, 2020). Desde el ámbito de la administración pública, la planeación estratégica permite al gobierno diseñar las políticas públicas que le permitan alcanzar sus objetivos de desarrollo.

Las políticas públicas son las actividades que el gobierno, mediante sus instituciones u otros agentes realizan para influenciar la vida de los ciudadanos y dar solución a problemas de interés público (SHCP, 2020). El diseño de éstas no es más que la formulación y puesta en marcha de las acciones, sin embargo, no es una tarea sencilla y requiere del esfuerzo coordinado de actores de la sociedad, la iniciativa privada y el gobierno (SHCP, 2020) y, como ya se mencionó, se da a través del proceso de planeación.

En general, el proceso de planeación consiste de 6 etapas principales:

- 1.** Identificación de actores. Tanto de los involucrados directamente por cómo los afectarán las políticas públicas como los que indirectamente puedan relacionarse.
- 2.** Diagnóstico de la situación actual. Para entender la problemática actual.
- 3.** Generación de escenarios futuros y/o análisis de las prospectivas. Donde se estudia cómo afectarán las políticas públicas el futuro y cuáles lograrán los resultados esperados.
- 4.** Identificación de metas y soluciones. Para estudiar, con base en la información del diagnóstico hacia donde se dirige el estado y cuáles son las áreas que requieren intervención y posteriormente definir las políticas públicas.
- 5.** Presupuestación y programación. Donde se asignan recursos y responsables para la implementación de las políticas públicas.
- 6.** Monitoreo, evaluación y control. Donde se revisa el nivel de cumplimiento de las políticas públicas y cómo han afectado el entorno para poder actuar en consecuencia y realizar los ajustes necesarios.

La planeación hacia una transición energética sostenible debe fundamentarse en el marco jurídico del estado y basarse en las atribuciones de la instancia que la coordina. Además, debe hacer partícipes a la mayor cantidad de actores tanto de los órganos de gobierno, como de la iniciativa privada, la academia y la sociedad. También, cabe señalar que la planeación de la transición energética, como cualquier proceso de planeación, no es evento de una sola vez, sino que debe ser iterativo de tal forma que permita que las políticas públicas se adapten a los cambios en el contexto estatal.

Por último, debe considerarse que dada la dimensión del proceso, es importante contar con herramientas adecuadas en cada uno de los procesos. Por ejemplo, un sistema para el manejo de la información

tanto del diagnóstico como de las etapas de identificación de soluciones, presupuestación y programación, y monitoreo, evaluación y control.

El proceso de planeación de la transición energética que se detalla en este Manual, adapta el proceso anteriormente descrito a las necesidades de los estados de la planeación energética y contempla la importancia de la participación de diversos actores en las distintas etapas del proceso, además de que permite trascender la temporalidad de las administraciones de tal forma que se pueda legar un trabajo y un avance en pro de la transición energética, incluyendo la mejora continua del proceso y de las políticas públicas.

### I.4 El sistema energético mexicano

La transición energética consiste en un cambio sistémico por lo cual es importante comprender cómo está estructurado el sistema energético desde el punto de vista de la planeación. Este es el enfoque sistémico de los componentes técnicos a los que se hace referencia en la última parte de la sección I.2.

El concepto de la cadena energética facilita la estructuración de los componentes del sistema energético. Ésta señala las transformaciones que suceden en los recursos energéticos desde que son extraídos o captados, como recursos naturales, del medio ambiente hasta que son consumidos en servicios energéticos por los sectores de consumo. A continuación, y partiendo de los enfoques de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE, 2017) y de la Secretaría de Energía (SENER, 2018) se presentan las etapas de la cadena energética, las cuales también se muestran en la Figura 1:

- **Producción.** En esta etapa, los recursos naturales son tomados del medio ambiente con la finalidad de aprovechar la energía que contienen. En el caso de las fuentes fósiles tales como el petróleo, el gas natural o el carbón, se dice que son extraídos pues ello implica el retiro como tal de un recurso tangible. Lo mismo sucede con el uranio utilizado para la energía nuclear, que se encuentra en el medio natural como un mineral. En el caso de las fuentes renovables, se dice que son captadas pues no necesariamente implican el retiro de un elemento tangible, pero siempre conllevan el aprovechamiento de un ciclo natural, tal como la irradiación solar, el ciclo del agua o el uso de bioenergéticos, por mencionar algunos ejemplos.

Cabe señalar que la etapa de producción suele incluir aquellos procesos para adecuar el recurso para la siguiente etapa. Tal es el caso, por ejemplo, del acondicionamiento del petróleo crudo que es extraído de pozos para después ser enviado a la refinación.

Como resultado de la producción se obtienen los energéticos primarios, que en su mayoría son los mismos recursos energéticos que se extrajeron o captaron pero que ahora han salido del medio ambiente natural y han ingresado a la cadena energética.

- **Transformación.** En esta etapa, los energéticos primarios son sometidos a diversos procesos en los que se transforman en energéticos más útiles y eficaces, es decir, en energéticos secundarios. Por ejemplo, el petróleo (un energético primario) es refinado para obtener una variedad de petrolíferos (energéticos secundarios tales como gasolinas, querosenos, diésel, combustóleo, etc).

Algunos energéticos secundarios vuelven a pasar por procesos de transformación. El caso más común es el de la generación eléctrica donde energéticos como el combustóleo, el gas seco o el diésel son utilizados en centrales eléctricas para producir energía eléctrica.

Los energéticos provenientes de las fuentes renovables suelen ser transformados en energéticos secundarios al momento de ser captados. Por ejemplo, en una central eólica de generación eléctrica, el viento es captado por las aspas del aerogenerador y transformado simultáneamente en energía eléctrica en el mismo equipo. Cabe señalar que en la metodología del Balance Na-

cional de Energía, la energía nuclear recibe el mismo tratamiento que las renovables, en cuanto que se considera que la energía eléctrica generada en los reactores proviene directamente del uranio, sin considerar transformaciones intermedias<sup>4</sup>.

- **Consumo.** La finalidad última de todo el sistema energético es permitir a la humanidad llevar a cabo un sinnúmero de actividades; desde iluminar sus espacios de habitación y trabajo o cocinar, hasta las requeridas en los procesos industriales como mover grandes pesos o calentar a temperaturas muy altas distintos materiales.

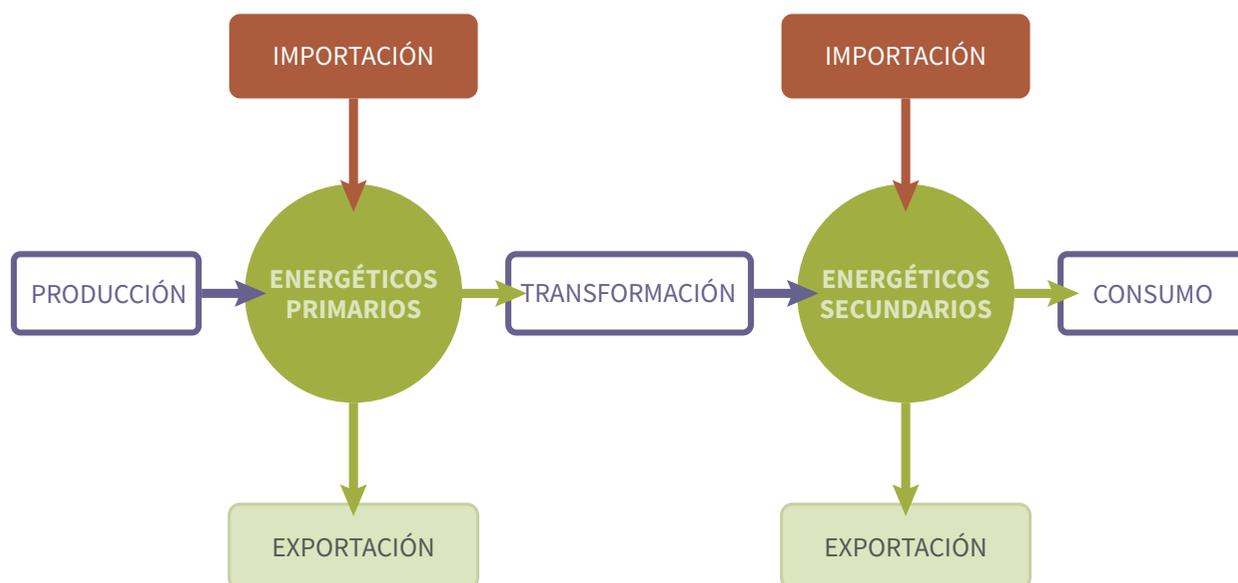
Con ese fin, es que los energéticos secundarios llegan a los centros de consumo (hogares, industrias, comercios, entre otros) y son transformados por última vez en un servicio energético (iluminación, refrigeración, fuerza, calentamiento, etc.) y en energía no recuperable (el calor inevitablemente perdido en cualquier proceso termodinámico).

- **Importación y exportación.** Estas etapas se refieren al intercambio, generalmente comercial, que existe entre regiones y que puede darse tanto en energéticos primarios como en secundarios. Cuando se trata de importaciones, se asume que hay una “entrada” de energía a la cadena; mientras que para el caso de las exportaciones es lo contrario: hay una salida de energía de la cadena.

Cabe señalar que, para el caso de la planeación subnacional, las importaciones y exportaciones no se refieren al intercambio comercial que existe entre la nación y otros países, sino más bien a los intercambios energéticos que se dan entre el estado y sus estados vecinos, sean éstos parte de la República Mexicana o de algún otro país. Así, por ejemplo, si se analizara Tamaulipas, el gas natural de Texas que llegara a Tamaulipas es contabilizado como una importación, mientras que si se tuviera un envío de gasolina desde la refinería Francisco I. Madero a algún estado vecino, dígase por ejemplo Veracruz, ésta sería contabilizada como una exportación.

Figura 1. Etapas de la cadena energética.

Fuente: Elaboración propia.



4. Es decir, el proceso de producción del combustible nuclear, desde que se extrae hasta que se ensamblan las barras de combustible.



MANUAL PARA LA PLANEACIÓN DE LA TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA A NIVEL SUBNACIONAL

## Capítulo II Bases para la planeación de la transición energética a nivel subnacional

Como se mencionó en el capítulo anterior, los gobiernos de los estados tienen la facultad de impulsar políticas públicas para fomentar la transición energética en sus territorios y coadyuvar con los esfuerzos nacionales. De igual forma, se mencionó que las políticas públicas que los estados pueden impulsar, en el ámbito de sus competencias, están enfocadas a disminuir las emisiones de GEI y combatir el cambio climático, pero también en aprovechar los co-beneficios económicos, sociales y ambientales de la transición energética. Todo esto además, considerando que las acciones que se lleven a cabo servirán para que los gobiernos de los estados cumplan con sus objetivos estatales plasmados en sus planes de desarrollo, los cuales además están alineados con el Plan Nacional de Desarrollo.

En pocas palabras, los gobiernos de los estados se encuentran en mayor o menor medida ante la necesidad y/o posibilidad de que al impulsar políticas públicas de transición energética se impulse la consecución de metas enfocadas a la atención del cambio climático, el desarrollo económico sustentable y la atención a ciertos problemas sociales. De ahí la importancia de llevar a cabo la planeación de la transición energética a nivel estatal.

En este capítulo se detallan los puntos importantes que deben ser considerados por los gobiernos de los estados antes de arrancar el proceso de la planeación de la transición energética. En primer lugar se habla sobre las motivaciones para elaborar instrumentos de planeación de la transición energética a fin de facilitar su reconocimiento, lo cual facilitará el proceso de planeación. Después, en los siguientes dos apartados se presenta la conformación del equipo de planeación y por último, en el cuarto apartado de este capítulo se describe el propio proceso de planeación.

## II.1 Motivaciones para elaborar un instrumento de planeación de la transición energética

Al momento de iniciar con el proceso de planeación de la transición energética es de suma importancia tener claros los motivos que impulsan al estado, ya que esto facilitará el resto del proceso, como por ejemplo la definición de del instrumento de planeación, que se detalla en el Capítulo III.

Como ya se mencionó, la motivación inicial para buscar la transición energética es la de aportar soluciones al cambio climático, disminuyendo las emisiones de GEI del sector que más de estos contaminantes genera. Además, en el mismo ámbito de las emisiones contaminantes, la sustitución de las tecnologías basadas en combustibles fósiles reduce las emisiones de contaminantes que dañan a la salud de las personas y los ecosistemas, por lo que planear políticas públicas en torno a este tema también resulta una motivación para el estado.

Como también ya se ha señalado, si bien los compromisos adquiridos por México son a nivel federal, los estados pueden participar en acciones alineadas al cumplimiento de dichos compromisos. Todo el territorio nacional cuenta con vasto potencial para aprovechar las energías renovables y con sectores de consumo capaces de implementar medidas de eficiencia energética. Los estados pueden, desde el ámbito de sus competencias impulsar políticas públicas en este sentido.

En otro ámbito, el desarrollo de las tecnologías de aprovechamiento de las energías renovables impulsa el desarrollo económico en los estados. Desde las inversiones y los empleos asociados a los proyectos de generación, hasta la creación de empresas relacionadas y el aumento de la competitividad y atractivo económico del estado frente a otros, incluso internacionalmente.

Desde el ámbito de la acción climática y la gobernanza, tanto para los estados como para sus ciudades, el hecho de contar con acciones claras en la materia y, sobre todo si están plasmadas en documentos de planeación de mediano o largo plazo, resulta importante en el sistema de gobernanza climática a nivel global.

Otras motivaciones se encuentran en el marco jurídico. Como se verá en el Capítulo IV, desde el nivel federal existe un andamiaje legal que impulsa acciones para la transición energética, comenzando desde los derechos plasmados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) y siguiendo en la LTE y otras leyes. Además, a nivel estatal existen otras leyes que también deberán ser tomadas en cuenta. Ejemplo de ello es la Ley para el Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía en el Estado de Tamaulipas en donde se establece que la Comisión de Energía de Tamaulipas será la encargada de la elaboración del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía en ese mismo estado.

Finalmente, deben considerarse las motivaciones que tienen que ver con el costo de no adoptar medidas para frenar el cambio climático. Como menciona el INECC (INECC, 2016), México es uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático. Sus municipios y sus actividades económicas, sistemas naturales, infraestructura y población (INECC, 2018) se encuentran en riesgo ante los efectos que el cambio climático tendrá, por lo que es vital para los estados aportar medidas contra el cambio climático. Actualmente existe consenso en que los impactos del cambio climático serán mucho más costosos que las inversiones necesarias para detenerlo (UK Government, 2010) (Tol, 2009) (Kahn et. al., 2019).

En conclusión, existen muchos motivos para que los gobiernos de los estados comiencen la importante tarea de planear la transición energética y de publicar sus resultados en IPTEs. Reconocer las motivaciones particulares del gobierno en turno permitirá facilitar el proceso y lograr mejores resultados en la planeación.

### II.2 Responsable de la planeación. Atribuciones e institucionalización de la transición energética

Una vez que el estado ha reconocido cuáles son las motivaciones para elaborar un IPTE, es fundamental que asigne a una persona la responsabilidad de gestionar todo el proceso de planeación. Esta persona, adscrita a una instancia del gobierno deberá dirigir las actividades necesarias y hacerse responsable de que el proceso sea seguido y cumplido en los tiempos que se señalen; además de ser capaz de tomar las decisiones necesarias.

Uno de los aspectos más importantes de la planeación de la transición energética tiene que ver con la aplicabilidad e imperatividad de las acciones que se plasmen en el instrumento de planeación publicado, y la continuidad de las políticas públicas a través del cambio de las administraciones, incluyendo su adaptación a las circunstancias cambiantes. Esto es importante pues, como se verá en el Capítulo IV, sin estas características, las políticas públicas no quedarán más que en intenciones y deseos. Por ello, la instancia responsable de coordinar y emitir<sup>5</sup> el instrumento de planeación debe contar con los elementos necesarios para asegurarse de que las acciones puedan ser ejecutadas, coordinadas, monitoreadas y evaluadas por él o por los actores que en el instrumento se indiquen. Esto es, que la instancia responsable debe contar con las atribuciones que le permitan coordinar e involucrar a los actores tanto en la etapa de planeación, como en la de implementación.

Entre las atribuciones con las que (preferiblemente) debe contar la instancia responsable de la planeación se encuentran:

- Emitir, o al menos proponer la política energética del estado.
- Capacidad de suscribir convenios, acuerdos, contratos, etcétera, con entidades del gobierno federal y de otros estados (incluyendo el propio), del sector privado y la sociedad civil.
- Emitir un instrumento de planeación energética. Como puede ser una estrategia o programa de aprovechamiento sustentable de la energía. Cabe señalar que en algunos casos, la instancia responsable de la planeación no tiene la atribución de emitir el instrumento sino que debe proponerlo al gobernador o a la comisión de energía del estado para su aprobación.
- Coadyuvar y/o colaborar con las dependencias del gobierno del estado, de sus municipios y del gobierno federal o con instituciones públicas y privadas en materia de transición energética y/o mitigación de emisiones en el sector de energía.

---

5. No necesariamente la instancia responsable de la coordinación del proceso de planeación será el mismo responsable de la emisión del instrumento de planeación resultante. En muchos casos, alguna Secretaría del gobierno del estado, u otra entidad, es la responsable de elaborar y proponer el instrumento, mientras que el responsable de aprobarlo y publicarlo es el Ejecutivo del estado o un órgano colegiado. Sobra decir que en cada caso las atribuciones son propias del marco jurídico vigente en el estado.

### II.3 El equipo y los actores en la planeación de la transición energética

Como se ha mencionado anteriormente, la planeación debe realizarse de manera participativa. Esto, en primera instancia implica que la persona responsable de la planeación deberá contar con el apoyo del equipo de trabajo de su dependencia del gobierno. Sin embargo, es igualmente importante que la persona responsable de la planeación cuente con el soporte técnico de otras dependencias del gobierno estatal, así como participantes de la iniciativa privada, la sociedad civil y la academia.

En cuanto al equipo de trabajo interno de la dependencia o entidad responsable de la elaboración del instrumento de transición energética, es importante contar con personal capacitado en materia de sistemas energéticos, desarrollo sustentable, medio ambiente y planeación pública.

Las capacidades referentes a los sistemas energéticos son vitales para desarrollar la etapa de la planeación correspondiente al diagnóstico energético, donde se requiere recopilar información del sector, discriminando entre las distintas fuentes para obtener los datos más consistentes y realistas, así como de un análisis y comprensión del contexto energético.

Las capacidades relacionadas con medio ambiente y desarrollo sustentable nutren al análisis energético y sobre todo a la definición de los objetivos y la búsqueda de las soluciones. En este sentido, las capacidades en planeación son necesarias para fortalecer el proceso de planeación y para asegurarse que se cumplen los lineamientos de la planeación estatal.

Al iniciarse con el proceso de planeación, el responsable debe realizar un mapeo de actores para identificar aquellos que enriquezcan a este. Para ello habrá que invitar a los actores identificados a colaborar en sesiones de trabajo en donde se revisen los avances y se puedan vertir opiniones que nutran al instrumento de planeación y lo doten de una visión holística que permita plantear y alcanzar mejores objetivos de transición energética. Algunos de los posibles actores a considerar son los siguientes<sup>6</sup>:

- Secretaría de Medio Ambiente del estado
- Secretaría de Desarrollo Económico del estado
- Agencia o Comisión de Energía del estado
- Secretaría de Movilidad o Transporte del estado
- Secretaría de Planeación del estado
- Secretaría de Desarrollo Territorial o de Ordenamiento Territorial del estado
- Instituto de la Mujer del estado
- Universidades públicas y/o privadas
- Empresas energéticas ubicadas en el estado
- Empresas de la industria, comercio o turismo cuyos consumos energéticos o participación en la economía estatal sean relevantes
- Asociaciones civiles en materia de energía, cambio climático, defensa de los derechos de las comunidades, etc.
- Cooperativas energéticas

---

6. Considérese que la lista podría incluir a la dependencia responsable de la planeación de la transición energética. Esto debido a la gran variedad de situaciones específicas de cada estado de la república. Así, la lista debe ser tomada como una orientación.

### II.4 El proceso de planeación de la transición energética

En el apartado pasado se presentaron las etapas generales de un proceso de planeación. En este apartado se presentan las etapas de un proceso particular de planeación, es decir, el proceso de planeación para la transición energética. Es importante señalar que, si bien el orden en el que se enuncian es el más adecuado para que sean ejecutadas, la persona responsable de la planeación puede evaluar la posibilidad de reorganizar su ejecución o realizar algunas de ellas de forma simultánea.

Las etapas de la planeación de la transición energética son las siguientes:

1. Definición del instrumento de planeación.
2. Análisis del marco jurídico
3. Diagnóstico energético
4. Análisis del potencial de aprovechamiento de las energías renovables y limpias y de la eficiencia energética
5. Definición de los objetivos del instrumento de planeación
6. Definición de las líneas de acción

A su vez, durante este proceso se debe realizar, de forma transversal, un análisis con perspectiva de género en el que se entienda el contexto en materia de equidad de género en el que se encuentra el estado y sus instituciones, como por ejemplo la participación de las mujeres en las actividades productivas en materia de energía o los mecanismos e iniciativas para incluirlas y/o protegerlas. Con base en esta información, hacia el final del proceso de planeación se deberán realizar las modificaciones necesarias a los objetivos y líneas de acción de tal forma que se asegure que las políticas públicas no tengan un efecto contrario a la equidad de género. En el Capítulo IX se ahonda más en el tema.



MANUAL PARA LA PLANEACIÓN DE LA TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA A NIVEL SUBNACIONAL

# Capítulo III Definición del instrumento de planeación

## III.1 Tipos de instrumentos de planeación

Definir los instrumentos de planeación es la primera etapa la cual, suele darse antes del inicio formal de la elaboración del instrumento de planeación por parte del estado.

Surge cuando se identifica la posibilidad y/o necesidad de contar con un instrumento que coordine la política pública en materia de transición energética, lo que generalmente nace de la necesidad de impulsar acciones específicas relacionadas con el aprovechamiento de energías renovables o de mitigación del cambio climático.

En esta etapa es fundamental identificar a los actores que estarán involucrados en el proceso de planeación y, primordialmente, definir quién será el responsable de la elaboración y publicación del instrumento.

Otro aspecto clave consiste en definir cuáles serán los alcances del instrumento, ya sea únicamente la definición de líneas de acción o la integración programática al presupuesto estatal. Además, en términos generales, establecer los aspectos que se buscará abarcar, como pueden ser el fomento de las energías renovables, el impulso a la investigación y el desarrollo social.

Finalmente, es relevante definir qué tipo de instrumento se emitirá. En este sentido, cabe mencionar que el nombre de éste depende del marco jurídico del estado. No obstante, para los fines de este Manual se presentan algunas opciones y sus características, las cuales se clasifican de lo general a lo particular a continuación y en la Figura 2:

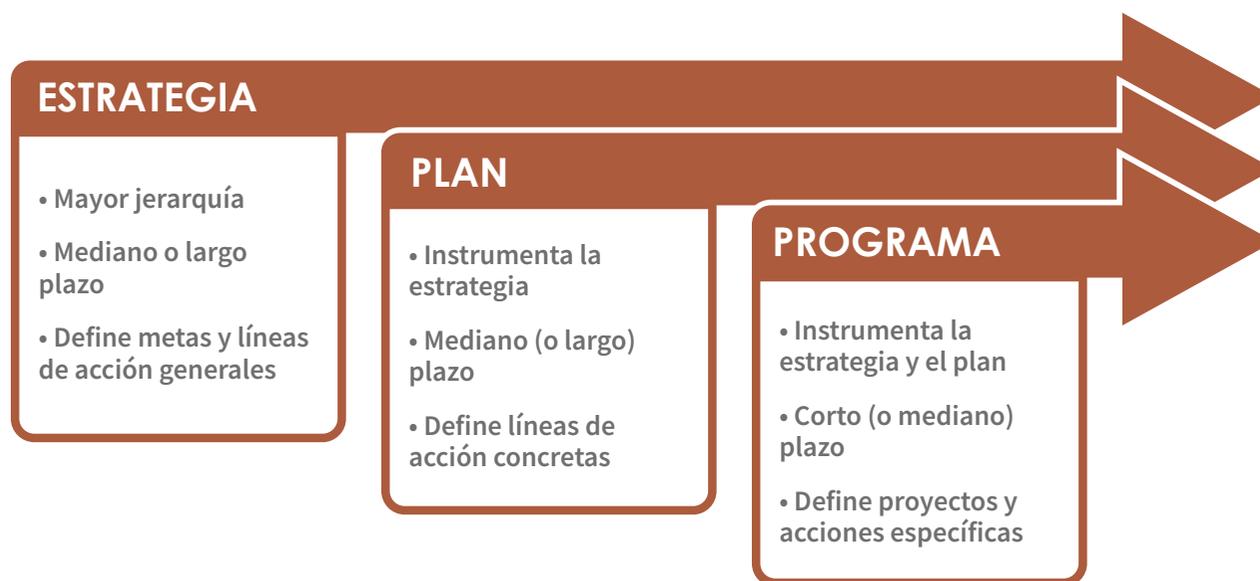
- **Estrategia.** Se trata de un tipo de instrumento que definirá las generalidades de la política pública de transición energética y establecerá las bases en la que ésta se irá desarrollando. Tiene un ámbito principalmente enfocado en el largo plazo por lo que, las líneas de acción que en ella se

definan no necesariamente corresponderán a la implementación de proyectos de primera línea<sup>7</sup> si no al diseño de proyectos y estudios que permitan la identificación y posterior implementación de los proyectos de primera línea.

- **Hoja de ruta.** Es un tipo de instrumento de planeación que puede servir tanto para el largo plazo como para el corto. Sin embargo, a diferencia de la estrategia, la hoja de ruta traza objetivos secuenciales y suele contemplar los cambios que la consecución de cada objetivo tendrá, para que así se pueda proceder a las siguientes líneas de acción plasmadas.
- **Plan.** Es un tipo de instrumento de planeación en el que se plasman los objetivos y acciones a mediano plazo. Si previamente ya existe una estrategia, el plan permite aterrizar las acciones de esta a puntos más concretos. En ese sentido, el plan puede contener en sus líneas de acción tanto proyectos de primera línea como los proyectos previos a ellos.
- **Programa.** Es el tipo de instrumento de planeación que atiende objetivos puntuales de la estrategia y/o plan. Por ello se avoca al corto y mediano plazo mediante líneas de acción consistentes únicamente en proyectos de primera línea. En ese sentido, es probable que el programa requiera de un análisis mucho más profundo del costo-beneficio de los proyectos, así como del marco jurídico específico para la implementación de cada proyecto.

Figura 2. Clasificación de distintos tipos de instrumentos de planeación.

Fuente: Elaboración propia.



Finalmente, es necesario considerar la definición de las actividades que se tendrán a lo largo de todo el proceso de planeación. El responsable de la planeación deberá definir si se tendrán mesas de trabajo con los distintos actores y qué carácter tendrán. Deberá también definir la etapa en la que se tendrá la participación de los actores clave.

7. Entiéndase por proyecto de primera línea aquel en el que recursos humanos y económicos son asignados específicamente a un cambio directo en algún punto de la cadena energética. Por ejemplo: la instalación de techos solares en los edificios públicos, un programa de apoyo para la sustitución de electrodomésticos en hogares de escasos recursos o un programa de financiamiento a empresas.

Se recomienda que de antemano se establezcan mecanismos de colaboración con los actores clave que den formalidad al grupo de trabajo. Esto permitirá generar sinergias entre actores, además de lograr un proceso participativo a lo largo de las distintas etapas de la planeación. Si bien la persona responsable de la planeación y su equipo serán quienes se encarguen de la elaboración del instrumento, conviene contar con las opiniones, revisiones y sugerencias por parte del grupo de trabajo.

## Capítulo IV Marco jurídico

### IV.1 Importancia del marco jurídico en un instrumento de planeación de la transición energética

En esta etapa de la planeación de la transición energética, el contexto jurídico del estado debe ser revisado a fin de dotar al instrumento de planeación con una base sólida que le permita que sus acciones sean realizables. El marco jurídico será el vínculo entre las aspiraciones que se tienen y la capacidad o atribuciones para llevar a cabo las acciones necesarias.

Esto se debe, en primera instancia, a que un instrumento de transición energética es, en resumen, la recopilación de decisiones del gobierno del estado para que ciertas acciones se lleven a cabo, lo cual implica el establecimiento de mecanismos, la asignación de recursos y la designación de responsables (OLADE, 2017). Entonces, es necesario asegurarse de que dichas acciones sean posibles en función del marco jurídico que establezca su factibilidad.

Como menciona la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE, 2017), para oficializar y dar carácter imperativo a las acciones, asignación de recursos y designación de responsables, se requiere del cumplimiento vía ley, decretos o resoluciones. Además, es probable que el marco jurídico vigente en el estado no sea consonante con las aspiraciones contenidas en las metas fijadas, es decir, que no contemple todas las oportunidades que actualmente existen hacia la transición energética como puede ser, por ejemplo, que no exista el mandato de elaborar un instrumento de planeación de la transición energética o que incluso, no haya claramente una dependencia o instancia gubernamental con atribuciones en materia de energía.

Por todo lo anterior, es importante realizar un análisis del marco jurídico del estado, preferiblemente como primera etapa del trabajo puntual del proceso de planeación, inmediatamente después de haber definido los alcances y razones para elaborar el instrumento de planeación, como se mencionó en la etapa anterior. Cabe señalar, sin embargo, que esta etapa puede requerir de una revisión posterior si es que se detecta tal necesidad conforme se avanza en la determinación de los objetivos o de las líneas de acción al ejecutar las etapas posteriores.

## IV.2 Metodología para analizar el marco jurídico

En realidad, la metodología del análisis del marco jurídico es simple; sin embargo, requiere de un grado alto de detalle y minuciosidad con la finalidad de identificar de manera precisa cuales son los elementos con los que cuenta el estado para llevar a cabo el instrumento de planeación.

En primera instancia, se deben organizar las agrupar las posibles acciones que quedarán plasmadas en el instrumento de planeación. La mayoría de ellas se obtendrán del análisis llevado a cabo a la hora de definir los alcances en la etapa de definición del instrumento. Por ejemplo, supóngase que durante la etapa de definición del instrumento se llegó a la conclusión de que se necesitan medidas de transición energética en el sector transporte, así como el impulso al desarrollo de proyectos de generación eléctrica a partir de energía solar y, la atención a temas transversales como pobreza energética ya que se tiene la noción de que una buena parte de la población en el estado no tiene acceso a la electricidad o solo utiliza leña. Entonces, en este ejemplo, el transporte, la generación eléctrica fotovoltaica y la pobreza energética son las temáticas con las que arranca la elaboración del instrumento de planeación y el análisis del marco jurídico deberá estudiar la legislación federal y estatal en esos tres ámbitos.

Dichas temáticas serán los pilares sobre los que se comenzará a tejer el resto del instrumento de planeación y que en esta etapa servirán como puente a la revisión de las leyes, decretos, reglamentos y demás instrumentos jurídicos aplicables, como se muestra esquemáticamente en la Figura 3.

Hay que resaltar que, al tratarse de un ejercicio subnacional, los estados están sujetos a dos niveles en la jerarquía jurídica. El primero de ellos es el nivel federal, donde se encuentran los elementos jurídicos que tienen aplicabilidad en todo el país, comenzando por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley de Transición Energética, la Ley de la Industria Eléctrica y la Ley General de Cambio Climático, por mencionar las más importantes para la transición energética, así como el Plan Nacional de Desarrollo vigente. También deben considerarse los acuerdos internacionales tales como el Acuerdo de París o los Objetivos del Desarrollo Sostenible, por mencionar algunos. La Figura 4 muestra de forma esquemática los elementos jurídicos antes mencionados. En las raíces del árbol se encuentran los elementos de los que parte todo el marco jurídico, la CPEUM como norma fundamental, y el AdP como acuerdo internacional vinculante. Le siguen en el tronco las leyes antes señaladas y en las ramas los elementos que reglamentan dichas leyes.

Figura 3. Las temáticas sirven como vínculo entre los elementos jurídicos y el marco jurídico del instrumento de planeación de la transición energética.

Fuente: Elaboración propia



En el segundo nivel se encuentra todo el marco jurídico del estado, donde se encuentran, por mencionar algunas opciones<sup>8</sup>:

- Constitución Política del estado
- Ley Orgánica de la Administración Pública
- Ley de Cambio Climático
- Ley del Aprovechamiento Sustentable de la Energía
- Ley del Aprovechamiento de las Energías Renovables
- Ley de Movilidad o Transporte
- Ley de Ordenamiento Territorial
- Ley de Desarrollo Económico
- Ley de Desarrollo Sustentable
- Ley de Vivienda
- Ley de Igualdad de Género
- Decreto por el que se haya creado la Comisión o Agencia de Energía del estado.

Figura 4. Esquema del marco jurídico a nivel federal relacionado con la transición energética.

Fuente: Elaboración propia.



### IV.3 Reporte del marco jurídico dentro del instrumento de planeación de la transición energética

Tan importante es el análisis del marco jurídico como lo es la forma en que éste se presente, si bien, no existe una forma específica de hacerlo, se han encontrado 3 formas generales de llevarlo a cabo y que se pueden adaptar a las necesidades y deseos de comunicación del equipo de planeación:

- **Forma de narrativa extensa.** Consiste en un ensayo en el que se analizan y describen los apartados de cada elemento jurídico que fundamentan al instrumento de planeación. El ensayo debe ser breve y conciso a la hora de presentar los argumentos, ya que pueden existir muchos elementos jurídicos que a su vez cuentan con varios apartados de interés lo cual, puede hacer que esta sección se valga de una gran cantidad de páginas, con el riesgo de perder el interés del lector.
- **Forma de resumen.** Consiste en una simplificación de la narrativa extensa en la que se toman las ideas centrales de cada apartado del elemento jurídico, muchas veces realizando citas textuales que incluso se pueden abreviar utilizando puntos suspensivos “[...]” para indicar que hay texto que se ha omitido para simplificar sin modificar la idea. Una ventaja de esta forma de presentación es que se puede adaptar a recursos visuales como mapas conceptuales como el mostrado en la Figura 5.

8. Cabe mencionarse que los elementos jurídicos aquí enlistados pueden no existir o tener nombres distintos en cada estado y esta lista debe seguirse únicamente de forma indicativa.

- **Formato de listado.** En esta última opción solamente se presenta un listado de los elementos jurídicos en los cuales se fundamenta el instrumento de planeación, pero sin aportar ninguna justificación. En dado caso se puede añadir la indicación de qué artículos o secciones de cada elemento jurídico son los que aportan el fundamento jurídico al instrumento de planeación.

Figura 5. Ejemplo de una sección de marco jurídico presentada en forma de resumen mediante un mapa conceptual.

Fuente: Elaboración propia.





cooperación  
alemana  
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



icm  
INSTITUTO MEXICANO DE CAMBIO CLIMÁTICO

# Capítulo V Diagnóstico energético

## V.1 Introducción

Para desarrollar propuestas que sean soluciones adecuadas y efectivas hacia una transición energética, el desarrollo de un instrumento de planeación requiere examinar con un enfoque sistémico el contexto energético del sitio. Con ello se da inicio al análisis de la problemática que se desea atender en el estado.

Este análisis sistémico del contexto energético se realiza a partir de un diagnóstico energético, el cual consiste en la recopilación y posterior análisis de información estadística sobre la cadena energética, la cual permitirá al equipo de planeación entender las dinámicas en cuestión de generación, transformación, consumo e intercambio de energía dentro del territorio estatal.

Su objetivo es lograr la adecuada identificación de los sectores de consumo (Residencial, Comercial y de servicios, Industrial, Agrícola, Público y Transporte) los cuales, por su importancia económica para el territorio, intensidad de consumo energético y/o dependencia a combustibles fósiles, deban priorizarse en la implementación de acciones para la transición energética.

Un aspecto importante que debe considerarse es el manejo de la información. Si bien los datos que se recopilen como resultado del proceso descrito en este capítulo y del siguiente pueden almacenarse de forma convencional, se sugiere emprender una tarea iterativa que permita al estado conocer la evolución histórica del contexto energético y darla a conocer al público en general. Esto permitirá a los interesados contar con información clara y actualizada la cual facilitará la toma de decisiones, el acercamiento de proyectos y el desarrollo académico y de investigación.

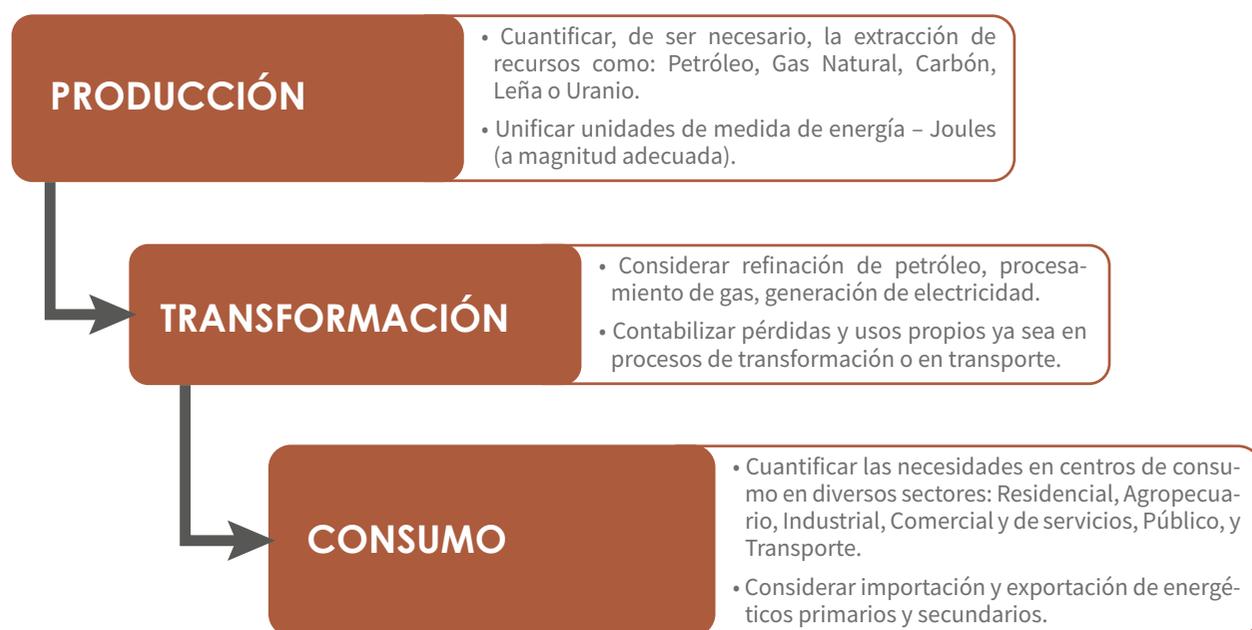
Para ello, se sugiere la creación de un sistema de información energética estatal donde la información obtenida en el diagnóstico energético, el potencial de aprovechamiento de energías limpias y el diagnóstico de género sea recopilado y presentado en una plataforma de las tecnologías de la información.

## V.2 Metodología

La metodología sugerida para realizar un diagnóstico energético que comprenda todas las etapas de la cadena energética (Figura 6) inicia con la cuantificación de los recursos naturales energéticos extraídos dentro de la entidad, esto incluye crudo de petróleo, gas natural, carbón mineral, leña para combustión y uranio.

Figura 6. Proceso de diagnóstico energético con base en el concepto de cadena energética.

Fuente: Elaboración propia.



Posteriormente, continua la cuantificación de los productos obtenidos por la transformación de los energéticos primarios identificados en la etapa de producción a energéticos secundarios (combustibles líquidos, gas seco, electricidad); en ésta se debe considerar la refinación de petróleo y procesamiento gas, así como la generación de electricidad a través de las diversas tecnologías en centrales en el estado. Es de vital importancia que en esta etapa se contabilicen las pérdidas y usos propios de los procesos de transformación y transporte de productos.

Finalmente, se cuantifica el consumo de los energéticos secundarios resultantes de la etapa de transformación. Los sectores a considerar son el residencial, comercial y de servicios, industrial, agropecuario, público y de transporte.

Para lo anterior, se hace uso de las fuentes de información públicas de los organismos energéticos a nivel federal más actuales que se han generado, como: el Sistema de Información Energética y los Programas de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional de la Secretaría de Energía-SENER; los permisos de generación y las memorias de cálculo de la Comisión Reguladora de Energía-CRE, las bases de datos de usuarios y consumo de electricidad por municipio para antes y después de 2018 la Comisión Federal de Electricidad-CFE y Base de Datos Institucional de Petróleos Mexicanos-PEMEX; así como la Estrategia Nacional contra el Cambio Climático y el Programa Especial de Cambio Climático. Sin embargo, será importante que el equipo de planeación considere el uso de fuentes de información propias (en caso de que cuente con ellas) o más actualizadas, según sus propias condiciones.

En los siguientes apartados, se detalla la metodología para cada apartado que se sugiere abarque el diagnóstico energético descrita en la Figura 6.

Por último, cabe resaltar que comúnmente se publica información sobre diferentes energéticos en unidades, e incluso en magnitudes físicas distintas. Es decir, mientras la energía eléctrica es común cuantificarla en múltiplos de Watts-hora (Wh) como MWh o GWh, la energía térmica se suele medir en millones de BTU (MMBtu) o múltiplos de Joules (J). Además, es muy común cuantificar los combustibles líquidos y gaseosos en unidades volumétricas como el litro (l), el barril (bl) o el metro cúbico (m<sup>3</sup>) y los combustibles sólidos en unidades de masa, como el gramo (g) y sus múltiplos como kg y toneladas (t), y no es hasta su transformación en energía eléctrica o térmica que se cuantifican en términos energéticos. No obstante, es posible cuantificar la energía por unidad de volumen o masa de cada combustible previo a la transformación gracias al poder calorífico inherente de los energéticos. Por convención, se utiliza el poder calorífico inferior o neto (LHV, por sus siglas en inglés). El poder calorífico inferior de los distintos combustibles utilizados en México se puede hallar en la lista de combustibles y sus poderes caloríficos emitida anualmente por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). Siguiendo conceptos básicos de conversión de unidades es posible convertir todos los recursos energéticos cuantificados, tanto primarios como secundarios, a una misma magnitud y unidad. Lo más común es emplear el Petajoule (PJ) para balances y diagnósticos energéticos. Es por ello que se propone el empleo de esta unidad para los fines que aquí se desarrollan.

### V.2.1 Producción

El primer elemento para analizar es la producción de energía, la cual hace referencia al uso de los recursos naturales (energéticos primarios) disponibles para su aprovechamiento energético a través de diversas tecnologías. Durante esta etapa, se separan los recursos naturales en dos clases: fuentes fósiles como el petróleo, el carbón o el gas natural; los cuales son extraídos de depósitos finitos en medio de la corteza terrestre. Por otra parte, las fuentes renovables se contemplan como recursos infinitos los cuales no requieren ser extraídos del medio natural y pueden aprovecharse directamente.

Por lo que respecta a los **combustibles fósiles**, es necesario cuantificar la extracción anual de petróleo, gas natural y carbón si las hubiere. Para poder analizar la evolución se recomienda recopilar la información de al menos tres años previos al año de estudio, además del propio. Algunas de las fuentes principales oficiales donde hallar estos datos son el Sistema de Información Energética (SIE) de la SENER y la página web de PEMEX. La fuente recomendada, por su fácil acceso y datos históricos es el SIE, accediendo a los apartados:

- Sector Energético > Hidrocarburos > Petróleo crudo > Producción de petróleo crudo por entidad federativa
- Sector Energético > Hidrocarburos > Gas Natural > Producción de gas natural por entidad federativa
- Sector Energético > Carbón > Balance nacional de carbón

Mención especial merece la **leña**, la cual es considerada también un energético primario y cuya producción o recolección supone un importante aporte energético a la cadena energética de una gran cantidad de estados en el país. Debido a que en muchos casos la utilización de la leña se da a través del autoabasto no es posible llevar un conteo preciso como con el resto de los combustibles. Sin embargo, existen investigaciones realizadas por diferentes instituciones académicas y organizaciones civiles que ofrecen estimaciones cercanas a la realidad. Ejemplo de ellas es la realizada por Maserá (Maserá, O., et al., 2010).

Por otra parte, también sería necesario cuantificar, si la hubiere, la producción del **uranio** empleado en las centrales de fisión nuclear. No obstante, actualmente en el caso de México, tan solo el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave cuenta con una central nucleoelectrónica dentro de los límites de su territorio y el uranio empleado en la misma es de importación internacional.

Por lo que respecta a la **energía hidráulica**, la cual es aprovechada para la generación de electricidad gracias al empleo de turbinas, esta puede ser considerada también como un energético primario para la cadena. Por consiguiente, su aprovechamiento entraría dentro del rubro de producción. No obstante, debido a la elevada eficiencia característica de las centrales hidroeléctricas (>90%), la energía hidráulica empleada puede ser cuantificada directamente a través de la generación de la central con un ligero margen de error.

Por último, en lo que concierne al aprovechamiento de las **energías renovables** como eólica, solar y geotérmica, estas se cuantifican directamente por convención a través de la generación eléctrica de las centrales eoloeléctricas, fotovoltaicas, termosolares o geotermoeléctricas. Aunque existe una eficiencia intrínseca en la conversión, la naturaleza inagotable e infinita de estos recursos hace que carezca de sentido medir la energía no aprovechada en el proceso de conversión.

En la sección de VI.2.2 se verá de dónde y cómo obtener estos datos de generación de las centrales nucleoelectrónicas, hidroeléctricas y renovables, entre otros aspectos. Al igual que en el caso de los combustibles fósiles, se recomienda recopilar los datos de al menos los tres años previos, en adición al año de estudio.

## V.2.2 Transformación

En esta fase de la cadena energética se incluyen aquellos procesos empleados para transformar los energéticos primarios o secundarios en energéticos más útiles, eficientes y fácilmente empleables para fines humanos. De estos procesos, los más importantes por acaparar la mayor parte del flujo energético son la generación eléctrica, la refinación del crudo y el procesamiento de gas natural.

### REFINACIÓN DE CRUDO

Mediante la refinación, el petróleo crudo se somete a un proceso de destilación para obtener derivados petrolíferos como el gas seco, el gas LP, gasolinas, querosenos, diésel y combustóleo, entre otros. Estos productos son utilizables en motores de combustión interna, turbinas o calderas para fines como la generación y uso de electricidad, propulsión aeronáutica, calentamiento de agua o fundición de acero, entre otras muchas aplicaciones.

Actualmente existen en el país seis refinerías en operación y una en construcción. Las refinerías en operación y la entidad federativa en la que se encuentran se enlistan en la Tabla 1.

Tabla 1. Refinerías existentes en México en octubre de 2021.

Fuente: Pemex, 2021.

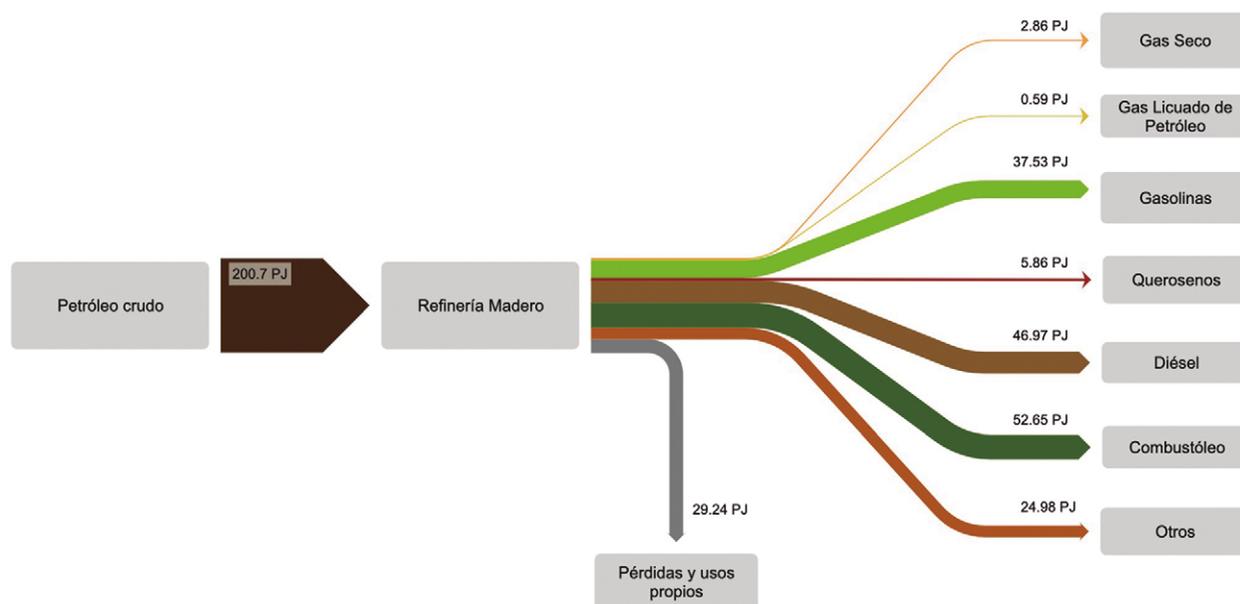
Refinería	Ubicación
Refinería Ing. Héctor R. Lara Sosa	Cadereyta Jiménez. Nuevo León
Refinería Francisco I. Madero	Cd. Madero, Tamaulipas
Refinería Lázaro Cárdenas del Río	Minatitlán, Veracruz de Ignacio de la Llave
Refinería Antonio M. Amor	Salamanca, Guanajuato
Refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime	Salina Cruz, Oaxaca
Refinería Miguel Hidalgo	Tula, Hidalgo

La información necesaria para generar los balances energéticos referidos a la refinación y que se pueden mostrar también de forma gráfica como en el diagrama de Sankey de la Figura 7 se pueden obtener del SIE en los apartados:

- Sector Energético > Hidrocarburos > Petrolíferos > Elaboración de productos petrolíferos por refinería
- Sector Energético > Hidrocarburos > Petrolíferos > Proceso de petróleo crudo por refinería

**Figura 7. Diagrama simplificado de Sankey del proceso de refinación.**

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE.



El diagrama de Sankey es una forma gráfica de expresar flujos desde un grupo de valores hasta otro, en el que la anchura de los enlaces entre valores representa la cantidad que se desplaza entre ambos. Como se observa en la Figura 7 este tipo de esquematización puede utilizarse para representar las transformaciones de la energía en cualquier parte de la cadena energética o en su completitud. Es una representación esquemática que se recomienda para observar el sistema energético (o una parte de él).

Además del balance de la refinería para el año de estudio, es importante analizar la evolución tanto en cantidad como en proporción de productos petrolíferos en la refinería de estudio. De esta forma es posible identificar fenómenos como fallas, paradas programadas, tendencias de crecimiento o decrecimiento y variaciones en las proporciones de productos, como el aumento en la producción de combustóleo, debido fundamentalmente al procesamiento de un crudo más pesado.

En la Figura 8 se representa la producción de petrolíferos en una refinería a través de un periodo, mientras que en la Figura 9 se muestra la misma información pero como proporción porcentual de los productos en el volumen final de producción. De esta forma se pueden rastrear los diversos cambios que puede sufrir el procesamiento de crudo dentro de una central, ya sea en el total final producido o un aumento en la salida de alguna fracción de destilado de crudo (combustóleo, gasolinas, gas).

Figura 8. Evolución en la producción de petrolíferos en la refinería Madero (PJ).

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE.

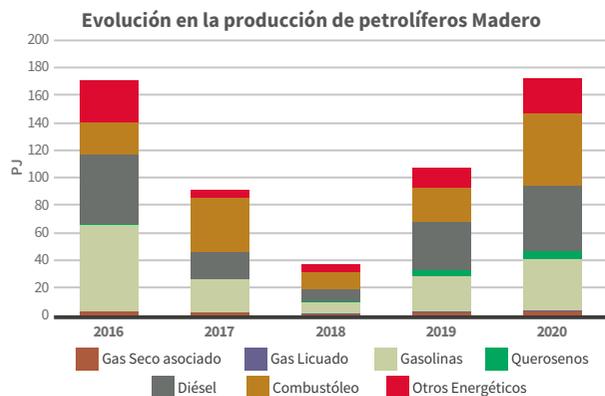
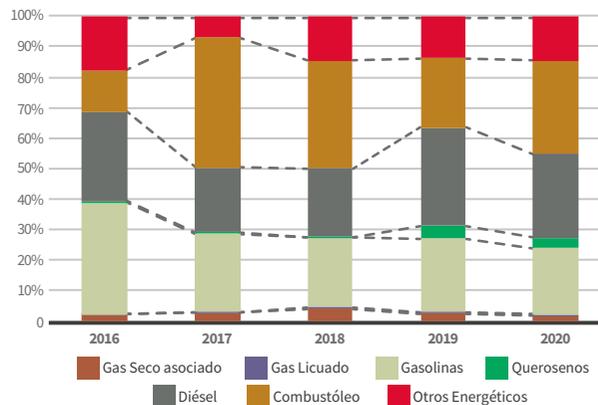


Figura 9. Evolución en la producción de petrolíferos en la refinería Madero (%).

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE.



## GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

Previamente a presentar la metodología a seguir para realizar el análisis de la generación de energía eléctrica, es necesario presentar algunos conceptos del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) mexicano y de Mercado Eléctrico.

El SEN está compuesto por 4 sistemas independientes. El primero de ellos recibe el nombre de Sistema Interconectado Nacional (SIN) y se expande por todo el territorio nacional excluyendo la península de Baja California. El segundo recibe el nombre de Baja California (BCA) y está conectado en algunos puntos al sistema eléctrico de California (Estados Unidos de América). El tercero de ellos es un sistema completamente aislado, el cual tiene por nombre Baja California Sur (BCS), en honor al estado en el que se encuentra. Por último, existe un pequeño sistema también independiente y aislado en la región de Mulegé, el cual a efectos de organización y mercado se conjunta con BCS por practicidad.

Además, el SEN está a su vez organizado en 10 Regiones de Control y 53 Regiones de Transmisión. Las Regiones de Transmisión están conectadas entre sí mediante redes eléctricas de alta tensión (corredores), conocidas como Redes Nacionales de Transmisión (RNT), que mallan todo el territorio y permiten el intercambio de energía eléctrica entre ellas. A su vez, dentro de cada Región de Transmisión existen redes de distribución, conocidas como Redes Generales de Distribución (RGD), las cuales conectan todas y cada una de las subestaciones entre sí.

A modo organizacional, a una gran cantidad de subestaciones se les asigna un nodo de precio (nodo P), de tal forma que existen más de 2,500 nodos P en el sistema. Los nodos P se agrupan a su vez en Zonas de Carga (ZC). El CENACE reporta tanto la demanda como el Precio Marginal Local (PML) a nivel horario por nodo P y por ZC. El PML de cada nodo se ve afectado, además de por los costos variables de la energía, por la congestión y las pérdidas producidas entre regiones.

Figura 10. Regiones de Control y Regiones de Transmisión del SEN.

Fuente: PRODESEN 2018 – 2032.



Por consiguiente, es importante entender que el sistema eléctrico funciona como un todo y que las variaciones originadas en una zona pueden afectar en el suministro o el precio de la energía en una zona lejana. Además, por la propia naturaleza de la energía eléctrica, no se puede afirmar que la electricidad generada por una central sea consumida en la misma región. Por simplicidad, se suele visualizar al sistema de transmisión y distribución como a una “caja negra” a la que se las centrales eléctricas entregan energía y de la cual los centros de carga la extraen. De esta forma, en la revisión de un periodo de tiempo, por ejemplo en un balance anual, existirán entidades federativas con un exceso de generación frente a su consumo de electricidad y otras con un déficit; lo que se traduciría en una exportación o importación neta de electricidad. No obstante, esto no debe contemplarse necesariamente como algo positivo o negativo para las regiones. Todo el país está interconectado precisamente para aprovechar los recursos de distintas zonas bajo un mismo bien común y para robustecer el sistema. Así, por ejemplo, los abundantes recursos de gas natural y viento en Tamaulipas provocan que actualmente éste sea un estado en el que se genera mucha más electricidad de la que se consume, sin embargo, dado que las fronteras estatales no intervienen en el sistema interconectado nacional, los beneficios de este supuesto superávit de generación son para todo el sistema y no para el estado.

La generación eléctrica es una de las fases más delicadas del diagnóstico energético. En esta etapa de transformación se utilizan recursos muy diversos, en centrales con diferentes tecnologías y propietarios, por lo que resulta necesario consultar varias fuentes<sup>9</sup>.

Se sugiere comenzar por una base de datos de centrales existentes en la entidad federativa. Generalmente, la CRE publica bases de datos a nivel nacional donde se puede aplicar un filtro por entidad federativa. También existen otras bases de datos elaboradas por otros actores, las cuales, pueden apoyar a refinar y contrastar la información. Para completar la información, se propone descargar y revisar el permiso emitido por la CRE para cada central en la página web oficial<sup>10</sup>. La información más importante por recopilar se enlista a continuación:

- Nombre de la central
- Ubicación (coordenadas o vía y número)

9. Base de datos con permisos de generación de la CRE; PIIRCE 2018; Observatorio de Transición Energética de México (Obtremx.org); así como la posibilidad de solicitar información a CENACE a través de la PNT (<https://www.plataformadetransparencia.org.mx/web/guest/inicio>).

10. <https://www.cre.gob.mx/Permisos/>

- Modalidad del permiso (p.ej. Generación, Productor Independiente de Energía (PIE), Cogeneración, CFE, Autoabastecimiento, Usos Propios Continuos, etc.)
- Tecnología de la central (p.ej. Ciclo Combinado, Turbina de Gas, Eoloeléctrica, Hidroeléctrica, Fotovoltaica, etc.)
- Capacidad de la central (potencia nominal) en MW.
- Combustible empleado, si lo hubiere (p.ej. gas natural, combustóleo, carbón, diésel, etc.)

Para efectos de cálculo es necesario recopilar adicionalmente el Régimen Térmico ( $GJ_{\text{térmico}}/MWh_{\text{eléctrico}}$ ) y los Usos Propios (%) de cada central para poder estimar el consumo de combustible y las pérdidas en el proceso de transformación. El dato para la mayoría de las centrales instaladas antes de 2018 se puede consultar en el Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE) de 2018, dentro del PRODESEN 2018 – 2032. Para el resto de las centrales se sugiere emplear futuras bases de datos o los valores promedio por tecnología del PIIRCE 2018, los cuales se enlistan en la Tabla 2.

**Tabla 2. Régimen Térmico y Usos Propios promedio por tipo de tecnología.**

Fuente: PIIRCE 2018.

<b>Tecnología</b>	<b>Régimen Térmico (<math>GJ_{\text{térmico}}/MWh_{\text{eléctrico}}</math>)</b>	<b>Usos Propios (%)</b>
Carboeléctrica	12.0	7.0%
Ciclo Combinado	7.0	3.0%
Combustión Interna	10.2	3.2%
Eoloeléctrica	–	1.0%
Fotovoltaica	–	2.0%
Geotérmica	–	5.0%
Lecho Fluidizado	–	7.0%
Nucleoeléctrica	10.0	4.0%
Turbina de Gas	9.8	2.7%
Turbina de Vapor	21.0	7.1%
Turbina Hidráulica	–	1.0%

La generación en GWh de cada central entre 2016 y 2018 se puede obtener en los PRODESEN respectivos. Los PRODESEN 2019, 2020 y 2021 no reportan la energía generada a nivel central, por lo que para años en los que no se disponga del valor de la generación se sugiere seguir una de las dos opciones siguientes, en orden de preferencia:

- Solicitar por la Plataforma Nacional de Transparencia (PNT) a CENACE los datos de generación de las centrales recopiladas para los años de estudio.
- Estimar la generación de cada central en base a la tasa de crecimiento anual de generación de cada tecnología. Ésta se puede calcular a partir de los datos nacionales reportados en PRODESEN o en OBTRENMEX (<https://obtrenmx.org/>).

Se sugiere recopilar los datos de generación de al menos 3 años previos adicionales al año de estudio para observar tendencias significativas.

Con toda esta información recopilada se sugiere mapear la ubicación de las centrales, graficar la capacidad instalada por tecnología y por modalidad y la evolución de la generación por tipo de tecnología. De

esta forma se puede analizar, entre otras cosas, la evolución de la penetración de energías renovables, el origen de las inversiones y las zonas donde se está aprovechando cada recurso (ver como ejemplo Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14 y Figura 15).

Figura 11. Ubicación de las centrales de generación eléctrica en el Estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con datos de CRE.

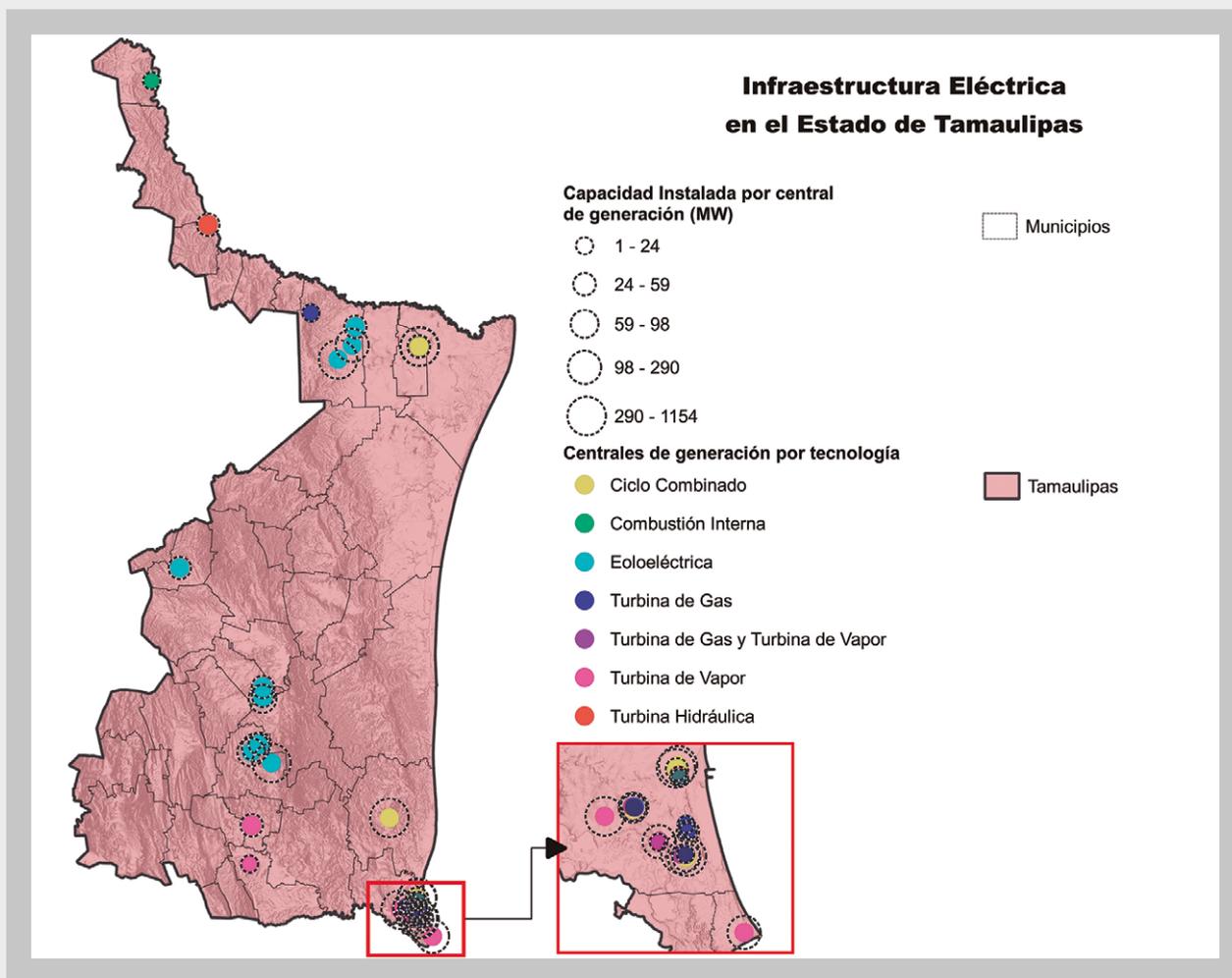


Figura 12. Capacidad instalada por tecnología en el Estado de Tamaulipas (%).

Fuente: Elaboración propia con datos de CRE.

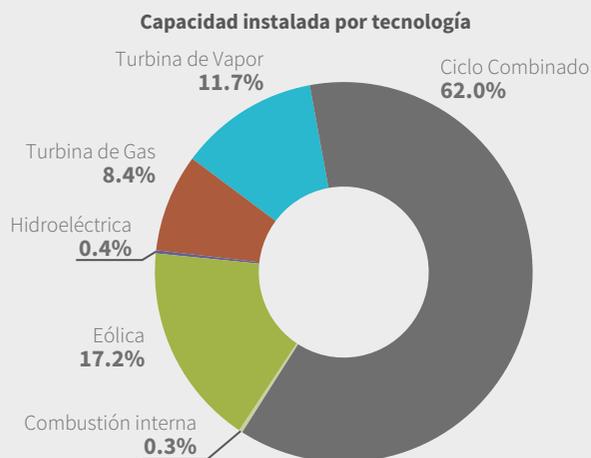


Figura 13. Capacidad instalada por modalidad en el Estado de Tamaulipas (%).

Fuente: Elaboración propia con datos de CRE.

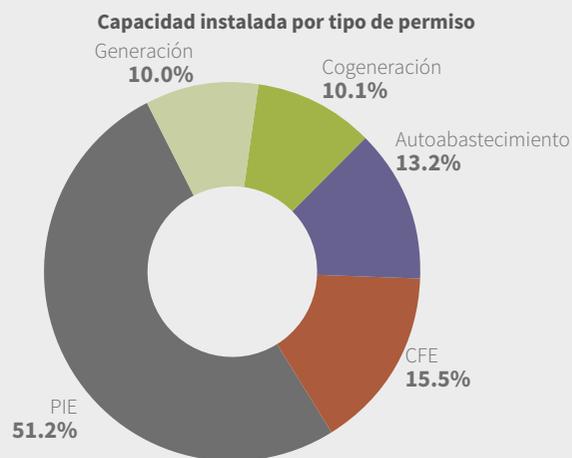


Figura 14. Evolución en la generación de energía eléctrica por tecnología en el estado de Tamaulipas (GWh).

Fuente: Elaboración propia con datos de PRODESEN 2017, PRODESEN 2018 y CENACE 2019.

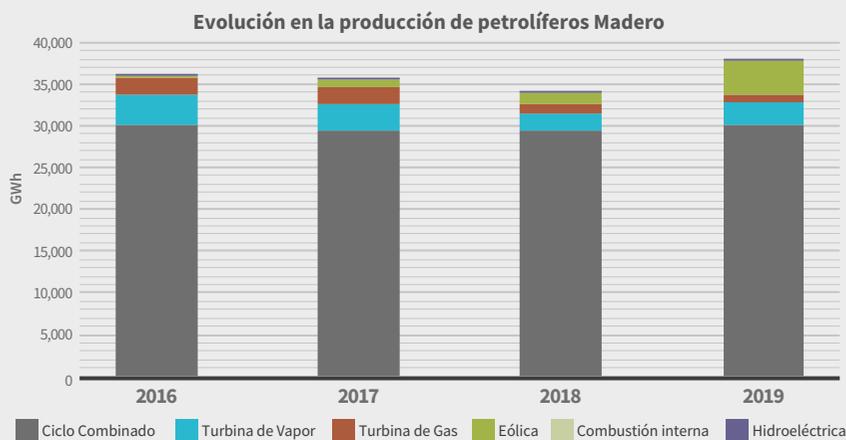
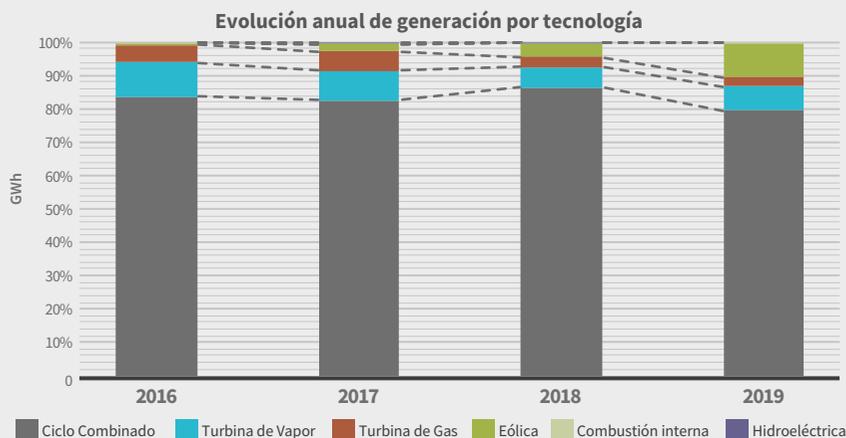


Figura 15. Evolución en la generación de energía eléctrica por tecnología en el estado de Tamaulipas (%).

Fuente: Elaboración propia con datos de PRODESEN 2017, PRODESEN 2018 y CENACE 2019.



Seguidamente, se sugiere calcular el Factor de Planta (FP) anual de cada central y el consumo de combustible, si lo hubiere, empleando las siguientes ecuaciones:

$$FP = \frac{\text{Generación (MWh/año)}}{\text{Capacidad (MW)} \cdot 8760 \text{ (h/año)}}$$

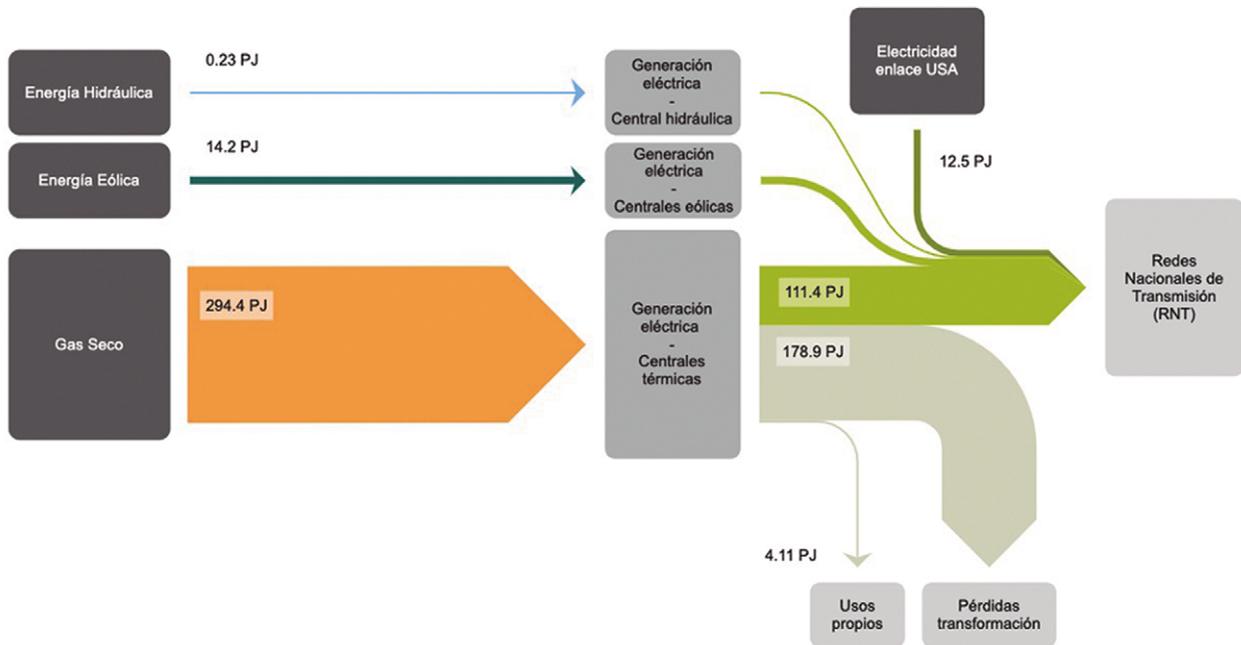
$$\text{Consumo Combustible} \left( \frac{\text{PJ}_{\text{term}}}{\text{año}} \right) = \text{Generación} \left( \frac{\text{MWh}_{\text{elec}}}{\text{año}} \right) \cdot \text{Régimen Térmico} \left( \frac{\text{PJ}_{\text{term}}}{\text{MWh}_{\text{elec}}} \right)$$

El Factor de Planta, por su parte, proporciona una clara visión de la tasa de producción anual o intensidad de las plantas de generación. Así, por ejemplo, lo habitual en centrales fotovoltaicas es un FP situado entre 20% y 30%, para granjas eólicas un FP de entre 30% y 45%, mientras que centrales como los ciclos combinados o nucleoelectricas pueden trabajar a FP superiores al 80%.

Por otra parte, el cálculo del consumo de combustible permite comprobar la proporción de éstos que se dedica a la producción de electricidad en el estado y valorar las pérdidas de energía que se producen de manera intrínseca en cualquier proceso de transformación en las centrales térmicas.

Figura 16. Diagrama de Sankey simplificado del proceso de generación de energía eléctrica en el estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, CRE y CENACE.



Por último, falta cuantificar la energía eléctrica generada en la modalidad de Generación Distribuida (GD). Puesto que más del 99% de la energía producida bajo esta modalidad procede de sistemas solares fotovoltaicos, se puede asumir por simplicidad y practicidad que esta tecnología proporciona el 100%. Para calcular el aporte de energía proporcionado por los Sistemas Fotovoltaicos de Generación Distribuida (SFVGD), se propone, en primer lugar, obtener el dato de la capacidad instalada (MW) en la entidad federativa para el año de estudio emitido por la CRE en su respectivo minisitio. Seguidamente, empleando el Factor de Planta promedio de la tecnología solar fotovoltaica de eje fijo para cada entidad

federativa obtenido del Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL) se puede calcular fácilmente la energía producida por estos sistemas a nivel anual, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Generación (MWh/año)} = \text{Capacidad (MW)} \cdot 8760 \text{ (h/año)} \cdot \text{FP}_{\text{prom}}$$

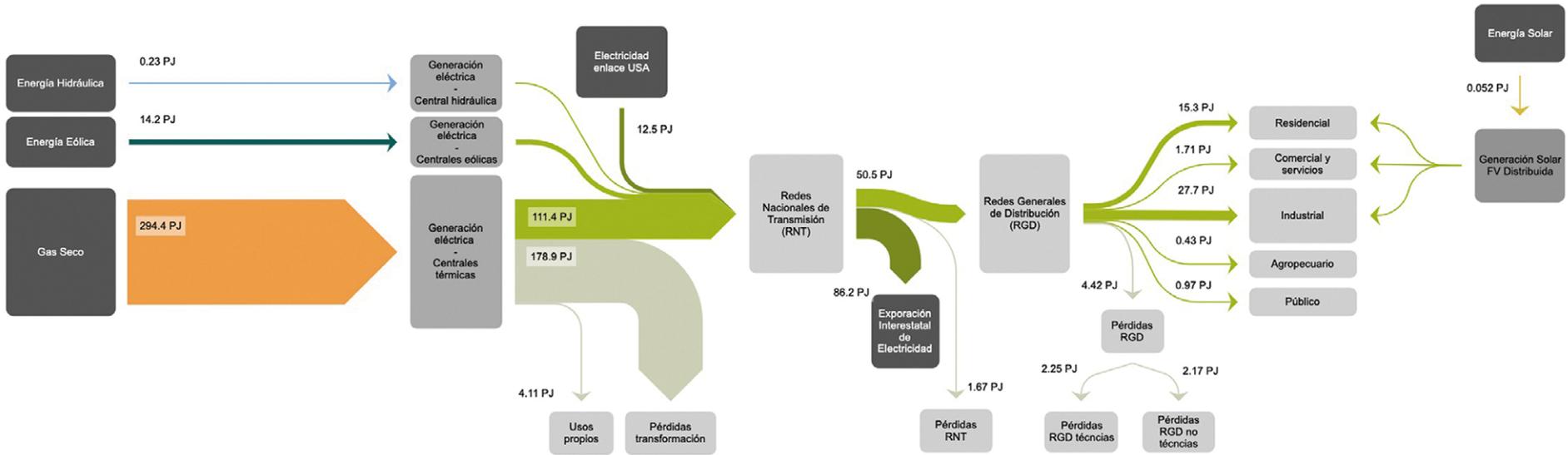
Con toda esta información recopilada y depurada se podrá tener una percepción muy clara de los recursos empleados para la generación de electricidad, la eficiencia de los procesos, el grado de avance en la penetración de las energías renovables e incluso el origen de las inversiones en cada tipo de tecnología. Esta información, en conjunto con las pérdidas en transmisión y distribución<sup>11</sup> y el consumo de electricidad por sectores, cuya metodología de obtención se explica en secciones posteriores, permitirán la elaboración de un diagrama de Sankey que represente todo el flujo energético de la entidad federativa para el sistema eléctrico, tal y como se muestra, a manera de ejemplo en la Figura 17.

---

11. Las pérdidas intrínsecas a los procesos de transmisión y distribución de energía eléctrica son publicadas a escala horaria por el CENACE por Zona de Carga y nodo P. Estos datos son fácilmente descargables para cualquier horizonte temporal en OBTRENMX ([obtrenmx.org/](http://obtrenmx.org/)). Para conocer las ZC y nodos P pertenecientes a la entidad federativa de estudio se sugiere emplear el “Catálogo de Nodos P” actualizado periódicamente por CENACE. Tras descargar los datos pertinentes, simplemente se requiere calcular la sumatoria anual.

Figura 17. Diagrama de Sankey del flujo energético anual del sistema eléctrico de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia.



### PROCESAMIENTO DE GAS

Otra transformación muy importante es aquella en la que se somete al gas natural a un proceso para retirarle partículas como azufre y agua y obtener lo que se conoce como gas seco (y dulce). Así, el gas seco ya es apto para el consumo en quemadores en calderas y cámaras de combustión, tanto para usos finales de carácter térmico como de producción de electricidad en los ciclos correspondientes.

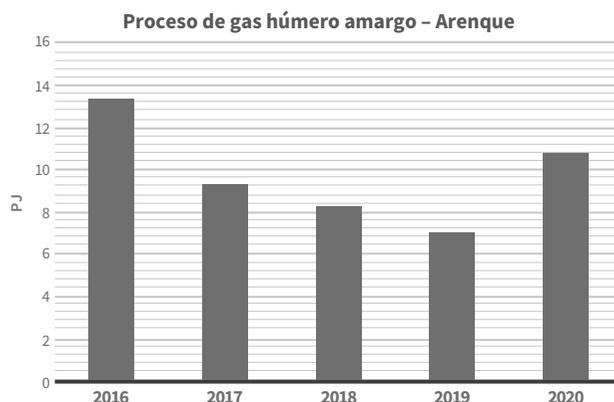
Por consiguiente, es importante evaluar también el trabajo de los centros procesadores de gas a partir del volumen procesador en los mismos mensual o anualmente y su conversión a energía a partir del poder calorífico. Esta información se puede descargar en el SIE, siguiendo el itinerario:

- Sector Energético > Hidrocarburos > Gas Natural > Proceso de gas natural por centro

Se propone graficar la información recopilada para observar tendencias, fallas y/o paros programados (ver Figura 18).

Figura 18. Ejemplo de evolución procesamiento de gas natural.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE.



### V.2.3 Consumo

En este apartado se menciona la metodología propuesta para poder obtener, concentrar y comparar el consumo energético total, así como la sectorización del mismo.

Primeramente, se muestra la metodología, de forma general, compuesta por 7 pasos: obtención de datos, identificación de huecos de información y estimación de datos faltantes, homologación de unidades de medición, la formación del concentrado anual por energético, sectorización, obtención de resultados y, por último, la presentación de resultados. Cada uno es explicado de forma breve y con recomendaciones de fuentes de información.

Cabe mencionar que la sectorización se propone con relación al Balance Nacional de Energía. Mismo caso sucede con la homologación de unidades, planteando al Peta Joule (PJ) como unidad de medida principal. Esto se debe a que provee una mejor adaptación para la interpretación de los resultados, así como la realización de comparaciones a nivel internacional, nacional y subnacional.

También se muestran algunos gráficos que pueden servir de ayuda para conocer cómo es que la información obtenida puede ser extraída y visualmente más atractiva, así como simplificar su interpretación.

Por otra parte, se aborda el tema de indicadores vinculados con el consumo energético de forma directa o indirecta. Se da una breve explicación de los 4 diferentes tipos: sobre la fuente del consumo energético, indicadores económicos sin relación directa con la energía, indicadores relacionados con eficiencia energética del sistema y, para finalizar, el indicador de pobreza energética.

### V.2.3.1 CONSUMO ENERGÉTICO TOTAL POR SECTORES

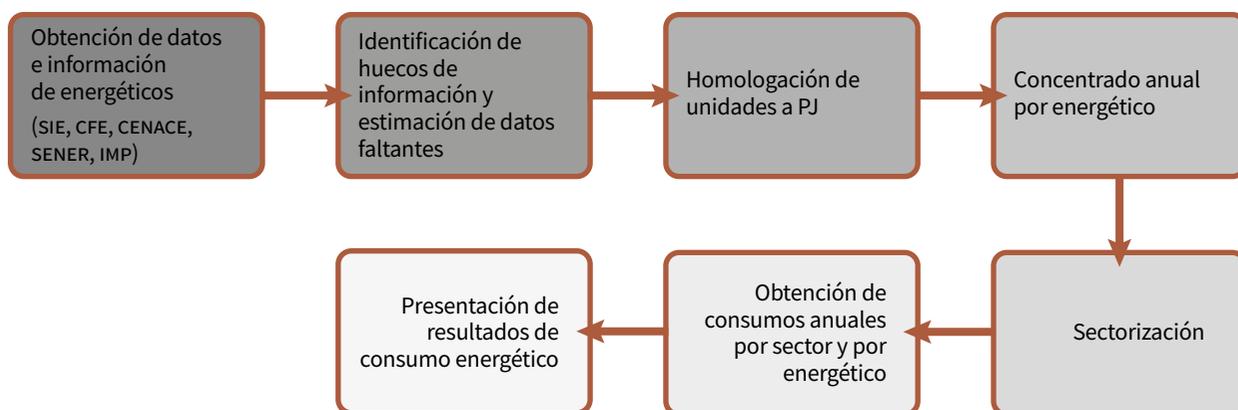
Para analizar el consumo energético de cada uno de los sectores, se recomienda desagregar la información energética en los mismos sectores mostrados en el Balance Nacional de Energía (BNE). Sin embargo, a diferencia del BNE es conveniente desagregar al sector Residencial, comercial y público, en sus tres componentes. De tal forma, se analizarán los sectores siguientes:

- Industrial
- Transporte
- Comercial y servicios (al que a veces se le refiere únicamente comercial)
- Público
- Residencial
- Agropecuario

El objetivo de este análisis es el obtener los consumos energéticos desagregados por sector, energético y acumulado mensual. Con este fin, se establece la propuesta metodológica mostrada en la siguiente Figura:

**Figura 19. Metodología para obtener consumos energéticos sectorizados y por año dentro de la entidad.**

Fuente: Elaboración propia.



Para tener un mayor entendimiento de la metodología, a continuación, se describe de forma breve cada uno de los pasos presentados.

#### Obtención de datos mensuales de energéticos

Primeramente, se deben de obtener los datos e información de cada uno de los consumos energéticos dentro de la entidad en el periodo que se requiera analizar. Esto es, puede ser la información para un solo año o formar un histórico.

Para ello se recomienda realizar una división entre consumos eléctricos, consumos de petrolíferos, así como consumos de otras fuentes (por lo general, renovables u otros como leña o carbón).

La información puede consultarse de diversas fuentes, como se enlista a continuación de manera enunciativa mas no limitativa:

- Para el consumo de electricidad
  - o Datos abiertos de la Comisión Federal de Electricidad.
  - o Memorias de cálculo de la Comisión Reguladora de Energía.
  - o Observatorio de Transición Energética en México (OBTRENMEX)
- Para consumo de petrolíferos
  - o Sistema de Información Energética de la Secretaría de Energía.
- Para consumo de leña y carbón vegetal
  - o Estimaciones realizadas por organizaciones, dependencias públicas y/o academia a nivel subnacional. Por ejemplo:
    - Estudio sobre la evolución nacional del consumo de leña y carbón vegetal en México 1990 – 2024 (Maserá, O., et.al., 2010)
- Para consumo de energías renovables
  - o Sistema de Información Energética de la Secretaría de Energía.
  - o Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias (AZEL)
  - o Dependencias subnacionales o información provista de diferentes organizaciones o academia.

Es recomendable que la obtención de datos sea a un nivel de acumulados mensuales, en el caso de que exista dicha desagregación. En su defecto bastará con contar con cifras anualizadas.

### Identificación de huecos en la información y estimación de datos faltantes

Al realizar la recopilación de información se debe de considerar la existencia de errores dentro de la misma; los más comunes son los valores faltantes para ciertos periodos. A estos se les conoce como huecos de información. En tal caso, es necesario verificar si realmente corresponde a una falta de información o si, por otra parte, no se tuvo consumo energético en ese periodo de tiempo.

En el caso de información ausente, por falta de contenido al momento de generar la recopilación, se pueden realizar estimaciones a partir de datos históricos con la finalidad de llenar los huecos. Las estimaciones pueden realizarse utilizando diversos métodos, por ejemplo, la interpolación de una serie temporal de datos mensuales anualizados. La herramienta denominada “Previsiones” de Microsoft Excel es una de las opciones más fáciles y precisas de utilizar en estos casos. Por otro lado, la obtención de la ecuación de la curva formada por los datos mediante la modelación por aproximación lineal es otra opción al alcance del analista.

### Homologación de unidades a PJ

La información recabada en las diferentes fuentes provee datos con unidades de medición diferentes, esto debido principalmente a algunos factores. El primero es el estado de la materia en la que se encuentre el energético (gas, líquido o sólido); el segundo, las unidades de medición de energía eléctrica y; por último, las dimensiones del energético a medir.

Es por ello por lo que, en las diversas tablas se encuentran los datos desagregados de la siguiente forma con sus respectivos prefijos:

- **Electricidad**
  - o Watts-hora (Wh) (y aquellos con prefijos, kWh, MWh, GWh, son los más comunes).
- **Petrolíferos**
  - o Líquidos › barriles diarios equivalentes de petróleo (miles de barriles equivalentes de petróleo, millones de barriles equivalentes de petróleo).
  - o Gaseosos › pies cúbicos diarios (miles de pies cúbicos diarios, millones de pies cúbicos diarios).

- **Leña y/o carbón**
  - o Sólidos › Toneladas o toneladas equivalentes de petróleo.

En este caso se recomienda la utilización de Petajoules (PJ) como unidad de medición de los diferentes energéticos. El propósito de conformar un concentrado de datos con las mismas unidades de energía radica en ser susceptibles de comparaciones futuras e históricas, tanto a nivel subnacional, nacional e internacional, además del de permitir un análisis sistémico de la cadena energética del estado.

Así se debe de considerar la utilización de ecuaciones de transformación de unidades energéticas y el poder calorífico inferior de cada uno de los combustibles que, como se mencionó con anterioridad, se puede hallar, entre otras fuentes, en la *Lista de combustibles y sus poderes caloríficos* emitida anualmente por la CONUEE.

### Concentrado anual por energético

Una vez realizado el cambio de unidades y tener las bases de datos necesarias y completas es posible realizar el concentrado anual por tipo de combustible. Esto es, realizar la agrupación de los datos correspondientes a cada uno de los años de estudio.

### Sectorización

La desagregación de los totales de consumos de energéticos de forma anual en cada uno de los sectores depende, principalmente de la fuente de información consultada.

Sin embargo, a continuación, se muestra una alternativa para poder sectorizar los datos obtenidos.

- **Electricidad**

En el caso de tarifas eléctricas, es menester conocer que existen dos clasificaciones, una previa y otra después del año 2018. Los datos abiertos de la CFE reflejan la existencia de la desagregación de las tarifas de 2010 a 2017 como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3. Tarifas 2010 – 2017.**

Fuente: (CFE, 2019)

Tarifas localizadas a nivel subnacional en datos abiertos de CFE 2010–2017			
1	1E	DIST	HSL
2	1F	DIT	HSLF
3	5A	GDBT	HT
5	9CU	GDMTH	HTF
6	9M	GDMTO	HTL
7	9N	HM	HTLF
9	APBT	HMC	OM
1A	APMT	HMCF	OMF
1B	DAC	HMF	PDBT
1C	DB1	HS	RABT
1D	DB2	HSF	RAMT

Para el periodo correspondiente a partir de 2018 las tarifas cambian y se encuentran reorganizadas de la siguiente forma:

**Tabla 4. Tarifas eléctricas a partir de 2018.**

Fuente: CFE, 2019.

<b>Tarifas localizadas a nivel subnacional, a partir de 2018</b>			
1	DAC	1E	GDBT
1A	DB1	1F	GDMTH
1B	DB2	9CU	GDMTO
1C	DIST	9N	PDBT
1D	DIT	APBT	RABT
APMT	RAMT		

Una vez obtenido el total del consumo eléctrico por tarifa, para cada año, se agrupan las tarifas correspondientes a cada uno de los sectores: residencial, comercial y servicios, industrial, público y agrícola; quedando de la siguiente manera:

**Tabla 5. Tarifas sector residencial.**

Fuente: CFE, 2019.

<b>Tarifas correspondientes a Sector Residencial</b>	
Tarifa	Descripción
1	Doméstico
1A	Localidades con temperatura media mínima en verano de 25°C
1B	Localidades con temperatura media mínima en verano de 28°C
1C	Localidades con temperatura media mínima en verano de 30°C
1D	Localidades con temperatura media mínima en verano de 31°C
1E	Localidades con temperatura media mínima en verano de 32°C
1F	Localidades con temperatura media mínima en verano de 33°C
DAC	Doméstico Alto Consumo
DB1	Doméstico baja tensión hasta 150 kWh-mes
DB2	Doméstico baja tensión mayor a 150 kWh-mes

**Tabla 6. Tarifas sector comercial y de servicios.**

Fuente: CFE, 2019.

<b>Tarifas correspondientes a Sector Comercial y de Servicios</b>	
Tarifa	Descripción
PDBT	Pequeña demanda baja tensión hasta 25 kW-mes
GDBT	Gran demanda baja tensión mayor a 25 kW-mes

**Tabla 7. Tarifas sector industrial.**

Fuente: CFE, 2019.

Tarifas correspondientes a Sector Industrial	
Tarifa	Descripción
DIST	Demanda industrial en subtransmisión
DIT	Demanda industrial en transmisión
GDMTH	Gran demanda en media tensión horaria
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria

**Tabla 8. Tarifas sector público.**

Fuente: CFE, 2019.

Tarifas correspondientes a Sector Público	
Tarifa	Descripción
APBT	Alumbrado público en baja tensión
APMT	Alumbrado público en media tensión

**Tabla 9. Tarifas sector agropecuario.**

Fuente: CFE, 2019.

Tarifas correspondientes a Sector Agropecuario	
Tarifa	Descripción
RABT	Riego agrícola en baja tensión
RAMT	Riego agrícola en media tensión
9CU	Tarifa de estímulo para bombeo de agua para riego agrícola con cargo único
9N	Tarifa de estímulo nocturna para bombeo de agua para riego agrícola

- **Petrolíferos**

Los datos hallados en el Sistema de Información Energética, en muchos casos, muestran la información segregada por sector, lo cual facilita el cálculo y permite comparar con los concentrados anuales obtenidos.

En caso contrario, es decir, si la información contenida en el SIE no se encuentra desagregada por sector de consumo, se puede realizar una estimación comparando con los datos sectorizados de las *Prospectivas del Sector Energético* publicadas por la Secretaría de Energía.

### Obtención de consumos anuales por sector y por energético

Una vez realizada la sectorización de cada uno de los energéticos, cuando se requiere observar el comportamiento a lo largo de un periodo de tiempo, se pueden obtener los valores anualizados al repetir el procedimiento descrito en Sectorización.

De esta forma se obtiene una base de datos sectorizada, anualizada y por energético, permitiendo generar tablas comparativas y observar el comportamiento según la conveniencia.

### Presentación de resultados

Por último, para tener una mejor visualización de los resultados se plantea la generación de gráficas o apoyo visual necesario con el fin de poder comparar y conocer las tendencias de los sectores y sus respectivos energéticos.

Figura 20. Ejemplo de presentación de resultados de consumo energético anual por sector.

Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo de consumo de energía eléctrica por sectores

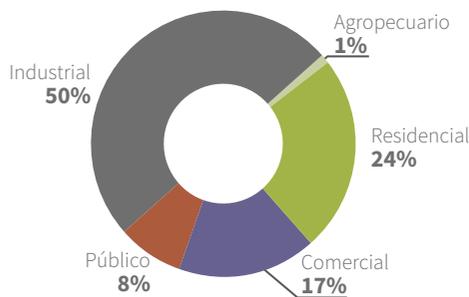
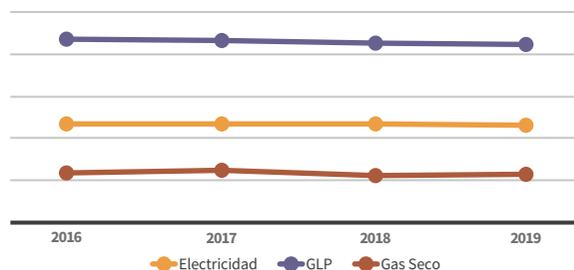


Figura 21. Ejemplo de presentación de resultados de consumo por energético y por año para un sector.

Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo de gráfico de consumo por energético y por año para un sector específico (PJ)



## V.3 Indicadores

Con el fin de tener una comprensión más profunda sobre el contexto energético a nivel subnacional, existen diferentes indicadores que de forma directa o indirecta se encuentran vinculados con este y permiten ampliar el panorama de la cadena energética.

En este sentido, se pueden conocer, de forma no limitativa, 4 tipos de indicadores:

1. Indicadores sobre la fuente del consumo energético.
2. Indicadores económicos sin relación directa con la energía.
3. Indicadores relacionados con eficiencia energética del sistema.
4. Indicador de pobreza energética.

Para el primer caso, los indicadores sobre la fuente del consumo energético muestran la proporción que tienen las energías renovables, fósiles o la leña<sup>12</sup> dentro del consumo total de energía del estado.

En segundo lugar, existen los indicadores económicos sin relación directa con la energía, éstos nos permiten identificar el comportamiento económico, las variaciones ocurridas a lo largo de un periodo de tiempo, así como las actividades que, en términos económicos, tienen una mayor aportación.

Entre otros, se puede hablar del Producto Interno Bruto (PIB) y su división por tipo de actividad (primaria, secundaria o terciaria) y subactividad. Esto es, conocer las principales actividades económicas y la participación del PIB estatal respecto al PIB Nacional.

Estos indicadores sirven de apoyo para el cálculo de los indicadores vinculados con la eficiencia energética del sistema, en particular, la intensidad energética.

La intensidad energética de acuerdo con el Balance Nacional de Energía (SENER, 2018) es un indicador que mide la cantidad de energía necesaria para poder producir un peso del PIB. Es decir, señala la

12. La leña no es un combustible fósil pero tampoco es considerada como una energía renovable dado que su principal uso es en el sector residencial y no necesariamente implica un aprovechamiento sustentable del recurso. Para más información sobre el uso de leña (y carbón vegetal) sustentable se puede visitar la página de la CONAFOR.

relación entre el consumo de energía y la producción económica, lo que nos indica que a mayor intensidad energética más energía se requiere para producir 1 peso dentro del estado, por lo que una mayor eficiencia disminuirá el valor de este indicador.

Se recomienda mostrar de forma desagregada, para los 3 sectores, indicadores propios de intensidad energética. Es decir, comparar el consumo energético obtenido para los sectores industrial, agropecuario, y comercial y servicios; con las actividades relacionadas con cada uno, sean primarias (agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, etc.), secundarias (minería, construcción, manufactura, etc.) o terciarias (Comercio, servicios financieros, corporativos, etc.)<sup>13</sup>.

Las unidades correspondientes para la medición de estos indicadores son unidades energéticas respecto a unidades monetarias. Por ejemplo: kJ/MXN<sup>14</sup>.

De igual manera se pueden presentar indicadores relacionados con la eficiencia para el sector residencial y el sector transporte.

- Para el sector residencial se debe considerar el consumo de energía per cápita, éste se obtiene del consumo de energía del sector realizado en el diagnóstico energético y la cantidad de población dentro del territorio de análisis, cuantificable considerando el censo poblacional más reciente.
- Para el caso del sector transporte se vincula el consumo de energía del sector carretero con el total de vehículos terrestres registrados. Cabe mencionar que en este apartado no se deben de considerar los energéticos destinados a otro tipo de vehículos como la turbosina, diésel marítimo o diésel ferroviario.

### V.3.1 Pobreza Energética

El siguiente extracto toma como base el contexto desarrollado en Pobreza Energética. Caso de Estudio: México (Peñaloza, 2019).

En los últimos 50 años, el consumo de la energía primaria a nivel mundial ha aumentado casi al doble en los últimos 25 años (BP, 2021); mientras que, en el mismo periodo de tiempo, el crecimiento poblacional solo lo ha hecho 1.46 veces (World Bank, 2021). Concluyendo que, las necesidades energéticas personales han aumentado y, por lo tanto, el uso de la energía per cápita también ha crecido.

Sin embargo, la situación no es homogénea a nivel mundial, ha prevalecido un fenómeno de desigualdad social a lo largo del tiempo, por lo tanto, existen personas cuyas necesidades de subsistencia se han encontrado limitadas, es decir, gente en pobreza.

En la actualidad, el concepto de pobreza definido por la UNESCO menciona que se deben integrar una multiplicidad de las dimensiones permitiendo conocer en un espectro más amplio las carencias y la proporción de la gente inmersa en ella. En este sentido, se ha reconocido la carencia de energía como factor crucial para poder llevar a cabo una vida digna, por lo que el vínculo entre energía y pobreza ha adquirido mayor relevancia.

Existen diferentes definiciones, cuantificaciones y clasificaciones de la pobreza energética alrededor del mundo. Sin embargo, se reconoce que cada una varía dependiendo el contexto de análisis, existiendo una desagregación que parte desde el acceso a energía y combustibles para una cocción limpia, hasta llegar a cualidades de la energía y satisfacción de necesidades, no solamente para la supervivencia sino también para el desarrollo humano.

---

13. Se deben excluir las subactividades no relacionadas con estos sectores.

14. Peso mexicano.

En este sentido, y partiendo de la definición más simple (acceso a la energía), la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), define que un hogar con acceso energético es aquel con instalaciones suficientes, confiables y asequibles tanto de electricidad, como en combustibles para una cocción limpia (IEA, 2017).

A su vez, con el fin de poder caracterizar los enfoques de diferentes definiciones de pobreza energética establecidas, Culver (2017) agrupó en cuatro bloques partiendo de aquellas con perspectiva simple (acceso y asequibilidad) hasta llegar a las más completas, como lo son las definiciones multidimensionales (Culver, 2017).

1. Acceso a energéticos y servicios.
2. Ingreso y gasto en energía.
3. Capacidades de las personas<sup>15</sup>.
4. Definiciones multidimensionales o complejas.

En el caso específico de México se han realizado algunas mediciones y se ha intentado definir la pobreza energética, sin contar aún con una definición de carácter oficial. Peñaloza (2019) define a la pobreza energética como aquella situación de las personas en la que no pueden satisfacer sus necesidades energéticas en el hogar debido a: características de los habitantes del hogar; ingresos; precios de los energéticos, características de la vivienda; forma de consumo; cualidades de la energía disponible y; acceso a tecnología y energéticos modernos. El conjunto de estas características puede limitar el desarrollo personal y obtención de una vida digna, con ello se pueden identificar diferentes grados de pobreza energética (Peñaloza, 2019).

Partiendo del concepto de acceso a energéticos, de acuerdo con los datos del Banco Mundial (2020), el acceso al servicio eléctrico en el país ha alcanzado el 99.5% de la población. Mientras que al acceso a tecnología y combustibles limpios para calentamiento y cocción de alimentos supera el 85% de la población.

Cabe señalar que, los valores de acceso no muestran si realmente la energía que llega a las personas está siendo utilizada correctamente, es de buena calidad o si se satisfacen las necesidades requeridas por lo que se han realizado estudios tratando de identificar de forma más acertada el contexto en el que se encuentra el país con base en ciertas consideraciones.

De acuerdo con el Balance Nacional de Energía (2019), la estructura del consumo energético en México está definido por cuatro sectores: Industrial (33.38%), Transporte (42.58%), Agropecuario (4.03%) y Residencial, comercial y público (20.01%) (SENER, 2021).

El sector residencial está vinculado con los consumos realizados por los hogares siendo el tercer consumidor más importante de la matriz. Se encuentra conformado por el consumo de cuatro energéticos: solar (1.05%), leña (33.1%), gas licuado (30.84%), gas seco (3.99%) y electricidad (30.99%) (SENER, 2021).

---

15. Relacionado con la Teoría de capacidades desarrollada por Amartya Sen.

**Tabla 10. Consumo de energía en el sector residencial (Petajoules).**

Fuente: Balance Nacional de Energía (2018).

	2018	2019	Variación porcentual (%) 2019/2018	Estructura porcentual (2019)
Total	958.97	952.59	-0.67	100.00
Residencial	760.60	748.94	-1.53	78.62
Solar	7.11	7.88	10.93	0.83
Leña	249.45	247.92	-0.47	26.03
Total de Petrolíferos	246.45	231.04	-6.25	24.25
Gas Licuado	246.45	231.04	-6.25	24.25
Gas seco	30.16	29.94	-0.72	3.14
Electricidad	227.80	232.15	1.91	24.37

Diversos estudios han estimado que entre 11 y 25 millones de hogares en el país se encontraban en pobreza energética (Peñaloza, 2019; García & Graizbord, 2016). La importancia del reconocimiento de la cantidad de personas en situación de pobreza energética en el país tiene eco en la transición energética vivida en la actualidad. Si bien, la transición, es un hecho imperativo, permite además la disminución de carencias sociales. Esto es, la descarbonización del sector abre paso al combate de la pobreza energética principalmente al poder ofrecer a la población vulnerable, o localidades en lugares inaccesibles para infraestructura convencional, opciones para poder abastecerse de energía y poder llevar a cabo una vida digna.

Por lo anterior, la pobreza energética tiene como consecuencia efectos no solamente en la economía de la sociedad (al no poder solventar los gastos, generación de pobreza) sino también en la salud pública (al utilizar energéticos con mayor afectación al cuerpo humano) y en el medio ambiente (al generar mayor cantidad de emisiones), el combate a la misma es imprescindible, por lo tanto, la transición energética tiene un impacto directo favoreciendo a las personas con mayores carencias tanto de recursos como de servicios y bienes.

Vinculado a ello, la situación global mandata el cambio de la forma en cómo se produce y cómo se consume la energía. La búsqueda en la reducción de emisiones con impacto tanto ambiental como en la salud pública ha permitido que se consoliden diversos pactos internacionales, y se fortalezca el marco jurídico en el país. Con ello ha permitido el desarrollo de algunos instrumentos en favor de dichos cambios; ejemplo de esto son la Ley de la Transición Energética, Ley de la Industria Eléctrica y la Ley General de Cambio Climático, cuyo fin es atacar las limitantes de la transición de forma frontal y poder generar programas, estrategias y líneas de acción que permitan el desarrollo y la implementación de la misma.

En conclusión, el combate a la pobreza energética debe de ser considerado como parte fundamental de la transición energética a llevar a cabo en el país, por lo que la generación de diversos programas y seguimiento a estrategias y líneas de acción ayudará tanto a mitigar problemas al medio ambiente como problemas que aquejan a la sociedad, con el fin de que cada una de las personas pueda vivir de forma plena y desarrollarse en un ambiente sano. Es por eso que los IPTE son considerados una base fundamental para el combate de la pobreza energética en el país, así como la identificación de características y provisión de ideas necesarias para su erradicación.



MANUAL PARA LA PLANEACIÓN DE LA TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA A NIVEL SUBNACIONAL

# Capítulo VI Potencial de aprovechamiento de energías limpias y renovables y de la eficiencia energética

## VI.1 Introducción

Después de haber comprendido una parte de la problemática mediante el diagnóstico energético es importante explorar las opciones con las que cuenta el sector energético dentro del estado. En otras palabras, es necesario analizar el potencial que tiene el estado<sup>16</sup> para aprovechar las fuentes de energía renovable o limpia dentro de su territorio, así como las posibles medidas de eficiencia energética en cada uno de los sectores de consumo energético.

Con este análisis, se podrán plantear algunas de las principales acciones y políticas públicas del instrumento de planeación.

En los siguientes apartados de este capítulo se detallan las metodologías para realizar los análisis necesarios.

## VI.2 Potencial de aprovechamiento de energías limpias y renovables

La identificación de potenciales de recursos renovables en el territorio estatal es un valioso instrumento para el desarrollo de política de aprovechamiento de energías renovables y representa múltiples beneficios, por ejemplo:

- Contar con un sistema de servicios estadísticos y geográficos del potencial de las distintas fuentes de energía renovable.

---

16. Entiéndase en este caso el estado como el conjunto de la administración pública, la iniciativa privada y la sociedad en general dentro del territorio estatal.

- Facilitar una fuente de información a inversionistas interesados en el desarrollo de proyectos que utilicen energías renovables, para identificar oportunidades de inversión y adelantar estudios más detallados de factibilidad técnica y económica.
- Servir como una fuente de información para definir el aporte que pueden llegar a tener proyectos de autoabastecimiento y cogeneración con energías renovables en el consumo estatal de energía (SENER AZEL, 2018).

Primero es importante señalar que existen distintas fuentes de información para recopilar los datos necesarios para el análisis. Existen fuentes públicas internacionales como el “Global Wind Atlas” y la Base de Datos Nacional de Radiación Solar (NSRDB por sus siglas en inglés) del Laboratorio Nacional de Energías Renovables de Estados Unidos (NREL por sus siglas en inglés). Sin embargo, el enfoque principal estará sobre dos herramientas de carácter nacional para México, desarrolladas por la Secretaría de Energía (SENER): el Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL), el cual es un sistema de servicios estadísticos y geográficos que recopila información del potencial de energías renovables y de proyectos de generación de energía eléctrica a partir de fuentes limpias (SENER INEL, 2018); y el Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias (AZEL), en el que se identifican las zonas disponibles con alto potencial y se ha evaluado su potencial de generación de electricidad mediante energía solar, eólica, geotérmica y de biomasa de la república mexicana (SENER AZEL, 2018). Ambas herramientas han servido como base del análisis del potencial de aprovechamiento en territorios estatales (complementando con información de las fuentes internacionales anteriormente mencionadas).

Por una parte, en el INEL, podemos obtener los aspectos señalados en la Figura 22. Cabe señalar que el potencial del recurso utilizado en esta sección evalúa principalmente la disponibilidad de la energía de las fuentes renovables considerando solo factores naturales (Potencial bruto) (SENER INEL, 2018).

**Figura 22. Información disponible sobre potencial del recurso en INEL por tipo de tecnología.**

Fuente: Elaboración propia con información de SENER INEL, 2018.



Por otra parte, en el AZEL se analiza un potencial aprovechable dentro de las zonas con alto potencial (Similar al potencial probable, debido a la consideración de la disponibilidad del recurso, temperatura, latitud, altitud, uso de suelo y estudios de campo que no detallan lo suficiente para comprobar su factibi-

lidad técnica y económica), siguiendo una metodología basada en las utilizadas en otros países, aunque adaptadas a México y consensuadas con expertos nacionales, en el marco de grupos técnicos establecidos para cada una de las tecnologías (SENER AZEL, 2018). La evaluación considera la alta calidad del recurso renovable analizado, el rendimiento técnico del sistema y las limitaciones territoriales técnicas, ambientales, sociales y de alto riesgo.

En la etapa actual, el AZEL solo ha evaluado los potenciales de energía solar, eólica, geotérmica y de biomasa; tomando en consideración solo las tecnologías convencionales para su transformación a electricidad, debido a su uso generalizado (Tabla 11). La energía oceánica no se considera debido a su menor maduración tecnológica respecto a las otras fuentes evaluadas. Así mismo, no se cuenta con datos al nivel mínimo requerido para la evaluación de ciertos tipos de biomasa y para el recurso hídrico.

**Tabla 11. Tecnologías evaluadas en el AZEL por tipo de Recurso Renovable de energía.**

Fuente: SENER AZEL, 2018.

Recurso Renovable	Tecnología
Sol	Fotovoltaica (Fijo y seguimiento en un eje)
Viento	Aerogenerador axial
Energía Geotérmica	Ciclo binario y ciclo unitario
Biomasa	Motogenerador (Biogás)
	Ciclo Rankine (Combustión directa)

Es importante señalar que el potencial que se recomienda utilizar es el del “escenario 3”, para identificar zonas o sitios de alto potencial para el desarrollo de proyectos de generación limpia cercanos (2 km para energía solar y 10 km para las otras fuentes) a la Red Nacional de Transmisión (RNT).

La información recopilada de estas fuentes puede ser presentada de forma gráfica a través de mapas temáticos o imágenes que muestren las características deseadas en el territorio estatal. El uso de Sistemas de Información Geográfica se recomienda para esta tarea (Se recomienda utilizar el software libre QGIS, pero es posible el uso de cualquier otro que sea de la preferencia del analista). La presentación de información a través de imágenes con información geográfica facilita la localización de zonas con mayor potencial de aprovechamiento de energías renovables, además de que resulta una forma de comunicar este tipo de información técnica de forma más dinámica y atractiva. Ejemplos de este tipo de imágenes se muestran en los siguientes apartados.

### **VI.2.1 Energía Eólica**

La energía eólica es aquella que se extrae del viento. Mediante el empleo de aerogeneradores aprovecha la energía cinética de grandes masas de aire para convertirla en energía mecánica y posteriormente en energía eléctrica.

El recurso eólico depende de un amplio número de variables a distintas escalas espaciales. Por una parte, depende de la circulación global a escala planetaria. Por otra parte, es influenciado por las perturbaciones atmosféricas y la meteorología a escala sinóptica. Además, a mesoescala es influenciado por la orografía y las circulaciones térmicamente inducidas. Mientras que a microescala depende de la modulación de los flujos locales, la capa límite y las ráfagas turbulentas. Debido a esta complejidad, los atlas eólicos, de los cuales se propone extraer la información para analizar el potencial eólico, sirven meramente como insumo para análisis preliminares. Se requieren pasos adicionales previos al lanzamiento de proyectos. Los más importantes son:

1. Medición instantánea de la velocidad y dirección del viento en campo para calcular el potencial.
2. Entrevistas con las partes involucradas para evaluar el impacto medioambiental de las turbinas eólicas.
3. Estudio de la información meteorológica recopilada, especialmente velocidad y dirección del viento.
4. Disponibilidad del terreno.
5. Características del terreno, inspeccionando obstrucciones que puedan impedir el flujo del viento.

En primer lugar, se recomienda recopilar mapas de densidad de potencia eólica y velocidad del viento promedio anual a entre 120 y 150 metros de altura, por tratarse de alturas propias del buje de tecnología de aerogeneradores on-shore en 2020. Se sugiere revisar periódicamente la altura promedio conforme madure la tecnología. Algunas de las fuentes recomendadas para obtener la información georreferenciada para la elaboración de estos mapas son:

- Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL).
- Global Wind Atlas.

Estas fuentes permiten descargar la información en formatos adecuados para su procesamiento en sistemas de información geográfica como QGIS o ARCGIS.

La velocidad del viento varía constantemente. Con la finalidad de predecir la producción de las turbinas eólicas, es necesario conocer la frecuencia con la que sopla el viento a distintas velocidades. Para ello se recomienda recopilar la información sobre la velocidad del viento a escala horaria en ubicaciones clasificadas con alto potencial. En el caso habitual de no disponer de información de estaciones de medición se sugiere emplear estimaciones de fuentes como “Modern- Era Retrospective Analysis for Research and Applications Version 2 (MERRA-2<sup>17</sup>)”. Seguidamente, se propone obtener el histograma de velocidades del viento y aproximarlos mediante la distribución estadística de Weibull obteniendo, además de la velocidad promedio del viento, el factor de forma ( $k$ ) y el factor de escala ( $A$ ), los cuales permiten caracterizar el recurso eólico.

- $k$  es un parámetro adimensional y se ubica entre 1 y 3 para ubicaciones terrestres. Se relaciona directamente con la variabilidad de la velocidad de viento, de tal forma que un valor bajo de  $k$  refleja vientos muy variables y un valor elevado de  $k$  refleja una mayor estabilidad y una distribución más aproximada a la normal o Gaussiana.
- $A$  es un parámetro medido en m/s y refleja la velocidad característica del viento para la distribución. Es proporcional a la velocidad media del viento.

---

17. Datos descargables en [Renewables.ninja](http://Renewables.ninja).

Figura 23. Ejemplo de mapa temático con Densidad de potencia eólica a 120 m de altura.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEL.

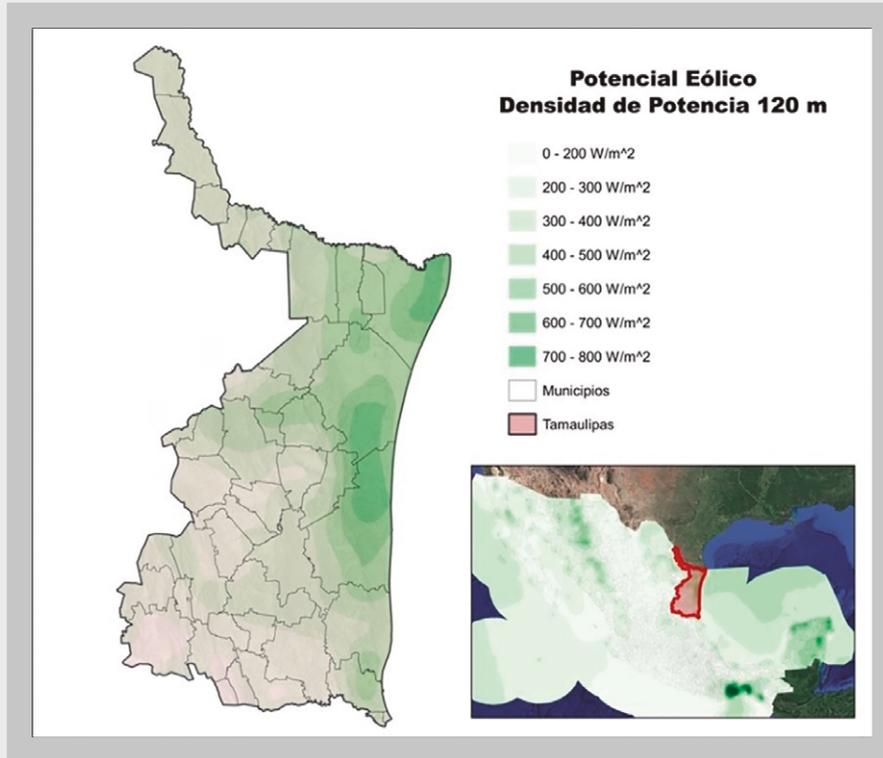


Figura 24. Ejemplo de mapa temático con Velocidad del viento promedio anual a 120 m de altura.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEL.

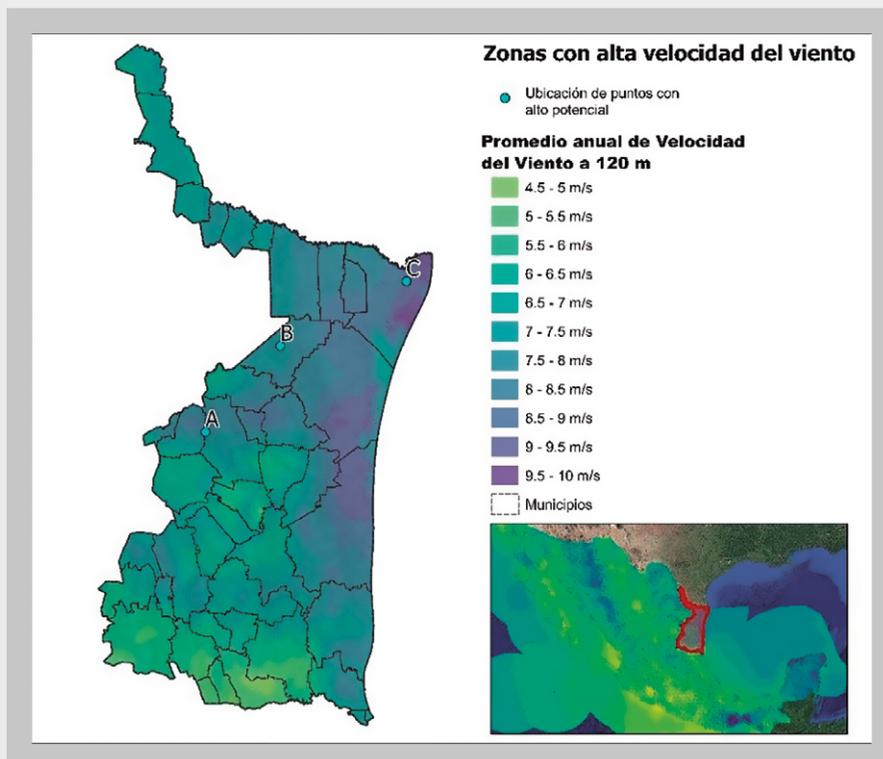


Figura 25. Ejemplo de mapa temático con Velocidad del viento promedio anual a 150 m de altura.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEL.

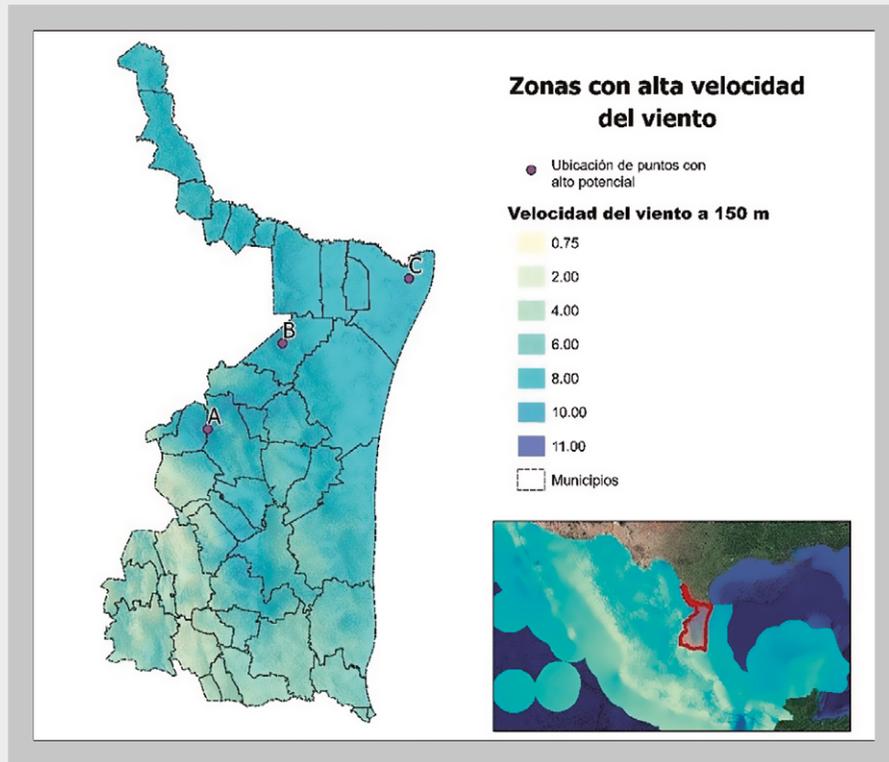
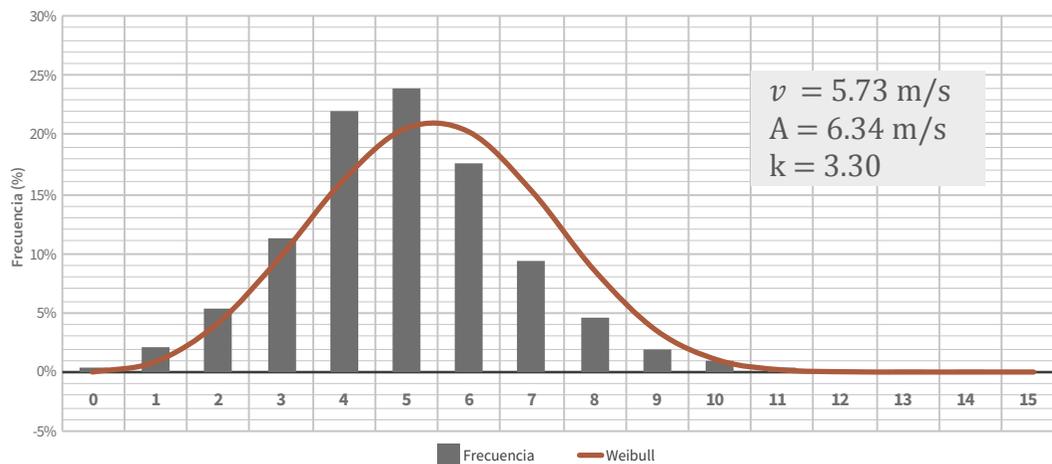


Figura 26. Histograma de velocidades estimadas entre 2016 y 2019 para un punto de alto potencial y aproximación mediante distribución de Weibull.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de MERRA-2.



Por último, a parte de la calidad del propio recurso, otro parámetro importante a considerar para la viabilidad tecno-económica de proyectos de gran escala es la distancia a las Redes Nacionales de Transmisión (RNT) y la disponibilidad del terreno. Por ello, se sugiere emplear el mapa de polígonos de elevado potencial contemplados en el escenario 3 del AZEL para filtrar aquellas áreas con una mayor probabilidad de éxito en la ejecución de proyectos. Estos polígonos reúnen, entre otros, los siguientes requisitos:

- Velocidades promedio anuales superiores a 6 m/s.
- Superficies disponibles a una distancia inferior a 10 km de las RNT e inferior a 10 km de zonas circundantes de carreteras.
- Superficies superiores a 1.25 km<sup>2</sup>.
- Exclusión de áreas protegidas y localidades.

Por último, a partir de la misma fuente, es posible obtener el FP aproximado para parques eólicos situados en las ubicaciones de estudio. La Figura 27 y la Figura 28 muestran ejemplos de esta información recopilada y mapeada.

Figura 27. Ejemplo de mapa temático con Líneas de transmisión y polígonos con elevado potencial eólico según el escenario 3 de AZEL.

Fuente: Elaboración propia con datos de AZEL.

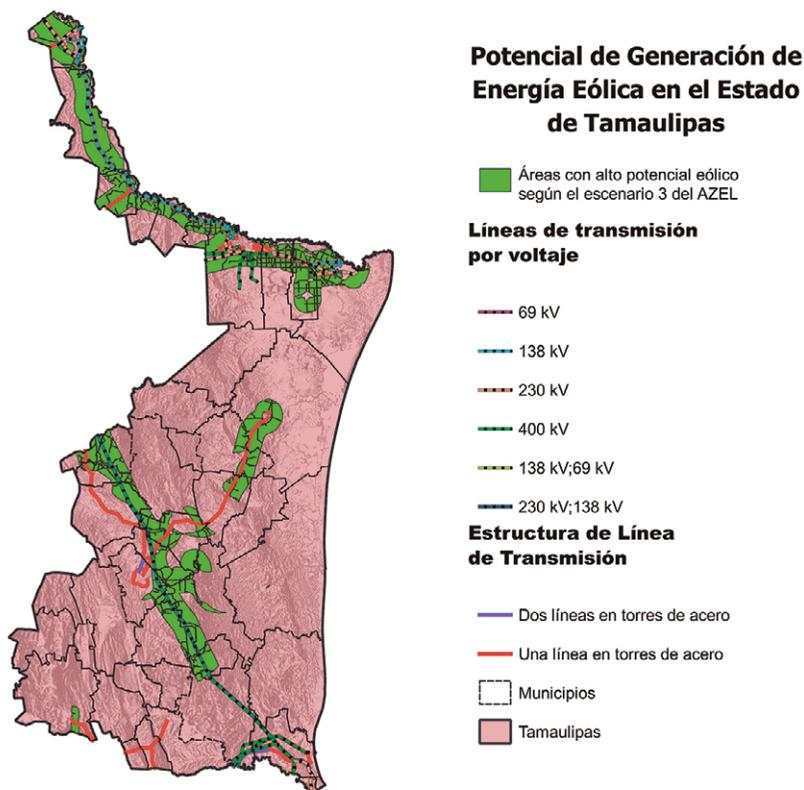
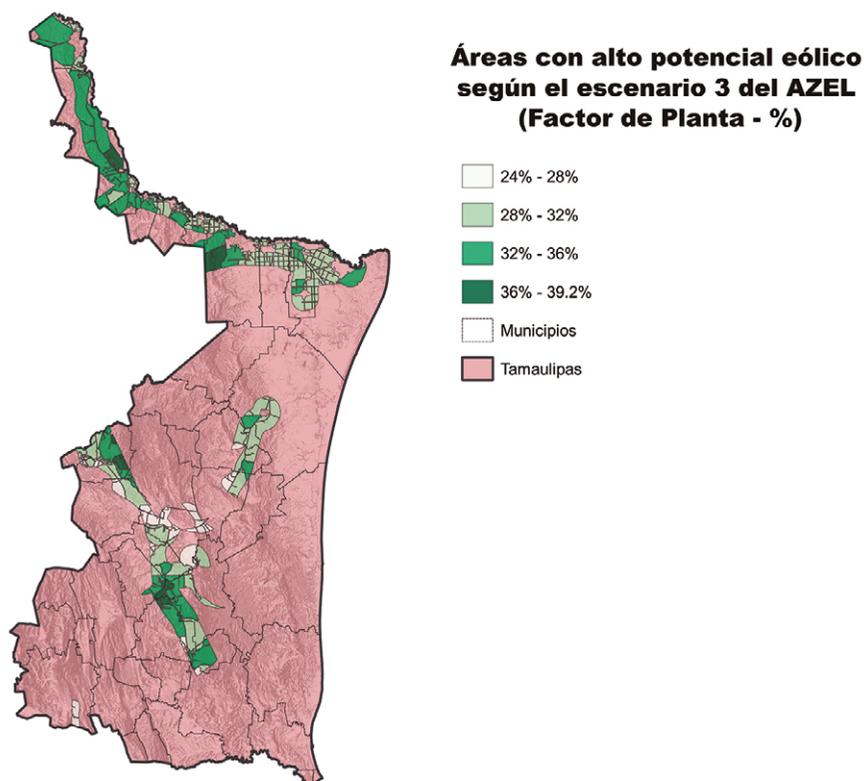


Figura 28. Ejemplo de mapa temático con Factor de Planta (FP) estimado para parque eólicos ubicados en los polígonos del Escenario 3 de AZEL.

Fuente: Elaboración propia con datos de AZEL.



### VI.2.2 Energía solar fotovoltaica

La radiación solar puede ser aprovechada tanto para la generación de electricidad como para la producción de agua caliente sanitaria. Una forma muy útil de evaluar y comparar el potencial solar de una región es a través de la Irradiación Directa Normal<sup>18</sup> (DNI, por sus siglas en inglés). Es posible obtener mapas, tanto de Irradiación Directa Normal como de Irradiación Global Horizontal<sup>19</sup> (GHI, por sus siglas en inglés) en varias fuentes. No obstante, para fines comparativos se recomienda el empleo del DNI. De esta forma se pueden comparar, bajo un mismo marco común, ubicaciones con latitudes muy diferentes.

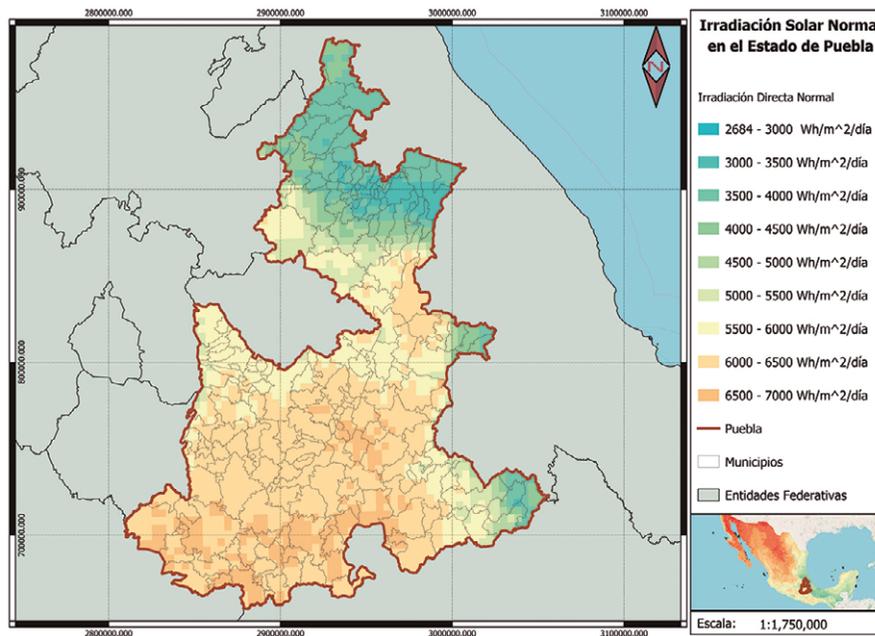
Algunas de las fuentes más fiables para obtener mapas de DNI son National Solar Radiation Data Base (NRDB) de NREL y el Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL), de SENER. Ambas fuentes disponen de resoluciones aceptables. La información del INEL puede ser descargada y mapeada empleando sistemas de información geográfica como QGIS o ARCGIS.

18. La irradiación solar se define como la magnitud que mide la energía por unidad de área de radiación solar incidente. Se mide comúnmente en Wh/m<sup>2</sup>. La Irradiación Directa Normal, por su parte, mide la cantidad de radiación recibida por unidad de área en una superficie dispuesta de forma perpendicular a los rayos solares.

19. La Irradiación Global Horizontal mide la energía en forma de radiación que incide durante un periodo de tiempo sobre una superficie dispuesta de forma horizontal.

Figura 29. Ejemplo de mapa con Irradiación Directa Normal.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEL.



En lo que concierne a la evaluación del aprovechamiento por parte de centrales fotovoltaicas de gran escala o escala utilitaria (en 2021, aquellas que superan 0.5 MW de capacidad instalada y requieren de un permiso de generación emitido por la CRE), se sugiere el empleo del AZEL. Entre otras variables, la DNI y la distancia a la Red Nacional de Transmisión (RNT) son parámetros determinantes para analizar la viabilidad tecno-económica de los proyectos de gran escala. Dentro del AZEL, se recomienda recopilar los polígonos y el FP del escenario 3. Los polígonos filtrados bajo este escenario reúnen las siguientes características:

- GHI superior a 5.5 kWh/m<sup>2</sup>/día.
- Distancia a RNT inferior a 2 km.
- Superficie de los polígonos superiores a 15 ha.
- Distancia a zonas circundantes de carreteras inferior a 10 km.
- Exclusión de áreas protegidas, localidades, zonas de peligro geológico y zonas de peligro climático.

Además, es importante recopilar y representar tanto el FP hipotético para centrales con eje fijo<sup>20</sup> como para centrales con seguimiento de un eje<sup>21</sup>. Ver como ejemplo Figura 31 y Figura 32.

Por lo que respecta a la Generación Distribuida (GD), la cual se contempla en la Ley de Industria Eléctrica (LIE) como la generación de energía eléctrica procedente de un generador exento en una central con capacidad inferior a 0.5 MW, ésta procede en más de un 99% en 2021 de sistemas fotovoltaicos. Por consiguiente, es también importante hacer un análisis de la evolución de la penetración de estos sistemas en la región de estudio y el potencial todavía explotable. Para ello, se propone descargar en primer lugar la base de datos de centrales de GD emitida periódicamente por la CRE

20. Los parques solares fotovoltaicos de eje fijo mantienen una inclinación constante de los módulos fotovoltaicos.

21. Los parques solares fotovoltaicos con seguimiento en un eje emplean sistemas de automatización que hacen girar a los módulos fotovoltaicos con un grado de libertad siguiendo la trayectoria del sol para optimizar la producción.

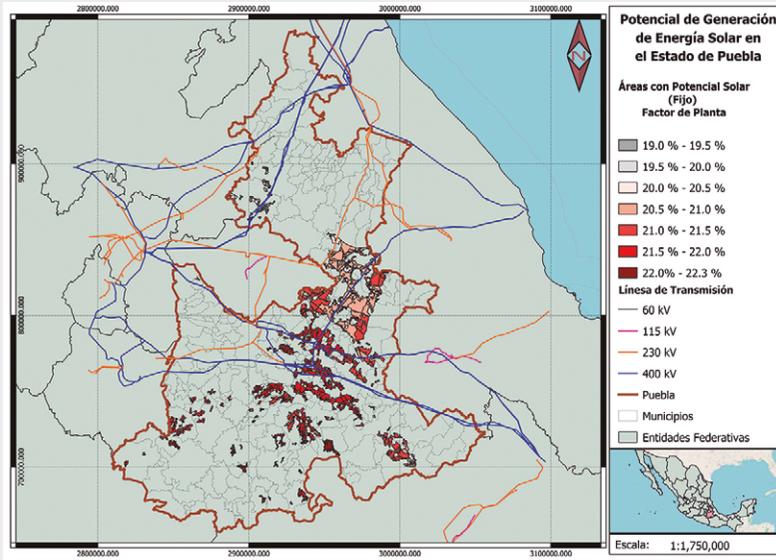


Figura 30. Ejemplo de mapa temático con Líneas de transmisión y polígonos con alto potencial solar del escenario 3 de AZEL.

Fuente: Elaboración propia con datos de AXEL y OpenStreetMaps.

Figura 31. Ejemplo de mapa temático con Factor de Planta de centrales solares fotovoltaicas de eje fijo para los polígonos de alto potencial.

Fuente: Elaboración propia con datos de AZEL.

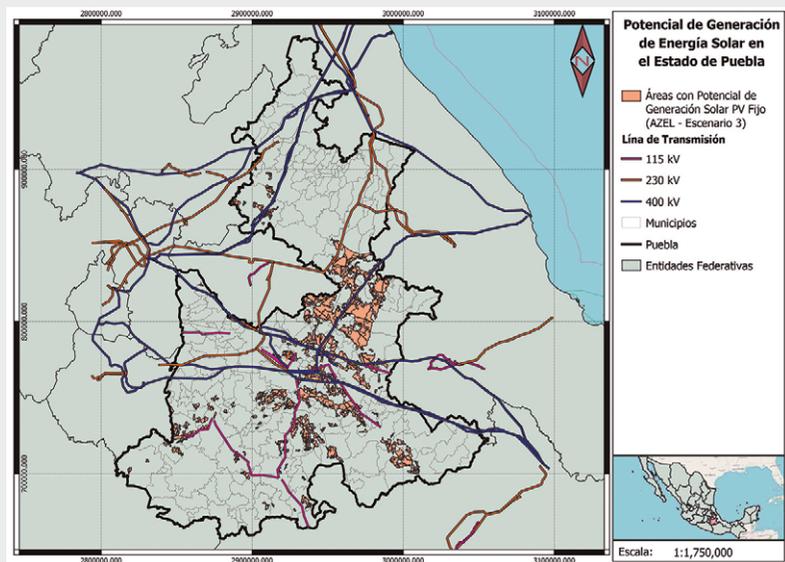
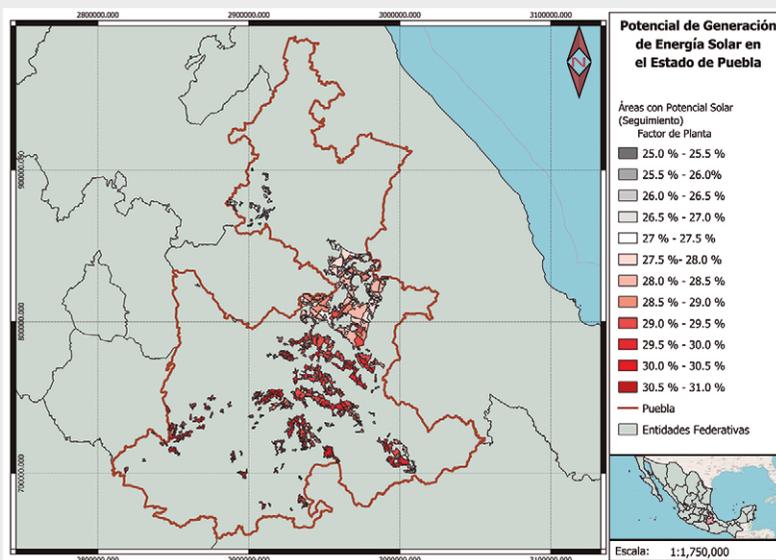


Figura 32. Ejemplo de mapa temático con Factor de Planta de centrales con seguimiento en un eje para los polígonos de alto potencial.

Fuente: Elaboración propia con datos de AZEL.



(<https://datos.gob.mx/busca/dataset/centrales-electricas-de-generacion-distribuida>), filtrar por entidad federativa y visualizar la evolución de la capacidad instalada (ver Figura 33), así como obtener un indicador de capacidad per cápita, dividiendo entre el número de habitantes del censo del año de estudio, para fines comparativos (ver Figura 34).

Por último, para analizar el potencial remanente en la entidad federativa en cuanto a la penetración de SFVGD, se sugiere hacerlo por aproximación económica. Es decir, se propone comparar el costo promedio a lo largo de la vida útil de los sistemas de generación solar fotovoltaica en la modalidad de generación distribuida para el año de estudio en MXN/kWh frente al precio promedio de cada una de las tarifas en la entidad federativa, las cuales se pueden obtener de las memorias de cálculo de CRE y de la página web de CFE.

Seguidamente, se filtrarán aquellas tarifas cuyo precio supere el costo promedio del sistema solar fotovoltaico a lo largo de su vida útil y se obtendrá el número de usuarios potenciales de CFE en cada una de esas tarifas<sup>22</sup>.

A continuación, se propone clasificar estos usuarios por sectores (por ejemplo: residencial, comercial e industrial) en base a la definición de la propia tarifa y restar el número de usuarios con contratos de SFVGD ya existentes obtenidos de la base de datos CRE mencionada previamente, la cual debe ser actualizada de forma periódica.

Finalmente, el número de usuarios remanente en cada sector se multiplicará por la capacidad promedio de los contratos (kW/contrato) de cada sector obtenida también de la base de datos de CRE, para así obtener una estimación del potencial existente en kW o MW para cada sector.

### VI.2.3 Energía solar térmica

La energía solar térmica (STE por sus siglas en inglés) es aquella energía calorífica provocada por la radiación solar. La aplicación de ésta suele darse en diversos usos finales siendo los principales el calentamiento de agua, generación de vapor, sistemas de calefacción y de refrigeración, así como la generación de electricidad. Por lo general, suele utilizarse en los sectores comercial, industrial y residencial (IDB, 2013).

Figura 33. Ejemplo de evolución de la capacidad instalada SFVGD.

Fuente: Elaboración propia con datos de CRE.

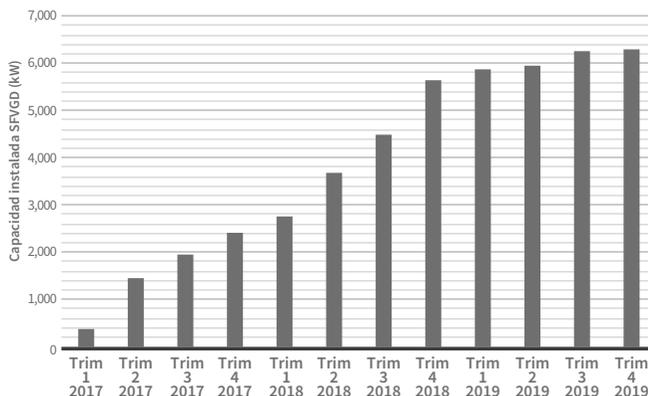
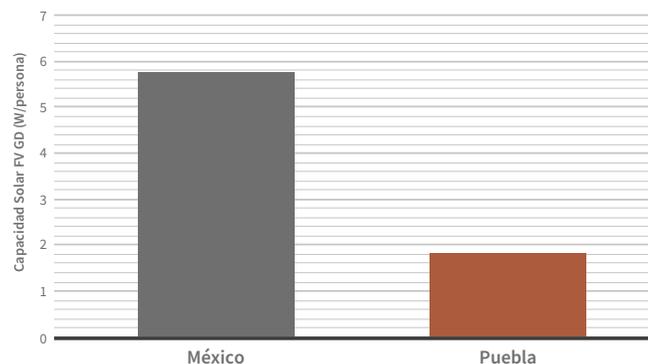


Figura 34. Ejemplo de comparativa de capacidad SFVGD instalada per cápita.

Fuente: Elaboración propia con datos de CRE.



22. En caso de no encontrar información en la base de datos de Usuarios y consumo de electricidad por municipio de CFE, solicitar por la Plataforma Nacional de Transparencia ([www.plataformadetransparencia.org.mx](http://www.plataformadetransparencia.org.mx)).

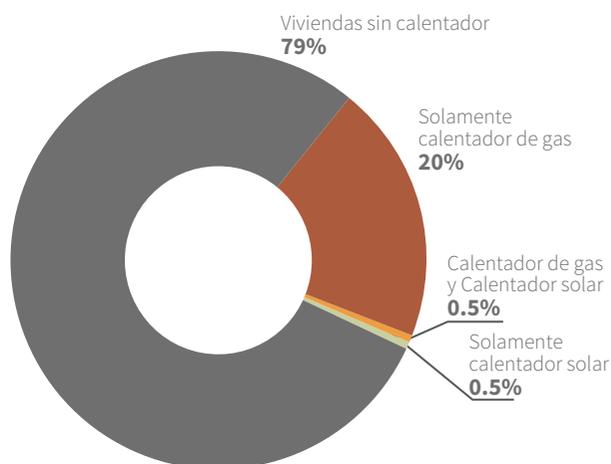
Para el caso específico de esta sección, el enfoque se da en el sector residencial, con el fin de conocer la cantidad de viviendas que cuentan con un calentador solar, a través de aquellas que cuentan con un uso exclusivo de este bien, y también considerando aquellos con uso mixto<sup>23</sup>.

En este sentido, se recomienda el uso de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares (ENIGH), publicada bienalmente desde 2008. La ENIGH ofrece la oportunidad de conocer:

- Viviendas que cuentan con calentador solar
- Viviendas que cuentan con calentador de gas
- Viviendas que cuentan con ambos (solar y gas)

Figura 35. Ejemplo de gráfico del porcentaje de viviendas a nivel subnacional con calentador solar, de gas, mixto o aquellas que no cuentan con ninguno.

Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH.



Cabe mencionar que teniendo en consideración el recurso solar presente en los programas y aplicaciones de diferente índole, existe un amplio margen de crecimiento, el cual puede implicar una significativa reducción de emisiones contaminantes, ya que la Norma Oficial Mexicana NOM-027-ENER/SCFI-2018 estima que los calentadores solares instalados, a partir de 2018, ahorrarán al mes el equivalente a entre 16.5 y 18.5 kg de gas L.P. por hogar.

#### VI.2.4 Energía Geotérmica

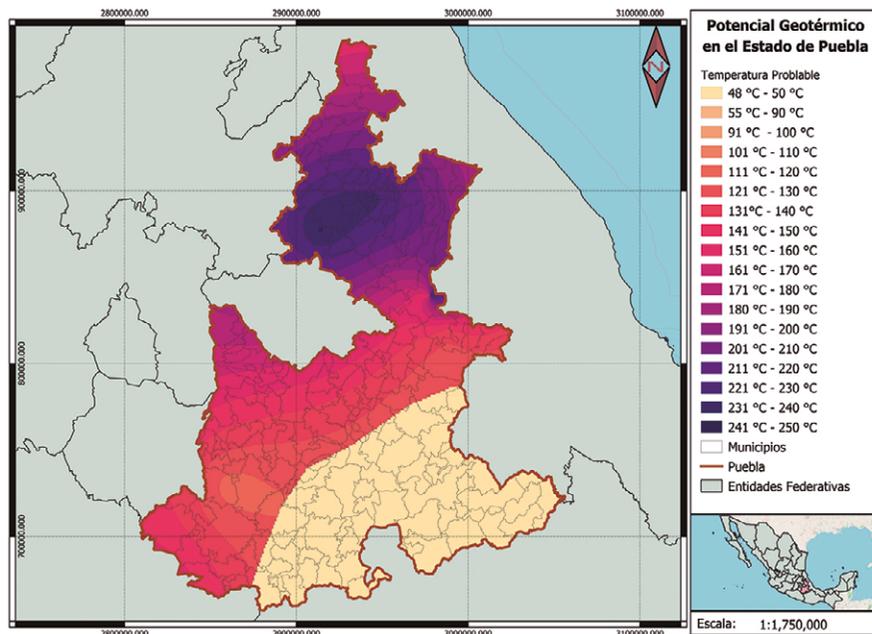
La energía geotérmica es aquella que se extrae del calor del subsuelo de la Tierra. El vapor y/o el agua permiten transportar este calor a la superficie terrestre. En función de sus características, la energía geotérmica se puede emplear con fines de climatización, refrigeración climatización o se puede aprovechar para la generación de electricidad. Entre las principales ventajas de esta tecnología está su independencia de las condiciones climatológicas y los altos Factores de Planta (FP) que puede alcanzar. Por este motivo, se puede emplear como carga base para el suministro de electricidad e incluso brindar algunos servicios conexos. No obstante, para la generación de electricidad se requieren recursos geotérmicos de media o alta temperatura, los cuales suelen estar ubicados cerca de regiones tectónicamente activas (INEEL, 2008).

Existe gran variedad de tecnologías para el aprovechamiento de los recursos geotérmicos con distintos niveles de madurez. Las tecnologías para usos térmicos de calefacción distrital, bombas de calor y usos afines son ampliamente utilizadas y han alcanzado un alto grado de madurez. La tecnología para la generación de electricidad a partir de reservorios hidrotermales con alta permeabilidad también se considera madura y confiable. Gran parte de las plantas de generación eléctrica a partir de recursos geotérmicos actualmente en operación son centrales de vapor que aprovechan temperaturas superiores a los 180 °C (Michaelides, 2012).

23. Aquellos usuarios que cuentan con un calentador solar y uno de gas para satisfacer sus necesidades energéticas.

Figura 36. Ejemplo de mapa temático con Temperatura probable del subsuelo en el territorio estatal de Puebla.

Fuente: Elaboración propia con información de SENER INEL, 2018.



Además de la generación a gran escala, existen proyectos sobre calefacción de oficinas, invernaderos para crecimiento de especies forestales, secado de frutas y verduras, germinado de bulbos, producción acelerada de flores, criadero de hongos comestibles y secado de madera (INEEL, 2008) que pueden ser utilizados en la industria, comercio y sector público del estado.

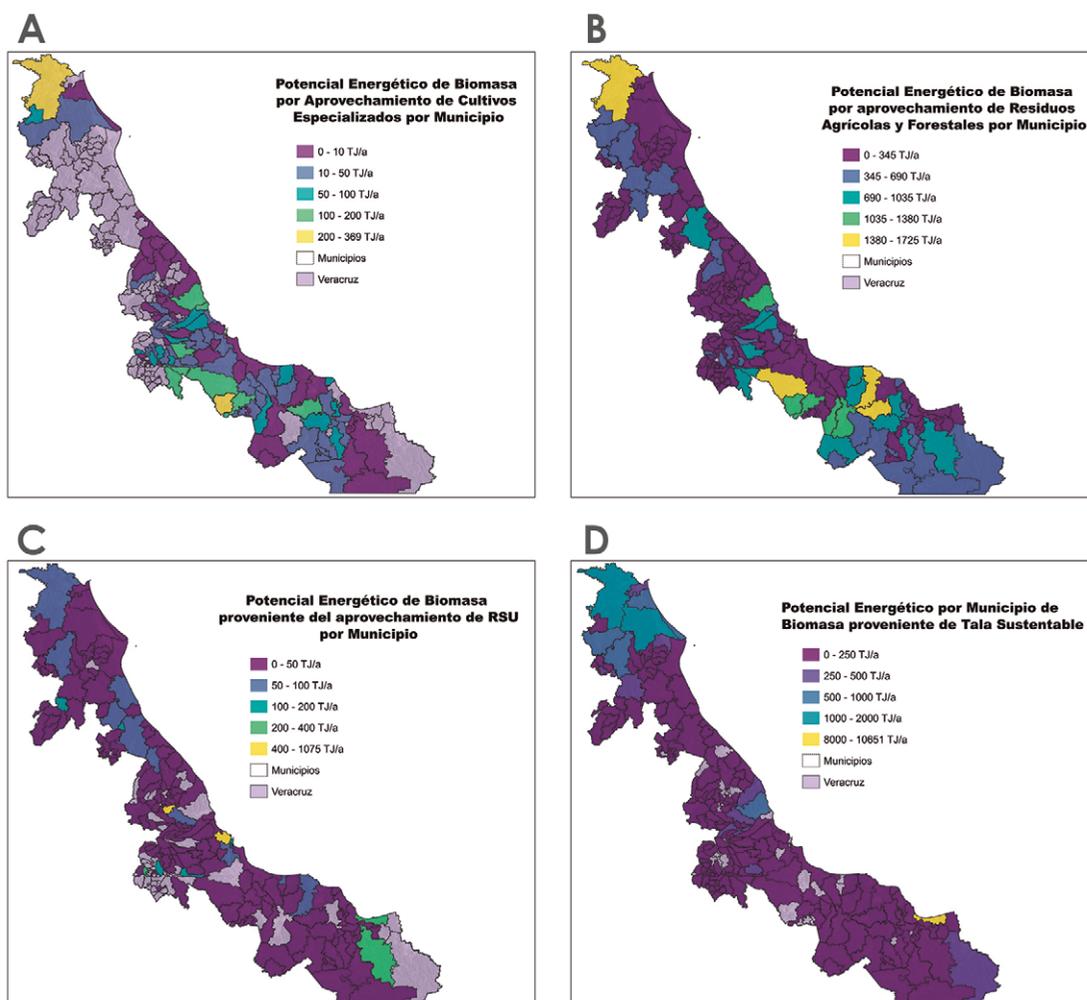
### VI.2.5 Bioenergía

La bioenergía es una forma de energía renovable derivada de materia orgánica viva denominada biomasa, la cual puede ser utilizada para producir combustibles líquidos para transporte y maquinaria pesada, gas, calor, electricidad y otros productos alternativos. Además, el uso de subproductos de actividades económicas como la agricultura, la ganadería y la tala de árboles; limita las externalidades de la disposición final de éstos y conlleva la integración de procesos para una economía más circular.

Este apartado considera únicamente la biomasa que podría ser utilizada, sosteniblemente, para fines energéticos; es decir, la biomasa producida específicamente para el aprovechamiento de energía y la proveniente de residuos. Esta biomasa se clasifica en 6 grandes grupos con información a nivel municipal disponible: Cultivos especializados (para la producción de etanol y biodiésel), tala sustentable (aprovechamiento térmico de biomasa), residual agrícola y forestal (aprovechamiento térmico de biomasa), residual urbana (producción de biogás); así como datos únicamente a nivel estatal, como la biomasa residual industria y residual pecuaria (Producción de biogás). Con esta información se puede presentar la distribución de la biomasa en el estado y encontrar zonas focales para impulsar el aprovechamiento de este recurso (Figura 37).

Figura 37. Ejemplos de presentación de potencial de aprovechamiento energético por distintos tipos de bioenergía.

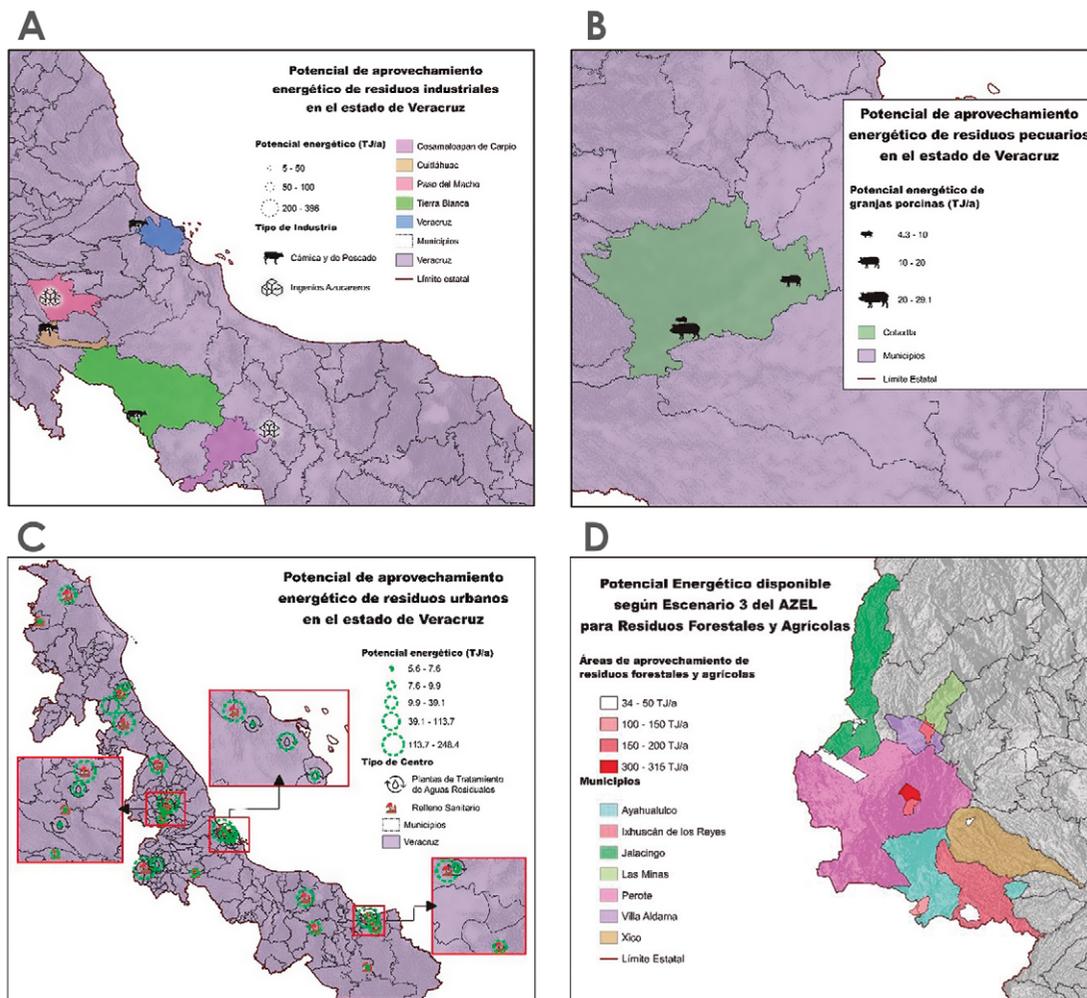
Fuente: Elaboración propia.



Para el AZEL, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) identifica predios o instalaciones industriales o de manejo de residuos que pueden aprovechar del recurso bioenergético. Ofreciendo así un detalle más fino de los puntos que pueden servir como pilotos en el uso de tecnología para el aprovechamiento energético de la biomasa.

Figura 38. Localización de puntos de interés para el aprovechamiento de energía a partir de biomasa.

Fuente: Elaboración propia.



En la Figura 38-A se identifican las industrias que pueden aprovechar el recurso energético de los residuos que generan; en la Figura 38- B se observan centro de producción pecuaria, en este caso, granjas porcinas, clasificados según su potencial energético; por otra parte, los centros que pueden aprovechar energéticamente residuos sólidos municipales y residuos de plantas de tratamiento de agua, se presentan en la Figura 38-C; Por último, la Figura 38-D presenta predios identificados con residuos forestales que están asociados a la producción de madera y carbón vegetal. En estos predios (por ejemplo: *Pinus pseudostrobus*, *Quercus laeta* y *Juniperus fláccida*, entre muchos otros) generalmente se considera que la biomasa es aprovechable para la producción energética a través de Ciclo Rankine.

## VI.3 Potencial de aprovechamiento de Eficiencia Energética

La transición energética demanda cambios tanto en la forma de producción como de consumo de energía. Derivado de ello, la eficiencia energética prevalece como una de las medidas más importantes en cuestión de ahorro energético. Esto se debe principalmente a la facilidad de implementación, medición y monitoreo; además, en la mayoría de los casos, los costos derivados de la implementación de estas medidas son mucho menores respecto a aquellas correspondientes a otro tipo con tiempos de recuperación de inversión más largos.

La eficiencia energética, como se mencionó anteriormente, consiste en la mejora en la forma de consumo de energía tanto por cambios en los perfiles, procesos y/o mejoras en la tecnología utilizada para su consumo, como también, por la modificación de hábitos en el mismo.

Esto es, la implementación de estas medidas busca demandar una menor cantidad de energía para poder realizar las mismas actividades o llevar a cabo los mismos procesos. De forma paralela puede traer consigo beneficios económicos y ambientales, así como también, beneficios sociales, mejoras en las condiciones de trabajo, entre otros.

En ese sentido, esta sección provee de un enfoque general que permite conocer la manera de realizar un diagnóstico con el fin de proponer medidas de eficiencia energética con interés específico a nivel subnacional que permitan conocer cuáles podrían ser las áreas de oportunidad para poder focalizar medidas, políticas o acciones específicas.

Cabe mencionar que la obtención de potenciales de ahorro energético por la implementación de medidas de eficiencia energética no es homogénea debido a que los ahorros se dan a través de estimaciones. Mientras que, para conocer una estimación precisa es fundamental hacer un diagnóstico individual, es decir, conocer las características únicas del sitio de interés, como pueden ser: perfiles de consumo, tecnología utilizada, procesos, hábitos, condiciones de las instalaciones, entre otras características. Con este fin, se propone el procedimiento descrito a continuación.

### VI.3.1 Metodología

La metodología realizada toma como base las diferentes unidades económicas<sup>24</sup> registradas dentro del estado, la cantidad de vehículos registrados en la entidad y los usos finales a los cuáles se destina el consumo energético.

#### VI.3.1.1 SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS, INDUSTRIAL Y AGROPECUARIO.

Como primer caso se consideran los sectores: comercial y de servicios, industrial y agropecuario. Para ello, se debe realizar un análisis y tratamiento de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas más reciente.

El directorio es elaborado por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) y se publica de forma continua a lo largo del año. Busca proveer de la información más actualizada sobre establecimientos y empresas en el país; los datos provistos por el DENUE son vastos, se puede obtener un nivel de desagregación amplio.

---

24. Las unidades económicas, de acuerdo con el INEGI, son “establecimientos (desde una pequeña tienda hasta una gran fábrica) asentados en un lugar de manera permanente y delimitado por construcciones e instalaciones fijas, además se realiza la producción y/o comercialización de bienes y/o servicios.” (INEGI, 2021).

Sin embargo, para enfoque de este Manual se consideran las siguientes variables como aquellas que brindan información específica, de las unidades económicas dentro del estado:

- Tipo de actividad (con base en el SCIAN<sup>25</sup>)
- Nombre de la unidad económica
- Personal de planta contratado
- Ubicación (municipal, coordenadas, etc.)

Una vez descargada la información del DENUe se puede realizar el análisis que más convenga de acuerdo con el enfoque que quiera darse o el nivel de especificidad necesitado.

A través de esta información se puede conocer la cantidad de unidades económicas dentro del estado y dentro de cada uno de los municipios, así como la clasificación por tipo de actividad, la agrupación correspondiente.

La importancia de la clasificación SCIAN radica en ser vinculante con otro tipo de información, como lo es la desagregación por actividades económicas (primarias, secundarias y terciarias, así como subramas) en el Producto Interno Bruto. Esto es, se puede mapear cuáles son, en términos económicos, las actividades más importantes y/o más abundantes dentro de la localidad.

A nivel energético permite realizar la vinculación entre la sectorización realizada en el diagnóstico de consumo energético con las unidades económicas definidas con código de actividad dentro del sector industrial, agropecuario<sup>26</sup> y, comercial y servicios.

En este sentido, se puede conocer la distribución, presencia y concentración geográfica, de las actividades realizadas y su relación con el consumo energético sectorial, fundamental para conocer el flujo energético del estado.

Cabe aclarar, que son valores estimados, debido a que, por ejemplo, en algunas ocasiones unidades económicas pertenecientes al código de actividad definido en el sector comercial y servicios pueden contener tarifas eléctricas de sector industrial por conveniencia o por procesos y perfil energético utilizado.

Con el fin de relacionar los consumos energéticos del sector comercial y servicios con los usos finales involucrados en este sector se recomienda consultar el documento *Retos y oportunidades para la sustentabilidad energética en edificios de México: Consumo y uso final de energía en edificios residenciales, comerciales y de servicio* (Morillón, Escobedo, & García-Kerdan, 2015) desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Por último, se puede tener una mayor focalización de las medidas al conocer la estratificación correspondiente al tipo de empresa (micro, pequeña, mediana o gran empresa), a la cual se buscará tomar como enfoque.

Las micro, pequeñas y medianas empresas se encuentran clasificadas de la siguiente forma, con base en el *Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas*, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de junio de 2009:

---

25. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte.

26. Solamente se ofrece información de las unidades económicas clasificadas en el sector 11 (SCIAN) siendo las actividades de acuicultura (rama 1125), pesca (rama 1141), y de servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales (subsector 115).

**Tabla 12. Estratificación de MIPyMEs.**

Fuente: Elaboración propia con información del DOF, 2009.

Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado <sup>27</sup>
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250

Para este caso, el DENUÉ es de gran relevancia debido a que indica la cantidad de personal ocupado con el que cuenta la unidad económica, permitiendo así, la agrupación de las diferentes estratificaciones de empresas en la entidad y generar medidas particulares de acuerdo con la presencia, tamaño y el tipo de actividad correspondiente.

### **VI.3.1.2 SECTOR TRANSPORTE.**

Para el caso específico del sector transporte, el DENUÉ excluye la siguiente información:

- Transporte colectivo urbano y suburbano de pasajeros en automóviles de ruta fija (clase 485112).
- Transporte de pasajeros en taxis de sitio (clase 485311).
- Transporte de pasajeros en taxis de ruleteo (clase 485312).

Por lo que se recomienda tomar en cuenta información del INEGI como el registro de vehículos de motor en circulación (INEGI, 2021). También se puede encontrar, dentro del INEGI, la desagregación a nivel municipal y por tipo de vehículo (motocicletas, automóviles, camiones para pasajeros, camiones para carga), así como también por su uso (oficiales, particulares o públicos).

Es de gran importancia, al igual que en los sectores anteriores, conocer el comportamiento del consumo energético en este sector. Esto es, conocer cómo se compone la matriz energética con el fin de identificar los energéticos más consumidos en el sector, por lo que la vinculación con la matriz energética del sector obtenida en el apartado de consumo es de gran relevancia.

Por otra parte, la desagregación de combustibles elaborada en el SIE nos permite identificar no solamente los energéticos utilizados para vehículos automotrices sino también aquellos destinados a consumo ferroviario, marítimo y aéreo.

### **VI.3.1.3 SECTOR RESIDENCIAL.**

La importancia de las medidas a aplicarse dentro del sector residencial radica en tener un impacto generalizado en la población, además que, de acuerdo con la desagregación de información con la que se cuenta se pueden focalizar estrategias para atender a los estratos y grupos socioeconómicamente más vulnerables.

27. Tope Máximo Combinado = (Trabajadores) X 10% + (Ventas Anuales) X 90%.

El tamaño de la empresa, con base en el Acuerdo (DOF, 2009) se determinará a partir del puntaje obtenido conforme a la siguiente fórmula:

Puntaje de la empresa = (Número de trabajadores) X 10% + (Monto de Ventas Anuales) X 90%, el cual debe ser igual o menor al Tope Máximo Combinado de su categoría.

Para ello, es necesario conocer la cantidad de hogares y de viviendas particulares habitadas en la entidad utilizando, por ejemplo, el Censo de Población y Vivienda desarrollado por el INEGI. También se puede considerar la utilización de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares publicada por el INEGI bienalmente.

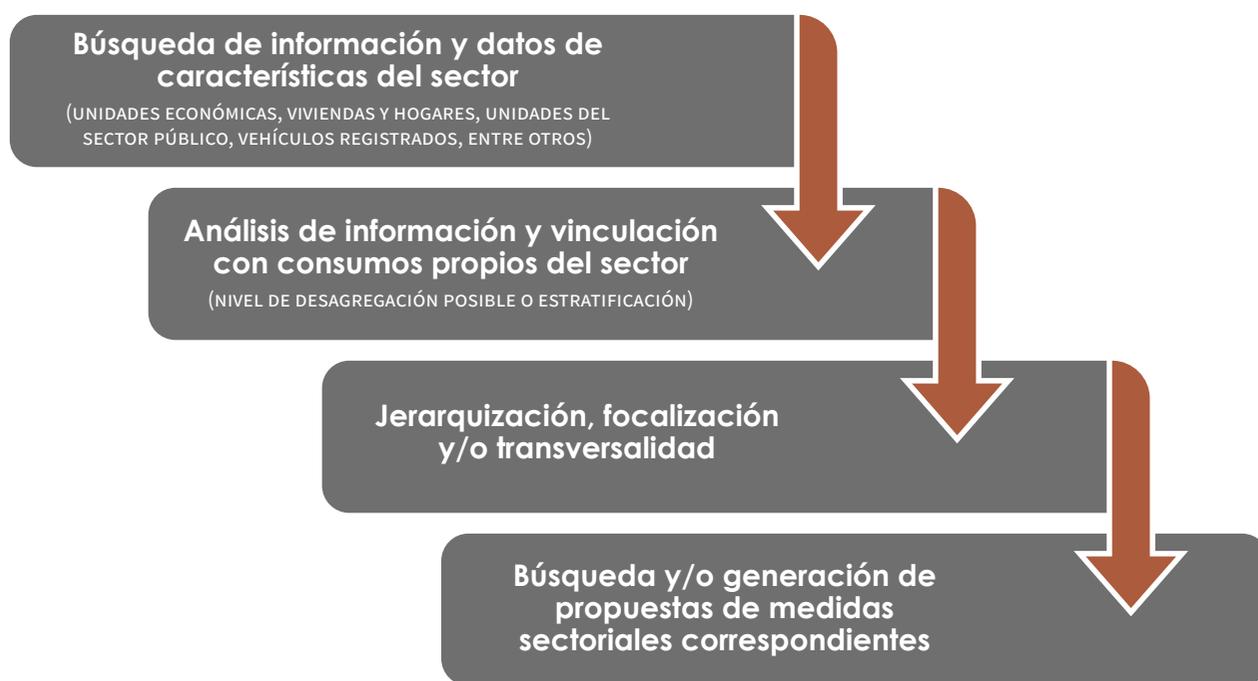
La información contenida en este tipo de censos permite obtener datos específicos tanto de la ubicación de los hogares y/o viviendas, así como el tipo de los servicios con los que se cuenta, y características específicas de los hogares y viviendas, como la distribución de la población, rangos etarios, entre otros. En este sentido, se puede caracterizar e identificar quiénes consumen la energía.

Con el fin de vincular los datos con las medidas de eficiencia energética posibles se debe de identificar cómo se consume la energía. Es decir, la participación de cada uno de los energéticos presentes en el sector, así como también los usos finales dados al hogar.

Por lo general, de estos últimos no se cuenta con información específica para cada entidad; en este caso, se recomienda consultar la información propuesta en el Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética (CEPAL, 2018), donde se estiman los usos finales promedio a nivel nacional, obteniendo así un valor aproximado.

**Figura 39. Metodología para proponer medidas de eficiencia energética a nivel subnacional.**

Fuente: Elaboración propia.



### **VI.3.1.4 SECTOR PÚBLICO.**

Para el sector público se busca identificar medidas vinculadas con actividades desempeñadas dentro del sector. Sin embargo, los consumos energéticos obtenidos para este sector se ven limitados por la información derivada de censos económicos, unidades económicas, actividades correspondientes al sector y la vinculación con los registros de consumo de energía, como por ejemplo, las tarifas eléctricas de CFE y otros energéticos en edificios públicos.

Por lo tanto, se propone identificar información y datos correspondientes a actividades como: bombeo de agua, alumbrado público, recolección de residuos, consumos energéticos en edificios de la administración pública, distribución de productos, entre otras.

Finalmente, cabe mencionar que la generación de las medidas aplicables a cada uno de los sectores puede proceder de información y de potenciales de ahorro obtenidos y soportados con investigaciones previas realizadas por diversas instituciones como la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), la Secretaría de Energía (SENER) y la Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ), por mencionar algunos.

En la Figura 39 se puede observar, la metodología aplicada de forma general, para cada uno de los sectores.



MANUAL PARA LA PLANEACIÓN DE LA TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA A NIVEL SUBNACIONAL

# Capítulo VII Objetivos del instrumento de planeación

## VII.1 Introducción

Si bien, es posible que al llegar a esta etapa de la planeación de la transición energética el equipo de planeación ya cuente con algunas posibles líneas de acción a plasmar en el instrumento de planeación, es fundamental que primero se establezcan de forma clara los objetivos del instrumento de planeación. Esto permitirá al equipo de planeación que las líneas de acción sean establecidas de una manera adecuada a las necesidades reales de la entidad y, además, que puedan encontrarse otras líneas de acción que aún no se tengan previstas y se establezcan plazos más concretos.

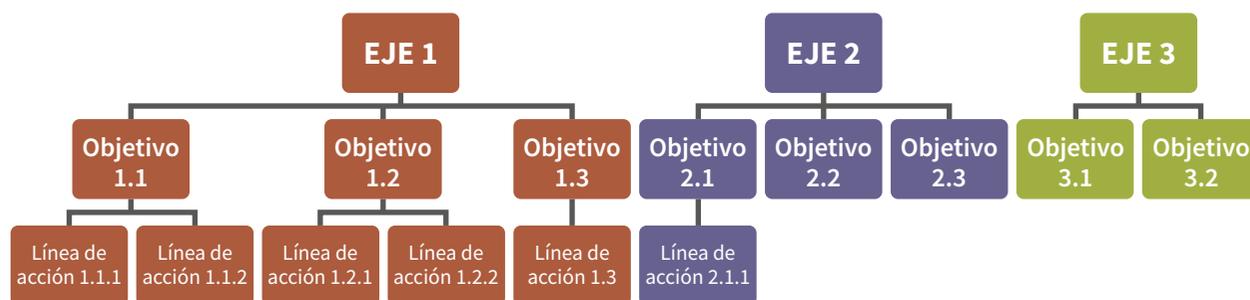
Existe una gran cantidad de herramientas y metodologías para definir los objetivos de un instrumento de planeación. En este Manual, sin embargo, se presenta una que permite flexibilidad en el detalle que se desea o puede permitirse en el proceso y que además permite que dicho proceso sea participativo.

En primera instancia se sugiere utilizar algunas de las herramientas del proceso del Marco Lógico para analizar la problemática y sus soluciones. Además, es importante que los objetivos sean planteados de forma precisa mediante los criterios S.M.A.R.T. Estos elementos se explicarán en el apartado VII.3.

Se sugiere que el instrumento de planeación se valga de una estructura jerárquica de tres niveles (Figura 40), en la que los ejes temáticos (tope jerárquico) representen los rubros en los que se agruparán los objetivos. Estas temáticas se derivan de la etapa referente al marco jurídico, con ajustes adecuados a esos primeros conceptos. Los objetivos permiten agrupar a las líneas de acción de forma lógica y estructurada que atienden un fin común que puede ser medible. Por ello, se propone aplicar criterios S.M.A.R.T. (descritos más adelante) para plantear adecuadamente los objetivos.

Por último, las líneas de acción son la unidad mínima en la que se plasma la política pública que se adoptará con la publicación del instrumento de planeación. Éstas corresponden a las acciones concretas que se busca llevar a cabo, ya sea referentes al diseño o implementación de un proyecto, programa o estudio.

Figura 40. Estructura jerárquica del instrumento de planeación de la transición energética



Cabe mencionarse que las etapas descritas en este capítulo y en el siguiente no necesariamente deben seguir un proceso temporal lineal, puesto que los avances en distintos análisis y reuniones con actores clave podrían hacer necesario replantear la problemática, las soluciones, los objetivos o las líneas de acción. Por lo anterior, es importante que el equipo de planeación tenga flexibilidad en la determinación de todos estos elementos, sin perder nunca de vista los alcances del instrumento de planeación definidos en la etapa descrita en el capítulo II. De hecho, un proceso muy útil consiste en los siguientes pasos:

1. Realizar el análisis de la problemática y sus soluciones como se describe en el apartado VIII.2.
2. Con los resultados del análisis de soluciones y tomando en cuenta las etapas previas del proceso de planeación (definición del instrumento, temáticas, diagnóstico energético y potenciales) se definen los ejes del instrumento de planeación y una primera versión de los objetivos (los cuales, en este punto no requieren los criterios S.M.A.R.T.).
3. Se definen y evalúan las líneas de acción, tomando en cuenta, principalmente, el análisis de la problemática y sus soluciones.
4. Se agrupan las líneas de acción elegidas dentro de la primera versión de los objetivos y, de ser necesario, éstos se ajustan. Posteriormente se utilizan los criterios S.M.A.R.T. para definir plenamente los objetivos.

## VII.2 Aplicación de Metodología de Marco Lógico (MML) para identificación de problemas y alternativas de solución

Una vez conocida la situación actual y los potenciales sobre aprovechamiento de energías renovables y aplicación de medidas de eficiencia energética, es necesario identificar puntualmente la problemática principal que se busca atender con la publicación del instrumento. En el presente Manual, se recomienda hacer uso de la Metodología de Marco Lógico para lograr este fin.

La metodología de marco lógico es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas (CEPAL, 2005). De esta manera, con la naturaleza participativa del proceso de elaboración del IPTE, se logran obtener perspectivas desde distintos sectores participantes en el Grupo de Trabajo; con lo que se buscará llegar a una solución (Transición Energética) considerando ámbitos desde tecnológicos y económicos hasta políticos y sociales.

La MML contempla dos etapas, que se desarrollan paso a paso en las fases de identificación y diseño de ciclo de vida del proyecto. Sin embargo, para esta sección, se utiliza únicamente de la primera etapa: Iden-

tificación del problema y alternativas de solución. En ésta, se analiza la situación existente para crear una visión de la situación deseada y seleccionar las estrategias que se aplicarán para conseguirla (CEPAL, 2005). La etapa se compone de cuatro tipos de análisis a realizar:

- Análisis de involucrados. Que consiste en identificar a los actores relevantes para el proceso de planeación.
- Análisis de Problemas. Que consiste en identificar los hechos que definan el problema que se desea atender; así como sus causas y efectos.
- Análisis de Soluciones. El cual consiste en transformar el problema en la solución. Las causas se transforman en medios para alcanzar la solución; y los efectos en los objetivos que resolverán el problema.
- Identificación de alternativas de solución al problema. A partir del análisis de soluciones se plantean los objetivos específicos y acciones para lograrlos.

Figura 41. Esquema de etapa de Identificación del problema y alternativas de solución del MML.

Fuente: Elaboración propia.



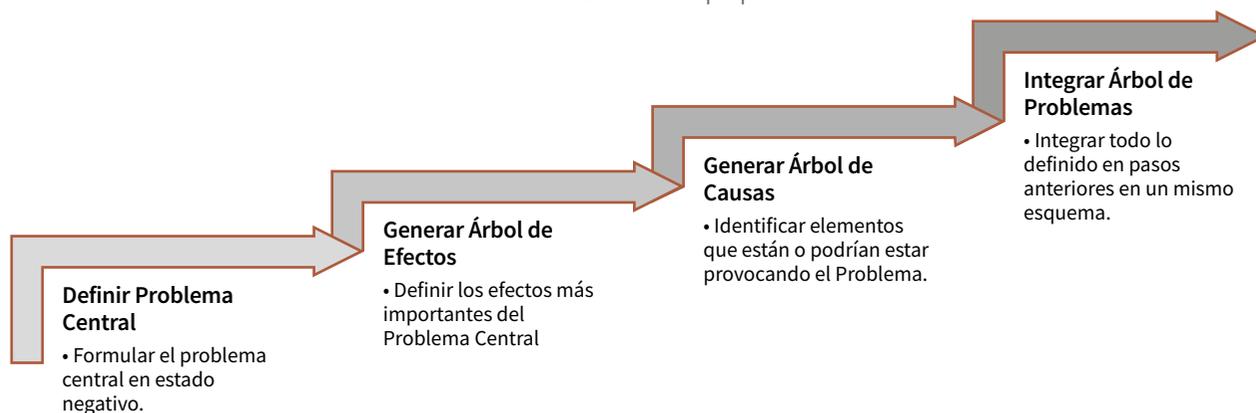
Debido a la definición del Grupo de Trabajo necesario para la elaboración del IPTE, descrita en secciones anteriores, se hace redundante el análisis de involucrados en esta sección y el enfoque pasa directamente hacia el análisis de problemas y el análisis de soluciones. Éstos dos análisis siguen la misma estructura, en la que a partir de un tema central (Problemática o Propósito) se definen causalmente elementos relacionados a éste de forma previa o posterior, esquematizando así una forma de árbol con ramas y raíces. A continuación se describen los pasos a seguir.

### VII.2.1 Análisis del Problema

Para el desarrollo de la elaboración de un IPTE, es necesario identificar el problema que se desea intervenir, así como sus causas y efectos. Cabe destacar que el análisis resulta más valioso cuando se efectúa en forma de taller en el que participan las partes interesadas que conocen del tema y orquestado por una persona familiarizada con este método de y la dinámica del grupo (CEPAL, 2005). Además, se recomienda llevar a cabo una sesión de trabajo para este análisis, una vez que se hayan concluido e informado los resultados de las secciones de Diagnóstico Energético Estatal y Potenciales de Aprovechamiento de Energía Renovable y Medidas de Eficiencia Energética.

Figura 42. Proceso secuencial de Análisis del problema.

Fuente: Elaboración propia.



#### › ACTIVIDAD 1. DEFINIR EL PROBLEMA CENTRAL

En esta actividad, es necesario que la discusión del grupo de trabajo esté centrada en las causas y efectos a un mismo problema central, permitiendo que se enfoque el análisis y produzcan soluciones más efectivamente. Además, es muy importante no confundir el problema con la ausencia de una solución o con la solución misma. No es lo mismo decir falta un hospital (falta de solución) o que se debe construir un hospital (posible solución), que decir que existe Altas tasas de morbilidad en un área específica (problema).

A partir de una primera “lluvia de ideas” con el Grupo de Trabajo establecer el problema central que afecta a la comunidad, aplicando criterios de prioridad y selectividad. Identificar temáticas en común de las respuestas recibidas y consolidar la problemática principal detectada.

#### › ACTIVIDAD 2. GENERAR ÁRBOL DE EFECTOS

Posteriormente pueden definirse los efectos más importantes del problema en cuestión, de esta forma se analiza y verifica su importancia. Estos efectos se grafican hacia arriba del problema central, siguiendo un orden causal ascendente.

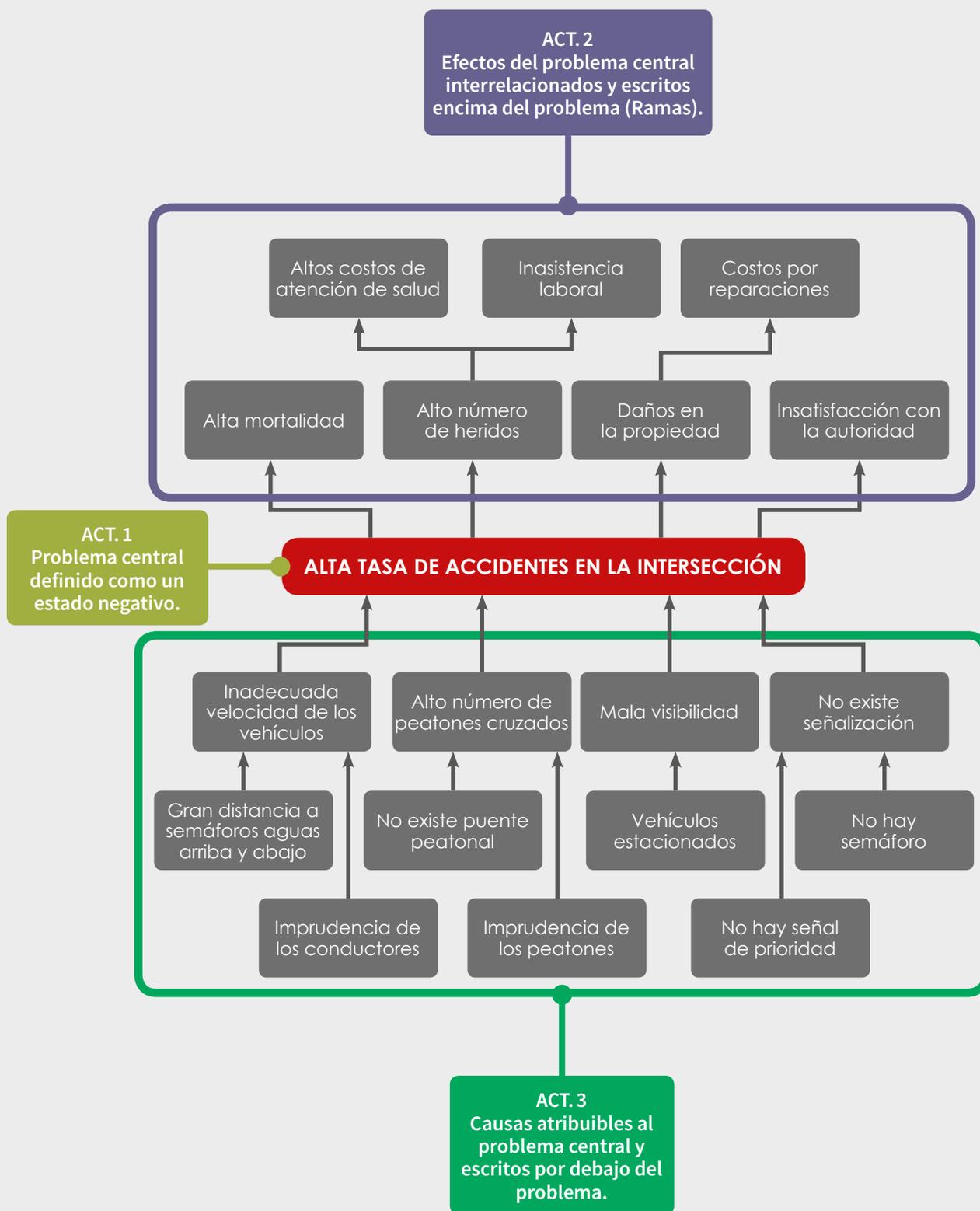
#### › ACTIVIDAD 3. GENERAR ÁRBOL DE CAUSAS

Así mismo, se anotan, hacia abajo, las causas del problema central detectado. Esto es, definir causales primarias e independientes entre sí que se piensa que están originando el problema; éstas deben ramificarse todo lo que sea posible para tener mucho más desagregadas las posibles vías de solución al problema en estudio. Además de identificar el encadenamiento que tienen estas causas. Todo lo anterior será de gran utilidad en la elaboración de árbol de soluciones, debido a que la MML trabaja con el supuesto de que eliminar las causas más profundas del problema, también se elimina el problema.

#### › ACTIVIDAD 4. GRAFICAR EL ÁRBOL DE PROBLEMAS.

Al integrar los esquemas construidos anteriormente, podemos obtener una imagen completa de la situación negativa existente.

Figura 43. Árbol de problemas completo.  
Fuente: CEPAL, 2005.



Una vez esquematizado el árbol de problemas debe revisarse su integridad y validez. Esto quiere decir, asegurarse que las causas representen causas y los efectos representen efectos, que el problema central esté correctamente definido y que las relaciones (causales) estén correctamente expresadas (CEPAL, 2005).

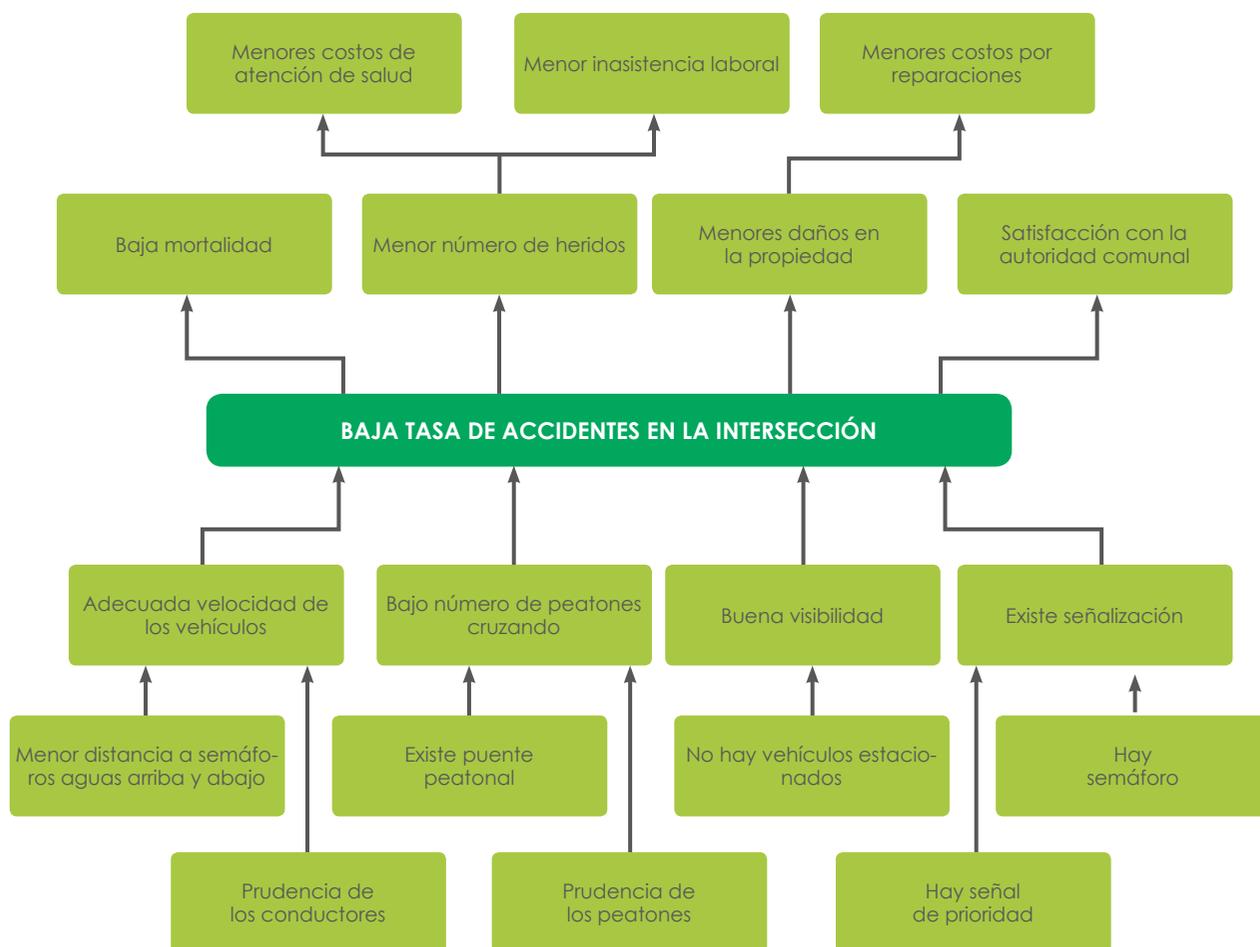
### VII.2.2 Análisis de soluciones

Con el árbol de problemas construido y revisado, el análisis de soluciones simplemente se refiere a convertir los estados negativos del árbol de problemas en soluciones, expresadas en forma de estados positivos. De esta forma, el diagrama describe la situación futura a la que se desea llegar una vez que se han resuelto los problemas.

Ejemplo:

Figura 44. Árbol de soluciones con fines y medios definidos.

Fuente: Elaboración propia.



### ACTIVIDAD 1. GRAFICAR EL ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES

Consiste en cambiar las condiciones negativas del árbol de problemas a condiciones positivas que se estime que son deseadas y viables de ser alcanzadas. Se propone el siguiente orden a seguir:

- **Raíces – Transformar las Causas a Medios** (con los que se pretende conseguir el propósito central);
- **Ramas – Efectos a Fines** (Lo que se pretende lograr); y
- Por último, convertir el **Problema Central a Propósito del Proyecto**.

### ACTIVIDAD 2. VALIDAR EL ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES

Finalmente, pueden modificarse las formulaciones que no se consideren correctas, agregar nuevas soluciones que se consideren relevantes y no estaban incluidas y eliminar aquellos que no eran efectivas. De este árbol se deben poder deducir las alternativas de solución para superar el problema.

## VII.3 Objetivos SMART

El acrónimo en inglés S.M.A.R.T. fue acuñado para definir las características que debe tener un objetivo en la planeación (Doran, 1981). Con el paso del tiempo, distintas acepciones se le han dado a cada letra del acrónimo (Haughey, 2014), sin embargo, la idea sigue permaneciendo y se trata de analizar, mediante la respuesta de ciertas preguntas si el objetivo que se plantea es lo suficientemente claro y si es factible.

Para el caso de este Manual, el acrónimo significa lo siguiente:

Figura 45. Significado del acrónimo S.M.A.R.T.

<b>S</b> Específico (specific)	• La definición del objetivo debe ser lo suficientemente detallada para indicar qué se busca lograr con él.
<b>M</b> Medible (measurable)	• Es necesario que el objetivo se pueda medir a fin de conocer los avances en su logro.
<b>A</b> Alcanzable (achievable)	• Es necesario que el objetivo sea realista en sus aspiraciones.
<b>R</b> Relevante (relevant)	• Se debe analizar si el objetivo realmente aporta al logro de las metas del instrumento.
<b>T</b> Tiempo (time)	• Debe especificarse el tiempo en el que el objetivo debe alcanzarse.



cooperación  
alemana  
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



icm  
INSTITUTO MEXICANO DE CAMBIO CLIMÁTICO

# Capítulo VIII Líneas de acción

## VIII.1 Introducción

La última etapa del proceso de planeación consiste en determinar las líneas de acción, lo cual puede requerir que un conjunto de líneas de acción posibles sea evaluado para seleccionar aquellas indispensables, más adecuadas, o factibles, entre otras cosas. La selección se tiene que dar porque probablemente los recursos humanos y económicos, así como el contexto político, tecnológico y social no permiten la ejecución de todas las líneas de acción que se idearon en una primera instancia.

Actualmente existen diversos métodos para evaluar la factibilidad, viabilidad y/o conveniencia de una política pública como por ejemplo la evaluación del costo-beneficio. Sin embargo, por lo general estas evaluaciones, aunque muy útiles, se basan en criterios de un carácter más bien económico. Por lo tanto, a continuación se presenta una metodología de evaluación que permite evaluar tantos criterios se quieran, sin importar si se trata de características económicas, sociales o ambientales, por mencionar algunas. Además, y probablemente una de las mayores virtudes de esta metodología es que permite evaluar a las líneas de acción con criterios tanto de carácter cuantitativo como de carácter cualitativo.

Esta metodología pertenece a la familia de los métodos de toma de decisiones multicriterio y permite y fomenta una evaluación participativa que tome en cuenta las opiniones de un grupo multidisciplinario de expertos.

## VIII.2 Metodología de evaluación del Vector de Posición de Mínimo Arrepentimiento

Para explicar esta metodología primero imagínese que llegado a este punto, el equipo de planeación cuenta con una lista de 50 líneas de acción que pudieran ser establecidas en el instrumento de planeación. Sin embargo, no se conocen a detalle las características técnicas ni económicas de todas ellas por lo que se carece de valores en cuanto al costo monetario que tendrán, el beneficio económico, la reducción de emisiones, la población beneficiada, etc. Esto imposibilita la selección de las líneas de acción más relevantes para los objetivos del estado para con el instrumento de planeación.

No obstante, el equipo de planeación y el grupo de trabajo que ha conformado cuenta con expertos de diversas disciplinas que tienen una buena idea de las características que debería tener una línea de acción cualquiera en materia del instrumento de planeación que se está desarrollando.

Entonces, el equipo de planeación instrumenta el siguiente ejercicio con el fin de evaluar a todas y cada una de las 50 líneas de acción y, en dado caso seleccionar a las que tengan las mejores características o descartar aquellas que se vislumbren inadecuadas.

### Paso 1. Definir los criterios de evaluación

El primer paso que deberá seguir el equipo de planeación consiste en definir bajo qué criterios habrán de evaluarse todas y cada una de las líneas de acción. Estos criterios pueden ser, por mencionar algunos: el costo, la reducción de emisiones, el tiempo de implementación, la población beneficiada, la factibilidad técnica, etc.

Es importante que todos los criterios estén en línea con los objetivos y alcances del instrumento de planeación que se hayan establecido en las etapas previas del proceso de planeación.

Junto con la determinación de cada criterio se debe indicar la unidad de medida del mismo. Así, por ejemplo, el costo podría medirse en pesos o en dólares, la reducción de emisiones en tonCO<sub>2</sub>e y la factibilidad técnica medirse de forma cualitativa como realizable, probablemente realizable, probablemente no realizable e imposible. Por último, se debe establecer qué aspecto es deseable para cada criterio, es decir, si lo ideal sería tener un valor alto o uno bajo al momento de la evaluación.

Continuando con el ejemplo, supóngase que no se cuenta con los datos suficientes para hacer una evaluación cuantitativa de las líneas de acción más que en el costo de implementación y que los criterios establecidos y sus valores ideales son:

Tabla 13. Ejemplo de criterios de evaluación de alternativas.

Nombre del criterio	Tipo de criterio	Valores posibles	Valor ideal	Peor valor
Costo de implementación	Cuantitativo	Desde \$0	\$0	El costo más alto
Factibilidad técnica	Cualitativo	Realizable Probablemente realizable Probablemente no realizable Imposible	Realizable	Imposible
Tiempo de ejecución	Cualitativo	Menos de 1 año 1-2 años 2-3 años Más de 3 años	Menos de 1 año	Más de 3 años
Mitigación de emisiones	Cualitativo	Gran mitigación Mitigación media Poca mitigación	Gran mitigación	Poca mitigación
Población beneficiada	Cualitativo	Gran impacto Medio impacto Poco impacto	Gran impacto	Poco impacto

### Paso 2. Asignar valor de ponderación a los criterios

Es probable que no todos los criterios que se hayan determinado tengan la misma importancia para el equipo de planeación. Por ello es importante asignarles un peso o ponderación.

La suma de las ponderaciones de todos los criterios debe ser igual a 1, de tal forma que si por ejemplo se tuvieran 3 criterios con la misma importancia la ponderación de cada uno de ellos sería equivalente

a 1/3. En otro ejemplo, si solo se tuvieran 2 criterios, pero uno más importante, el equipo de planeación podría acordar asignarle una ponderación de 0.75 al primero y de 0.25 al segundo. La asignación del valor es algo subjetivo y debe acordarse entre el equipo.

Siguiendo el ejemplo visto hasta ahora, supóngase que los siguientes valores de ponderación fueron asignados a los criterios:

**Tabla 14. Ejemplo de valores de ponderación de los criterios de evaluación de las alternativas.**

Criterio	Ponderación
Costo de implementación	0.3
Factibilidad técnica	0.2
Tiempo de ejecución	0.1
Mitigación de emisiones	0.25
Población beneficiada	0.15
Suma	1

**Paso 3. Evaluar las alternativas**

Una vez definidos los criterios y sus unidades de medida, se procede a evaluar las alternativas (es decir, las líneas de acción) en cada criterio.

Continuando con el ejemplo, supóngase la evaluación de las siguientes 3 alternativas<sup>28</sup>.

**Tabla 15. Ejemplo de evaluación de la alternativa 1.**

<b>Alternativa 1. Programa de sustitución de electrodomésticos</b>	
Criterio	Ponderación
Costo de implementación	5 millones de pesos mexicanos
Factibilidad técnica	Probablemente realizable
Tiempo de ejecución	1 – 2 años
Mitigación de emisiones	Poca mitigación
Población beneficiada	Medio impacto

**Tabla 16. Ejemplo de evaluación de la alternativa 2.**

<b>Alternativa 2. Instalación de techos solares en los edificios de la administración pública</b>	
Criterio	Valor
Costo de implementación	2 millones de pesos mexicanos
Factibilidad técnica	Realizable
Tiempo de ejecución	Menos de 1 año
Mitigación de emisiones	Poca mitigación
Población beneficiada	Poco impacto

28. La evaluación tiene un carácter meramente didáctico y en ningún caso debe tomarse como fuente para ejercicios similares.

Tabla 17. Ejemplo de evaluación de la alternativa 3.

Alternativa 3. Fomento a la instalación de un parque fotovoltaico de gran escala	
Criterio	Valor
Costo de implementación	20 millones de pesos mexicanos
Factibilidad técnica	Realizable
Tiempo de ejecución	2-3 años
Mitigación de emisiones	Gran mitigación
Población beneficiada	Medio impacto

#### Paso 4. Normalizar los valores de los criterios

El fundamento de la metodología del vector de posición de mínimo arrepentimiento es que, al seleccionar una alternativa sobre otra, existirá un arrepentimiento ya que ninguna alternativa es perfecta, es decir, ninguna tiene los valores ideales en todos sus criterios.

Además, para poder comparar todos los criterios entre sí, es necesario normalizarlos o lo que es lo mismo, colocarlos en una escala adimensional. Este proceso de normalización es distinto si se trata de un criterio cualitativo o cuantitativo.

Para un criterio cuantitativo, se realiza una normalización lineal con dos puntos. El punto A (PA) corresponde al del valor más cercano al ideal, mientras que el punto B (PB) es el más cercano al peor valor. Así, en el ejemplo hasta ahora tratado:

$$P_A = \$2,000,000$$

$$P_B = \$20,000,000$$

Al punto A se le asigna el valor de 0, mientras que al punto B el valor de 1. Cualquier otro valor se encontrará en algún sitio intermedio entre el 0 y el 1 y se puede encontrar mediante la ecuación de la recta. Para ello, es necesario encontrar primero la pendiente (m) y la ordenada de dicha recta (b), de acuerdo con las siguientes ecuaciones<sup>29</sup>:

$$m = - \frac{1}{P_A - P_B}$$

$$b = - (m \cdot P_A) = 1 - (m \cdot P_B)$$

Después, se calcula el valor normalizado (VN) utilizando la siguiente ecuación, donde X es el valor del criterio evaluado:

$$V_N = (m \cdot X) + b$$

29. Nótese que cuando el valor ideal es alto y el peor es bajo el valor de la pendiente será positivo. En el caso contrario se obtendrá una b negativa.

Entonces, la normalización de las alternativas del ejemplo queda como sigue<sup>30</sup>:

$$m = -\frac{1}{2-20} = 0.0556$$

$$b = -(0.0556 \cdot 2) = 1 - (0.0556 \cdot 20) = -0.1112$$

$$\text{Valor normalizado alternativa 1} = (0.0556 \cdot 5) - 0.1112 = 0.1668$$

$$\text{Valor normalizado alternativa 2} = (0.0556 \cdot 2) - 0.1112 = 0$$

$$\text{Valor normalizado alternativa 3} = (0.0556 \cdot 20) - 0.1112 = 1$$

Tabla 18. Ejemplo de normalización lineal de los valores cuantitativos de la evaluación de las alternativas.

Alternativa	Evaluación	Valor normalizado
Alternativa 1	\$5 millones	0.1668
Alternativa 2	\$2 millones	0
Alternativa 3	\$20 millones	1

Cuando se trata de un criterio cualitativo, aunque también se utiliza una normalización lineal el pro-

$$\text{Valor posible } i = \left(\frac{1}{N-1}\right) \cdot (i-1)$$

ceso se simplifica pues basta seguir la siguiente fórmula, donde N es el número de valores posibles e i corresponde al número del valor alternativo posible que se le haya asignado en la evaluación al criterio:

Así, continuando con el ejemplo, tanto la factibilidad técnica como el tiempo de ejecución tienen 4 valores posibles, mientras que la mitigación de emisiones y la población beneficiada tienen 3. Entonces, los valores normalizados para el caso con 4 valores posibles son los siguientes:

Tabla 19. Valores normalizados para la evaluación cualitativa con 4 opciones.

Valor alternativo ideal (i=1)	Valor alternativo cercano al ideal (i=2)	Valor alternativo cercano al peor caso (i=3)	Valor alternativo del peor caso (i=4)
0	0.3333	0.6667	1

Y para el caso con 3 valores alternativos:

Tabla 20. Valores normalizados para la evaluación cualitativa con 3 opciones.

Valor alternativo ideal (i=1)	Valor alternativo medio (i=2)	Valor alternativo del peor caso (i=3)
0	0.5	1

30. Para simplificar los cálculos se recomienda evitar números grandes. En este caso se omitieron los millones.

La normalización de todas las alternativas del ejemplo queda como sigue:

**Tabla 21. Ejemplo de la normalización de los valores evaluados de todas las alternativas en todos los criterios.**

Criterio	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costo de implementación	0.1668	0	1
Factibilidad técnica	0.3333	0	0
Tiempo de ejecución	0.3333	0	0.6667
Mitigación de emisiones	1	1	0
Población beneficiada	0.5	1	0.5

### **Paso 5. Calcular el valor ponderado de las alternativas**

Ahora se procede a multiplicar el valor normalizado de todas las alternativas en cada criterio por la ponderación asignada a cada criterio.

Así, los valores del ejemplo serían los siguientes:

**Tabla 22. Ejemplo del valor ponderado de la evaluación normalizada de todas las alternativas en todos los criterios.**

Criterio	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costo de implementación	0.05004	0	0.3
Factibilidad técnica	0.0666	0	0
Tiempo de ejecución	0.0333	0	0.0667
Mitigación de emisiones	0.25	0.25	0
Población beneficiada	0.075	0.15	0.075

### **Paso 6. Calcular el vector de posición de mínimo arrepentimiento de cada alternativa**

El vector de posición de mínimo arrepentimiento de cada alternativa es el punto en el que se localiza una alternativa (una coordenada) dentro de un espacio vectorial cuyas dimensiones son los criterios. Así, continuando con el ejemplo, las coordenadas de la alternativa 1 son (0.05004, 0.0666, 0.0333, 0.25, 0.075).

Si una alternativa perfecta o ideal existiera, ésta se encontraría en el origen del espacio vectorial, es decir, en las coordenadas (0, 0, 0, 0, 0). Sin embargo, como tal alternativa no existe, las demás son tan buenas como cercanas sean al origen.

Para saber qué tan cercanas son basta con obtener la suma de los cuadrados de los criterios de las alternativas (sus coordenadas) y después obtener la raíz cuadrada de dicha suma. Mientras más cercano sea el valor a 0, se dice que la alternativa es mejor. Por ejemplo, para la alternativa 1, la distancia a la alternativa ideal (VPMA) sería:

$$VPMA \text{ alternativa } 1 = \sqrt{0.05004^2 + 0.0666^2 + 0.0333^2 + 0.25^2 + 0.075^2} = 0.2759$$

Y para las demás alternativas:

**Tabla 23. Ejemplo del valor del VPMA de todas las alternativas.**

Alternativa	VPMA
1	0.2759
2	0.2915
3	0.3163

Como conclusión al ejercicio de este ejemplo, se observa que la alternativa uno es mejor que las otras dos (de acuerdo con los valores asignados solo para fines didácticos). Y aunque el mero hecho de observar qué alternativas son mejores que otras, puede ser muy útil para seleccionar aquellas que habrán de quedar plasmadas en el instrumento de planeación, el valor de aplicar esta metodología a esta etapa de la planeación no yace en ese hecho sino en que permite un análisis más profundo de todas las líneas de acción y de los criterios que las hacen valiosas para el instrumento de planeación. Además, esto se ve enriquecido por el hecho de que el ejercicio requiere y se nutre de la participación de expertos multidisciplinares.



MANUAL PARA LA PLANEACIÓN DE LA TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA A NIVEL SUBNACIONAL

## Capítulo IX Perspectiva de género

Aunque pudiera parecerlo, ninguna política pública será neutral en cómo impacta a los distintos grupos de personas que habitan en el estado. Esto ocurre porque inherentemente existen circunstancias distintas y diferencias históricas que han creado brechas en dichos grupos. En el caso de las mujeres, estas brechas existen tanto a nivel participativo en las actividades económicas, la toma de decisiones, el acceso a la educación, los roles sociales y la seguridad. Por ello, aunque en primera instancia pudiera parecer que las políticas públicas en materia de energía no afectan a mujeres y hombres por igual, es muy probable que si dichas políticas públicas no se plantean con una perspectiva de género, éstas sí terminen aumentando la brecha de género.

Esto ocurre porque el sector energético es fundamentalmente masculino. Como mencionan Ley y Centeno (Ley, 2020) “Con relación al sector de electricidad, agua y gas, del total de población ocupada, solo dos de cada diez personas ocupadas son mujeres, es decir, el sector de energía y agua es un ámbito poblado sobre todo por hombres (INEGI, 2019) (...) La apropiación masculina del sector energético ha propiciado que las actividades que se desarrollan en el sector energético mexicano estén sobrerrepresentadas por hombres y primordialmente matizadas con expectativas masculinas.”

Además, el sector es masculino no solo por la mayoritaria participación de hombres como trabajadores y tomadores de decisiones, sino por las dimensiones que son consideradas importantes en el sector, donde hasta ahora se ha relacionado el bienestar con el crecimiento económico y con el ingreso, invisibilizando otras dimensiones como:

- El tiempo del trabajo de cuidado (crianza de los y las niñas, de las personas enfermas o ancianas, limpieza y mantenimiento de las viviendas, y otros trabajos domésticos), que se ha impuesto social, histórica y culturalmente a la mujeres;
- El cuidado del medio ambiente y de los ecosistemas para garantizar las condiciones de vida de las generaciones futuras
- La importancia de actividades no productivas, como el ocio, el arte o la vida comunitaria para garantizar el bienestar colectivo y la salud mental.

Como se ha documentado ampliamente en las últimas décadas, la construcción de sociedades más justas y equitativas pasa necesariamente por mejorar la calidad de vida de niñas, adolescentes y mujeres,

que constituyen el 49.5% de la población mundial, lo cual incluye la eliminación de todas las formas de violencia contra ellas, y la construcción social de condiciones para superar las brechas, las desigualdades en el acceso a recursos y oportunidades y la inclusión de asuntos y temáticas asociados al bienestar de la sociedad en su conjunto.

Una perspectiva de género y de igualdad sustantiva, que garantice el pleno disfrute de los derechos humanos y proporcione la igualdad de oportunidades mediante la garantía de la igualdad de los resultados, deberá construir medidas efectivas y aprovechar el ordenamiento jurídico, institucional y social para construir el disfrute efectivo de los derechos, en este caso, para niñas, adolescentes y mujeres.

Para proponer y pensar la transición energética desde una perspectiva de género y de igualdad sustantiva, se deben observar 3 dimensiones. Dos en la cadena energética y una en la planeación estatal.

Dimensiones en la cadena energética:

1. La brecha en la participación de las actividades laborales y educativas y especialmente en la cadena energética, esto es, la participación laboral de hombres y mujeres, y la participación de hombres y mujeres en carreras afines al sector energético.
2. Los consumos energéticos diferenciados entre hombres y mujeres, esto es, la información disponible de cómo las mujeres y los hombres consumen diferentes tipos de energía de acuerdo con las actividades asociadas a sus roles.

Dimensión en la planeación social:

3. La economía del cuidado como una responsabilidad pública, que alude a la adecuación de los sistemas públicos de cuidado: salud, educación básica, saneamiento, cuidado de personas enfermas, cuidado de la primera infancia, ocio y esparcimiento en espacios públicos y eliminación de las formas de violencia contra niñas, adolescentes y mujeres.

## Metodología

El análisis de la perspectiva de género se realiza mediante 2 tareas principales. La primera de ellas consiste en un diagnóstico del contexto estatal en la materia y la segunda en una revisión de las líneas de acción que se propongan como parte del proceso de planeación.

El diagnóstico de género se basa en:

- El estudio del marco jurídico en materia de igualdad de género
- El estudio de las iniciativas de género de las dependencias del gobierno y de la iniciativa privada y la sociedad en materia de energía
- El análisis de datos económicos y de consumo de energía; ambos, a un nivel de desagregación entre mujeres y hombres<sup>31</sup>.

### Diagnóstico jurídico en materia de género

Se deben analizar los elementos jurídicos desde el nivel internacional, nacional y hasta el estatal. Esto es:

- Nivel internacional con carácter vinculante para México

---

31. Es muy importante señalar que si bien la metodología establece que se deben obtener datos sobre el consumo de energía para mujeres y para hombres por separado, a la fecha no existe información con ese grado de desagregación por lo que este punto no será explicado. Sin embargo esto también presenta la oportunidad para los estados de hacer esfuerzos de investigación para desarrollar este tipo de información.

- Nivel internacional con carácter no vinculante para México (pero deseable)
- Nivel nacional vinculante: leyes, decretos, reglamentos, normas, códigos
- Nivel estatal con carácter vinculante
- Nivel estatal con carácter institucional

Entre los puntos primordiales y que aquí se sugiere que sean revisados se encuentran, a nivel internacional y federal:

- Objetivos de Desarrollo Sostenible Organización de las Naciones Unidas
- Áreas de Trabajo de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 “No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera”
- Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2021

Y a nivel estatal:

- Ley de mujeres o ley contra la violencia, o ley para la igualdad,
- Los reglamentos dichas leyes
- Instituto estatal de la(s) mujer(es)
- Plan estatal de desarrollo
- Plan, programa o estrategia contra la violencia
- Programas para la igualdad

### **Diagnóstico de las iniciativas de género**

Para este análisis se debe recopilar la información pública en cuanto a los presupuestos asignados por los gobiernos estatales para la igualdad de género. Además también es deseable que se recopile información sobre el presupuesto que las secretarías del medio ambiente, de desarrollo económico y de movilidad, así como la comisión o agencia de energía asignan a iniciativas o programas con enfoque especial en las mujeres.

Es importante señalar que en la mayoría de los casos, además de conseguir la información por medio de las páginas de internet de estas dependencias es sumamente útil e importante entrevistar a las personas que se encarguen del tema en dichas dependencias. Esto permitirá conocer de mejor manera las iniciativas, mejorar las propuestas de género en los instrumentos de planeación de la transición energética y crear sinergias.

### **Diagnóstico de la participación de las mujeres en la actividad económica relacionada a energía en el estado**

Este estudio es similar al realizado en el diagnóstico energético y cierta información se puede utilizar con ambos fines como se explicará a continuación.

En primer lugar, es necesario recopilar información sobre la población, el territorio y el PIB estatal. Esta se puede encontrar a través del INEGI.

Posteriormente se deberá proceder a recopilar información sobre la participación de las mujeres en la actividad laboral y en el ámbito académico. Para la participación en las actividades económicas se debe consultar el INEGI y además, debe tomarse en cuenta que el subsector económico referente a las actividades de energía (el subsector 221) incluye también el suministro de agua, por lo que los datos no serán estrictamente exclusivos del sector energético.

Para el caso de la participación femenina en las carreras relacionadas con energía, el estudio de Ley (Ley, 2020) aporta información. Sin embargo, en caso de ser posible, también se recomienda el acerca-

miento con las universidades en el estado, para obtener información más localizada y actualizada. Además esto también tiene el potencial de detonar sinergias con dichas instituciones académicas.

Para finalizar, a continuación se presenta un resumen de la información sugerida que se deberá obtener para esta parte del diagnóstico de género.

Información	Fuente
Habitantes por rango de edad y sexo en el estado	INEGI
Población rural y urbana en el estado	INEGI
Distribución por sexo de la ocupación por sectores económicos al último trimestre	STP
Asistencia escolar en el estado por grupos de edad y sexo	INEGI
Situación laboral por sexo (población económicamente activa y desocupada)	
Participación por sexo en el subsector 221 de las cuentas nacionales y estatales	INEGI



MANUAL PARA LA PLANEACIÓN DE LA TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA A NIVEL SUBNACIONAL

## Conclusiones

El cambio climático es un problema de origen antropogénico cuya solución es la reducción de emisiones de GEI. Aunque esto parezca simple, en realidad requiere de acciones concretas que deben darse cuanto antes pues las actividades económicas aun dependen en gran medida de la quema de combustibles fósiles. Es por ello que tanto a nivel internacional como nacional se deben tener políticas claras enfocadas a reducir las emisiones de todos los sectores.

Dado que el sector energético es el que más emisiones aporta es uno de los que requieren atención primordial. El país se ha comprometido internacionalmente, a través del Acuerdo de París, a reducir sus emisiones. Este compromiso además lo ha llevado al ámbito nacional mediante la Ley de Transición Energética, la Ley General de Cambio Climático y la Ley de la Industria Eléctrica, principalmente.

No obstante, los estados de la república son un elemento clave en el diseño e implementación de políticas públicas locales que potencien y aseguren la reducción de emisiones de GEI en todos los sectores.

No obstante, también debe considerarse el compromiso nacional y de los estados a continuar con el desarrollo sustentable, el cual no solo implica la protección del medio ambiente sino también el desarrollo económico, la reducción de las desigualdades sociales, el fin de la pobreza, entre otras. Estos esfuerzos también se dan a nivel internacional y prueba de ello son los Objetivos del Desarrollo Sostenible. Sin embargo, la consecución de estos objetivos no solo significa la solución de problemas sino la mejora de la calidad de vida.

En ese sentido, la transición energética resulta clave para el desarrollo sostenible de los estados. La sustitución de los combustibles fósiles por fuentes de energías bajas en carbono y la eficiencia energética permitirán la reducción de los GEI del sector energético e impulsarán el desarrollo económico y social en los territorios de los estados.

Es por ello que los gobiernos de los estados de la república deben darse a la tarea de encontrar e implementar políticas públicas que aceleren y fomenten la transición energética, es decir, los estados deben planear la transición energética en sus territorios, de la mano con los esfuerzos nacionales.

La planeación, que resultará en instrumentos de planeación de la transición energética, significará que el estado toma una postura clara y definida en torno a la transición energética, atrayendo inversiones, proveyendo energía limpia y más asequible para la población y los sectores productivos y reduciendo las emisiones contaminantes en sus territorios.

Este Manual es una guía para que los gobiernos de los estados sigan paso a paso el proceso de la planeación, desde sus inicios hasta la publicación del instrumento de planeación de la transición energética resultante, lo cual les permitirá posteriormente implementar las líneas de acción que se hayan definido.

En la actualidad, las bases de la transición energética en México están siendo sentadas, por lo cual es importante que los gobiernos de los estados dejen cimientos sólidos que permitan a sus administraciones presentes y futuras continuar el camino trazado y adaptarlo en favor del medio ambiente, el desarrollo económico y la sociedad. Esto se logrará primero, con información clara y concisa, presentada en un sistema de información energética estatal; y luego, con políticas públicas definidas mediante la planeación de la transición energética.

# Referencias

- CEPAL, 2005. Metodología del marco lógico para la planificación y la evaluación de proyectos y programas, Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- CEPAL, 2018. Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética.
- CFE, 2019. Usuarios y consumo de electricidad (A partir de 2018). [En línea] Available at: <https://www.datos.gob.mx/busca/dataset/usuarios-y-consumo-de-electricidad-por-municipio-a-partir-de-2018/resource/38b7a514-78c2-4355-9ed0-d6ac72722952> [Último acceso: 1 marzo 2021].
- de la Rosa, A. L. O., 2010. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y ORGANIZACIONES PÚBLICAS: EXPERIENCIAS Y APRENDIZAJES A PARTIR DE UN PROCESO DE INTERVENCIÓN. Gestión y estrategias, Enero.Issue 37.
- DOF, 2009. Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas, s.l.: Gobierno de México.
- Doran, G., 1981. There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. [En línea]
- Available at: <https://community.mis.temple.edu/mis0855002fall2015/files/2015/10/S.M.A.R.T-Way-Management-Review.pdf>
- Friedrich Ebert Stiftung, 2021. Economía Verde Desarrollo con Bienestar y Compromiso con el Ambiente. [En línea] Available at: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/quito/08857.pdf>
- García Ochoa & Graizbord, 2016. Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional. s.l.:Economía, sociedad y territorio, 16(51), 289-337.
- Gobierno de México. SEMARNAT, 2015. INTENDED NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTION. [En línea] Available at: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Mexico%20First/MEXICO%20INDC%20003.30.2015.pdf>
- Gobierno de México. SEMARNAT, 2020. Nationally Determined Contributions. 2020 Update. [En línea] Available at: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Mexico%20First/NDC-Eng-Dec30.pdf>
- Grübler, A., Wilson, C. & Nemet, G., 2016. Apples, oranges, and consistent comparisons of the temporal dynamics of energy transitions. Energy Research & Social Science, 22(12), pp. 18-25.
- Haughey, D., 2014. A Brief History of SMART Goals. [En línea] Available at: <https://www.projectsmart.co.uk/brief-history-of-smart-goals.php>
- IDB, 2013. La Energía Solar Térmica, s.l.: Inter-American Development Bank.
- INECC, 2015. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero. [En línea] Available at: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>
- INECC, 2016. Vulnerabilidad actual. [En línea] Available at: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/vulnerabilidad-al-cambio-climatico-actual>
- INECC, 2018. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. [En línea] Available at: <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/index.html#>
- INEEL, 2008. La energía geotérmica: una opción tecnológica y económicamente madura, Cuernavaca: INEEL.
- INEGI, 2021. Cuéntame de México. Glosario de términos, s.l.: INEGI.
- INEGIb, 2021. Vehículos de motor registrados en circulación. Ciudad de México: s.n.
- IPCC Post. Lee, H. B. F., 2020. Energy is at the heart of the solution to the climate challenge. [En línea] Available at: <https://www.ipcc.ch/2020/07/31/energy-climatechallenge/>
- IPCC, 2014. Energy Systems. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [En línea] Available at: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_chapter7.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter7.pdf)
- IPCC, 2022. AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis. [En línea] Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- IRENA, 2020. Scenarios for the Energy Transition: Global experiences and best practices. [En línea] Available at: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Sep/IRENA\\_LTES\\_Global\\_experience\\_and\\_best\\_practice\\_2020.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Sep/IRENA_LTES_Global_experience_and_best_practice_2020.pdf)
- Kahn et al., K. M. R. N. C. N. M. H. P. R. J.-C. Y., 2019. IMF Working Paper. Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis, s.l.: s.n.
- Letcher, T. M., 2017. Wind Energy Engineering. A Handbook for Onshore and Offshore Wind Turbines.. s.l.:Academic Press.
- Ley, D. C. P., 2020. Mujeres y energía. [En línea] Available at: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45377/4/S2000277\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45377/4/S2000277_es.pdf)
- Masera, O., et al., 2010. Estudio sobre la evolución nacional del consumo de leña y carbón vegetal en México 1990-2024, Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Michaelides, E. E., 2012. Alternative Energy Sources. s.l.:s.n.
- Morillón, D., Escobedo, A. & García-Kerdan, I., 2015. Retos y oportunidades para la sustentabilidad energética en edificios de México: Consumo y uso final de energía en edificios residenciales, comerciales y de servicio. Ciudad de México: Instituto de Ingeniería - UNAM.
- OLADE, 2017. Manual de Estadística Energética 2017. [En línea] Available at: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0380.pdf>
- OLADE, 2017. Manual de Planificación Energética 2017. s.l.:s.n.
- ONU, 2015. Objetivos de Desarrollo Sostenible, s.l.: ONU.
- Pemex, 2021. Infraestructura. Disponible en: [pemex.com/nuestro-negocio/infraestructura/Paginas/default.aspx](https://pemex.com/nuestro-negocio/infraestructura/Paginas/default.aspx)

## MANUAL PARA LA PLANEACIÓN DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA A NIVEL SUBNACIONAL

- Peñaloza, J. D., 2019. Tesis de Maestría. Pobreza Energética. Caso de estudio: México, Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rogelj, J. y otros, 2019. Estimating and tracking the remaining carbon budget for stringent climate targets. *Nature*, Volumen 571, pp. 335-342.
- SEDETUR, 2021. Plan Maestro de Turismo Sustentable de Quintana Roo 2030. [En línea] Available at: <https://sedeturqroo.gob.mx/pmts2030/>
- SENER AZEL, 2018. Alcances y metodología general de la evaluación. [En línea] Available at: [https://dgel.energia.gob.mx/azel/Metodologias/metodologia\\_gral.html](https://dgel.energia.gob.mx/azel/Metodologias/metodologia_gral.html) [Último acceso: 2 10 2021].
- SENER INEL, 2018. ¿Qué son las energías limpias?. [En línea] Available at: <https://dgel.energia.gob.mx/inel/CleanEnergies.html> [Último acceso: 2 10 2021].
- SENER, 2018. Balance Nacional de Energía, Ciudad de México: Gobierno de México.
- SHCP, 2020. Diplomado de Presupuesto basado en Resultados. Módulo 3. Planeación estratégica. [En línea] Available at: [http://gobnacion.gob.mx/work/models/SEGOB/Resource/1093/8/images/Modulo-3\\_planeacion-estrategica.pdf](http://gobnacion.gob.mx/work/models/SEGOB/Resource/1093/8/images/Modulo-3_planeacion-estrategica.pdf)
- Tol, R. S. J., 2009. The Economic Effects of Climate Change. *Journal of Economic Perspectives*, 23(2), pp. 29-51.
- UK Government, 2010. STERN REVIEW: The Economics of Climate Change. Summary of Conclusions. [En línea] Available at: [https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20100407172811/https://www.hm-treasury.gov.uk/d/Summary\\_of\\_Conclusions.pdf](https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20100407172811/https://www.hm-treasury.gov.uk/d/Summary_of_Conclusions.pdf)
- UNFCCC, 2015. El Acuerdo de París. [En línea] Available at: <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/el-acuerdo-de-paris> [Último acceso: septiembre 2021].

# Listado de Figuras

Figura 1. Etapas de la cadena energética.	13	Figura 16. Diagrama de Sankey simplificado del proceso de generación de energía eléctrica en el estado de Tamaulipas.	39
Figura 2. Clasificación de distintos tipos de instrumentos de planeación.	22	Figura 17. Diagrama de Sankey del flujo energético anual del sistema eléctrico de Tamaulipas.	41
Figura 3. Las temáticas sirven como vínculo entre los elementos jurídicos y el marco jurídico del instrumento de planeación de la transición energética.	25	Figura 18. Ejemplo de evolución procesamiento de gas natural.	42
Figura 4. Esquema del marco jurídico a nivel federal relacionado con la transición energética.	26	Figura 19. Metodología para obtener consumos energéticos sectorizados y por año dentro de la entidad.	43
Figura 5. Ejemplo de una sección de marco jurídico presentada en forma de resumen mediante un mapa conceptual.	27	Figura 20. Ejemplo de presentación de resultados de consumo energético anual por sector.	48
Figura 6. Proceso de diagnóstico energético con base en el concepto de cadena energética.	30	Figura 21. Ejemplo de presentación de resultados de consumo por energético y por año para un sector.	48
Figura 7. Diagrama simplificado de Sankey del proceso de refinación.	33	Figura 22. Información disponible sobre potencial del recurso en INEL por tipo de tecnología.	54
Figura 8. Evolución en la producción de petrolíferos en la refinería Madero (PJ).	34	Figura 23. Ejemplo de mapa temático con Densidad de potencia eólica a 120 m de altura.	57
Figura 9. Evolución en la producción de petrolíferos en la refinería Madero (%).	34	Figura 24. Ejemplo de mapa temático con Velocidad del viento promedio anual a 120 m de altura.	57
Figura 10. Regiones de Control y Regiones de Transmisión del SEN.	35	Figura 25. Ejemplo de mapa temático con Velocidad del viento promedio anual a 150 m de altura.	58
Figura 11. Ubicación de las centrales de generación eléctrica en el Estado de Tamaulipas.	37	Figura 26. Histograma de velocidades estimadas entre 2016 y 2019 para un punto de alto potencial y aproximación mediante distribución de Weibull.	58
Figura 12. Capacidad instalada por tecnología en el Estado de Tamaulipas (%).	38	Figura 27. Ejemplo de mapa temático con Líneas de transmisión y polígonos con elevado potencial eólico según el escenario 3 de AZEL.	59
Figura 13. Capacidad instalada por modalidad en el Estado de Tamaulipas (%).	38	Figura 28. Ejemplo de mapa temático con Factor de Planta (FP) estimado para parque eólicos ubicados en los polígonos del Escenario 3 de AZEL.	60
Figura 14. Evolución en la generación de energía eléctrica por tecnología en el estado de Tamaulipas (GWh).	38	Figura 29. Ejemplo de mapa con Irradiación Directa Normal.	61
Figura 15. Evolución en la generación de energía eléctrica por tecnología en el estado de Tamaulipas (%).	38		

Figura 30. Ejemplo de mapa temático con Líneas de transmisión y polígonos con alto potencial solar del escenario 3 de AZEL.	62	Figura 37. Ejemplos de presentación de potencial de aprovechamiento energético por distintos tipos de bioenergía.	66
Figura 31. Ejemplo de mapa temático con Factor de Planta de centrales solares fotovoltaicas de eje fijo para los polígonos de alto potencial.	62	Figura 38. Localización de puntos de interés para el aprovechamiento de energía a partir de biomasa.	67
Figura 32. Ejemplo de mapa temático con Factor de Planta de centrales con seguimiento en un eje para los polígonos de alto potencial.	62	Figura 39. Metodología para proponer medidas de eficiencia energética a nivel subnacional.	71
Figura 33. Ejemplo de evolución de la capacidad instalada SFVGD.	63	Figura 40. Estructura jerárquica del instrumento de planeación de la transición energética	75
Figura 34. Ejemplo de comparativa de capacidad SFVGD instalada per cápita.	63	Figura 41. Esquema de etapa de Identificación del problema y alternativas de solución del MML.	76
Figura 35. Ejemplo de gráfico del porcentaje de viviendas a nivel subnacional con calentador solar, de gas, mixto o aquellas que no cuentan con ninguno.	64	Figura 42. Proceso secuencial de Análisis del problema.	77
Figura 36. Ejemplo de mapa temático con Temperatura probable del subsuelo en el territorio estatal de Puebla.	65	Figura 43. Árbol de problemas completo.	78
		Figura 44. Árbol de soluciones con fines y medios definidos.	79
		Figura 45. Significado del acrónimo S.M.A.R.T.	80

# Listado de Tablas

Tabla 1. Refinerías existentes en México en octubre de 2021.	32	Tabla 14. Ejemplo de valores de ponderación de los criterios de evaluación de las alternativas.	84
Tabla 2. Régimen Térmico y Usos Propios promedio por tipo de tecnología.	36	Tabla 15. Ejemplo de evaluación de la alternativa 1.	84
Tabla 3. Tarifas 2010 – 2017.	45	Tabla 16. Ejemplo de evaluación de la alternativa 2.	84
Tabla 4. Tarifas eléctricas a partir de 2018.	46	Tabla 17. Ejemplo de evaluación de la alternativa 3.	85
Tabla 5. Tarifas sector residencial.	46	Tabla 18. Ejemplo de normalización lineal de los valores cuantitativos de la evaluación de las alternativas.	86
Tabla 6. Tarifas sector comercial y de servicios.	46	Tabla 19. Valores normalizados para la evaluación cualitativa con 4 opciones.	86
Tabla 7. Tarifas sector industrial.	47	Tabla 20. Valores normalizados para la evaluación cualitativa con 3 opciones.	86
Tabla 8. Tarifas sector público.	47	Tabla 21. Ejemplo de la normalización de los valores evaluados de todas las alternativas en todos los criterios.	87
Tabla 9. Tarifas sector agropecuario.	47	Tabla 22. Ejemplo del valor ponderado de la evaluación normalizada de todas las alternativas en todos los criterios.	87
Tabla 10. Consumo de energía en el sector residencial (Petajoules).	51	Tabla 23. Ejemplo del valor del VPMA de todas las alternativas.	88
Tabla 11. Tecnologías evaluadas en el AZEL por tipo de Recurso Renovable de energía.	55		
Tabla 12. Estratificación de MIPyMEs.	70		
Tabla 13. Ejemplo de criterios de evaluación de alternativas.	83		

# Fuentes recomendadas para obtención de información

Acuerdo de París (NDCs)	<a href="https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/603401/Contribuci_n_Determinada_a_nivel_Nacional.pdf">https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/603401/Contribuci_n_Determinada_a_nivel_Nacional.pdf</a>
Objetivos de Desarrollo Sostenible	<a href="https://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/">https://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/</a>
Ley de Transición Energética	<a href="http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf">http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf</a>
Ley General de Cambio Climático	<a href="http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_061120.pdf">http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_061120.pdf</a>
Ley de la Industria Eléctrica	<a href="http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIElec_090321.pdf">http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIElec_090321.pdf</a>
Plan Nacional de Desarrollo	<a href="https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&amp;fecha=12/07/2019">https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&amp;fecha=12/07/2019</a>
Estrategia Nacional de Transición Energética	<a href="https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5585823&amp;fecha=07/02/2020">https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5585823&amp;fecha=07/02/2020</a>
Estrategia Nacional de Cambio Climático	<a href="https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf">https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf</a>
Producción de petróleo crudo por estado	<a href="https://sie.energia.gob.mx/">https://sie.energia.gob.mx/</a>
Refinación (producción de petrolíferos)	
Procesamiento de gas natural por CPG	
Consumo de hidrocarburos por sector	
Sectorización del consumo de hidrocarburos para los casos en que el SIE no lo presenta	<a href="https://www.gob.mx/sener/documentos/prospectivas-del-sector-energetico">https://www.gob.mx/sener/documentos/prospectivas-del-sector-energetico</a> <a href="https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618408/20210218_BNE.pdf">https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618408/20210218_BNE.pdf</a>
Consumo de energía eléctrica por tarifas 2010 a 2017	<a href="https://www.datos.gob.mx/busca/dataset/usuarios-y-consumo-de-electricidad-por-municipio-2010-2017">https://www.datos.gob.mx/busca/dataset/usuarios-y-consumo-de-electricidad-por-municipio-2010-2017</a>
Consumo de energía eléctrica por tarifas a partir de 2018	<a href="https://www.datos.gob.mx/busca/dataset/usuarios-y-consumo-de-electricidad-por-municipio-a-partir-de-2018">https://www.datos.gob.mx/busca/dataset/usuarios-y-consumo-de-electricidad-por-municipio-a-partir-de-2018</a>
Mapa de Hidrocarburos	<a href="https://mapa.hidrocarburos.gob.mx/">https://mapa.hidrocarburos.gob.mx/</a>
PRODESEN 2018 – 2032	<a href="https://www.gob.mx/sener/acciones-y-programas/programa-de-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-33462">https://www.gob.mx/sener/acciones-y-programas/programa-de-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-33462</a>
PRODESEN 2020	<a href="https://www.gob.mx/sener/articulos/prodesen-2020-2034">https://www.gob.mx/sener/articulos/prodesen-2020-2034</a>
PIIRCE 2018	<a href="http://base.energia.gob.mx/prodesen/PRODESEN2018/BDGPIIRCE.xlsx">http://base.energia.gob.mx/prodesen/PRODESEN2018/BDGPIIRCE.xlsx</a>
CRE Generación Distribuida	<a href="https://www.gob.mx/cre/articulos/generacion-distribuida-102284">https://www.gob.mx/cre/articulos/generacion-distribuida-102284</a>
CRE Permisos de Generación	<a href="https://www.cre.gob.mx/Permisos/">https://www.cre.gob.mx/Permisos/</a>
Operación del mercado eléctrico Obtren	<a href="https://obtrenmx.org/">https://obtrenmx.org/</a>

**MANUAL PARA LA PLANEACIÓN DE LA TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA A NIVEL SUBNACIONAL**

<b>Potencial de Energías Limpias (INEL)</b>	<a href="https://dgel.energia.gob.mx/inel/">https://dgel.energia.gob.mx/inel/</a>
<b>Potencial de Energías Limpias (AZEL)</b>	<a href="https://dgel.energia.gob.mx/azel/">https://dgel.energia.gob.mx/azel/</a>
<b>Uso de leña y carbón vegetal</b>	Masera, O., et.al. (2010)
<b>Uso de calentadores de agua (ENIGH)</b>	<a href="https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2020/">https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2020/</a>
<b>Ahorro en calentadores solares (NOM-027-ENER/SCFI-2018)</b>	<a href="https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5536063&amp;fecha=28/08/2018">https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5536063&amp;fecha=28/08/2018</a>
<b>Poderes caloríficos de los combustibles</b>	<a href="https://conuee.gob.mx/transparencia/boletines/SITE/LISTA_DE_COMBUSTIBLES_2020.pdf">https://conuee.gob.mx/transparencia/boletines/SITE/LISTA_DE_COMBUSTIBLES_2020.pdf</a>
<b>Pobreza energética</b>	<a href="http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&amp;pid=S1405-84212016000200289&amp;lng=es&amp;nrm=iso">http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&amp;pid=S1405-84212016000200289&amp;lng=es&amp;nrm=iso</a>
	<a href="http://132.248.9.195/ptd2019/diciembre/0798929/Index.htmlTexto%20completo">http://132.248.9.195/ptd2019/diciembre/0798929/Index.htmlTexto%20completo</a>
<b>Usos finales del sector residencial</b>	<a href="https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331760/S1800496_es.pdf">https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331760/S1800496_es.pdf</a>
<b>Global Wind Atlas</b>	<a href="https://globalwindatlas.info/">https://globalwindatlas.info/</a>
<b>Base de Datos Nacional de Radiación Solar (NSRDB)</b>	<a href="https://nsrdb.nrel.gov/">https://nsrdb.nrel.gov/</a>
<b>Datos solar y eólica</b>	<a href="https://www.renewables.ninja/">https://www.renewables.ninja/</a>
<b>Información poblacional</b>	<a href="https://www.inegi.org.mx/datos/">https://www.inegi.org.mx/datos/</a>
	<a href="https://www.inegi.org.mx/datos/?t=0120">https://www.inegi.org.mx/datos/?t=0120</a>
	<a href="https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2020.aspx">https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2020.aspx</a>
<b>PIB</b>	<a href="https://www.inegi.org.mx/programas/pibent/2013/">https://www.inegi.org.mx/programas/pibent/2013/</a>
<b>Información laboral</b>	<a href="https://www.inegi.org.mx/temas/empleo/">https://www.inegi.org.mx/temas/empleo/</a>
	<a href="https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Ocupacion_sectores.html">https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Ocupacion_sectores.html</a>

# MANUAL PARA LA PLANEACIÓN DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA A NIVEL SUBNACIONAL

México | MMXXI

UNA COLABORACIÓN DE:

