



PROGRAMA DE FOMENTO Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA PARA EL ESTADO DE TAMAULIPAS

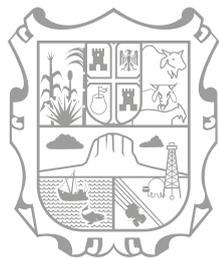
Comisión de Energía de Tamaulipas

Noviembre 2021



En memoria de Daniel Chacón Anaya, quien dedicó su vida a la lucha contra el cambio climático y nos deja como legado no solo sus ideas y los proyectos que de ellas partieron, sino el ejemplo del trabajo arduo y el esfuerzo por un mundo mejor. Sus colegas y amigos vemos con orgullo la materialización de el trabajo que él comenzó.

www.tamaulipas.gob.mx



Tam
GOBIERNO DEL ESTADO



Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas

Comisión de Energía de Tamaulipas

Noviembre 2021

Autores

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

Coordinación:

María Antonieta Gómez López (CETAM)
Aldo Alberto Rodríguez Ramírez (CETAM)
Ana Cecilia Porte Petit (GIZ)
Ricardo Rubén Cruz Salinas (ICM)

Diseño y formación:

Angel Armando Moreno Benítez (ICM)

El Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas fue elaborado por la Comisión de Energía de Tamaulipas (CETAM) en cooperación con el Programa de apoyo a la transición energética en México (TrEM) implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH con la Iniciativa Climática de México A.C. (ICM) como asesor técnico científico y del proceso de planeación.

Agradecemos al Grupo de Trabajo por su participación en las sesiones de trabajo.

MENSAJE DEL GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE TAMAULIPAS LIC. FRANCISCO GARCÍA CABEZA DE VACA

Tamaulipas es una entidad federativa comprometida con el desarrollo sustentable y consiente del uso racional que debe de tener la energía para reducir los efectos del cambio climático a los que nos estamos enfrentado año a año, es por ello que en 2021 se aprobó la Ley para el Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía en el Estado de Tamaulipas, a fin de aprovechar las ventajas con las que cuenta nuestro Estado.

El Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas, que se deriva de dicha Ley y que a continuación se presenta, busca constituirse como un instrumento que establece los objetivos, metas, estrategias y líneas de acción para impulsar el uso sustentable de la energía y el desarrollo sostenible en el Estado.

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) ha destacado la gran influencia que ha tenido el uso de la energía sobre el calentamiento global y Tamaulipas es una de las principales zonas en México que pueden verse afectadas como consecuencia de este cambio climático, por lo que es necesario realizar acciones que favorezcan a las energías renovables y se haga un uso racional de las energías convencionales.

Nuestro Estado cuenta con un gran potencial renovable, tanto eólico como solar, que puede ayudar a descarbonizar la economía, no solo de Tamaulipas, sino de México. Prueba de ello es el gran crecimiento de la generación de energía eléctrica proveniente de la fuente eólica, que cada año ayudan a evitar poco más de 3 millones de toneladas de CO₂.

Estoy seguro que este Programa consolidará a Tamaulipas como el Estado energético por excelencia y a la vanguardia en desarrollo sustentable, ayudará a una reducción de emisiones contaminantes y contribuirá con el cumplimiento de los objetivos y estrategias planteados en el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022.

Agradezco el apoyo de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México (GIZ) a través del Programa de Apoyo a la Transición Energética en México (TrEM) así como a Iniciativa Climática de México (ICM) por su invaluable soporte en la elaboración del Programa.

MENSAJE DE LIC. MA. ANTONIETA GÓMEZ LÓPEZ, ENCARGADA DEL DESPACHO DE LA COMISIÓN DE ENERGÍA DE TAMAULIPAS

Desde siempre Tamaulipas ha tenido una vocación energética, desde el siglo pasado las energías convencionales impulsaron el desarrollo económico del Estado, y en este siglo las energías renovables han sido un soporte para que el desarrollo económico de Tamaulipas se dé de manera sostenible.

El potencial con el que cuenta Tamaulipas, tanto en energías convencionales como en energías renovables, ha sido una prueba de esta vocación energética, y se busca que todas y todos seamos partícipes de acciones que contribuyan a que tengamos un mejor Tamaulipas.

Es por ello, que el Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas busca ser una herramienta para impulsar el desarrollo sostenible en la Entidad, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mantener la competitividad de nuestro Estado.

Agradezco al sector académico, social y privado su participación en este instrumento por medio del Grupo de Trabajo y las diferentes sesiones que se llevaron a cabo, con el fin de identificar medidas que beneficien a todas las tamaulipecas y tamaulipecos.

El Programa busca contribuir con las metas y objetivos a los que se ha comprometido México a fin de dar cumplimiento al Acuerdo de París y a los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, ya que los gobiernos subnacionales también podemos contribuir con estas metas y fortalecer el federalismo en México.

CONTENIDO

MARCO JURÍDICO	11	INDICADORES	49
Ámbito Federal	12	Fuentes del consumo energético	51
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	12	Economía	51
Ley de Planeación	12	Producto Interno Bruto	51
Ámbito Estatal	12	Intensidad Energética	53
PERSPECTIVA DE GÉNERO	15	Energía por vehículo	54
Introducción	16	Energía per Cápita	55
Características generales del estado de Tamaulipas	16	Indicadores Sociales	56
Diagnóstico de perspectiva de género en el estado de Tamaulipas	17	Pobreza Energética	56
¿Por qué es fundamental incluir una perspectiva de género e igualdad sustantiva en una planeación energética?	17	Poblaciones indígenas	57
Diagnóstico institucional	22	POTENCIALES DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES E IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	61
DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ESTATAL	27	Potencial de aprovechamiento de energías renovables	62
Introducción	28	Recurso solar	63
Resultados	28	Centrales fotovoltaicas de gran escala	65
Producción	29	Generación fotovoltaica distribuida	68
Transformación – Refinación de petróleo y procesamiento de gas	30	Aprovechamiento térmico	70
Transformación – Capacidad de generación	33	Recurso eólico	72
Transformación – Generación eléctrica	35	Recurso bioenergético	78
Balance del sector eléctrico	36	Potencial de producción y uso del hidrógeno verde	87
Consumo de electricidad	38	Medidas de eficiencia energética	89
Precio de Electricidad	41	Diagnóstico	89
Transformación – Generación distribuida	44	Sector industrial	93
Consumo por energético y por sector	45	Sector Residencial	104
		Sector Comercial y Servicios	108
		Sector Público	113
		Sector Transporte	116
		Sector Agropecuario	119

MISIÓN, VISIÓN Y OBJETIVOS	123	ANEXOS	143
Misión	124	Anexo Metodológico del Diagnóstico	144
Visión	124	Producción	144
Metodología para definir los objetivos del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas	125	Transformación	144
Metodología de Marco Lógico	125	Consumo	147
Análisis del problema	125	Indicadores	150
Árbol de problemas del Estado de Tamaulipas	126	Anexo metodológico para la toma de decisiones	156
Análisis de alternativas de solución	129	Alternativas para el Eje 1	157
Árbol de soluciones del Estado de Tamaulipas	129	Alternativas para el Eje 2	157
Ejes del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas	133	Alternativas para el Eje 3	159
LÍNEAS DE ACCIÓN	135	Alternativas para el Eje 4	159
Líneas de Acción del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas	136	REFERENCIAS	163
		FIGURAS	170
		TABLAS	175



MARCO JURÍDICO

Ámbito Federal

El Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas tiene fundamento jurídico desde el nivel federal a partir de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en la Ley de Planeación. Además, debe considerarse la alineación al Plan Nacional de Desarrollo y los fundamentos plasmados en la Ley de Transición Energética, así como en la Ley General de Cambio Climático.

Es igualmente importante señalar la alineación a los Objetivos del Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030, esto a través de la alineación al Plan Estatal de Desarrollo.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos plasma en sus artículos los derechos al medio ambiente sano y a la protección de la salud. También establece que el desarrollo nacional debe ser integral y sustentable.

Ley de Planeación

La Ley de Planeación tiene entre sus objetivos el desarrollo equitativo, incluyente, integral, sustentable y sostenible, y el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus metas.

Ley de Transición Energética

Tiene como objeto, regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como la reducción de las emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica.

Ámbito Estatal

El Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas está alineada al Plan Estatal de Desarrollo Tamaulipas 2016-2022. Además, desde el ámbito estatal, el presente Programa encuentra fundamento en las leyes según se presenta en la Figura 1.

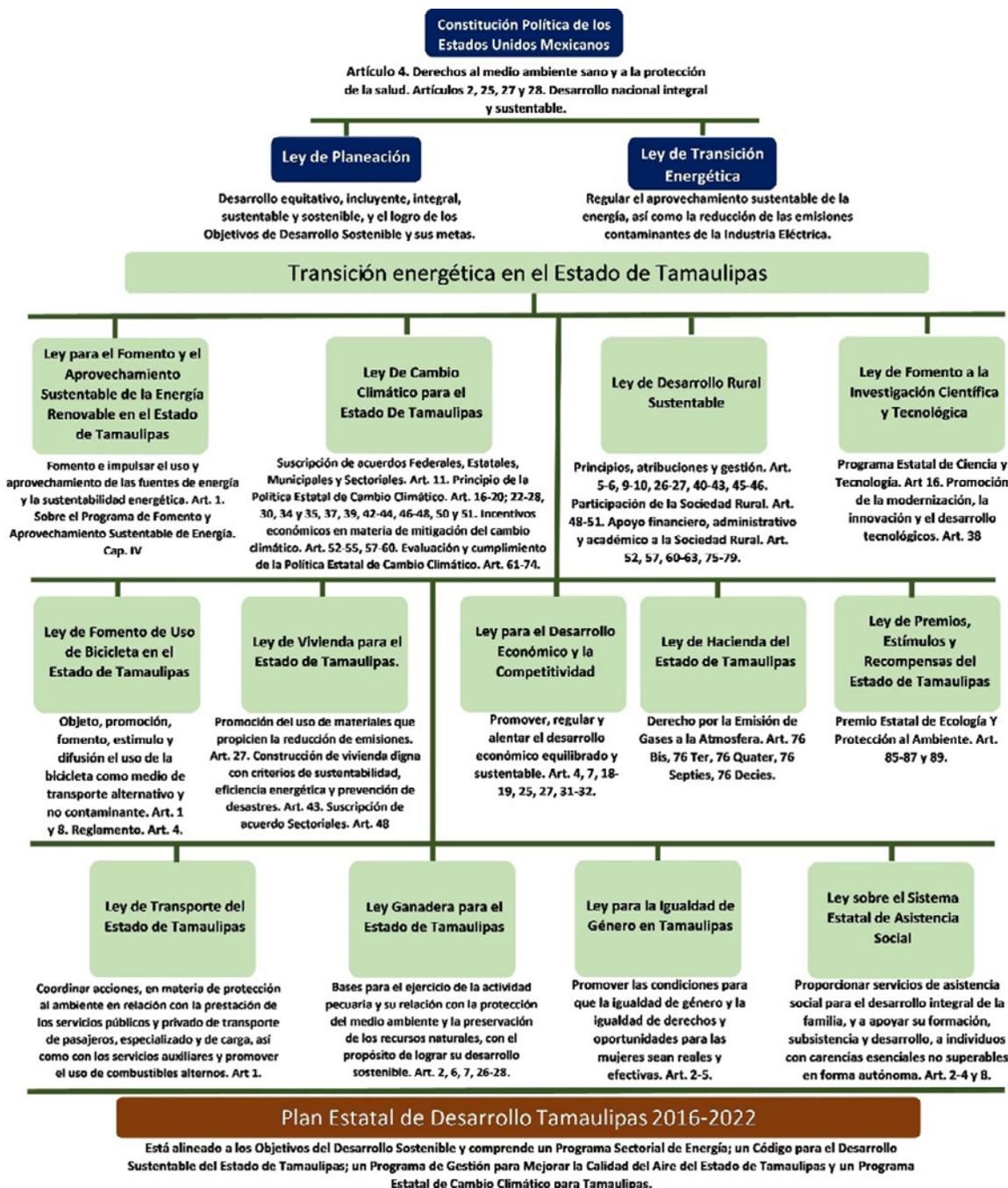


Figura 1. Marco jurídico del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas.



PERSPECTIVA DE GÉNERO

Introducción

Una componente ineludible y de vital importancia para el Gobierno del Estado de Tamaulipas es la perspectiva de género. Ésta se ve, dentro del marco del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas, como un eje transversal en el que se deben alinear y definir los objetivos y líneas de acción.

En consecuencia, se ha realizado un estudio consistente en 2 etapas para asegurar que el Programa contempla la perspectiva de género y que las líneas de acción plasmadas no afectarán de forma negativa la equidad entre hombres y mujeres, reconociendo de antemano la brecha sistémica que existe entre ambos géneros.

La primera etapa consiste en el diagnóstico en materia de perspectiva de género para el estado de Tamaulipas, con un enfoque holístico, pero en torno al sistema energético del Estado. La segunda etapa consiste en la revisión de las líneas de acción establecidas en la sección anterior de este documento, desde una perspectiva de género, para indicar recomendaciones y puntos clave a seguir en la ejecución de dichas líneas de acción.

Características generales del estado de Tamaulipas

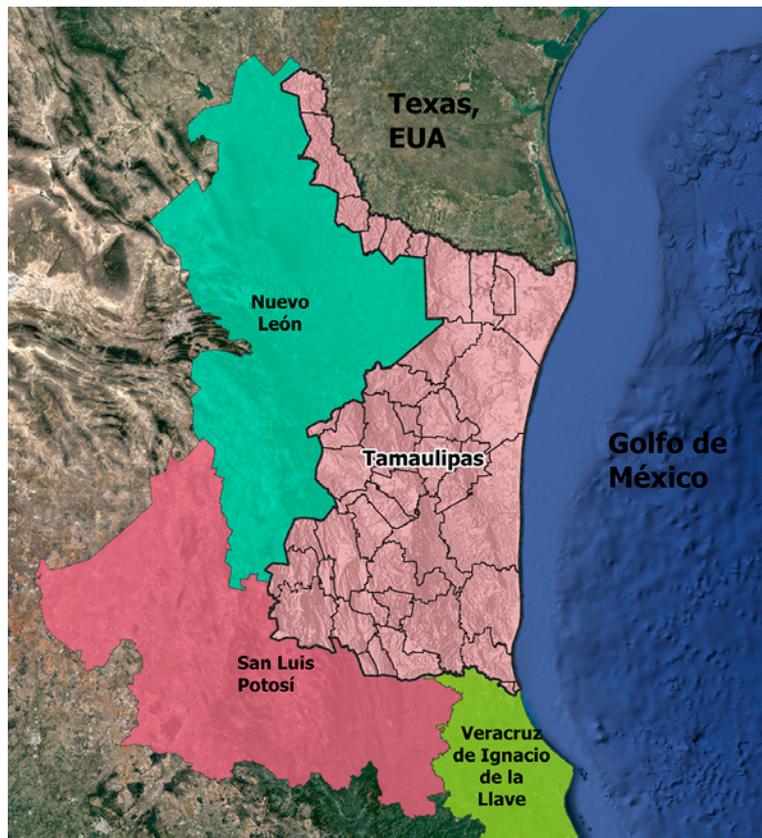
Tamaulipas está ubicado en la región Noreste del país, limitando al norte con Estados Unidos, al este con el Golfo de México, al sur con los estados de Veracruz y San Luis Potosí y al oeste con Nuevo León (INEGI, 2021).

Las características climáticas de la entidad se caracterizan por tener condiciones de clima cálido subhúmedo en un 58% de la superficie estatal. Siendo también importante, en términos de superficie de territorio cubierta, es el clima seco y semiseco (38%). Por último, el estado de Tamaulipas también tiene presencia de clima cálido húmedo y templado subhúmedo, con 2% cada uno. La temperatura media anual en el estado es alrededor de 23.5 °C. La precipitación media estatal es de 780 mm anuales, las lluvias se presentan en los meses de junio a septiembre (INEGI, 2021 b).

Según los datos del CONEVAL, en 2020 el 34.9% de la población (1.23 millones de personas) se encuentran en situación de pobreza moderada y el 3.8% (133 miles de personas) en pobreza extrema (CONEVAL, 2020). La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 21.0% (739 miles de personas), mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 13.4% (471 miles de personas). Para este mismo año, 19.6% de la población en Tamaulipas no tenía acceso a servicios de salud, 14.1% no contaba con acceso a alimentación y el 8.1% no tenía acceso a los servicios básicos de la vivienda (CONEVAL, 2020).

Figura 2. Ubicación del estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.



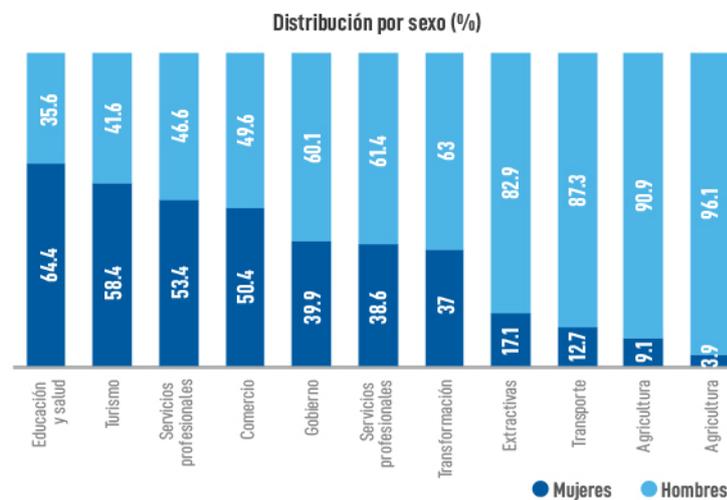
Diagnóstico de perspectiva de género en el estado de Tamaulipas

¿Por qué es fundamental incluir una perspectiva de género e igualdad sustantiva en una planeación energética?

Partimos del hecho de que el sector energético es fundamentalmente masculino.

Figura 3. Distribución por sexo de la ocupación por sectores económicos en el cuarto trimestre 2020.

Fuente: Tomada de STPS, 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. 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.” (CEPAL, 2020).

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 intente garantizar el pleno disfrute de los derechos humanos, superando la igualdad formal y de la igualdad de oportunidades mediante la garantía de la igualdad de los resultados, debe 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 analizan dos dimensiones en la cadena energética y una dimensión de la planeación estatal.

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 diferenciales entre hombres y mujeres, esto es, si existe información disponible de cómo las mujeres y los hombres consumen diferentes tipos de energía de acuerdo con las actividades asociadas a los roles.
3. La economía del cuidado, asociada a la planeación estatal y como una responsabilidad pública, 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.

Sobre la participación de mujeres en el ámbito académico, laboral, posición en la estructura organizativa y nivel de remuneraciones

Tamaulipas tiene 3.527.735 habitantes, de los cuales 1.791.595 (50.75%) son mujeres y 1.736.140 son hombres (49.21%), siendo el catorceavo estado con más habitantes. Su densidad poblacional es de 44 personas por kilómetro cuadrado y para el año 2020, el 90% de su población vivía en localidades rurales y solo el 10% en localidades urbanas (Inegi, 2020).

Figura 4. Habitantes por rangos de edad y sexo en la Tamaulipas.

Fuente: INEGI, 2020.

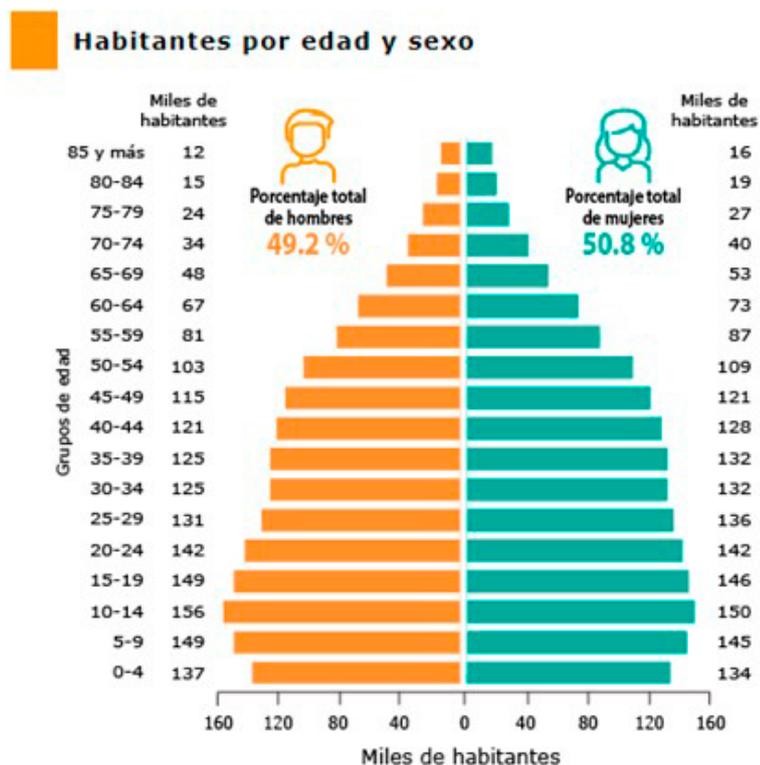
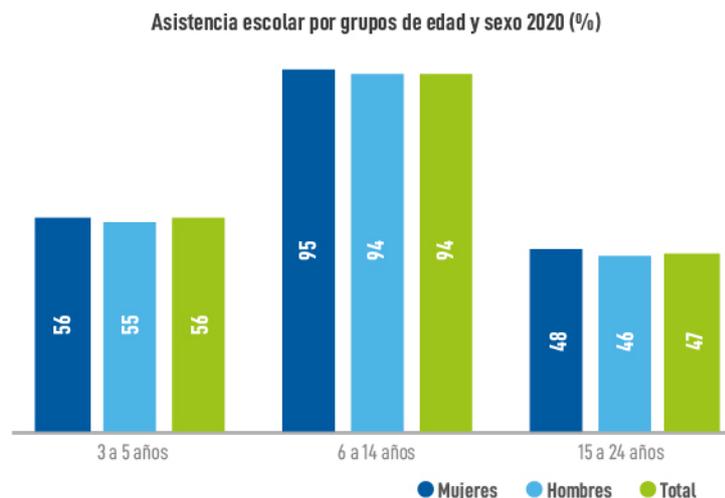


Figura 5. Asistencia escolar en la Tamaulipas por grupos de edad y sexo 2020.

Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020.

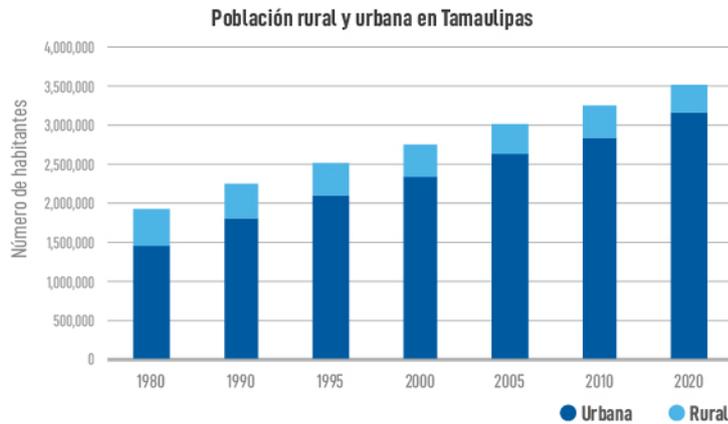


De acuerdo con el censo del 2020, la población de Tamaulipas en 90% vive en localidades urbanas. A pesar de esto, en el estado hay 6.520 localidades rurales y solo 46 localidades urbanas.

El estado ocupa el 11º lugar con el mayor grado de escolarización en la población de 15 años con un promedio de 9.7 años de escolaridad. Por otra parte, de cada 100 personas de 15 años en adelante, 3 no tienen ningún grado de escolaridad, 48 tienen la educación básica terminada, 26 finalizaron la educación media superior y 23 concluyeron la educación superior. Se puede observar que en general, la asistencia escolar, en todos los rangos de edad, es mayor en las mujeres (INEGI, 2020).

Figura 6. Población rural y urbana de Tamaulipas.

Fuente: SEMARNAT, 2010; INEGI, 2020.



Para el año 2020 en el estado la población en condición de pobreza extrema incrementó significativamente. Según la Medición Multidimensional de la Pobreza en México (Coneval, 2020), para el año 2018 el 3% de la población estaba en situación de pobreza, pero para el 2020 la pobreza aumentó al 3.8%.

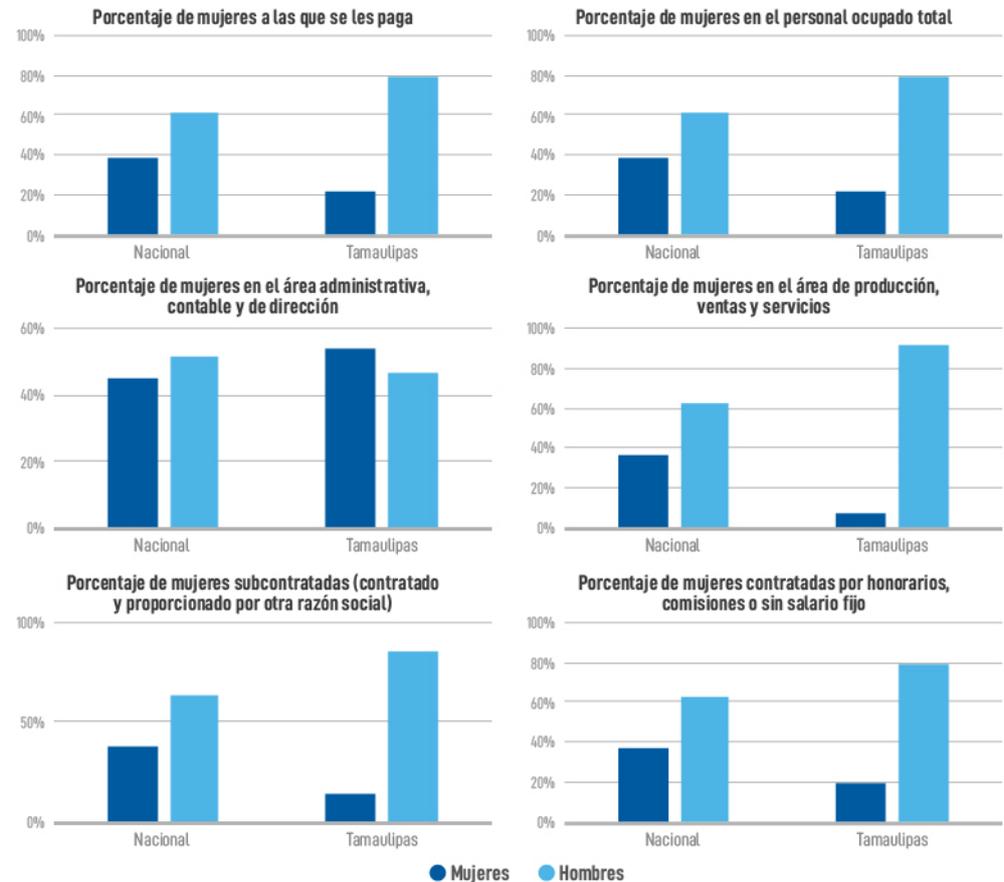
Por su parte, la relación laboral nos muestra que hay un alto porcentaje de mujeres con edad para trabajar, pero muy poco porcentaje de mujeres es económicamente activa o está ocupada. Por el contrario, a pesar de haber menos hombres con edad para trabajar, éstos son los que mayoritariamente están ocupados o económicamente activos.

A partir del ordenamiento y análisis de datos e indicadores secundarios consultados en los sistemas de cuentas nacionales y relevantes a la posición que ocupan las mujeres respecto a los hombres en ámbitos públicos y privados, tales como situación laboral, niveles de ingresos en el sector y en los hogares, niveles educativos, entre

otros; se puede presentar una aproximación del grado de igualdad que se presenta en la entidad federativa en estos rubros (Figura 7). La información presentada en este capítulo emplea datos obtenidos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) en la Encuesta de Ingreso y Gasto de los Hogares 2018, el Censo Económico 2019 y el Censo de Población y Vivienda 2020, principalmente.

Figura 7. Participación de las mujeres en el sector 221 de las cuentas nacionales.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONEVAL, 2020.



Los datos consultados en el Censo Económico (INEGI, 2019b), sobre la participación de mujeres en el ámbito laboral, posición en la estructura organizativa y nivel de remuneraciones presenta datos hasta nivel subsector (subsector 221 Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final) situación que impide acotar en las unidades económicas que se dedican a la generación y comercialización de energía eléctrica (rama 2211 Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica), limitando el panorama del nivel de perspectiva de género en esta actividad económica al compartir datos con las actividades destinadas al suministro de agua y gas. De esta forma, se identifica la necesidad de un estudio para que se pueda acotar la disposición de estos datos al sector energético como resultado de investigaciones de campo posteriores o con la actualización en los datos del Censo.

Se observa que la brecha de participación es mayor en Tamaulipas con respecto a los indicadores nacionales para ocupación en el sector, en especial en el personal ocupado total, mujeres que obtienen paga y contratadas por honorarios, comisiones o sin salario fijo. Además, el porcentaje de mujeres en el área de producción, ventas y servicios, la diferencia en la participación entre hombres y mujeres es mucho más alta que el promedio nacional.

La brecha de ingreso trimestral entre hombres y mujeres en todos los niveles de escolaridad presenta niveles significativos en los datos observados. Se advierte que para todos los niveles de escolaridad los ingresos de los hombres superan a los de las mujeres, especialmente cuando se incrementa el nivel de escolaridad.

Figura 8. Participación de las mujeres en el sector 221 de las cuentas nacionales.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONEVAL, 2020.

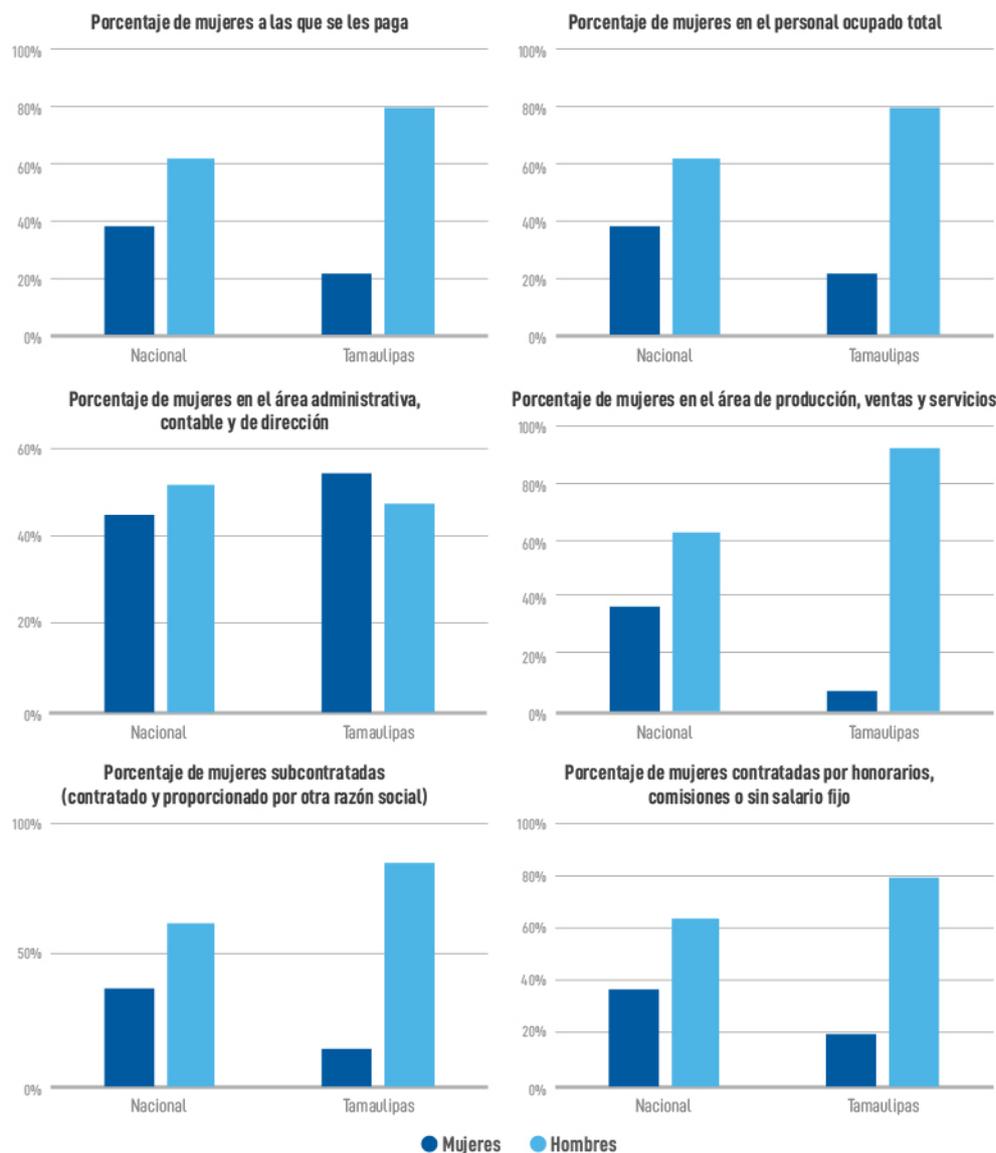
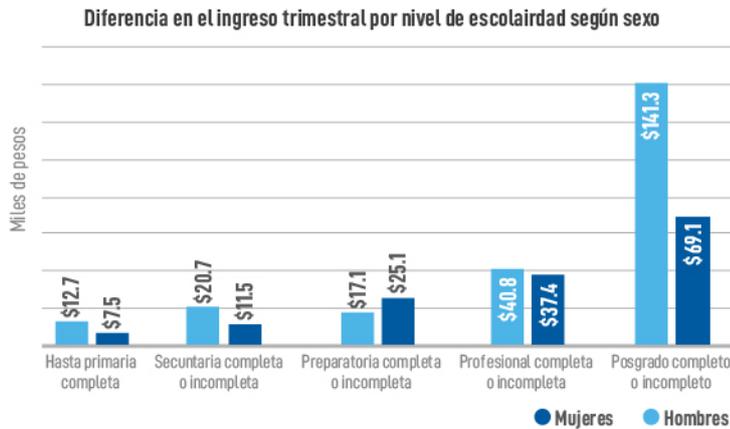


Figura 9. Diferencias en el salario según el sexo y la escolaridad en Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con base en ENIGH, INEGI, 2018.



Por una parte, esto puede relacionarse con la baja participación de las mujeres en cargos de mandos medios y en posiciones de toma de decisiones o de alta responsabilidad en la cadena energética, que requieren estudios especializados y posgrados. Adicionalmente, cabe señalar que existe una serie de trabajos no remunerados asociados a las labores de cuidado y al trabajo doméstico y del hogar, con participación principalmente de las mujeres, constituyendo la base de la llamada “doble jornada”.

Diagnóstico institucional

El presente diagnóstico consiste en un ejercicio simple de traducción de la información cualitativa obtenida en términos cuantitativos que permita ilustrar el grado en el que las instituciones facilitan, promueven o vigilan acciones concretas en torno a la generación de estrategias que aumenten los niveles de perspectiva de género en el sector energético:

- a) la aplicación del marco legal para la igualdad entre mujeres y hombres y el acceso de las mujeres a una vida libre de violencia en el sector energético;
- b) los mecanismos de vigilancia y alerta para el sector, y;
- c) los mecanismos de transparencia aplicables en el contexto del caso a las instituciones, la organización comunitaria y la empresa.

A continuación se presenta el marco jurídico que respalda y motiva acciones en materia de género:

a) Objetivos de Desarrollo Sostenible Organización de las Naciones Unidas

1. Fin de la pobreza. Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo

1.4 Garantizar que todos los hombres y mujeres, en particular los pobres y los vulnerables, tengan los mismos derechos a los recursos económicos, así como acceso a los servicios básicos, la propiedad y el control de la tierra y otros bienes, la herencia, los recursos naturales, las nuevas tecnologías apropiadas y los servicios financieros, incluida la microfinanciación.

5. Igualdad de género. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y niñas.

5.1 Poner fin a todas las formas de discriminación contra todas las mujeres y las niñas en todo el mundo.

5.2 Eliminar todas las formas de violencia contra todas las mujeres y las niñas en los ámbitos público y privado, incluidas la trata y la explotación sexual y otros tipos de explotación.

5.5 Asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios en la vida política, económica y pública.

7. Energía asequible y no contaminante. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

7.1 Garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.

7.2 Para 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.

7.3 Para 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

8. Trabajo decente y crecimiento económico. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas y todos.

8.5 Lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos los hombres y mujeres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, y la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor.

10. Reducción de las desigualdades. Reducir la desigualdad en los países y entre ellos.

10.2 Potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todos, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica u otra condición.

10.3 Garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados, incluso eliminando las leyes, políticas y prácticas discriminatorias y promoviendo legislaciones, políticas y medidas adecuadas a ese respecto.

13. Acción por el clima. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

13.2 Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.

16. Paz, justicia e instituciones sólidas. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas

16.1 Reducir significativamente todas las formas de violencia y las correspondientes tasas de mortalidad en todo el mundo.

16.a Fortalecer las instituciones nacionales pertinentes, incluso mediante la cooperación internacional, para crear a todos los niveles, particularmente en los países en desarrollo, la capacidad de prevenir la violencia y combatir el terrorismo y la delincuencia.

17. Alianzas para lograr los objetivos. Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

17.7 Promover el desarrollo, la transferencia, la divulgación y la difusión de tecnologías ecológicamente racionales a los países en desarrollo en condiciones favorables, incluso en condiciones concesionarias y preferenciales, por mutuo acuerdo.

b) Áreas de Trabajo de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe

1. Asuntos de género.

6. Desarrollo sostenible y asentamientos humanos.

c) Plan Nacional de Desarrollo “No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera”

1. Política y Gobierno. Libertad e igualdad.

2. Política Social. Cultura para la paz, para el bienestar y para todos.

3. Economía. Rescate del sector energético.

d) Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2021

Título Tercero – De los lineamientos generales para el Ejercicio Fiscal

Capítulo IV – De la Igualdad entre Mujeres y Hombres

Título primero - De las asignaciones del Presupuesto de Egresos de la Federación

Capítulo II – De las erogacionesXV. (...) presupuesto consolidado de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios (...).

e) Programa de Gobierno de la Tamaulipas 2019 – 2024

1. Igualdad de derechos.

1.5 Derechos de las mujeres.

f) Presupuesto de Egresos de la Tamaulipas para el Ejercicio Fiscal 2021

Capítulo II - De los enfoques transversales

Artículo 29. La Administración Pública en la planeación, diseño, elaboración, ejecución, seguimiento y evaluación sus programas presupuestarios, deberá introducir la perspectiva de igualdad entre hombres y mujeres (...).

INSTITUCIONES

Estado	Nombre	Reglamento (última reforma)
Tamaulipas	Instituto de la Mujer Tamaulipeca	08 de diciembre de 2015 / 23 de marzo de 2016

NORMATIVA

<u>Acceso a las Mujeres a una Vida Libre de Violencia</u>		
Ley	Publicación/ Reforma	Igualdad sustantiva
Ley Para Prevenir, Atender, Sancionar Y Erradicar La Violencia Contra Las Mujeres	22 ago 2007 / 04 mar 2021	Art. 8. La alerta de violencia de género constituye el conjunto de acciones de las instituciones públicas del Estado para enfrentar, sancionar y erradicar la violencia feminicida en un municipio o región determinados de la entidad federativa.
Ley para la Igualdad de Género en Tamaulipas	06 dic 2018	
Reglamento de la Ley Para Prevenir, Atender, Sancionar y Erradicar la Violencia Contra las Mujeres en el Estado de Tamaulipas	04 feb 2016	

PLANES Y PROYECTOS

<u>Plan Estatal de Desarrollo</u>			
Estado	Periodo	Eje Estratégico	Líneas de acción
Tamaulipas	2016 – 2022	Eje Bienestar Social	2.3.1.27 Promocionar y difundir la equidad de género para hacer una realidad el trato digno a las mujeres y propiciar la igualdad de condiciones en los ámbitos educativo, laboral y profesional de las mujeres tamaulipecas.

<u>Programa para la Igualdad entre Mujeres y Hombres</u>		
Estado	Programa	Periodo
Tamaulipas	Programa E-074 Igualdad de Género	2016 – 2022

<u>Plan de Intervención para Prevenir, Atender, Sancionar y Erradicar la Violencia Contra las Mujeres</u>		
Estado	Programa	Periodo
Tamaulipas	Programa-Integral-Para-Prevenir-Atender-Sancionar-Y-Erradicar-La-Violencia-Contra-Las-Mujeres-19	2016 – 2022

INICIATIVAS EXISTENTES

Nombre de la iniciativa	Institución	Objetivos
Unidad de Género	Comisión de Energía de Tamaulipas (CETAM)	
Unidad de Igualdad de Género y Derechos Humanos del Poder Judicial del Estado de Tamaulipas	Poder Judicial del Estado de Tamaulipas	Diagnóstico y evaluación. Investigación y difusión. Capacitación y formación. Transversalización.
Encuesta sobre la situación de la Igualdad Sustantiva entre Mujeres y Hombres en Tamaulipas	Colegio de Tamaulipas	Identificar cuáles son las problemáticas a las que se enfrentan las mujeres en la entidad y cuáles son las posibles soluciones a éstas, con el fin de proponer políticas públicas que contribuyan a erradicar toda forma de discriminación por razón de género y contribuir a la elaboración del «Programa Estatal para la Igualdad Sustantiva entre Mujeres y Hombres (2020 – 2022)»
Firma del manifiesto de la Red de Mujeres en Energías Renovables y Eficiencia Energética -REDMERE-	Comisión de Energía de Tamaulipas (CETAM)	
Programa de capacitación a 192 docentes de 40 instituciones primarias y secundarias con un total de 8,448 horas de capacitación	CETAM	Capacitación de género y energía en docentes
“Empoderando estudiantes en América del norte”	CETAM	Entrega de becas Durante 2019 y 2020 TC Energía ha entregado a estudiantes tamaulipecos 156 becas. Dentro de las cuales se encuentran becas especiales para mujeres, cuyo monto económico es mayor que al de los hombres
Plan de igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres de la empresa internacional VESTAS Eólica.	VESTAS EÓLICA S.A.U.	<p>“El objetivo primordial del Plan de Igualdad es la plena igualdad de trato y oportunidades de mujeres y hombres. Ello supone que, a igualdad de aptitudes, conocimientos y cualificación, hombres y mujeres deben desempeñar sus tareas sin que su sexo, edad, raza y/o religión, representen un obstáculo y en las mismas condiciones en cuanto a retribuciones, formación y promoción dentro de la empresa.”</p> <p>https://www.ugt-fica.org/images/Documentacion/planes_de_igualdad/Vestas.pdf</p>



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ESTATAL

Introducción

El diagnóstico energético presentado a continuación tiene base en un enfoque sistémico del sector energético de Tamaulipas, el cual se puede entender a través del concepto de la cadena energética, la cual se compone por las fuentes de energía o energéticos primarios, como el petróleo crudo, el gas natural o las energías solar, eólica o hidroeléctrica; después se tienen los procesos de transformación de energéticos primarios a secundarios, como por ejemplo la refinación del petróleo crudo para producir gasolinas, diésel y los demás petrolíferos; el último punto de la cadena energética es el consumo final de energéticos en los sectores residencial, comercial, industrial, transporte, público y agropecuario.

Los apartados de esta sección están comprendidos por los Resultados, donde se presenta toda la información energética de Tamaulipas; y por los Indicadores, donde se trata la información energética para extender la comprensión del contexto energético del estado. Además, al final del documento se encuentra el Anexo Metodológico del Diagnóstico donde se detalla la metodología utilizada.

Resultados

En este apartado se muestra la información energética del estado de Tamaulipas siguiendo el concepto de la cadena energética, para lo cual se recopiló información de fuentes energéticas oficiales en su mayoría, y se trató para presentarla de forma anualizada y sectorizada, siguiendo principalmente las clasificaciones del Balance Nacional de Energía emitido cada año por la Secretaría de Energía. La metodología se encuentra descrita en el Anexo metodológico, al final del documento.

En primer lugar, se muestra la producción de energéticos primarios dentro del territorio. Estos son el petróleo crudo, el gas natural, la captación de las energías renovables para la generación eléctrica en centrales de gran escala o de generación distribuida y la extracción de leña.

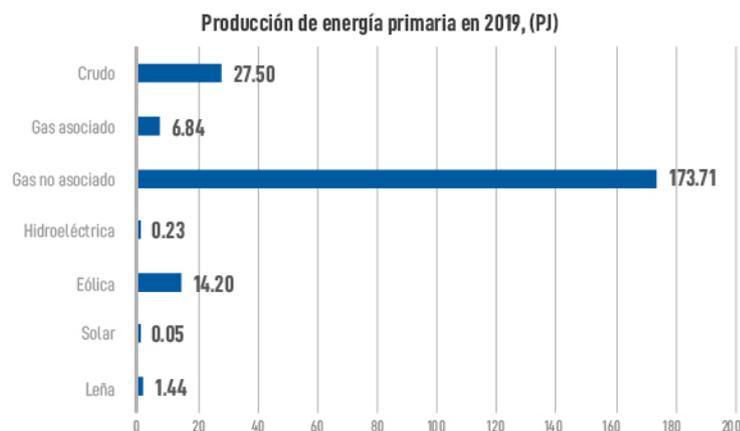
Después se presenta toda la transformación de energéticos primarios a secundarios que ocurre en el estado. En esta etapa de la cadena energética se da la refinación de petróleo, el procesamiento del gas natural para convertirlo en gas seco y la generación eléctrica.

Por último, se presenta el consumo de energía dentro del estado, desagregado en los energéticos que utilizan los sectores: transporte, industria, residencial, comercial, público y agropecuario.

Producción

Figura 10. Producción de energéticos primarios Tamaulipas en 2019.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la SENER, 2018, SENER, 2019, CRE, 2020, CRE, 2021a y Masera, 2010.



La Figura 10 muestra la cantidad de energía extraída o captada de la naturaleza dentro del territorio de Tamaulipas. A ésta se le conoce como Producción.

Cabe señalar que no se considera ninguna eficiencia en el proceso de captación. Por lo tanto, la producción de renovables es igual al monto de energía que se genera a partir de estas fuentes. Dicho de otro modo, los 0.05 PJ de energía solar producidos son los mismos 0.05 PJ de electricidad que se generó a partir de este energético primario.

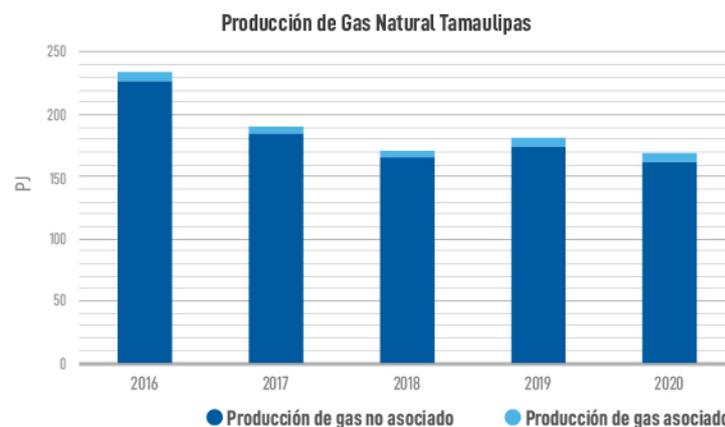
Como se puede apreciar, el energético primario con mayor participación en la producción es el gas natural no asociado, cuyos 173.71 PJ representan el 77.6% del total de energéticos primarios del estado. Sin embargo, como se

muestra en la Figura 11, la producción de este energético ha ido disminuyendo, de la misma forma que ocurre con la producción nacional de este energético primario.

En cuanto a las renovables (solar, eólica e hidroeléctrica), éstas representan el 6.5% de la producción total, siendo la energía eólica la que aporta el 98.1%.

Figura 11. Evolución de la producción de Gas Natural en Tamaulipas.

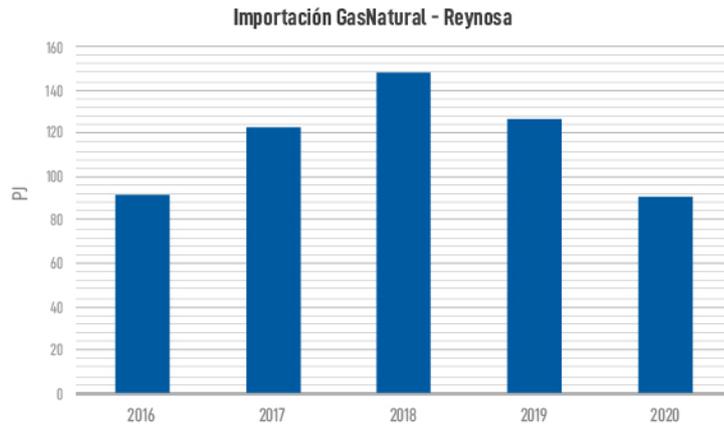
Fuente: Sistema de Información Energética (SIE).



Si bien la importación no es un proceso de producción, si vale la pena señalar en este apartado que por medio del enlace entre Estados Unidos y México en Reynosa se importa una cantidad considerable de gas natural seco. La Figura 12 muestra el volumen en PJ de las importaciones netas de los últimos 5 años.

Figura 12. Evolución de la importación de Gas Natural en Reynosa (Tamaulipas).

Fuente: Sistema de Información Energética (SIE).



Transformación – Refinación de petróleo y procesamiento de gas

La transformación de energéticos primarios a secundarios ocurre principalmente en las refinerías y centros procesadores de gas. En las refinerías el petróleo crudo se transforma en petrolíferos tales como la gasolina o el diésel.

Tamaulipas cuenta con una refinería de Pemex instalada en Ciudad Madero, la cual tuvo un periodo de mantenimiento en el año 2018 (como se aprecia en la

Figura 13), cuando presentó el mínimo de refinación. Para el año 2020, recuperó el volumen de refinación en torno a los 200 PJ de petróleo crudo de los cuales se obtuvieron 171 PJ de petrolíferos. En general, la proporción de los petrolíferos que produce una refinería depende del tipo de crudo que utilice y de una variedad de configuraciones y condiciones operativas. Aunque la proporción de tales petrolíferos es variable en el tiempo, como se puede

observar en la Figura 14, la mayor parte de petrolíferos obtenidos corresponde al diésel, combustóleo y gasolinas. La Figura 15 muestra dicha proporción para el año 2020.

Figura 13. Evolución de la producción de productos petrolíferos en la refinería Madero (PJ).

Fuente: Sistema de Información Energética (SIE).

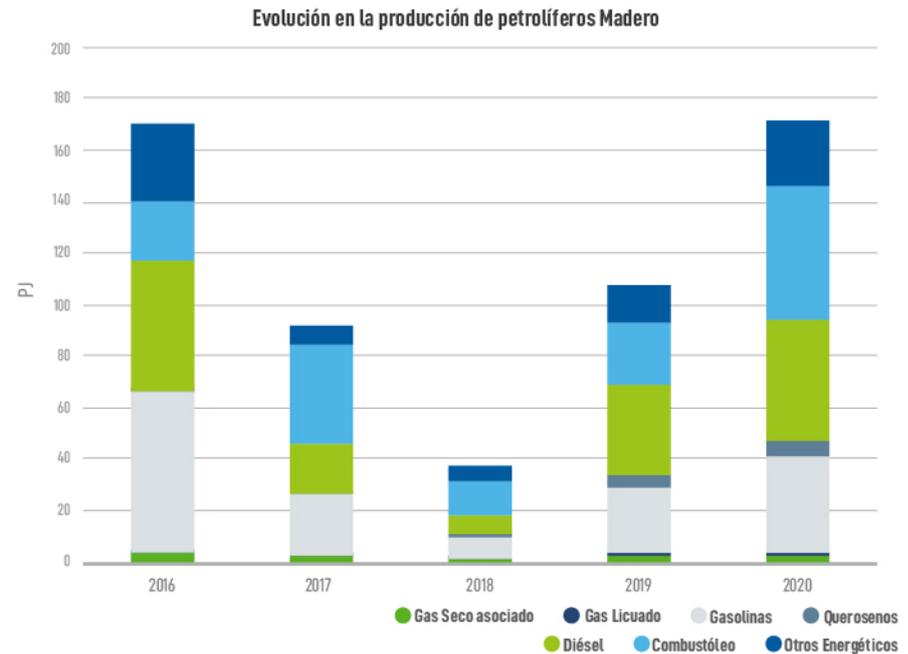


Figura 14. Evolución de la producción de productos petrolíferos en la refinería Madero (%).

Fuente: Sistema de Información Energética (SIE).

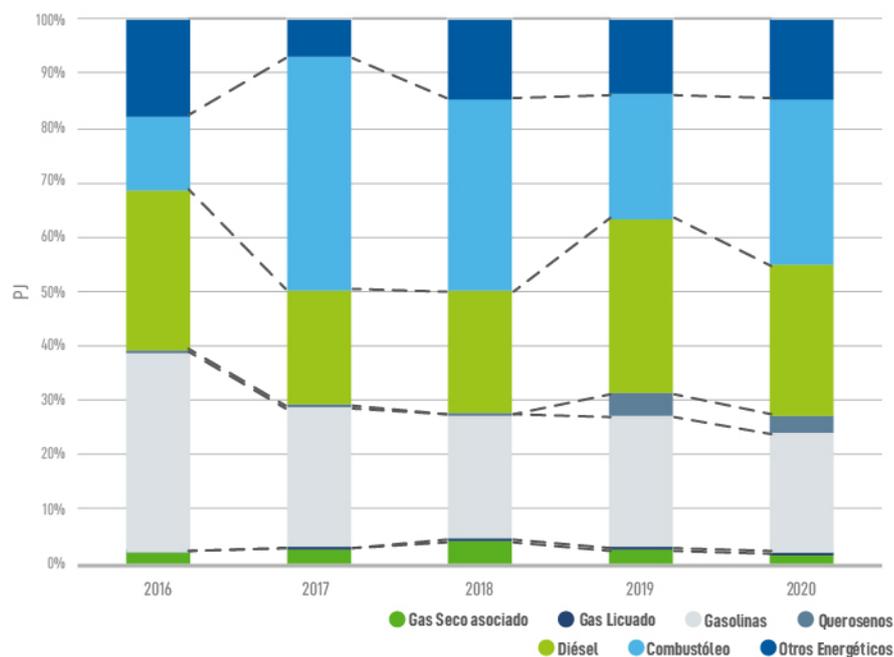


Figura 15. Producción de petrolíferos en la refinería Madero durante el año 2020 (%).

Fuente: Sistema de Información Energética (SIE).

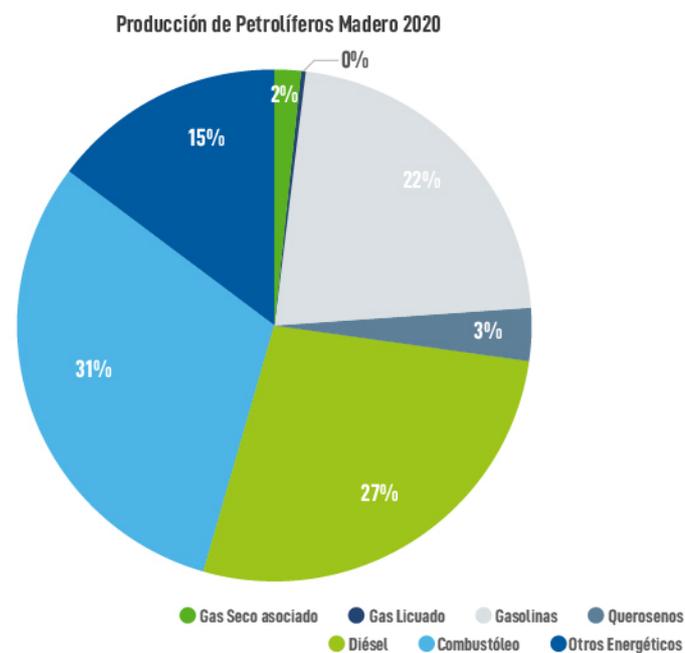
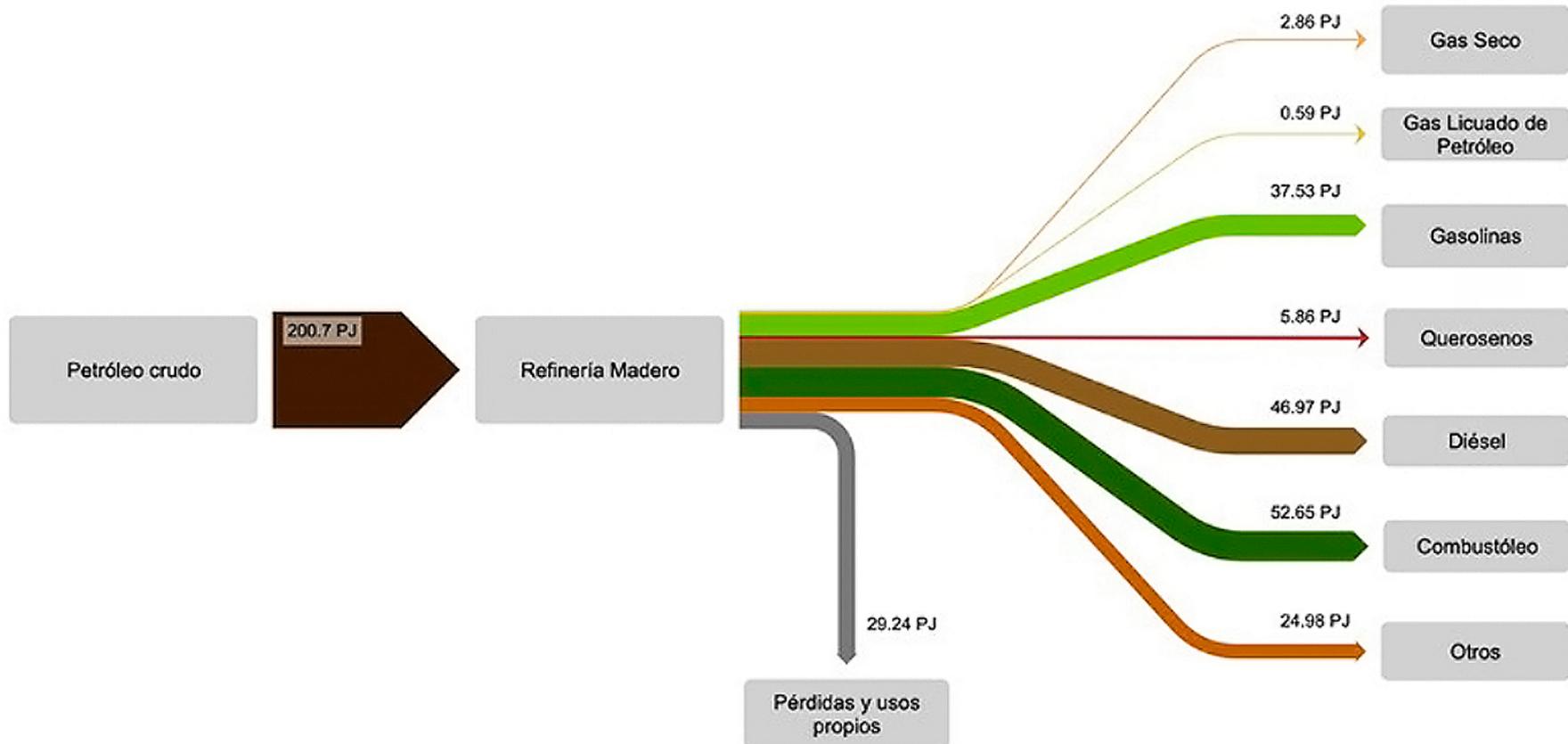


Figura 16. Diagrama de Sankey simplificado de los productos de refinación en Madero.

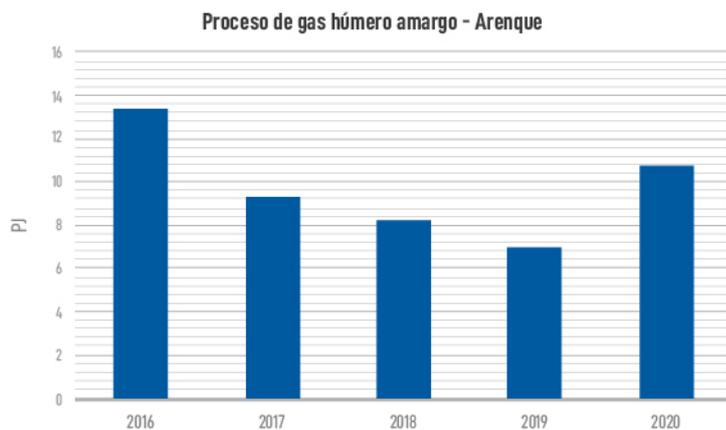
Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE).



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

Figura 17. Evolución del procesamiento de gas húmedo amargo en Arenque.

Fuente: SIE.



La Figura 17 muestra la evolución de gas natural procesado en el centro procesador de gas de Arenque, en el cual el gas procesado ha descendido constantemente entre 2016 y 2019, pasando de 13.41 PJ a 7.01 PJ. Contrastando el año 2020, cuando volvió a aumentar su carga hasta los 10.71 PJ, más de 3 PJ que lo producido en el año anterior.

Transformación – Capacidad de generación

A finales del año 2020, el estado de Tamaulipas contaba con una capacidad instalada total de 8,658.5 MW distribuidos en 49 centrales de gran escala (mayor a 499 kW).

De entre todas las tecnologías de generación, destaca el Ciclo Combinado con 16 unidades y 5,367.9 MW instalados, representando el 62.0% de la capacidad instalada. Estos ciclos combinados emplean gas natural como combustible.

Le sigue la tecnología Eoloeléctrica con 11 centrales en operación y 1,490.0 MW instalados, representando el 17.2% de la capacidad instalada. Este número sitúa a Tamaulipas como el segundo mayor productor de energía eólica del país, únicamente detrás de Oaxaca.

Existen también 8 centrales Turbina de Vapor (Termoeléctrica Convencional) sumando 1,014.5 MW instalados, los cuales representan el 11.7% de la capacidad instalada en el estado. Dentro del territorio estatal se encuentran también 10 centrales Turbina de Gas con una capacidad instalada total de 731.5 MW, las cuales representan el 8.4% de la capacidad total. Por otro lado, se cuenta con un total de 2 centrales de Combustión Interna representando el 0.3% de la capacidad instalada. Todas estas centrales térmicas emplean gas natural como combustible.

Por último, existe una central Hidroeléctrica con una capacidad de 31.5 MW, representando el 0.4% de la capacidad instalada total.

En cuanto a los tipos de permiso, el 15.5 % de la capacidad fue instalada por la CFE; el 51.2 % se instaló a través de permisos de Productor Independiente de Energía (PIE); el 10.0 % a través de permisos de Generación (GEN) y el 10.1 % a través de permisos de Cogeneración (COG); finalmente, el 13.2 % a través de permisos de Autoabastecimiento (AUT).

Figura 18. Centrales de generación en el territorio del Estado de Tamaulipas.

Fuente: CRE.

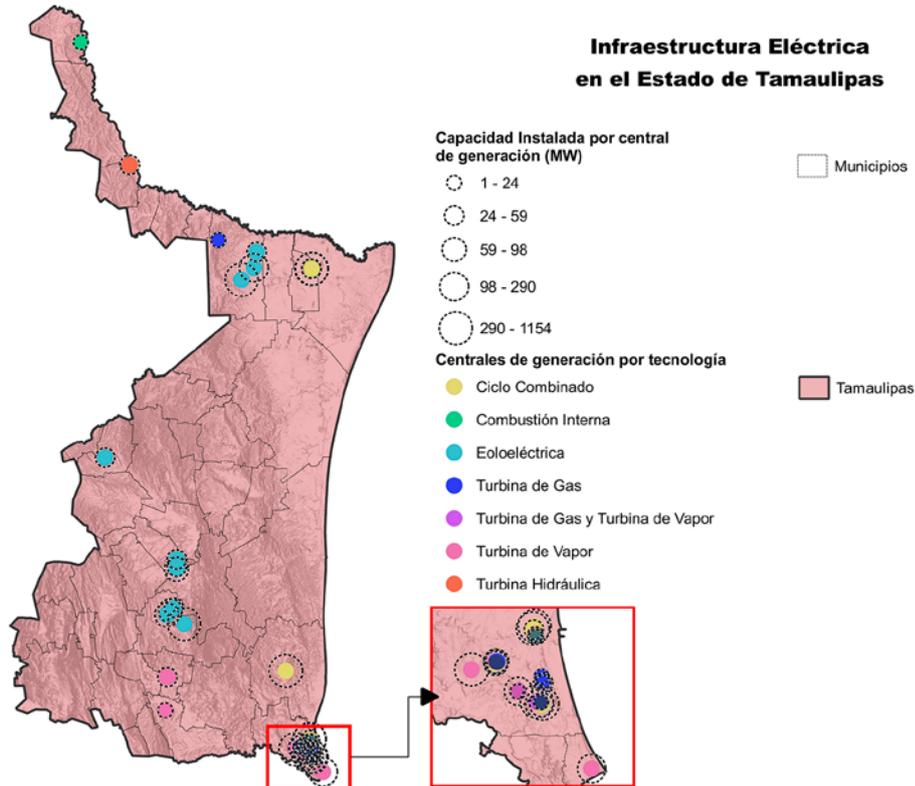


Figura 19. Capacidad instalada por tipo de tecnología a 2020.

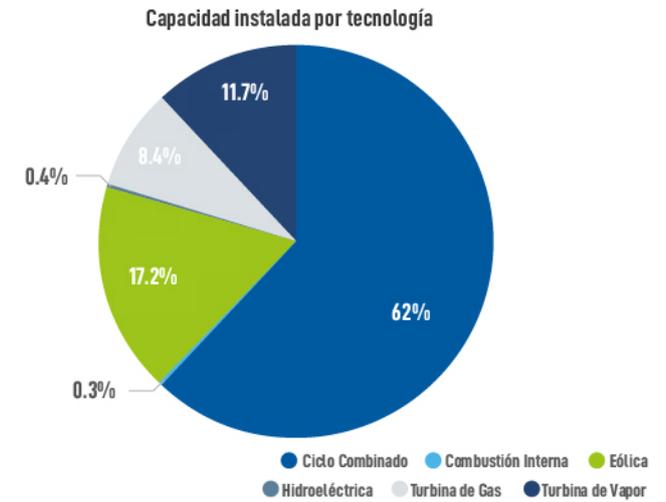
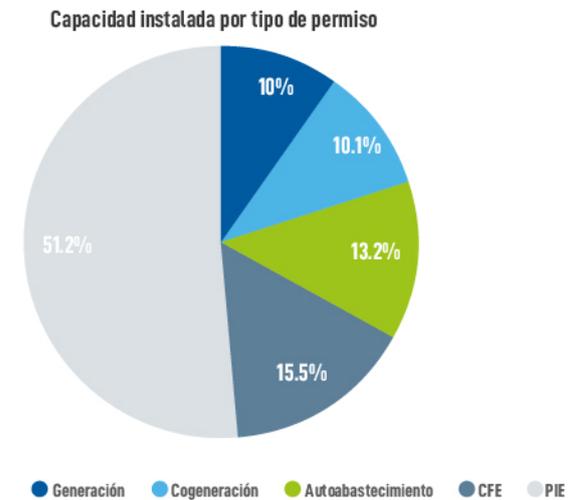


Figura 20. Capacidad instalada por tipo de permiso a 2019.

Fuente: Datos de CRE, 2020, SENER, 2018 y SENER, 2019.



Transformación – Generación eléctrica

La generación anual total ha oscilado entre los 34,100 y los 37,800 GWh durante los años 2016 a 2019, alcanzando su máximo en 2019. Las centrales Eoloeléctricas han aumentado progresivamente su generación anual multiplicándose por 20 en cuatro años y desplazando a las centrales termoeléctricas convencionales, menos eficientes.

En el año 2019 la generación mediante centrales eólicas fue de 3,941 GWh. Por su parte, las centrales Termoeléctricas Convencionales Turbina de Vapor pasaron de generar 3,661 GWh en 2016 a 2,098 GWh en 2018 y volviendo a aumentar a 2,785 GWh en 2019.

Las centrales Ciclo Combinado, por su parte, mantuvieron una producción estable de en torno a 30,000 GWh, siendo su factor de planta conjunto de entre 63% y 65% en promedio. Estas plantas contribuyen anualmente con más del 80% de la generación anual en el estado, a excepción del año 2019 donde bajó al 79%.

Las centrales de Turbina de Gas, redujeron su producción a la mitad a partir del año 2018, también desplazadas por la entrada de plantas eólicas, pasando de una generación anual de en torno a 2,056 GWh en 2017 a 1,020 GWh en 2018 y 2019. De igual manera, las centrales Combustión Interna redujeron drásticamente su producción, pasando de 62 GWh en 2016 a 6 GWh en 2019.

Por último, la producción de las centrales Hidroeléctricas, fuertemente dependiente del recurso hídrico, ha variado entre los 57 y 72 GWh anuales, alcanzando su máximo en 2017.

En consecuencia, es posible afirmar que teniendo en consideración la contribución Eoloeléctrica, el 10.4% de la energía eléctrica producida en el estado, en 2019, es

renovable. Asimismo, sumando la escasa contribución de la central hidroeléctrica y la de aquellas centrales térmicas que producen bajo las condiciones de cogeneración eficiente, el 13.1% de la producción de electricidad es limpia. Por otra parte, 82.2% restante procede de centrales basadas en combustibles fósiles, siendo la tecnología Ciclo Combinado y el combustible gas natural los protagonistas representando entre el 78% y 85% de la generación anual total.

También es importante destacar en cuanto a los permisos que, entre el 70 % y el 80 % de la generación anual proviene de centrales con permisos PIE, mientras que las centrales de CFE contribuyen con entre un 20% y un 30%.

Figura 21. Evolución de la generación anual por tecnología periodo 2016 – 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER – CENACE.

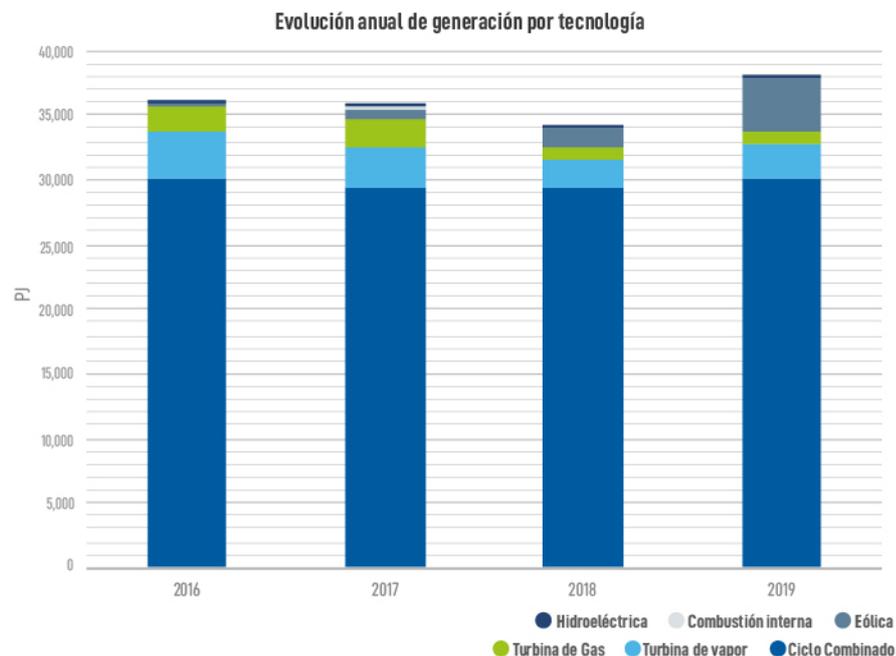
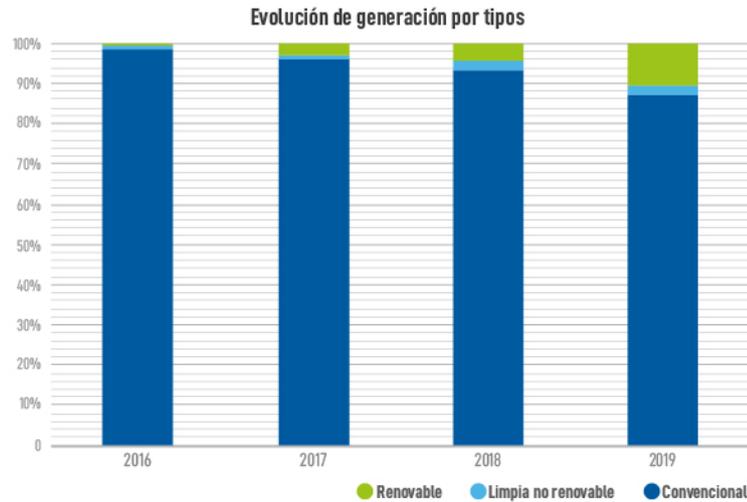


Figura 22. Evolución de generación por tipos periodo 2016 – 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER-CENACE.



Balace del sector eléctrico

La Figura 23 muestra el diagrama de Sankey sobre el balance global del sector eléctrico, del estado de Tamaulipas, para el año 2019.

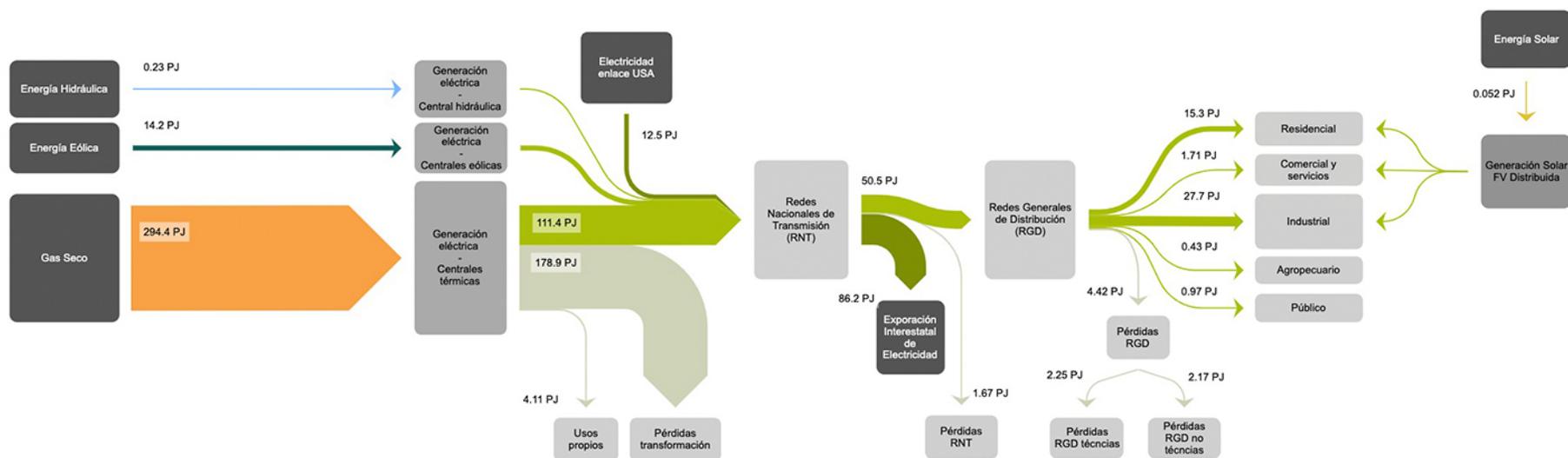
Así mismo, como se puede observar, el gas natural es el energético más empleado para la producción de electricidad (294.4 PJ), seguido por la energía eólica (14.2 PJ) y la energía hidráulica (0.23 PJ).

Mediante las centrales de generación se transforman los energéticos previamente descritos en electricidad, siendo la eficiencia global de transformación de 40.7%. De los 294.4 PJ térmicos que llegan a las centrales térmicas, 178.9 PJ se pierden en ineficiencias por las limitaciones de las tecnologías y 4.1 PJ son empleados en usos propios de las plantas de generación.

Por consiguiente, la producción de electricidad neta anual es de 125.8PJ, la cual supera las necesidades locales. Además, se importan alrededor de 12.5PJ anuales a través de los enlaces eléctricos con el sistema eléctrico texano. Es por ello que existe un superávit de generación de electricidad en el estado y el excedente (86.2PJ) es aprovechado gracias a las Redes Nacionales de Transmisión (RNT) para contribuir a las necesidades del resto del Sistema Interconectado Nacional (SIN). Por otra parte, existen pérdidas de 1.67 PJ en la fase de transmisión y de 4.42 PJ en la fase de distribución. La energía eléctrica neta finalmente consumida es de 50.5 PJ.

La distribución del consumo por sectores se describe con mayor profundidad en la sección de “Consumo por energético y por sector”.

Figura 23. Diagrama de Sankey del sector eléctrico en el estado para el año 2019.



Consumo de electricidad

Como bien se reflejaba en el diagrama de Sankey (Figura 23), se estima que el consumo de electricidad en la entidad es de aproximadamente 46.1 PJ. Las subestaciones eléctricas y, en consecuencia, los nodos de precio del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) se organizan en Zonas de Carga (ZC). Dentro del territorio estatal de Tamaulipas existen nodos pertenecientes a 6 ZC. La Figura 24 muestra la división por Zonas de Carga del territorio del estado de Tamaulipas.

Seguidamente, desde la Figura 25 hasta Figura 31. reflejan los perfiles de demanda diaria promedio de las distintas ZC en los años 2018, 2019 y 2020. Como se puede apreciar, algunas zonas como Matamoros y Tampico presentan un perfil propio de zonas con una alta concentración de puntos de carga residenciales, con demandas que se elevan en las horas centrales y finales del día. Otras zonas, como Victoria, Nuevo Laredo, Huasteca y Reynosa presentan perfiles triangulares, con crecimientos de la demanda muy progresivos entre las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la noche.

Figura 24. Zonas de Carga en el Estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2021.

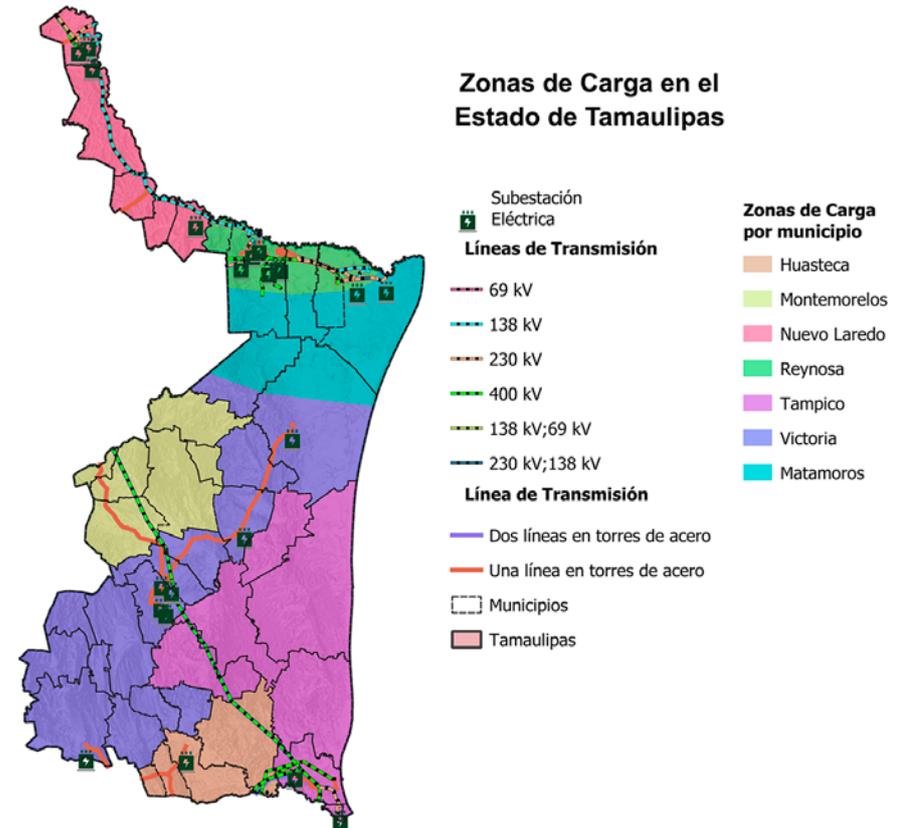


Figura 25. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Huasteca.

Fuente: Elaboración propia con datos de OBTRNMX – CENACE.

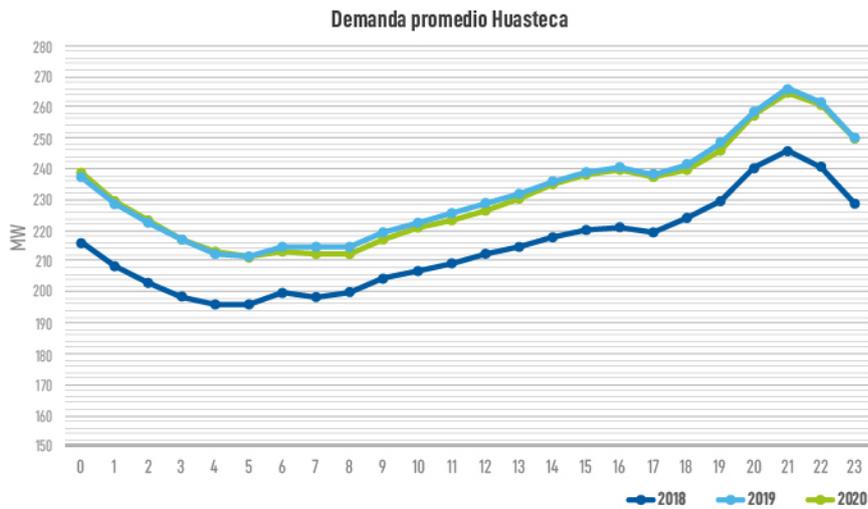


Figura 26. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Matamoros.

Fuente: Elaboración propia con datos de OBTRNMX – CENACE.

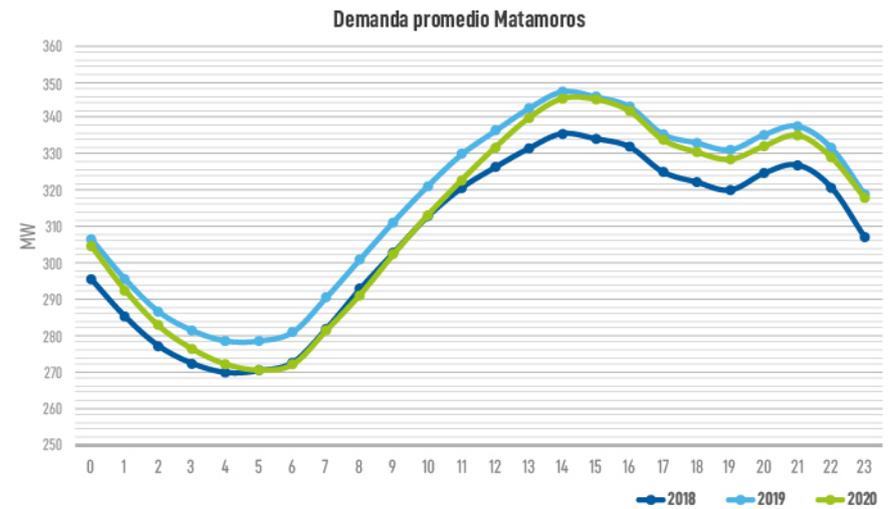


Figura 27. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Montemorelos.

Fuente: Elaboración propia con datos de OBTRNMX – CENACE.

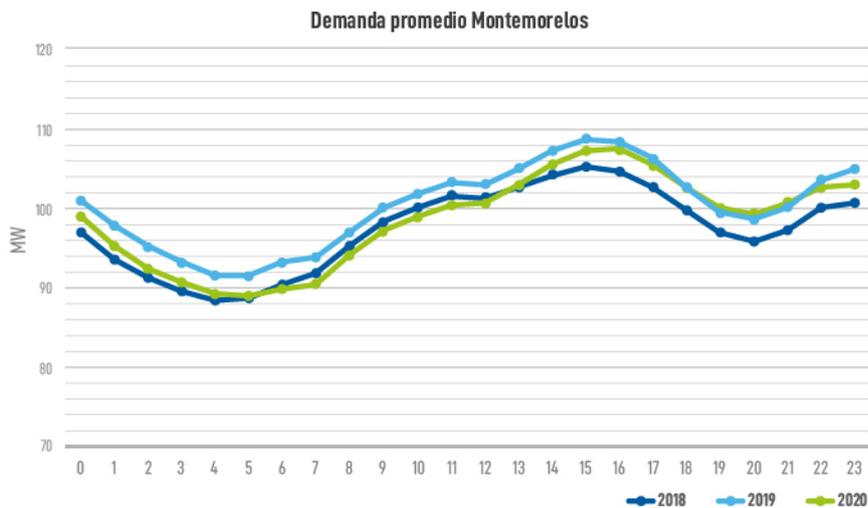


Figura 28. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Nuevo Laredo.

Fuente: Elaboración propia con datos de OBTRNMX – CENACE.

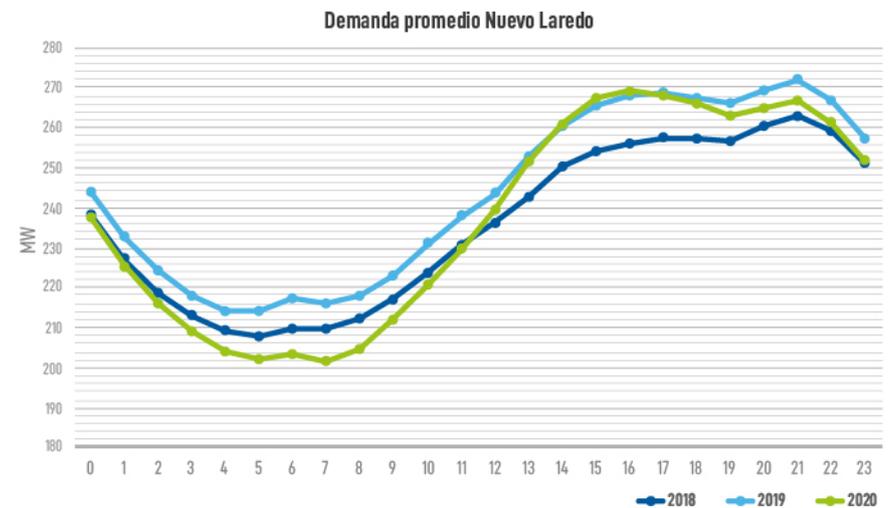


Figura 29. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Reynosa.

Fuente: Elaboración propia con datos de OBTTREMX – CENACE.

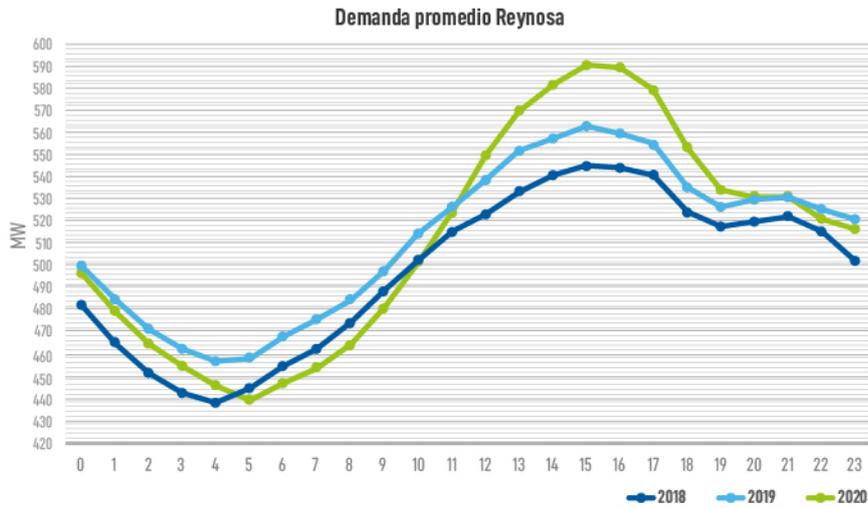


Figura 30. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Tampico.

Fuente: Elaboración propia con datos de OBTTREMX – CENACE.

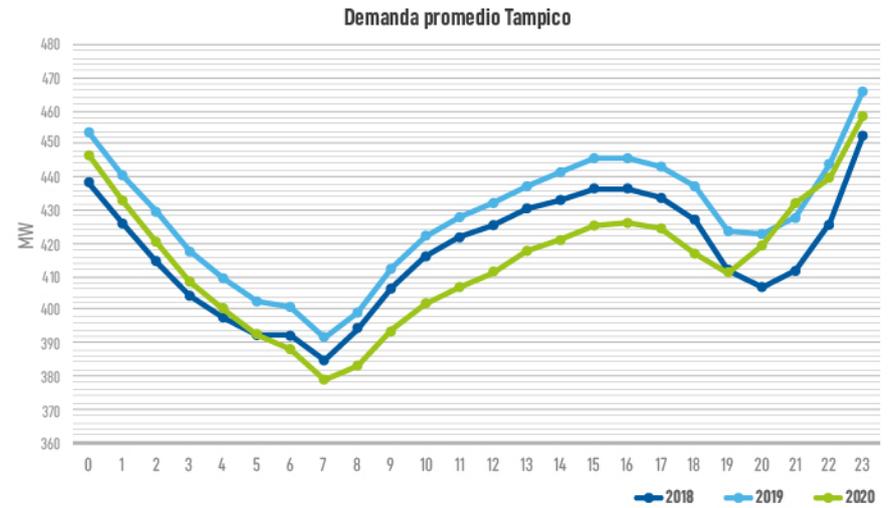
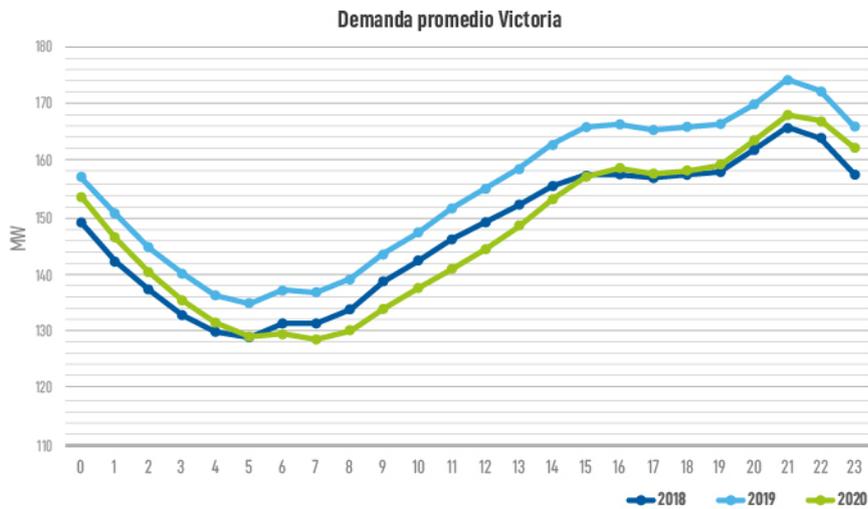


Figura 31. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Victoria.

Fuente: Elaboración propia con datos de OBTTREMX – CENACE.



Precio de Electricidad

Para analizar el precio de la energía eléctrica en el estado de Tamaulipas es necesario dividir a los consumidores en Usuarios de Suministro Básico, los cuales compran su electricidad a CFE Suministrador de Servicios Básicos (CFE SSB), y Usuarios Calificados, quienes adquieren su energía a través de un Suministrador Calificado en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM).

Dentro de los Usuarios de Suministro Básico, es posible hacer otra división entre tarifas residenciales y tarifas no residenciales. Las tarifas residenciales son la 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F y DAC (alto consumo). El precio de las mismas varía en función del consumo mensual entre básico, intermedio y excedente, a excepción de la DAC. Los precios promedio de estas tarifas aparecen en la Figura 32. En el estado de Tamaulipas existen usuarios en todas las tarifas a excepción de la 1E, la cual se aplica en municipios cuya temperatura media mínima de verano es de 32°C. Como se puede apreciar, el precio en consumo básico fue de entre 0.71 y 0.85 MXN/kWh para todas las tarifas. El precio en consumo intermedio fue de entre 0.87 y 1.08 MXN/kWh. El precio en consumo excedente, por su parte, fue de 2.99 MXN/kWh. Por último, el precio de la tarifa DAC se situó en 4.24 MXN/kWh.

Por otra parte, las tarifas no residenciales son las que se detallan a continuación:

- Alumbrado Público Baja Tensión (APBT)
- Alumbrado Público Media Tensión (APMT)
- Demanda Industrial en Subtransmisión (DIST)
- Demanda Industrial en Transmisión (DIT)
- Gran Demanda Baja Tensión (GDBT)
- Gran Demanda Media Tensión Horaria (GDMTH)
- Gran Demanda Media Tensión Ordinaria (GDMTO)
- Pequeña Demanda Baja Tensión (PDBT)

Los precios de estas tarifas varían en función de la división tarifaria de CFE. El estado de Tamaulipas cuenta con municipio en 2 de estas divisiones: Golfo Centro y Golfo Norte. La Figura 33 y Figura 34 muestran los precios de estas tarifas en promedio durante el año 2020.

Como se puede apreciar, todos están por encima de los 1.28 MXN/kWh y las tarifas en baja tensión llegan a superar los 3.50 MXN/kWh.

Figura 32. Precio promedio de tarifas residenciales de CFE SSB durante el año 2020.

Fuente: Elaboración propia con datos de CFE.

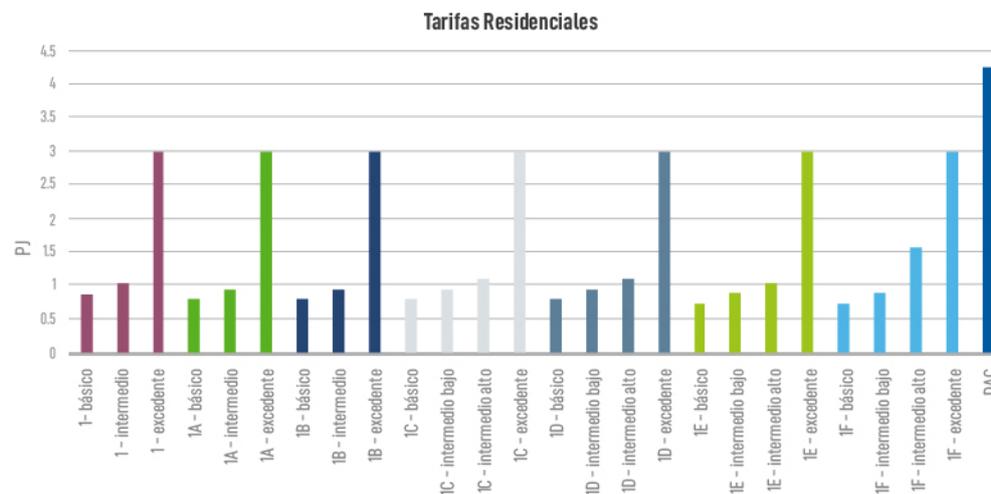


Figura 33. Precio promedio de tarifas no residenciales de CFE SSB durante el año 2020 en división Golfo Centro.

Fuente: Elaboración propia con datos de CRE.

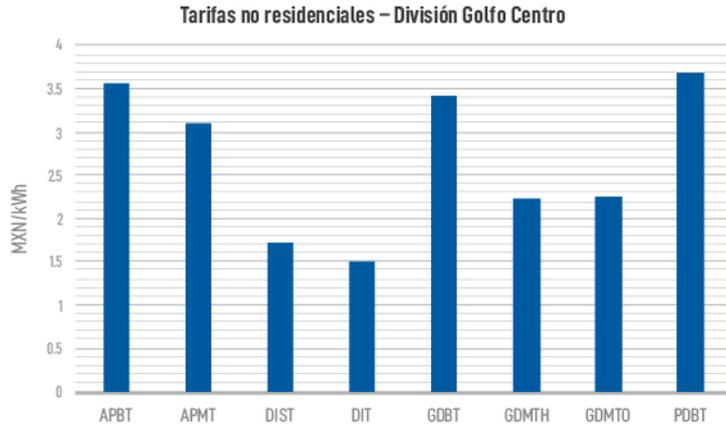
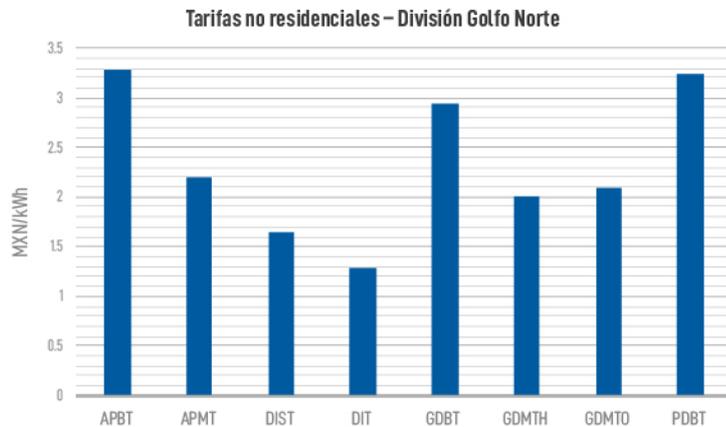


Figura 34. Precio promedio de tarifas no residenciales de CFE SSB durante el año 2020 en división Golfo Norte.

Fuente: Elaboración propia con datos de CRE.



Para los Usuarios Calificados, el precio de la electricidad en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) es diferente en cada nodo del sistema y recibe el nombre de Precio Marginal Local (PML), el cual depende, además de los costos variables de la producción de electricidad en las centrales, de la congestión y de las pérdidas producidas entre los distintos nodos del sistema. La Figura 35, Figura 36 y Figura 37 muestran el perfil promedio de los PML diarios en las distintas Zonas de Carga estudiadas para los años 2018, 2019 y 2020. Como se puede apreciar, los precios más altos se dan en las zonas de Huasteca, Tampico y Victoria, sitiadas más al sur, mientras que los precios más bajos se dan en Reynosa, Matamoros, Montemorelos y Nuevo Laredo, las cuales se sitúan más al norte. Además, es importante notar que los precios han bajado más de un 50% para todas las ZC entre 2018 y 2020, hasta situarse en un promedio de 480.5 MXN/MWh (0.48 MXN/kWh). En consecuencia, se puede afirmar que la conversión a Usuario Calificado es una opción interesante para usuarios industriales, comerciales y de la administración pública que superen 1 MW de carga, debido al margen de ahorro al comparar con tarifas como GDMTH o GDMTO.

Figura 35. Precio Marginal Local horario promedio por Zona de Carga durante el año 2018.

Fuente: Elaboración propia con datos de OBTREMX - CENACE.

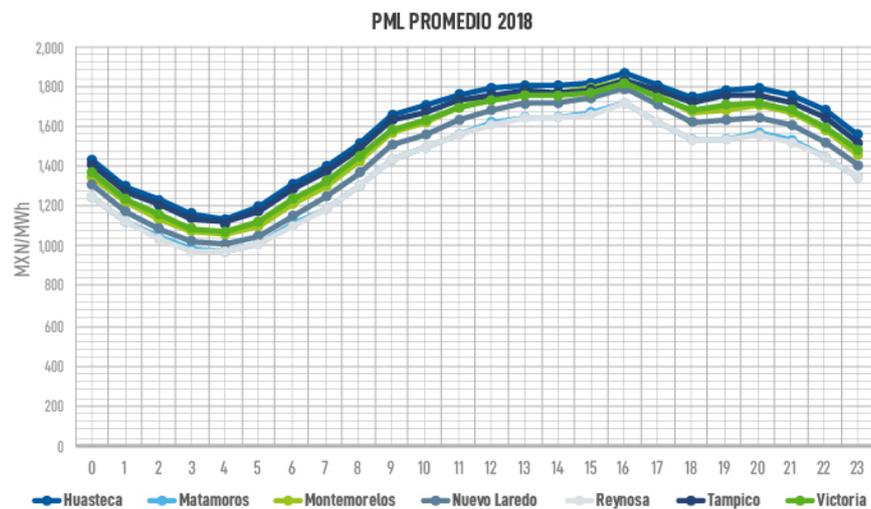


Figura 36. Precio Marginal Local horario promedio por Zona de Carga durante el año 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de OBTREMX - CENACE.

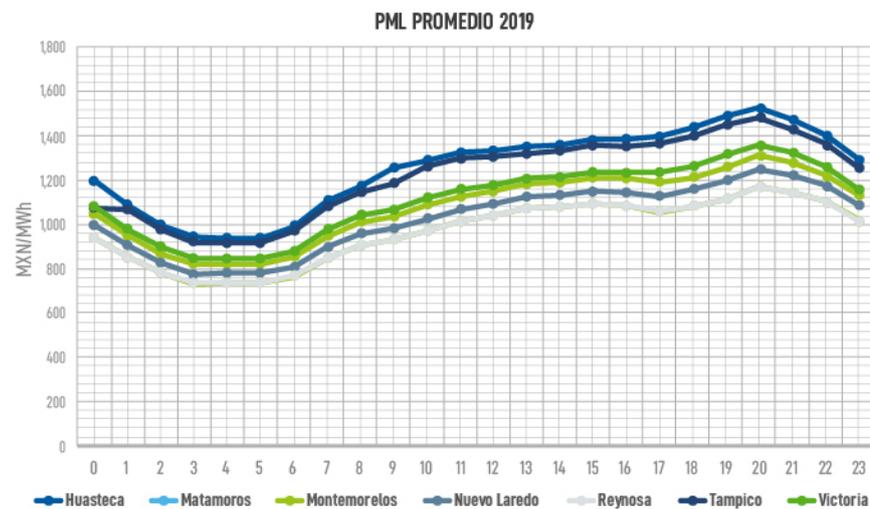
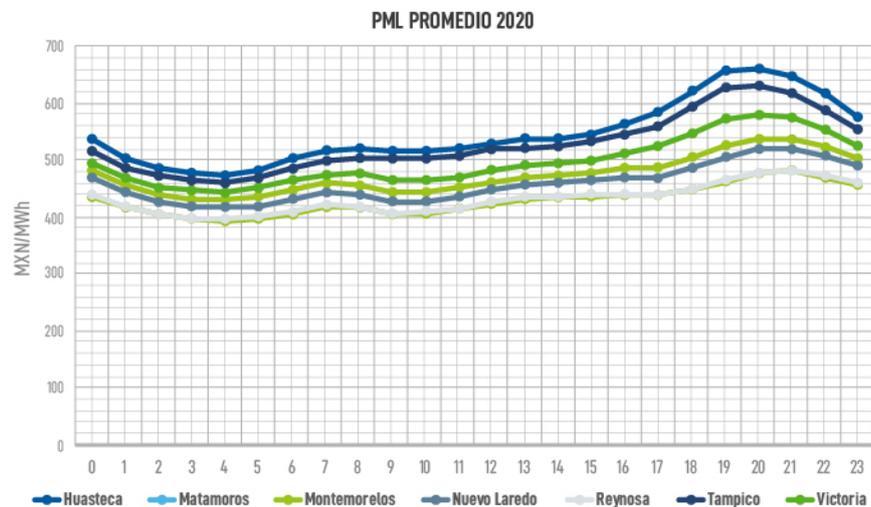


Figura 37. Precio Marginal Local horario promedio por Zona de Carga durante el año 2020.

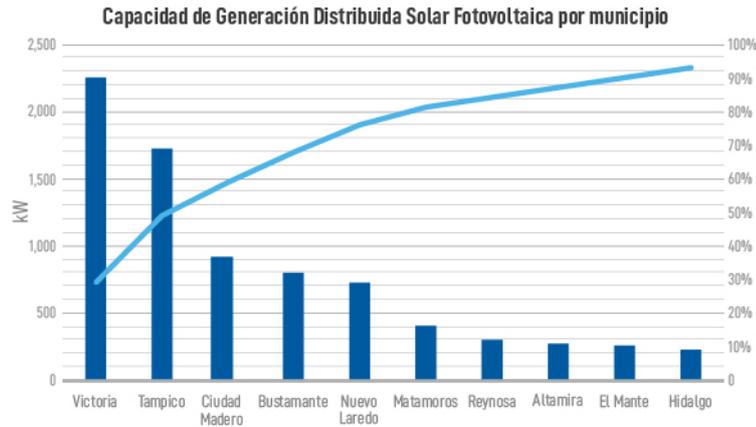
Fuente: Elaboración propia con datos de OBTREMX - CENACE.



Transformación – Generación distribuida

Figura 38. Capacidad de generación distribuida por municipio a 2019.

Fuente: CRE.



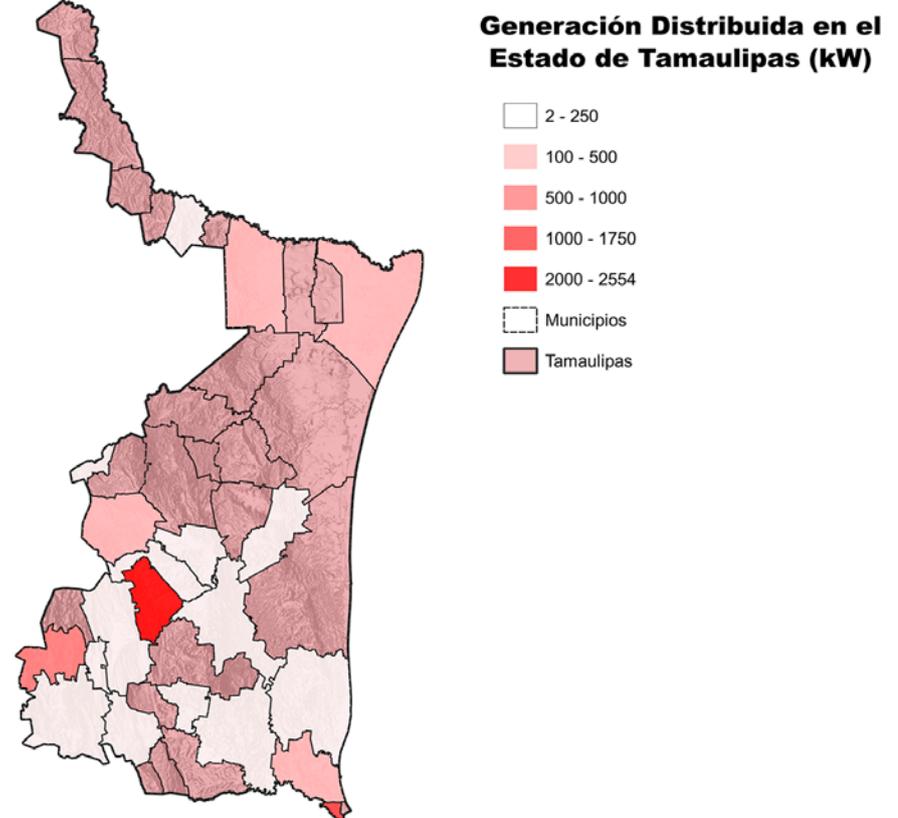
La generación distribuida es un esquema de generación de energía eléctrica reconocido en la Ley de la Industria Eléctrica. Consiste en la generación mediante centrales eléctricas con una capacidad menor a los 500 kW interconectadas a las redes de distribución (es decir, en media tensión), generalmente en el mismo punto de conexión de un usuario del servicio público. De esta forma, un consumidor puede generar su propia energía y consumirla en sus instalaciones y, en caso de tener excedentes, exportarlos a la red recibiendo una compensación económica por dicha energía.

Hacia el primer semestre de 2020, en Tamaulipas existían 1,040 centrales de generación distribuida, todas ellas basadas en sistemas fotovoltaicos. La capacidad total de estas centrales sumaba 8,803 kW.

El 90% de la capacidad se encontraba en tan solo 10 municipios. La Figura 38 corresponde al diagrama de Pareto en el que se muestra la capacidad instalada en cada municipio y el acumulado porcentual. Por otra parte, la Figura 39 muestra el mapa de la capacidad instalada en cada municipio con registro de generación distribuida en Tamaulipas.

Figura 39. Generación distribuida por municipio en el estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con datos de la CRE.



Consumo por energético y por sector

En el año 2019, el estado de Tamaulipas presenta un consumo energético de 325.74 PJ. Dentro del mismo, el sector transporte tiene la mayor participación con un consumo de 218.61 PJ, siendo así el 67.11% del total estatal. Dentro de este sector, el estado es uno de los que mayor diversidad de consumo de energéticos presenta a nivel nacional.

Los energéticos consumidos en dicho sector se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Energéticos y consumo, sector transporte. Tamaulipas, 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2019 a y CFE, 2019.

Sector Transporte		
Energético	Consumo anual (PJ)	Participación
Gasolina	137.40	62.9%
Diesel	66.93	30.6%
GLP	2.01	0.9%
Turbosina	7.27	3.3%
Diésel Ferroviario	1.26	0.6%
Gas Seco	0.11	0.1%
Diésel Marítimo	3.60	1.6%
Combustóleo	0.02	0.0%
Total	218.61	100.0%

Por su parte, el sector industrial presenta un consumo de 74.78 PJ correspondiente al 22.96% del total del estado. De forma particular, el gas seco y la electricidad son los energéticos más consumidos en este sector con 43.15 PJ y 27.69 PJ, correspondientes al 58% y al 37% dentro del sector. En menor grado se consume diésel, con 1.66 PJ

[2.2%) y GLP con un consumo de 1.48 PJ (2%). Por último, el energético con menor participación en este sector es el combustóleo con 0.81 PJ (1.1%).

Tabla 2. Energéticos y consumo, sector industrial. Tamaulipas, 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2019 a y CFE, 2019.

Sector Industrial		
Energético	Consumo anual (PJ)	Participación
Electricidad	27.69	37%
Gas Seco	43.15	58%
Diésel	1.66	2.2%
GLP	1.48	2.0%
Combustóleo	0.81	1.1%
Total	74.78	100%

En tercer lugar, se encuentra el sector residencial con 26.32 PJ, equivalentes al 8.1% de la participación en el consumo estatal. Dentro del mismo, la electricidad es el energético más consumido con 15.3 PJ, siendo el 58.1% del consumo sectorial. Seguidamente, el GLP presenta una participación del 30.2% con 7.96 PJ. A su vez, se tiene un consumo de 1.62 PJ de gas natural (6.2%), mientras que el consumo de leña estimado es de 1.44 PJ, representando el 5.5% del total consumido en el sector.

Tabla 3. Energéticos y consumo, sector residencial. Tamaulipas, 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2019 a y CFE, 2019.

Sector residencial		
Energético	Consumo anual (PJ)	Participación
Electricidad	15.30	58.1%
GLP	7.96	30.2%
Leña	1.44	5.5%
Gas Seco	1.62	6.2%
Total	26.32	100.0%

La suma de los tres sectores anteriores (transporte, industrial y residencial) representa el 98.15% del total del consumo energético dentro de Tamaulipas. Mientras que el sector comercial, público y agropecuario concentran el 1.85% del restante, estos se describen a continuación.

En este sentido, el sector comercial presenta un consumo de 4.47 PJ (Tabla 4). Se encuentra conformado por los siguientes energéticos: GLP, con 2.05 PJ (46%), electricidad, 1.71 PJ (38%), y gas seco, con un consumo de 0.71 PJ (16%).

Tabla 4. Energéticos y consumo, sector comercial. Tamaulipas, 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2019 a y CFE, 2019.

Sector comercial		
Energético	Consumo anual (PJ)	Participación
Electricidad	1.71	38%
GLP	2.05	46%
Gas Seco	0.71	16%
Total	4.47	100%

Dentro del sector público, el consumo de electricidad destinado al alumbrado público representa el 68% del total del sector con 0.67 PJ. Por otra parte, el consumo eléctrico para bombeo de agua acumula 0.31 PJ, representa el 32% del total del sector (Tabla 5).

Tabla 5. Energéticos y consumo, sector público. Tamaulipas, 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2019 a y CFE, 2019.

Sector público		
Energético	Consumo anual (PJ)	Participación
Electricidad alumbrado público	0.67	68%
Electricidad bombeo de agua	0.31	32%
Total	0.97	100%

Por último, el sector agropecuario representa el de menor consumo dentro de la entidad, con 0.18% del total consumido. Dentro de éste, se consumen 0.43 PJ de electricidad y 0.15 PJ de GLP, sumando un total de 0.59 PJ (Tabla 6).

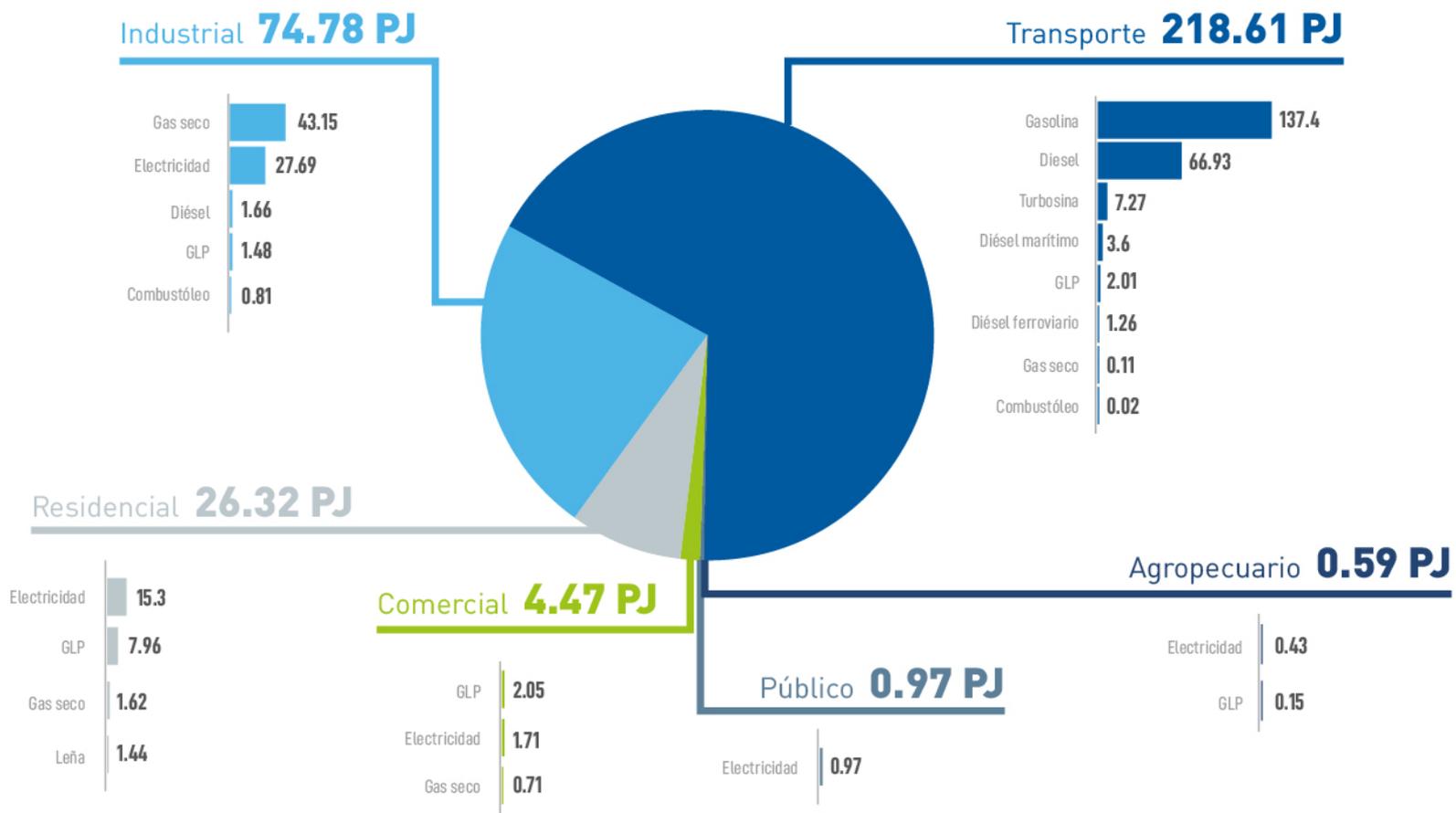
Tabla 6. Energéticos y consumo, sector agropecuario. Tamaulipas, 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de (SENER, 2019 a) y (CFE, 2019)

Sector agropecuario		
Energético	Consumo anual (PJ)	Participación
Electricidad	0.43	74%
GLP	0.15	26%
Total	0.59	100%

En la Figura 40 se puede apreciar de forma gráfica el consumo de cada uno de los sectores con sus respectivos energéticos y la participación correspondiente al total estatal.

Figura 40. Consumo de combustible por sector para 2019.





INDICADORES

Este apartado presenta distintos indicadores que sirven para tener una comprensión más profunda del contexto energético de Tamaulipas.

Primeramente, se muestran indicadores sobre la fuente del consumo energético. Éstos no son más que la proporción que tienen las energías renovables, fósiles o la leña dentro del consumo total de energía del estado.

Después se muestran indicadores económicos sin relación directa con la energía. Éstos son: el PIB desagregado por tipo de actividad (primaria, secundaria o terciaria), las 3 principales actividades económicas y la participación del PIB estatal dentro del PIB Nacional.

Posteriormente, se incluye un conjunto de indicadores relacionados con la eficiencia energética, incluyendo la desagregación de la intensidad energética. Ésta señala la relación entre el consumo de energía y la producción económica. Es decir, 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. La intensidad energética se muestra de forma desagregada para los 3 sectores que aportan al PIB: industria, agropecuario, y comercio y servicios.

De igual manera se presentan indicadores relacionados con la eficiencia para el sector residencial y el sector transporte. Éstos son: el consumo de energía en el sector residencial per cápita y el consumo de energía para vehículos terrestres registrados, dividido entre el número de ellos, considerando la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Finalmente, en materia de aspectos sociales, se presenta el índice de pobreza energética, el cual se refiere al

porcentaje de hogares con privación de bienes económicos que sirven para la satisfacción de necesidades absolutas.

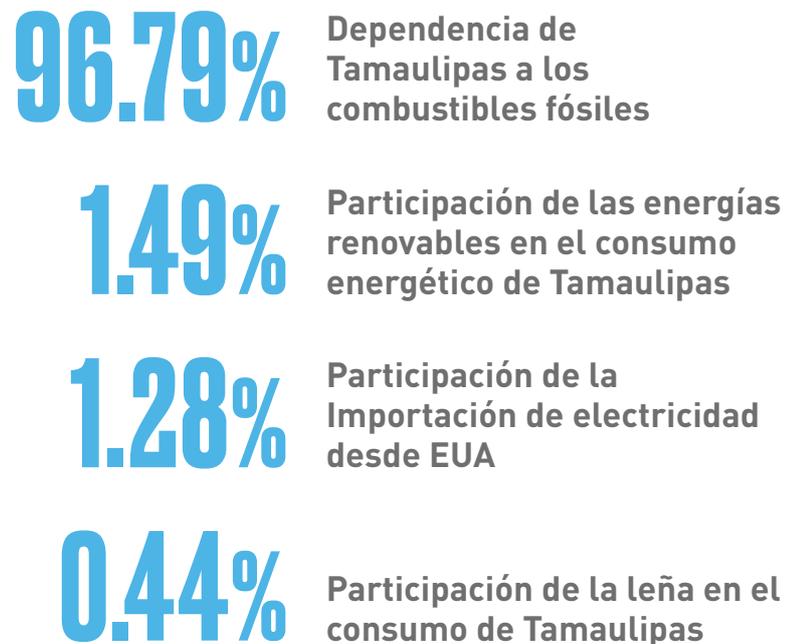
Los indicadores aquí presentados se refieren a la forma en que Tamaulipas obtiene su energía: 1.49% de la energía que se consume en el estado proviene de fuentes renovables (eólica y solar, como se vio en el apartado de Producción). Esta cuenta incluye el porcentaje de energías renovables que alimenta a todo el Sistema Eléctrico Nacional y cuya electricidad se importa al estado.

El 96.79% de la energía proviene de fuentes basadas en combustibles fósiles, como el diésel, los querosenos, la gasolina o el gas seco. Al ser un valor alto se considera que se cuenta con *dependencia a los combustibles fósiles*.

La leña no es un combustible fósil, sin embargo, 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. Este energético aporta un 0.44% al consumo energético total de Tamaulipas.

A su vez, se tiene un 1.28% de participación de la importación de electricidad desde Estados Unidos de América.

Fuentes del consumo energético



Economía

Producto Interno Bruto

De acuerdo con el INEGI, el Producto Interno Bruto¹ del estado de Tamaulipas en el año 2019 alcanzó los \$710.39 miles de millones de pesos, siendo así la doceava entidad con mayor aportación al PIB Nacional.

Al desagregar por tipo de actividad económica: primarias, secundarias y terciarias se observa que las actividades terciarias tienen una aportación del 54.86%, mientras que las secundarias y primarias, aportan el 42.41% y el 2.73% respectivamente.

Dentro del PIB estatal se observa una distribución heterogénea de la participación entre diversas actividades, principalmente en las correspondientes a las actividades secundarias y terciarias. En este sentido, como se puede observar en la siguiente tabla, 3 de ellas (las industrias manufactureras, el comercio y la construcción) concentran 52.6% de la aportación.

Tabla 7. Actividades con mayor aportación al PIB de Tamaulipas, 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2020.

Nombre de actividad	Aportación al PIB estatal
Industrias manufactureras	25.07%
Comercio	16.77%
Construcción	10.79%
Total	52.63%

¹ Valores corrientes, año base 2013.

Figura 41. Participación en el PIB estatal de las principales actividades económicas en el estado.

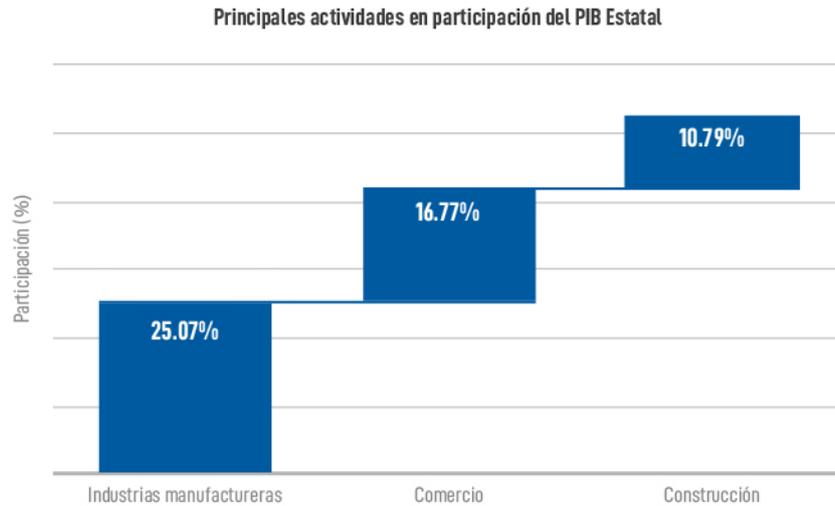


Figura 42. Contribución de Tamaulipas al PIB nacional periodo 2016 - 2019.

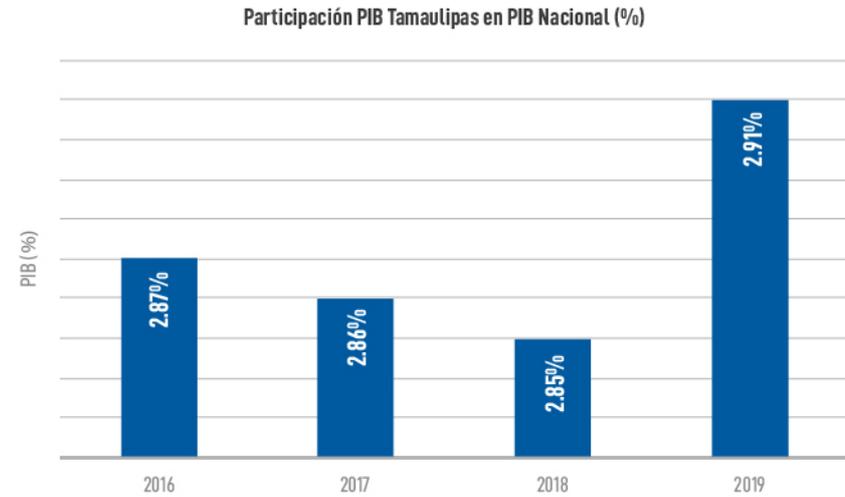
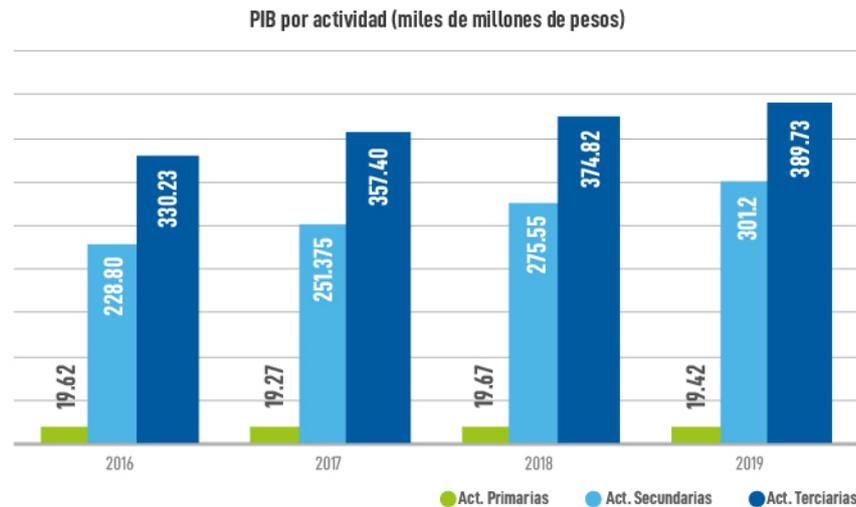


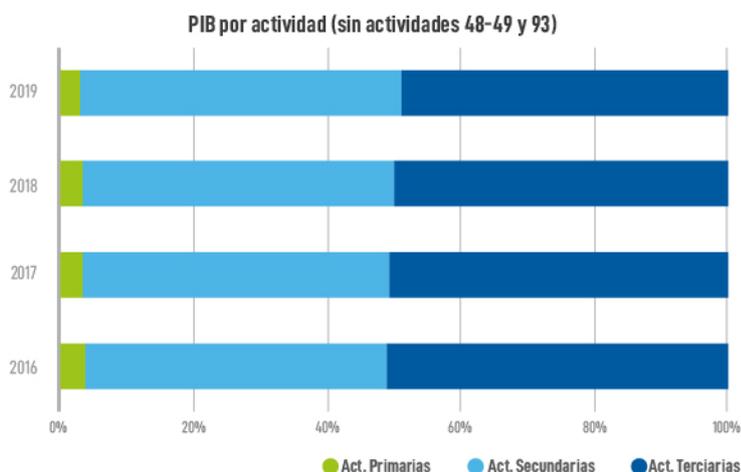
Figura 43. PIB por actividad económica en Tamaulipas 2016 - 2019.



Con el fin de poder realizar el cálculo de futuros indicadores energéticos, como se puede observar en la Figura 44, se realiza la omisión de las actividades 48-49 correspondientes a Transportes, correos y almacenamiento, y la actividad 93-Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales, ambas pertenecientes a las actividades terciarias. Esto se debe a que el consumo energético de las actividades 48-49 se cuenta en el sector transporte, no en el comercial, mientras que el consumo energético de la actividad 93 se cuenta en el sector público.

Una vez realizada la omisión de dichas actividades, tanto a nivel estatal como a nivel Nacional, se obtiene lo siguiente: las actividades terciarias tienen una participación de 304.25 miles de millones de pesos (49%) respecto a los 301.25 miles de millones de pesos (48%) obtenidos de las actividades secundarias y los 19.42 miles de millones de pesos de las actividades primarias (3%).

Figura 44. Participación en PIB por tipo de actividad económica sin actividades 48-49 y 93 periodo 2016 – 2019.



Intensidad Energética

La intensidad energética es considerada un indicador de eficiencia energética de un país o localidad. La interpretación no es sencilla, debido a que influyen factores como el tamaño de la muestra, condiciones climáticas, grado de industrialización, composición de la economía, entre otras². Se encuentra definida como la cantidad de energía utilizada para generar una unidad monetaria, quedando expresada de la siguiente forma:

$$IE(\text{consumo final}) = \frac{\text{Consumo final de energía (UE)}}{\text{PIB (UM)}}$$

Donde:

IE = Intensidad energética

U.E. = Unidad de energía

U.M. = Unidad de monetaria

De acuerdo con la ecuación, la Intensidad Energética es directamente proporcional al consumo final de energía, e inversamente proporcional a la unidad monetaria utilizada para realizar la comparación.

Es decir, entre mayor sea la cantidad de energía utilizada para la generación de una unidad monetaria, la intensidad energética es mayor, y por lo tanto, se considera con menor eficiencia energética. En otras palabras, la unidad muestra es más voraz, energéticamente hablando.

Para este caso en particular, se analiza la intensidad energética de los sectores industrial, agropecuario y comercial y servicios.

2 <https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/carmencrespo3.pdf>

Con este fin, se utiliza la desagregación del PIB por actividad. Lo anterior se lleva a cabo comparando el consumo energético del sector agropecuario respecto al PIB de actividades primarias; consumo energético del sector industrial respecto a PIB de actividades secundarias; por último, el consumo energético del sector comercial y de servicios respecto al PIB de las actividades terciarias³ obteniéndose lo siguiente:

El sector industrial cuenta con una intensidad energética de mucho mayor grado en comparación con el sector agropecuario y el sector comercial y de servicios. Siendo, 8.2 veces mayor que la intensidad energética del sector agropecuario y 16.9 veces mayor que la intensidad energética del sector comercial y de servicios.

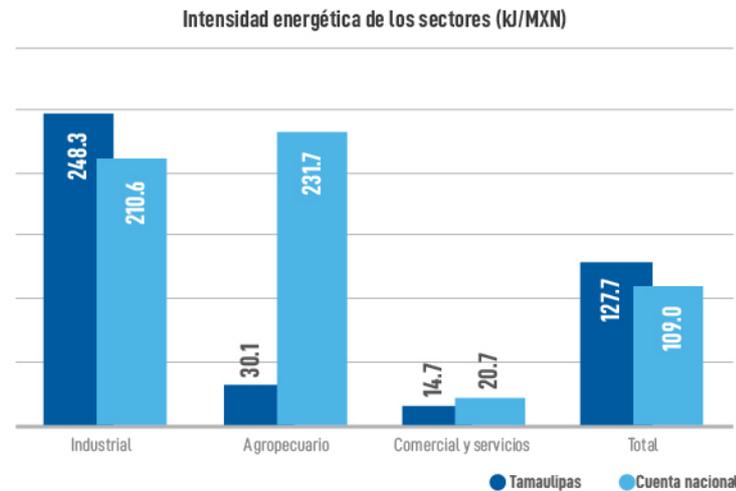
En la Figura 45 se puede apreciar el valor de la intensidad energética de los sectores mencionados comparándolos con los valores nacionales para el periodo 2019.

La intensidad energética de Tamaulipas se encuentra 18.7 kJ/MXN por encima del valor Nacional. Sin embargo, no pasa lo mismo con cada uno de los sectores.

De forma particular, el sector agropecuario es el que presenta mayor acentuación en su diferencia siendo 7.6 veces mayor la intensidad energética a nivel nacional en comparación con la estatal, esto es, existe una diferencia de 201.6 kJ/MXN.

Por otra parte, la intensidad energética en el sector comercial y servicios también es mayor a nivel nacional con 6 kJ/MXN. Caso contrario ocurre en el sector industrial, donde la intensidad energética es mayor a nivel estatal con una diferencia de 37.7 kJ/MXN.

Figura 45. Intensidad energética por sector económico periodo respecto a cuenta Nacional 2019.



Energía por vehículo

El cálculo de la energía por vehículo se realizó comparando el consumo de energía en el sector transporte omitiendo el consumo de turbosina y diésel de uso en el subsector ferroviario y marítimo.

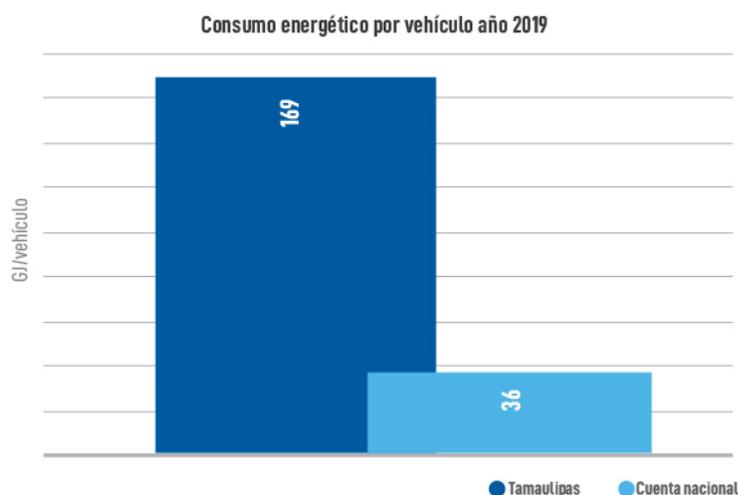
Esto es, se realizó el cociente de la cantidad de energía consumida en el sector en Gigajoules respecto a la cantidad de vehículos registrados en el estado con base en información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Información (INEGI, 2021).

Como se puede observar en la Figura 46, la cantidad de energía utilizada por vehículo registrado en el estado supera la obtenida a nivel Nacional, siendo 4.7 veces mayor. Este valor es de gran relevancia debido a que el sector transporte también es el mayor consumidor de energía dentro del estado.

³ Como se mencionó anteriormente, el PIB de las actividades terciarias no incluyen la agregación de las actividades 48-49 y 93.

Esta diferencia tan grande puede deberse a diferentes características de los vehículos dentro del estado. En primera, al ser un estado fronterizo, la existencia de irregularidades en procesos administrativos y de inspección en automóviles de la región se encuentra presente, aunado a la caracterización del tipo de vehículos utilizados en la entidad, así como el año promedio del parque vehicular.

Figura 46. Comparativa de consumo energético por vehículo, periodo 2019.



Energía per Cápita

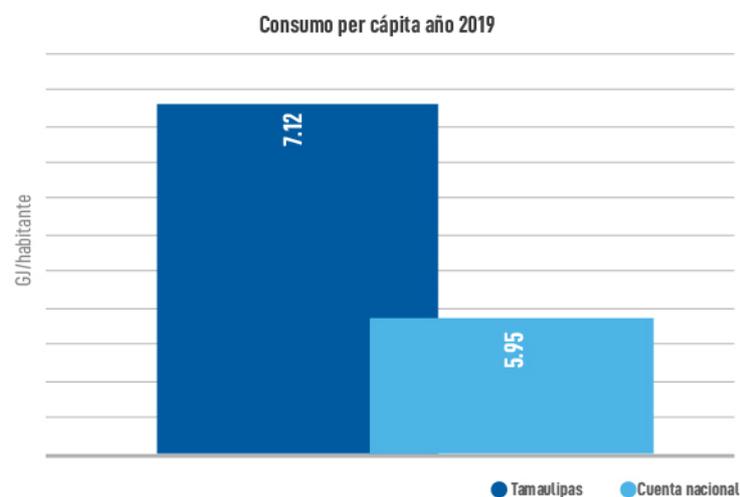
La obtención del valor de la energía per cápita se realizó comparando la energía consumida en el sector residencial respecto a la cantidad de habitantes del estado. De acuerdo con los datos obtenidos de los Censos de Población y Vivienda realizados por el INEGI el año 2020, Tamaulipas cuenta con una población de 3.52 millones de personas.

Como se puede observar en la Figura 47, el consumo de energía per cápita a nivel Nacional se encuentra por

debajo del reportado en el estado de Tamaulipas. Es decir, en promedio, cada habitante del estado consume un 20 % más energía que el promedio nacional. Mientras que a nivel Nacional el consumo energético per cápita asciende a los 5.95 GJ/hab, en Tamaulipas se registra un valor de 7.12 GJ/ hab.

Dichos valores pueden tener doble significado, el primero puede deberse a una menor eficiencia energética en los bienes utilizados por los habitantes de la entidad. En su defecto, podría deberse a las condiciones climáticas y la satisfacción de las necesidades energéticas correspondientes.

Figura 47. Comparativa de consumo de energía per cápita en sector residencial, 2019.



Indicadores Sociales

Pobreza Energética

De acuerdo con la investigación realizada por el Dr. Rigoberto García-Ochoa (García Ochoa & Graizbord, 2016), se plantea la metodología de satisfacción de Necesidades Absolutas de Energía (NAE) considerando que a nivel hogar debe de contarse con un número de bienes necesarios (satisfactores) que permitan el cumplimiento de dichas necesidades. La metodología consiste en vincular los usos finales de energía (cocción de alimentos, refrigeración, entretenimiento, iluminación, calentamiento de agua y aire acondicionado) con los bienes económicos utilizados para la satisfacción de necesidades absolutas (estufa, refrigerador, luminarias, etc.).

Las necesidades absolutas son consideradas como aquellas necesidades inherentes a cualquier persona, y cuya satisfacción permite el desenvolvimiento de una vida digna.

Para los estados localizados en clima templado no se considera el confort térmico como un indicador. Mientras que, para aquellos localizados en climas cálidos, como Tamaulipas, sí se considera. En cualquier caso, al contar con el bien económico, el indicador para la necesidad absoluta obtiene un valor de uno, mientras que la carencia de dicho bien arroja un valor de cero.

Posteriormente se obtiene el cociente entre el conteo del total de los indicadores respecto al número de éstos. Es decir, para clima templado se promedia entre 5.

La carencia de un bien económico arrojaría un valor en el cociente menor a 1, considerando al hogar en pobreza energética. Por su parte, al cumplir con todos los bienes

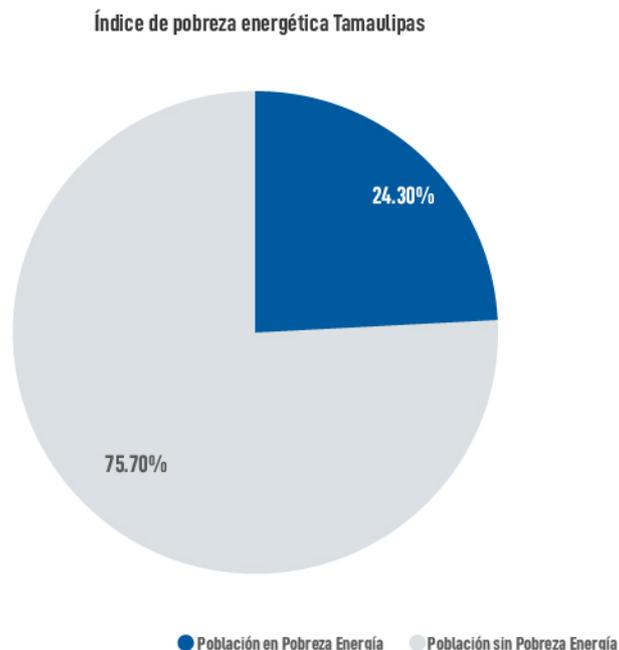
económicos se considera que el hogar se encuentra fuera de la pobreza energética.

Considerando como base el Censo de Población y Vivienda del año 2020, Tamaulipas cuenta con 1,069,121 viviendas particulares habitadas. Con los datos obtenidos por (García Ochoa & Graizbord, 2016) la cantidad de hogares en pobreza energética en el estado de Tamaulipas, para el año 2016 era del 24.3%.

En la actualidad no se cuenta con valores a nivel subnacional actualizados. Sin embargo, existe el estudio desarrollado a nivel Nacional: *Pobreza energética. Caso de estudio: México* (Peñaloza, 2019)., el cuál puede servir de referencia para próximas aproximaciones. Dentro del mismo se realiza un análisis del grado de pobreza energética dividiéndola en leve, moderada y grave a nivel nacional. La metodología puede ser aplicada para la obtención de datos más actualizados, al considerar como base el Índice de Pobreza Multidimensional desarrollado por el OPHI (Oxford Poverty & Human Development Initiative) de la Universidad de Oxford, pero con algunas adaptaciones.

Figura 48. Hogares con privación de bienes económicos.

Elaborado con información de García Ochoa & Graizbord, 2016.



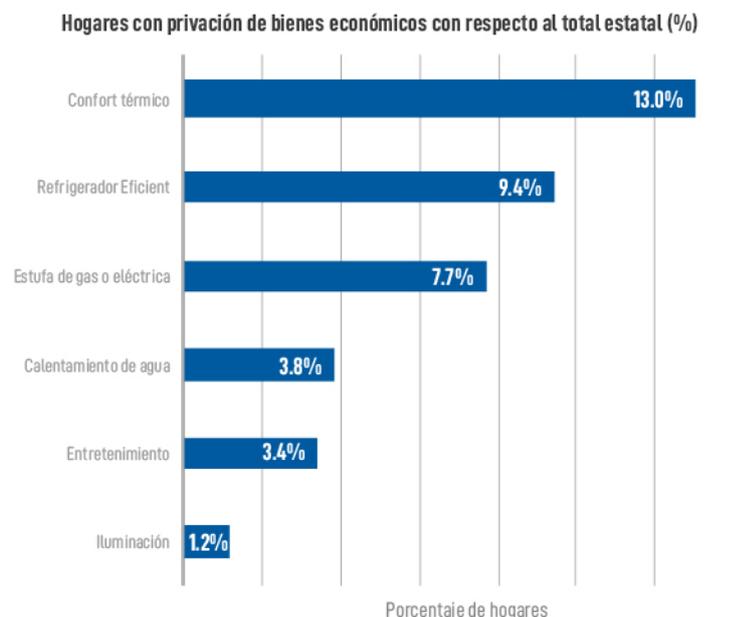
Como se observa en la Figura 49, la utilización de aire acondicionado y/o calefacción para satisfacer el confort térmico es el bien económico que presenta una mayor privación, alcanzando al 13% de los hogares del estado.

Por otra parte, el 7.7% de los hogares no cuentan con una estufa de gas o eléctrica, los cuales buscan satisfacer su necesidad a través de energéticos convencionales como la leña regional o el carbón.

El 9.4% de hogares no cuentan con refrigerador eficiente. Mientras que solamente el 1.2% de los hogares no cuenta con iluminación.

Figura 49. Índice de pobreza en el estado de Tamaulipas.

Elaborado con información de García Ochoa & Graizbord, 2016.



Poblaciones indígenas

De acuerdo con el Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias (AZEL), en el estado de Tamaulipas se cuenta con población indígena dispersa en la mayoría de sus municipios. Solamente existen 5 municipios considerados con presencia indígena (Nuevo Laredo, Reynosa, Matamoros, Tampico y Altamira); y los municipios de San Nicolás y Palmillas no reportan población indígena (Figura 50).

La población indígena mayoritaria se ha identificado como Huasteca (con incidencia en 110 localidades), seguida de población Náhuatl (58 loc.) y Totonaca (3 loc.).

Tabla 8. Poblaciones indígenas mayoritarias en localidades de Tamaulipas.

Fuente: (SENER, 2018 a)

Población Indígena	No. de localidades donde se encuentra
Huasteco	110
Náhuatl	58
Totonaco	3
Tarasco/Pu	2
Maya	2
Mixteco	2
Tarahumara	1
Tojolabal	1
Zapoteco	1
Chichimeco	1
Otomí	1
Pame	1
No identificados	18

En las 201 localidades con población indígena, el promedio de habitantes indígenas por localidad es de 269 personas. De éstas solo existen dos localidades con más de 10 mil habitantes indígenas en los municipios de Reynosa (14,135) y Matamoros (10,323). Destacando también Tampico (5,923), Nuevo Laredo (5,320), Altamira (5,093) y Ciudad Madero (4,396).

En los municipios de Abasolo, Burgos, Camargo, Güemez, Guerrero y San Carlos, las localidades estudiadas presentan una población indígena del 100%. En toda la entidad se registran 125 localidades con población indígena del 100%; sin embargo, cabe destacar que en 28 fueron consideradas poblaciones de 1 habitante; y que más del 80% de las localidades estudiadas no sobrepasa los 10 habitantes en total.

En Figura 51 se puede observar el número de habitantes por comunidad indígena en el estado de Tamaulipas. En este caso, el tamaño del punto va relacionado con la cantidad de habitantes por comunidad indígena en el estado. En esta figura se observan las mayores concentraciones en los municipios coloreados con morado en la Figura 50.

Figura 50. Presencia de poblaciones indígenas en municipios.

Fuente: Elaborado con información de AZEL.

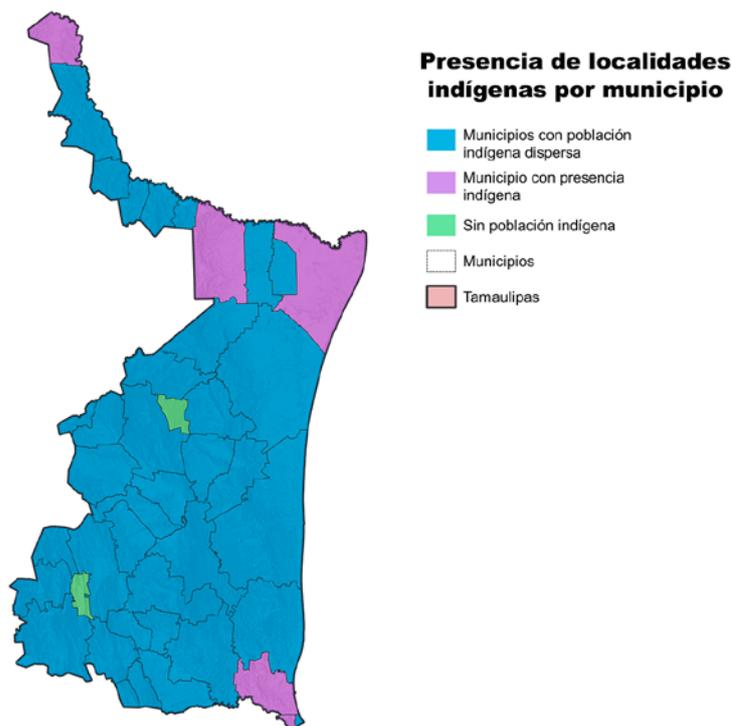
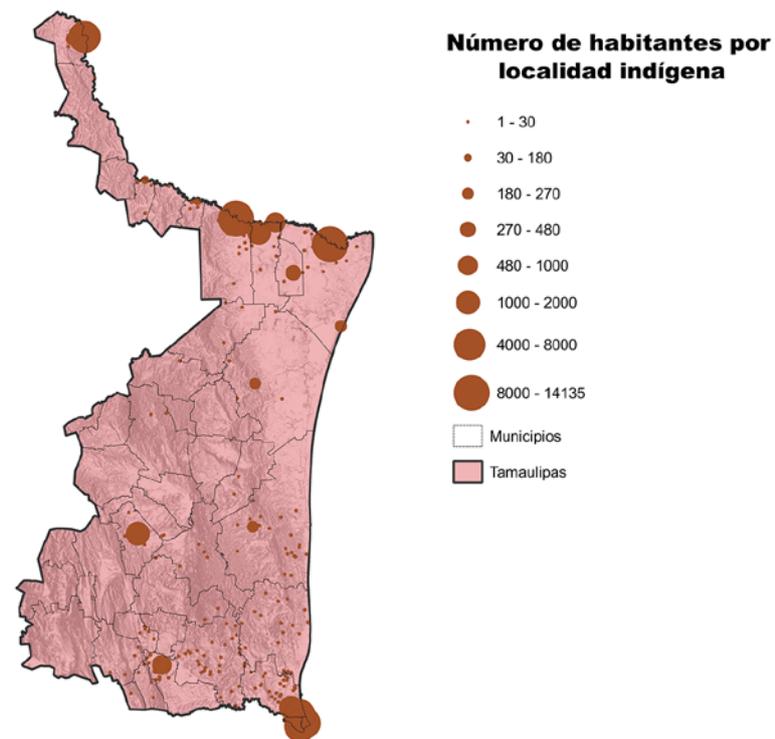


Figura 51. Localidades indígenas en territorio estatal de Tamaulipas.

Fuente: Elaborado con información del AZEL.





POTENCIALES DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES E IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Potencial de aprovechamiento de energías renovables

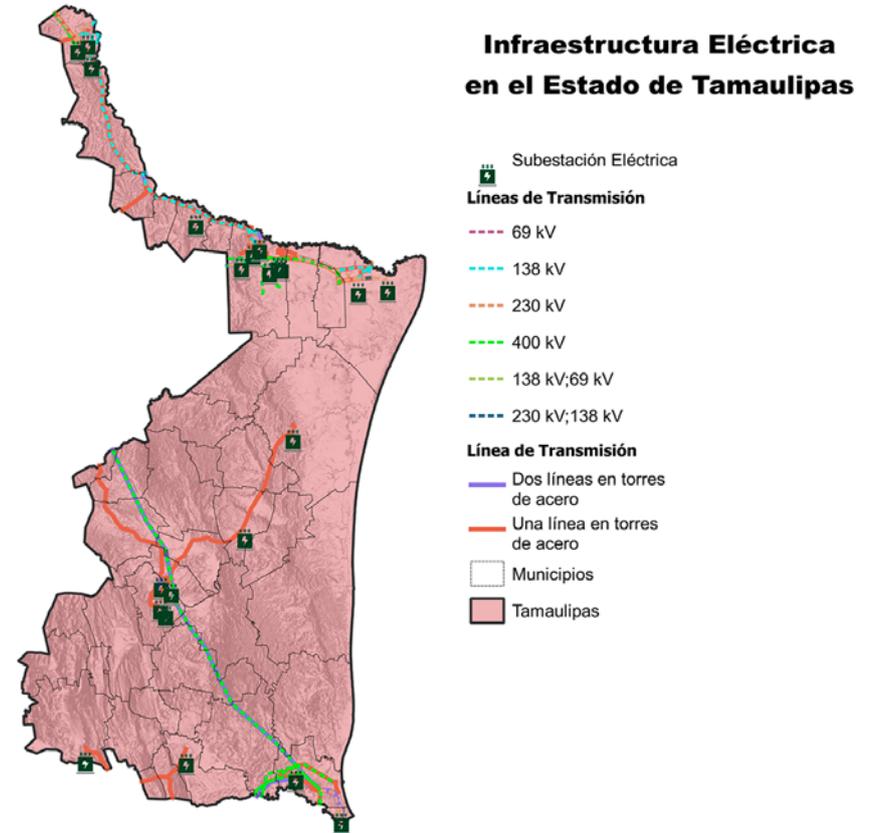
El estado de Tamaulipas se encuentra en una posición geográfica privilegiada que le brinda la oportunidad de aprovechar ampliamente las distintas fuentes de energía renovable con las que cuenta, como lo son las energías: solar, eólica y oceánicas en sus distintas variantes. Además, la infraestructura eléctrica de transmisión con la que cuenta el estado facilita y permite la interconexión de nueva infraestructura de generación basada en fuentes renovables. La Figura 52 muestra la extensión de dicha infraestructura, compuesta por líneas de transmisión de 69, 138, 230 y 400 kV que conectan las subestaciones de transmisión de Tamaulipas con estados vecinos y en el Norte con los Estados Unidos.

Aunado a la amplia disponibilidad de recursos de generación y de interconexión, el costo de las tecnologías de generación basadas en energías renovables es, hoy en día, más competitivo, lo que vuelve viable su integración al sistema eléctrico estatal. Lo anterior se ejemplifica en la Tabla 9 la cual compila los costos nivelados de generación eléctrica (LCOE, por sus siglas en inglés)⁴ de distintas tecnologías de energía renovable, de acuerdo con diferentes estudios a nivel nacional e internacional; y los compara con el LCOE de la tecnología de ciclo combinado, por ser la tecnología basada en combustibles fósiles más competitiva desde el punto de vista económico. Apreciándose que las tecnologías para el aprovechamiento de fuentes renovables de energía son igual o incluso más

competitivas en costos que la mejor de las tecnologías basadas en combustibles fósiles.

Figura 52. Infraestructura de transmisión eléctrica en el estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2019) y OSM (2021).



⁴ El costo nivelado es el costo que tendrá el generar cada unidad de energía eléctrica (MWh) en la central eléctrica durante toda su vida útil. Esto, considerando todos los egresos que el proyecto tendrá por conceptos de construcción, financiamiento, operación y mantenimiento y combustible.

Tabla 9. Comparativa de costos nivelados de las tecnologías renovables y el ciclo combinado (USD/MWh).

Fuente: Elaboración propia con datos de (IRENA, 2020), (NREL, 2020), (LAZARD, 2020) y (CFE, 2018).

Tecnología	IRENA ^a 2020	NREL ^b 2020	LAZARD ^c 2020	CFE ^d 2018
Eólica	51 – 61	–	26 – 54	50
Geotérmica	73	117	59 – 101	63 – 81
Bioenergía	66	96	–	–
Solar gran escala	68	31	29 – 42	–
Solar pequeña escala	155 – 177	110	150 – 227	74
Ciclo combinado	43 – 73			

a Agencia Internacional de Energías Renovables (nivel internacional)

b Laboratorio Nacional de Energías Renovables (nivel nacional, EUA)

c Consultora Financiera (nivel internacional)

d Comisión Federal de Electricidad (nivel nacional, México)

Esta sección enlista los diferentes potenciales energéticos basados en fuentes de energía renovable con los que cuenta el estado de Tamaulipas, así como sus diferentes aplicaciones. Además de incluir una sección dedicada a la eficiencia energética, en la cual se muestra un diagnóstico de consumo de energía para cada uno de sus sectores económicos que componen al estado y una serie de propuestas de eficiencia que pueden aplicarse a los diferentes sectores económicos para reducir la demanda energética del estado de Tamaulipas, para así, continuar avanzado en la transición del estado hacia un consumo energético más eficiente y bajo en carbono.

Recurso solar

Inagotable y renovable, la energía solar puede ser aprovechada para cubrir las necesidades de consumo de electricidad y agua caliente en edificaciones como casas, comercios, hoteles, etc. En este sentido, el estado de Tamaulipas cuenta con un importante recurso solar en la mayor parte de su territorio. Tal y como se muestra en la Figura 53 más del 50% del territorio estatal dispone de una de Irradiación Directa Normal⁵ (DNI, por sus siglas en inglés) diaria promedio superior a 5.0kWh/m² por día, mientras que en las zonas situadas al suroeste del estado la DNI alcanza hasta 7.3kWh/m² por día. Valores iguales o incluso superiores a los que llegan a presentar otras ciudades del mundo, famosas por aprovechar su recurso solar para generar electricidad a través de la implementación de sistemas fotovoltaicos, como Barcelona o Múnich, en donde se alcanzan niveles de DNI promedio de 4.8kWh/m² y 3.0kWh/m² por día, respectivamente. Otras

⁵ 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/m². 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.

ciudades, destacadas por su elevado aprovechamiento del recurso solar, y sus respectivos valores de DNI son Berlín, San Francisco y Madrid con 2.6, 6.1 y 5.5 kWh/m² por día respectivamente, se muestran en la Tabla 10, para fines comparativos.

Lo anterior, demuestra que el estado de Tamaulipas cuenta con un enorme potencial para generar energía eléctrica, aprovechando su notable recurso solar, a través del uso de la tecnología solar fotovoltaica, la cual se encarga de convertir la radiación solar en electricidad y que está en constante desarrollo, lo que incrementa su rendimiento y reduce sus costos. Convirtiéndola en una de las tecnologías más competitivas para la generación de electricidad en sitio.

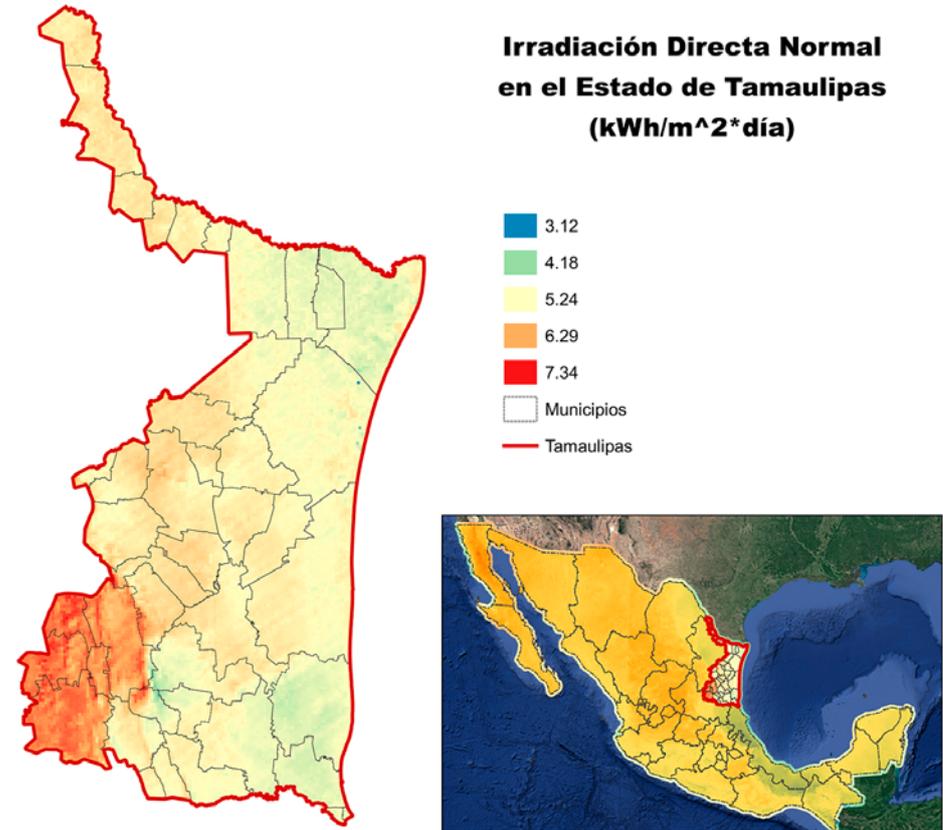
Tabla 10. Irradiación Directa Normal promedio en ciudades con elevado aprovechamiento del recurso solar.

Fuente: SOLARGIS.

Ciudad	DNI (kWh/m ² /día)
Múnich	3.0
Berlín	2.6
Madrid	5.5
Barcelona	4.8
San Francisco	6.1

Figura 53. Mapa de Irradiación Directa Normal promedio (kWh/m²/día) con una resolución espacial de 4 km².

Fuente: Elaboración propia con datos de INEL (SENER, 2018a).



Centrales fotovoltaicas de gran escala

De acuerdo con el marco jurídico vigente en México, se consideran como centrales de escala utilitaria aquellas que superan 0.5 MW de capacidad instalada y requieren un permiso de generación emitido por la Comisión Reguladora de Energía (CRE). Actualmente, el estado de Tamaulipas no cuenta con centrales solares fotovoltaicas de gran escala.

La DNI y la distancia a las Redes Nacionales de Transmisión (RNT) son dos parámetros determinantes para analizar la viabilidad tecno-económica de proyectos de generación fotovoltaica de gran escala. En la Figura 54 se presentan los polígonos dentro del territorio estatal de Tamaulipas reconocidos por el Escenario 3 del Atlas de Zonas con Alto potencial de Energías Limpias (AZEL), los cuales cumplen con las siguientes características:

- Irradiación Global Horizontal⁶ (GHI, por sus siglas en inglés) superior a 5.5 kWh/m²/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.

Como se puede apreciar, la mayoría de los polígonos se concentran en la zona occidental del territorio estatal, próximos a las RNT. En la Figura 55 y Figura 56 se muestra

el Factor de Planta⁷ (FP) de hipotéticas centrales solares fotovoltaicas de eje fijo⁸ y con seguimiento en un eje⁹ respectivamente, ubicadas en las superficies mencionadas.

El FP se sitúa entre 18.5 % y 19.5 % en la región norte y central para parques de eje fijo y crece para polígonos situados en zonas más sureñas, hasta alcanzar máximos de 20.5 % en el suroeste. Para el caso de centrales con seguimiento en un eje, el FP se ubica entre 24.1 % y 27.3 % para centrales con seguimiento en un eje en la zona norte y central, elevándose en polígonos situados en regiones con latitudes inferiores, hasta alcanzar máximos de 28.1 %.

En consecuencia, se puede afirmar que existen, en el estado de Tamaulipas, diversas áreas con un elevado recurso solar y gran potencial para el desarrollo de parques solares fotovoltaicos de gran escala.

⁶ 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.

⁷ El Factor de Planta es la razón entre la energía real generada por una central eléctrica durante un año y la energía que hubiera generado durante el mismo periodo trabajando a plena capacidad. Puesto que las centrales eólicas y fotovoltaicas no son despachables, el factor de planta dependerá de la disponibilidad del recurso renovable y de la eficiencia de los equipos.

⁸ Los parques solares fotovoltaicos de eje fijo mantienen una inclinación constante de los módulos fotovoltaicos.

⁹ 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 54. Líneas de transmisión y polígonos con alto potencial solar del Escenario 3 de AZEL.

Fuente: Elaboración propia con información de AZEL.

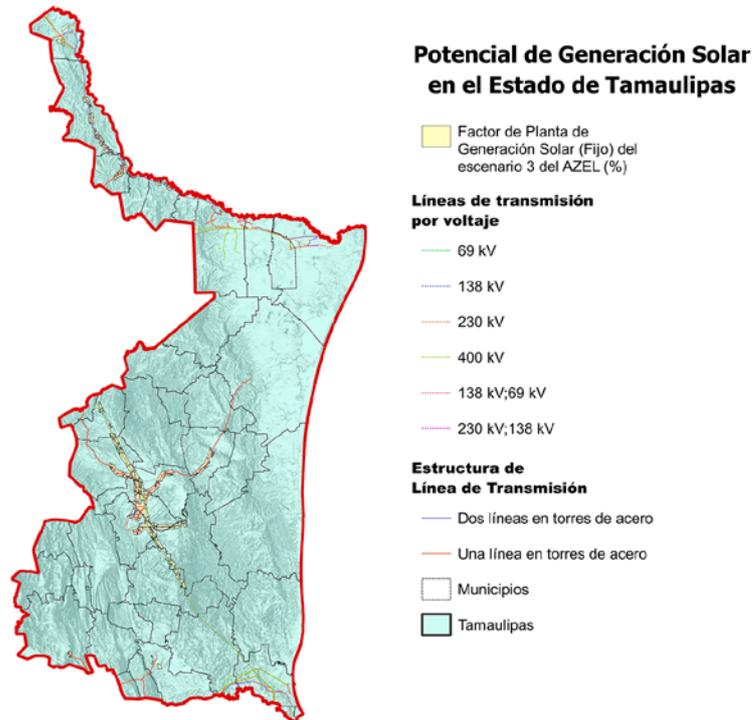


Figura 55. Factor de Planta de centrales solares fotovoltaicas de eje fijo para los polígonos de alto potencial.

Fuente: Elaboración propia con información de AZEL.

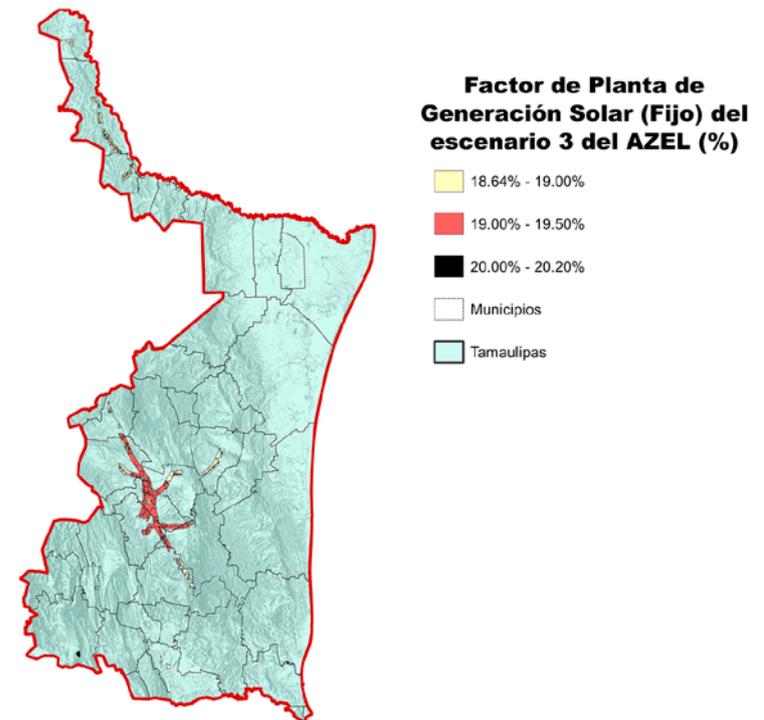
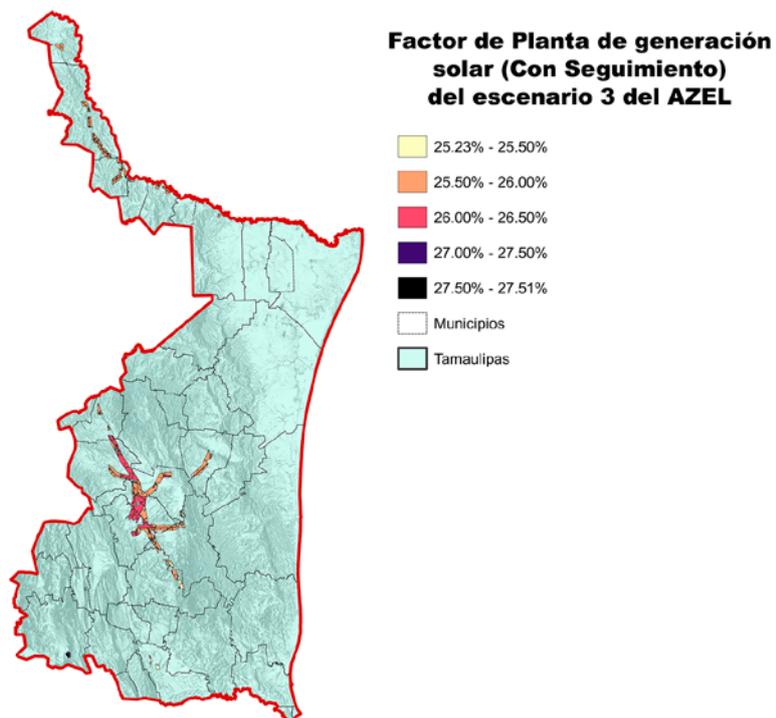


Figura 56. Factor de Planta de centrales con seguimiento en un eje para los polígonos de alto potencial.

Fuente: Elaboración propia con información de AZEL.



Generación fotovoltaica distribuida

La Generación Distribuida (GD) se define en la Ley de Industria Eléctrica (LIE), como la generación de energía eléctrica realizada por un generador exento, esto quiere decir que la capacidad instalada de las centrales de este tipo debe ser inferior a 0.5 MW. Además, deben ser interconectadas a circuitos de distribución que contengan una elevada concentración de Centros de Carga. Por otra parte, la Ley de Transición Energética (LTE) indica que, si la generación se realiza a partir de Energías Limpias, se puede considerar Generación Limpia Distribuida (GLD). Una de las tecnologías más empleadas en la última década para la Generación Distribuida es la solar fotovoltaica por ser renovable, limpia y haber alcanzado bajos costos. Estos sistemas de generación fotovoltaica de pequeña y mediana escala son comúnmente conocidos como Sistemas Fotovoltaicos de Generación Distribuida (SFVGD).

La implementación de SFVGD ha crecido considerablemente en el estado de Tamaulipas, pasando de 805 kW en el primer trimestre de 2017 hasta los 8,685 kW (8.7 MW) en el último trimestre de 2019 (Figura 57). No obstante, la SFVGD cuenta con un amplio margen de crecimiento.

Una comparativa de la capacidad instalada de SFVGD per cápita en el estado de Tamaulipas (2.46 W/persona) respecto al valor de este mismo indicador a nivel nacional (5.70 W/persona) (Figura 58) muestra un rezago del estado en la penetración de estos sistemas en las Redes Generales de Distribución (RGD).

Con el fin de aumentar la penetración de la SFVGD en el Estado de Tamaulipas, se evaluó la cantidad de usuarios potenciales por nivel económico, comparando el precio de la energía de las distintas tarifas de suministro básico de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) (Tabla 11) existentes con el costo promedio de un SFVGD a lo largo de

Figura 57. Evolución de la capacidad instalada de SFVGD.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CRE (CRE, 2021b).

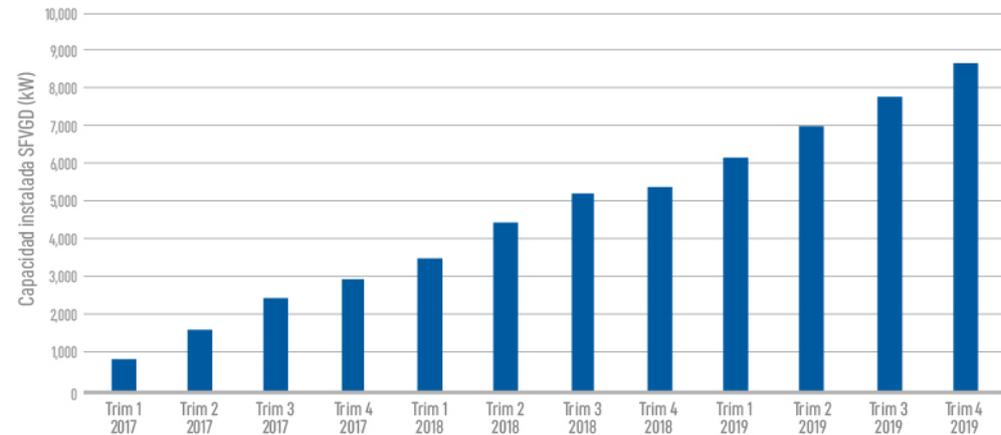
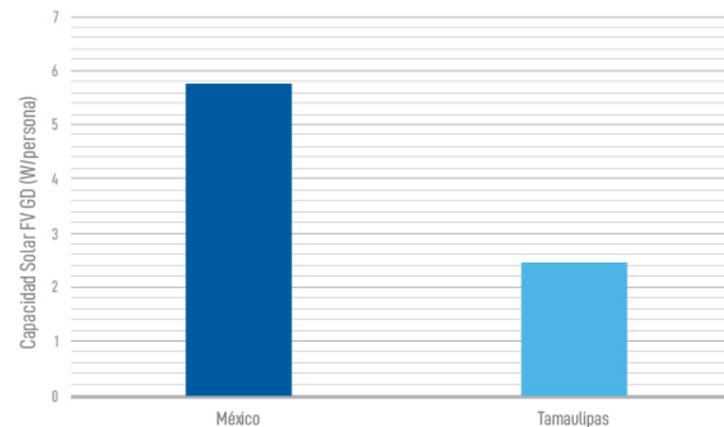


Figura 58. Comparativa de Capacidad SFVGD instalada per cápita.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CRE (CRE, 2021b).



su vida útil, el cual se sitúa para el caso de México en 1.61 MXN/kWh. Este valor fue calculado a partir de información proporcionada en el “Monitor de Información Comercial e Índice de Precios de Generación Solar Distribuida en México” (GIZ, 2020).

Tabla 11. Precio promedio de las tarifas de CFE (2019).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de (CRE, 2021c) y (CFE, 2021).

Precio promedio de la tarifa (2019)	
Tarifa	MXN/kWh
1	0.829
1A	0.829
1B	0.829
1C	0.829
1D	0.829
1E	NA
1F	0.829
9CU	NA
9N	NA
DAC	4.993
PDBT	3.319
GDBT	2.997
RABT	2
RAMT	0.800
APBT	3.333
APMT	2.190
GDMTH	2.072
GDMTO	2.119
DIST	1.686
DIT	1.303

Tras esta comparativa, se consideró a los usuarios con tarifas DAC, PDBT, GDBT, RABT, APBT, APMT, GDMTH, GDMTO y DIST del estado de Tamaulipas como potenciales adquirentes de SFVGD. El número de usuarios en cada una de estas tarifas aparece representado en la Tabla 12. Se estiman, por tanto, un total de 270,085 usuarios potenciales para la implementación de estos sistemas.

Tabla 12. Número de usuarios por tarifa.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de (CFE, 2019).

Tarifa	Número de usuarios
DAC	1,639
PDBT	95,167
GDBT	243
RABT	26
APBT	3,800
APMT	567
GDMTH	5,370
GDMTO	14,030
DIST	63

Segmentando el número de usuarios por sector y efectuando un recuento de los SFVGD ya implementados se obtienen los datos mostrados en la Tabla 13.

Tabla 13. Usuarios por sector y usuarios con SFVGD implementado.

Fuente: Elaboración propia.

Sector	Usuarios existentes	Usuarios con SFVGD
Residencial	1,639	948
Comercial	95,167	96
Industrial	19,463	7

A partir de los datos de la Tabla 13, se considera que la capacidad instalada promedio para un usuario residencial es de 5.88kW/contrato para usuarios residenciales, 21.12kW/contrato para usuarios comerciales y 158.18 kW/contrato para usuarios industriales¹⁰. En línea con lo anterior, la Tabla 14 muestra el potencial estimado de capacidad SFVGD instalable por sector.

Tabla 14. Potencial de generación distribuida por sector.

Fuente: Elaboración propia.

Sector	Usuarios potenciales restantes	MW
Residencial	691	4.07
Comercial	95,071	2,008.33
Industrial	19,456	3,077.49

Es importante destacar que el potencial reflejado es el resultado de un cálculo general basado en el atractivo económico para los usuarios. Se han excluido consideraciones importantes para la implementación de

¹⁰ Las tablas que reflejan los contratos por rangos de capacidad, su segmentación por sectores y el cálculo de capacidad promedio por sector se pueden consultar en el Anexo.

estos sistemas como el espacio disponible (que por lo general se trata de las azoteas de las construcciones), la capacidad de afrontar la inversión inicial, la tramitología de interconexión o los límites de las RGD para absorber la generación total de estos sistemas.

En síntesis, el estudio muestra un amplio margen de crecimiento en la implementación de SFVGD, especialmente en el sector comercial e industrial, donde un porcentaje muy bajo de usuarios han optado por la generación fotovoltaica pese a su bajo costo en comparación con los precios de sus tarifas.

Aprovechamiento térmico

Además de la producción de energía eléctrica a través de sistemas de generación fotovoltaicos, la radiación solar puede ser aprovechada para la producción de agua caliente sanitaria en hogares, hoteles, restaurantes, polideportivos y hospitales, entre otros, mediante el uso de calentadores solares.

Esta tecnología no ha tenido un impulso tan grande en el sector residencial dentro del estado.

De acuerdo con datos del INEGI solamente 0.8% de los hogares contaba con calentadores solares en 2015; dicho porcentaje aumentó en 0.1% para 2020, teniendo una penetración en solamente el 0.9% del total de viviendas contabilizadas como se muestra en la Figura 59.

En 2020, de las 1.05 millones de viviendas contabilizadas en la entidad, solamente 9.4 mil cuentan con calentadores solares, de estas el 48.1% cuenta con un boiler a base de gas como apoyo (INEGI, 2018).

Sin embargo, teniendo en consideración el recurso solar presente en el estado de Tamaulipas, 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.

Como se muestra en la Figura 60, el 75.8% de las viviendas de Tamaulipas (796 mil) carece de un sistema para el calentamiento de agua, por lo que esta tecnología podría apoyar también a proporcionar agua caliente sanitaria a un mayor número de hogares sin un gasto recurrente en abastecimiento de gas L.P o Gas Natural.

A su vez, el sector comercial y de servicios presenta una gran oportunidad para la instalación de esta tecnología. Como se podrá observar más adelante, el estado cuenta con 467 hoteles y 11,518 restaurantes, 3,968 escuelas tanto del sector público como privado, así como un total de 184 hospitales, lo que permitirá realizar diagnósticos para incentivar la incorporación de calentadores solares, tanto como uso único como en combinación con calentadores a base de gas.

Esto es, el potencial del estado se encuentra en el total de viviendas con carencia de cualquier equipo de calentamiento de agua y aquellas con calentador de gas, ya sea realizando una sustitución de tecnología o incorporando ambos en combinación; así como las actividades con un mayor consumo de agua caliente en sus usos finales en el sector comercial y servicios.

En este sentido, es pertinente realizar levantamientos de información y diagnósticos en el estado para poder ofrecer factibilidad técnica-económica con el fin de incorporar una mayor cantidad de calentadores solares dentro de la entidad.

Figura 59. Evolución del uso de calentadores solares de agua en sector residencial.

Fuente: Elaboración propia con información de (INEGI, 2020).

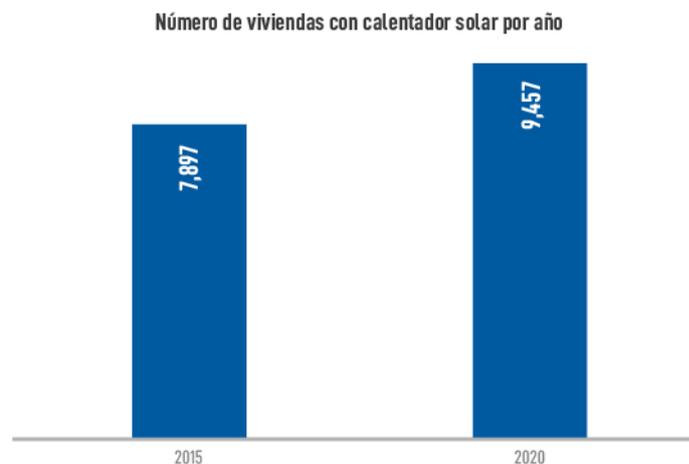


Tabla 15. Tecnología de calentamiento de agua en las residencias del estado de Tamaulipas.

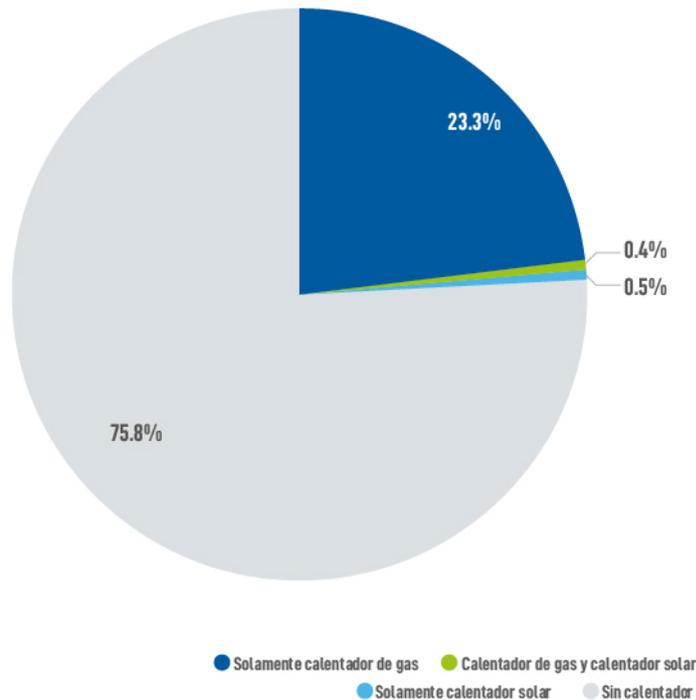
Fuente: (INEGI, 2020).

Tipo de calentador	Número de viviendas
Solamente calentador de gas	245,126
Calentador de gas y calentador solar	4,550
Solamente calentador solar	4,730
Viviendas sin calentador	796,331

Figura 60. Tecnología de calentamiento de agua en residencias del estado de Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI, 2020.

Tipos de calentadores de agua en las viviendas de Tamaulipas en el año 2020



Recurso eólico

La energía eólica es aquella que se extrae del viento. Mediante el empleo de aerogeneradores se 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 la orografía y las circulaciones térmicamente inducidas influyen, mientras que a microescala depende de la modulación de los flujos locales, la capa límite y las ráfagas turbulentas (Letcher, 2017).

Debido a esta complejidad, los atlas eólicos, de los cuales se extrajo la información que a continuación se presenta, son utilizados como insumos para análisis preliminares. No obstante, 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.

La Figura 61 muestra un mapa de rangos de densidad de potencia promedio anual estimada en W/m^2 a 120 metros de altura. Como se puede apreciar, la mayor parte del territorio cuenta con densidades superiores a los $400 W/m^2$. Además, en las regiones más próximas a la costa en la zona central y norte existen zonas con densidades superiores a los $700 W/m^2$.

La Figura 62, por su parte, muestra un mapa de velocidades promedio anuales en m/s estimadas a 120 metros de altura. Según esta información, extraída del Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL), en la mayor parte del territorio existen velocidades promedio superiores a los $6.5 m/s$. Además, existen regiones donde se superan los $9.5 m/s$, las cuales coinciden con las dos zonas de mayor densidad de potencia de la Figura 61.

De igual manera, la Figura 63 muestra el mapa de velocidades promedio anuales en m/s estimadas a 150 m de altura, extraído de "Global Wind Atlas" (DTU, 2021). Esta fuente estima un recurso más homogéneo en el territorio estatal y velocidades de entre 8 y $10 m/s$ como promedio en la mitad norte del estado.

Figura 61. Mapa de rangos de densidad de potencia eólica promedio anual a 120 metros de altura.

Fuente: Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL).

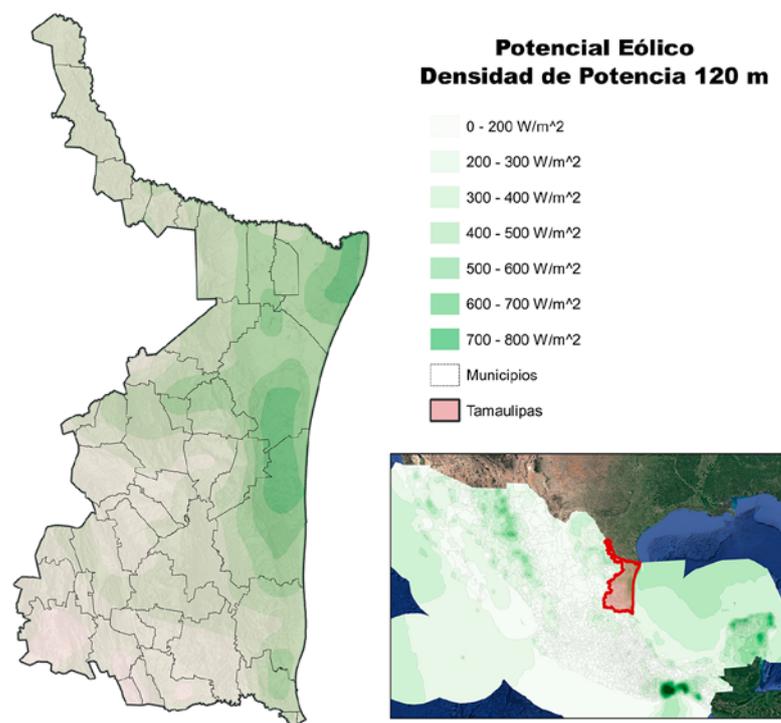


Figura 62. Velocidad del viento promedio anual a 120 m de altura.

Fuente: Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL).

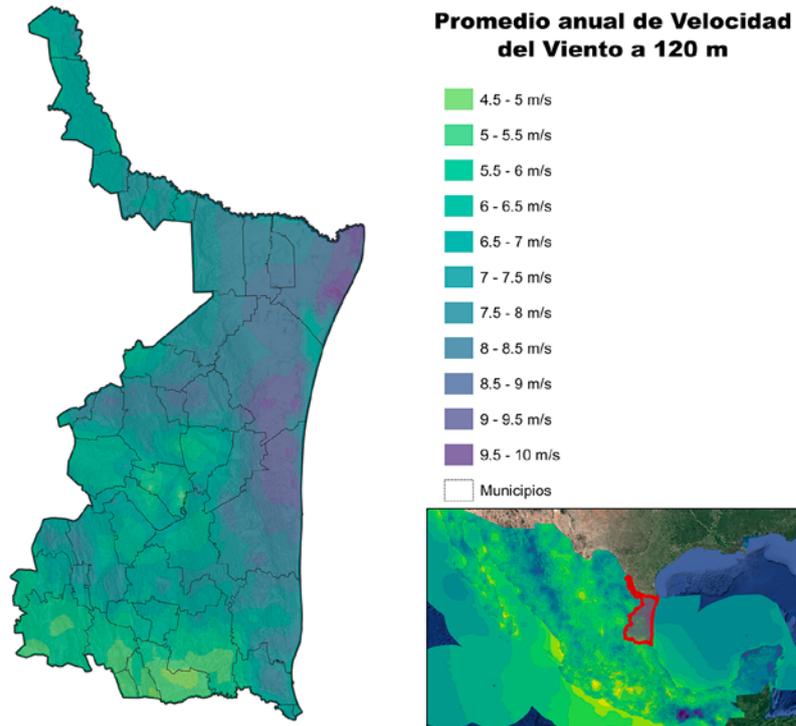
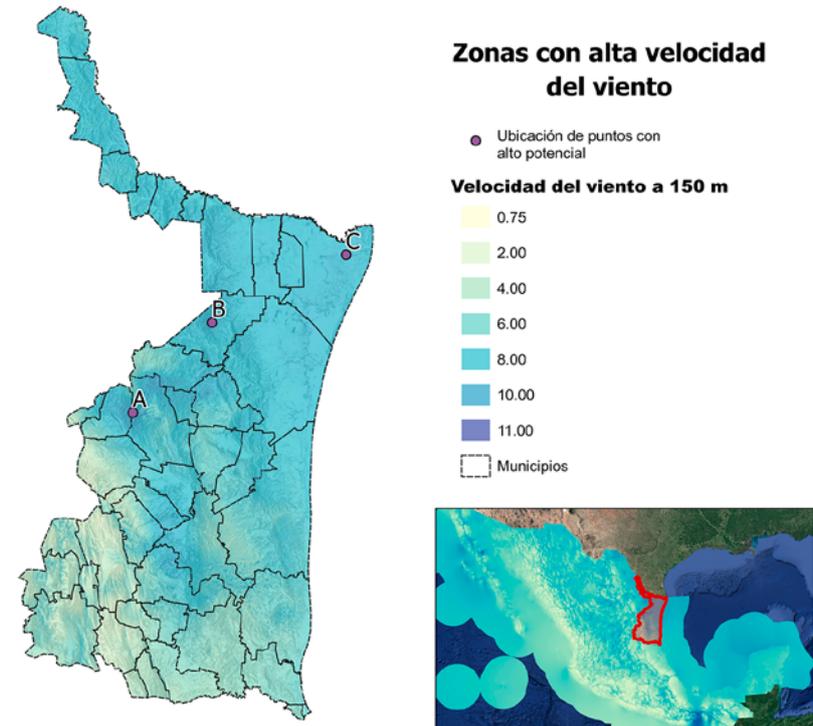


Figura 63. Velocidad del viento promedio anual a 150 m de altura.

Fuente: Global Wind Atlas.



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 recopiló información sobre la velocidad del viento a escala horaria en las ubicaciones de alto potencial señaladas en la Figura 62 y en la Figura 63 a 120 metros de altura entre 2016 y 2019 de “Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications Version 2” (MERRA-2), se obtuvo el histograma de velocidades del viento y se aproximó mediante la función de Weibull. De esta forma se obtuvo, además de la velocidad promedio, 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 zonas terrestres de interior. Se relaciona directamente con la variabilidad del 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.

La Figura 64, Figura 65 y Figura 66 muestran la distribución en frecuencias de las velocidades del viento en las ubicaciones mencionadas y su aproximación mediante una distribución de probabilidad tipo Weibull.

Figura 64. Distribución en frecuencia de velocidades estimadas entre 2016 y 2019 en la ubicación A.

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de MERRA-2.

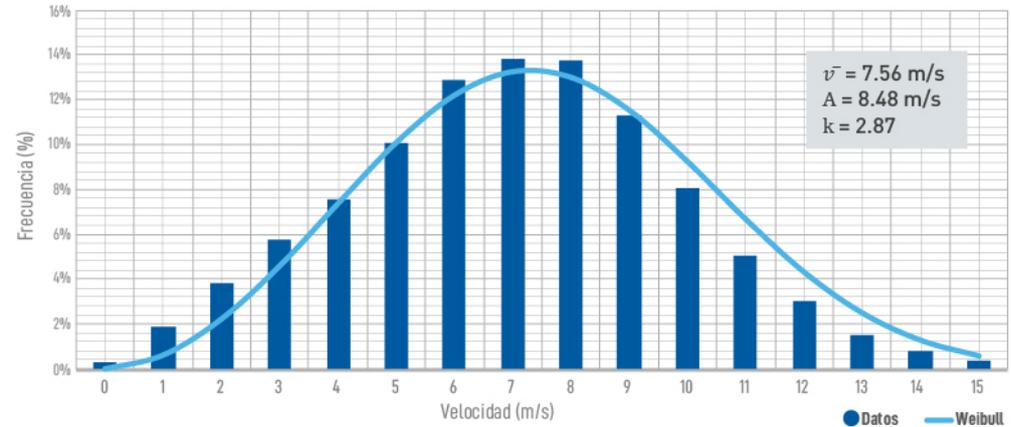


Figura 65. Distribución en frecuencia de velocidades estimadas entre 2016 y 2019 en la ubicación B.

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de MERRA-2.

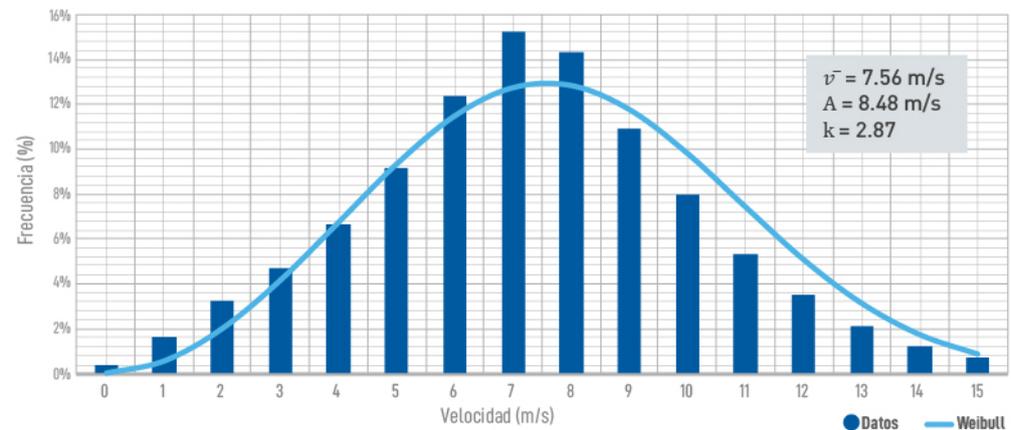


Figura 66. Distribución en frecuencia de velocidades estimadas entre 2016 y 2019 en la ubicación C.

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de MERRA-2.

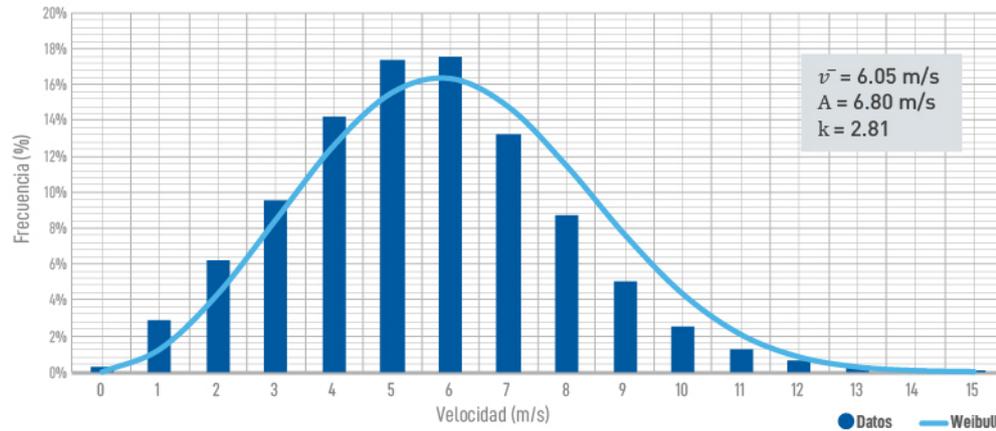


Tabla 16. Factor de forma (k) y factor de escala (A) de las ubicaciones muestreadas.

Ubicación	Velocidad promedio (m/s)	k	A (m/s)
A	7.56	2.87	8.48
B	7.83	2.88	8.79
C	6.05	2.81	6.80
D	7.08	2.64	7.97

En la Tabla 16 se puede observar como las ubicaciones estudiadas, y especialmente las ubicaciones A y B, presentan velocidades promedio elevadas y estabildades altas.

No obstante, 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). Es por ello que, a continuación, se presenta la Figura 67, la cual muestra el mapa de polígonos considerados con elevado potencial por AZEL en su Escenario 3. Éstos 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 km².
- Exclusión de áreas protegidas y localidades.

Seguidamente, la Figura 68 muestra el Factor de Planta (FP) estimado en el AZEL para parques eólicos ubicados en cada uno de estos polígonos, el cual alcanza valores superiores a 36%, especialmente en las regiones costeras situadas más al norte.

En definitiva, es posible afirmar que el estado de Tamaulipas cuenta con un recurso eólico estable con velocidades considerablemente altas, entre otras cosas, por su proximidad al mar y la influencia de las corrientes del golfo. Previo al lanzamiento de proyectos basados en esta información, se sugiere revisar las fases adicionales mencionadas previamente en el apartado. Es importante recordar que el FP mencionado surge de estimaciones y el aprovechamiento real final dependerá de una adecuada selección de la tecnología.

Figura 67. Líneas de transmisión y polígonos con elevado potencial eólico según Escenario 3 de AZEL.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AZEL.

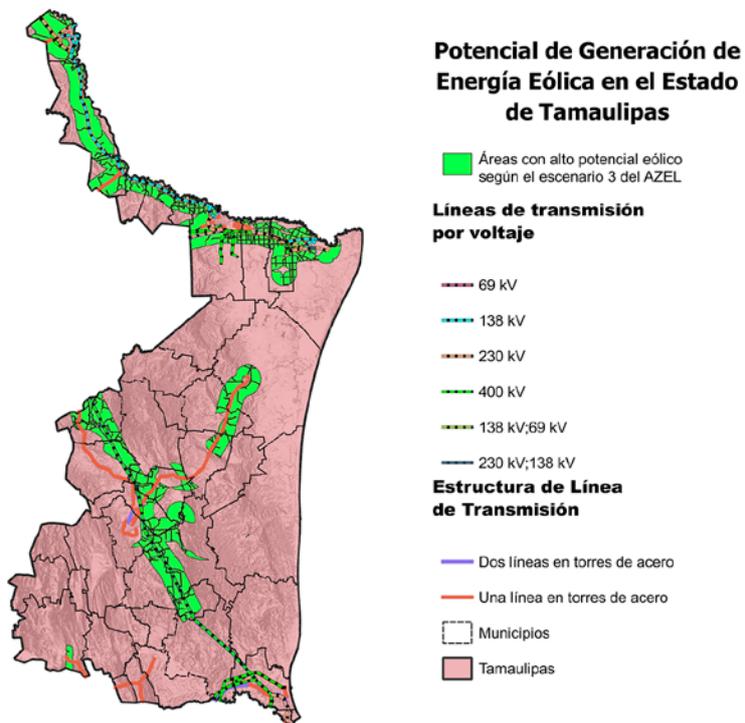
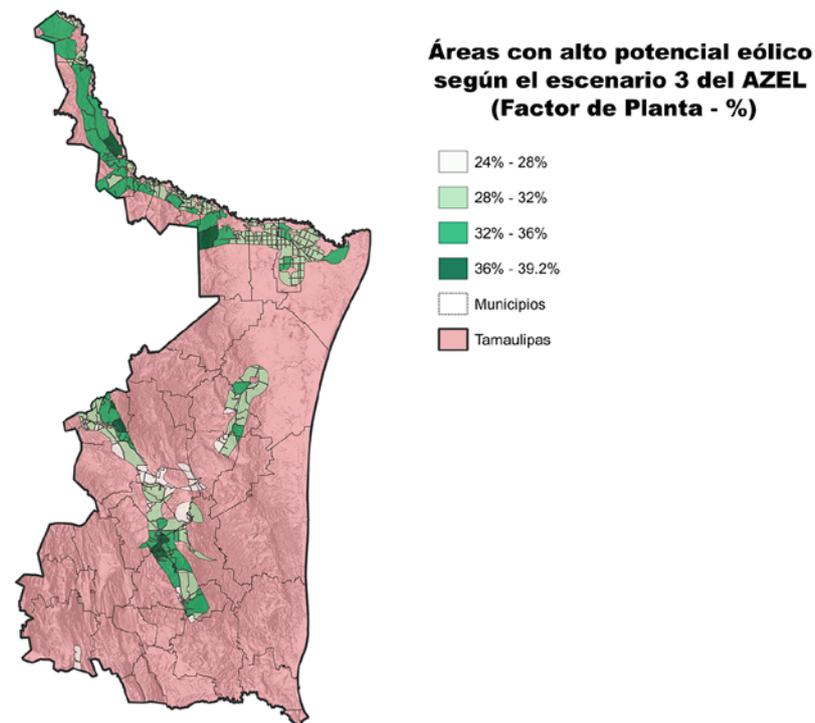


Figura 68. Factor de Planta estimado para parques eólicos ubicados en los polígonos del Escenario 3 de AZEL.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AZEL.



Recurso bioenergético

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 agrupa en 6 grandes conjuntos: Cultivos especializados, tala sustentable, residual agrícola y forestal, residual industrial, residual urbana y residual pecuaria.

A nivel nacional, los valores de potencial energético de los grupos de bioenergía mencionados anteriormente tienen sus valores máximos en los municipios de: Río Bravo (Tamaulipas) para el aprovechamiento energético de cultivos especializados (4,806 TJ/a); un potencial de 49,320 TJ/a en Othón P. Blanco (Tamaulipas) para el grupo de Tala Sustentable; Ahome (Sinaloa) con 22,138 TJ/a por aprovechamiento de residuos agrícolas y forestales; y Durango (Durango), considerado como el que tiene mayor potencial de producción energética a partir de residuos urbanos municipales con 4,224.65 TJ/a.

Todos los potenciales mencionados en esta sección corresponden a energía térmica primaria, por lo que es importante considerar pérdidas por conversión a electricidad en dimensionamiento de proyectos.

Cultivos Especializados

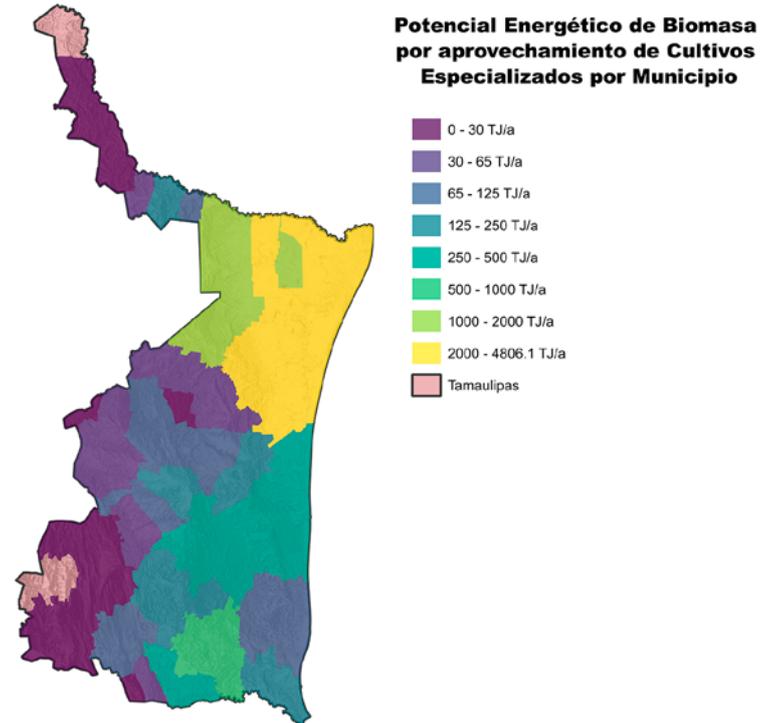
Este grupo de biomasa contempla los cultivos que se utilizan para la producción de los biocombustibles líquidos, bioetanol y biodiésel. Para el caso del bioetanol, se ha considerado la producción de melaza de caña, sorgo en grano y la remolacha azucarera; mientras que para el biodiésel se consideran la semilla de la *Jatropha curcas* y la palma de aceite.

Aunque la producción de biocombustibles en México es incipiente, el escenario de la Figura 69 plantea que 100%

de los cultivos mencionados anteriormente se enfoque en la producción de los biocombustibles. Por lo que, al llevar a análisis de factibilidad de proyectos, deberán considerarse otros usos comerciales de los cultivos.

Figura 69. Potencial energético por biomasa de cultivos especializados en Tamaulipas.

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



Como se mencionó anteriormente, el municipio de Río Bravo, al Norte de la entidad, cuenta con el mayor potencial de aprovechamiento energético de la biomasa proveniente de cultivos especializados a nivel nacional (4,806.1 TJ/a). Asimismo, los municipios de San Fernando y Matamoros tienen un potencial energético importante en este aspecto, con 4,355.5 y 4,082.6 TJ/a, respectivamente. Sin embargo, no se cuenta con información sobre el tipo de cultivo a producir. Cabe mencionar que el análisis no se presenta para todos los municipios de la entidad (38 de 43).

Tala Sustentable

Para la estimación del potencial energético de la biomasa obtenida por tala sustentable, el Atlas Nacional de Biomasa aplica 5 criterios de exclusión (Áreas Naturales Protegidas, Áreas Voluntarias de Conservación, Terrenos con pendiente menor a 30%, con distancia a caminos o carreteras menores a 5 km y con una superficie mayor a 25 ha) a la información sobre superficie y tipos de vegetación del INEGI (Serie IV).

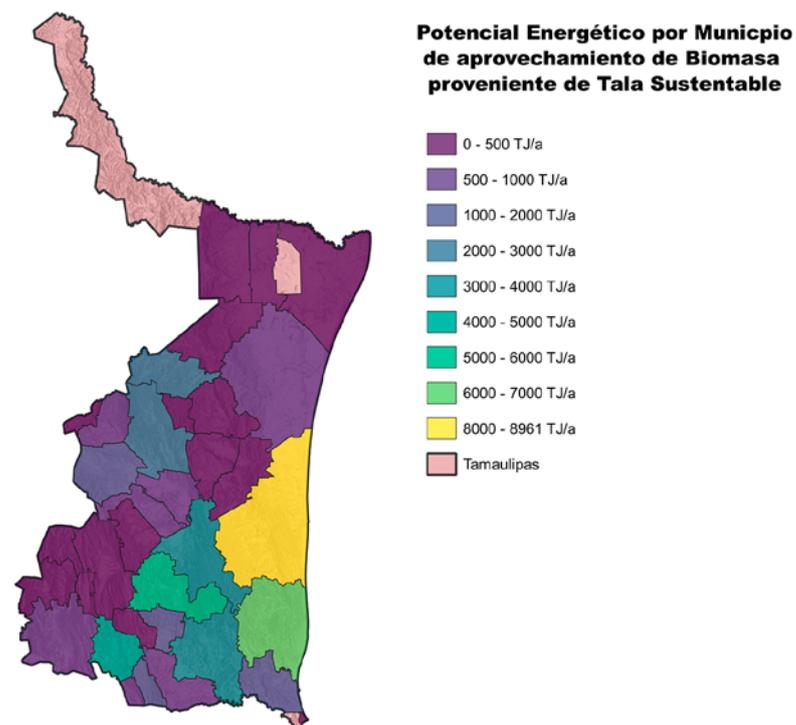
Posteriormente, se estima la cantidad de biomasa por hectárea según el tipo de vegetación, con datos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFiS), resultando en un total de biomasa forestal sostenible y accesible, combinando la de los polígonos aptos.

La cantidad de biomasa forestal utilizable para bioenergía se calcula a partir del crecimiento forestal basado en precipitación y altitud. Por último, el potencial energético considera el poder calorífico de cada biomasa.

El municipio de Soto la Marina (8,961.5 TJ/a) tiene el potencial más alto para aprovechar sosteniblemente la biomasa proveniente de la tala del recurso forestal. También a considerar, son los municipios de Aldama y Llera con potenciales energéticos de 6,433.7 y 5,080 TJ/a (Figura 70).

Figura 70. Potencial energético de biomasa proveniente de tala sustentable en Tamaulipas.

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



Residuos Agrícolas y Forestales

La actividad agrícola genera una cantidad considerable de residuos durante la cosecha de cultivos. El escenario de la Figura 71, estima la biomasa generada de los 41 cultivos que representaron el 99% de la producción total en 2012. Por otra parte, se consideran los residuos de los centros de transformación y almacenamiento de recurso maderero que tienen permiso vigente.

La actividad agrícola de los municipios al Noreste (Río Bravo, Matamoros y San Fernando) provoca que se cuente con el mayor potencial para aprovechar los residuos agrícolas y forestales en la entidad (con un valor combinado de casi 30,000 TJ/a). Además, el potencial combinado de los municipios contiguos (Reynosa y Valle Hermoso) puede considerarse importante para el aprovechamiento energético de residuos agrícolas y forestales con un potencial energético estimado de más de 10,000 TJ/a.

Para el AZEL, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) identificó 9 predios con vocación de manejo forestal sustentable en el estado de Tamaulipas, como se observa en la Figura 72. Los residuos forestales asociados a la producción de madera y carbón vegetal en estos predios (*Pinus pseudostrabus*, *Quercus laeta*, *Quercus canbyi* y *Juniperus fláccida*, entre otros) se consideran aprovechables para la producción energética a través de Ciclo Rankine Simple con un factor de planta de 0.8, con lo que el potencial energético total se estima en 360.34 TJ/a, con un consumo anual de 19,690.78 toneladas (Tabla 17).

Tabla 17. Predios con alto potencial de aprovechamiento de residuos forestales.

Fuente: AZEL (SENER, 2018 a).

Municipio	Tenencia	Pedio	Superficie (ha)	Biomasa (ton/a)	Potencial (TJ/a)
Jaumave	Ejidal	Ejido Alberto Carrera Torres	519.51	5,441.53	99.58
Victoria	Privado	C.P. la Presa I y II	256.16	3,182.32	58.24
Miquihuana	Ejidal	Ejido Marcela	414.88	1,375.26	25.17
	Ejidal	Ejido Marcela	414.88	1,375.26	25.17
	Ejidal	Ejido Marcela	414.88	1,375.26	25.17
	Privado	P.P. Innominado	33.75	540.30	9.89
Jiménez	Privado	P.P. Porcion número 46	40.00	240.43	4.40
Güemez	Privado	P.P. Los Pedernales	142.04	1,734.45	31.74
Tula	Privado	C.P. Innominado	395.99	4,425.97	81.00
Total			2632.09	19,690.78	360.34

Figura 71. Potencial energético de residuos agrícolas y forestales.

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

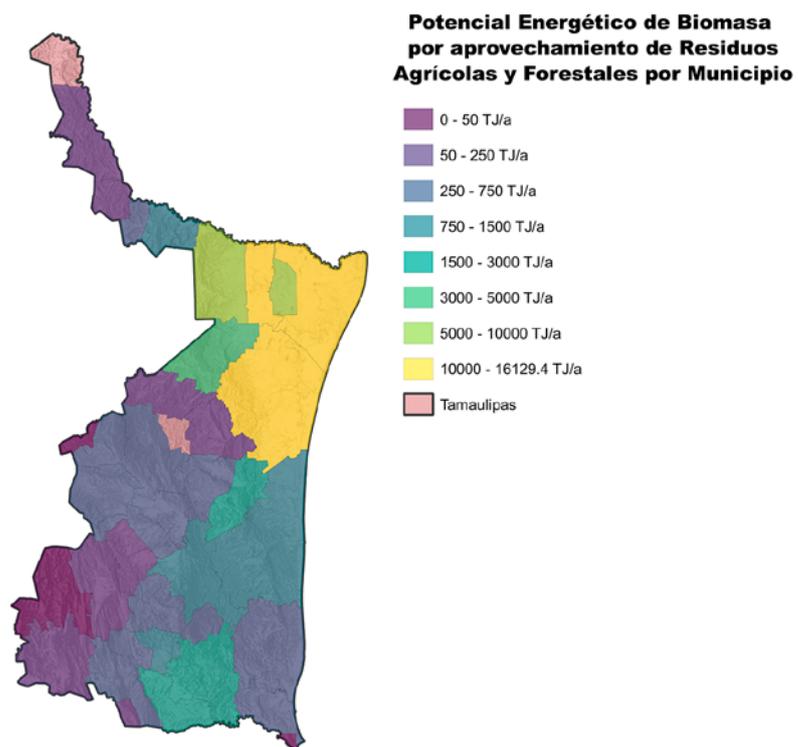
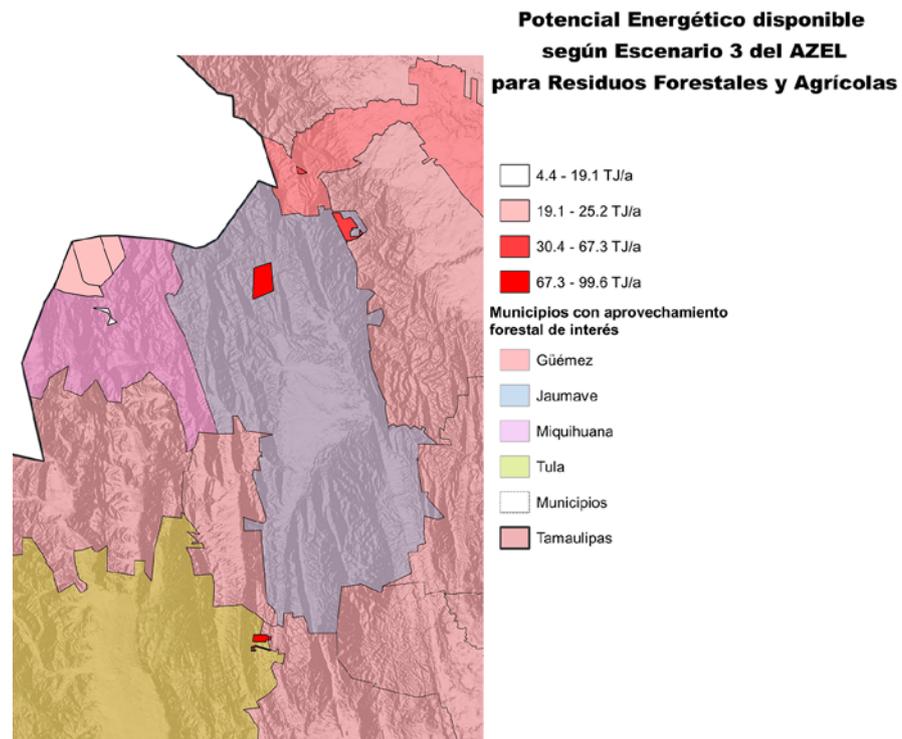


Figura 72. Potencial energético de predios en el escenario 3 del AZEL energético de residuos forestales y agrícolas en Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con fuente de AZEL (SENER, 2018 a).



Residuos Sólidos Urbanos

En este grupo se incluye a la biomasa de los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos que sean potenciales en cuanto al contenido de materia orgánica y los influentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los municipios de Reynosa (684.88), Nuevo Laredo (576.93 TJ/a) y Ciudad Madero (413.56 TJ/a) tienen los mayores potenciales de aprovechamiento de residuos urbanos (Figura 73). Esto se puede explicar a una mayor concentración poblacional y de actividad económica en esta zona, además de la actividad económica y turística causada por la frontera con E.U.A. de los municipios de Reynosa y Nuevo Laredo.

En la Figura 74, se localizan los 14 centros que pueden aprovechar energéticamente los residuos sólidos que ahí se reciben y su potencial energético. En ésta se observa que los rellenos sanitarios tienen mayor potencial energético que las plantas de tratamiento de agua. Además, la Tabla 18 recopila el potencial y municipio de los centros, donde sobresalen los rellenos sanitarios de Nuevo Laredo y Victoria por su alto potencial de aprovechamiento energético, 319.3 y 231.6TJ/a, respectivamente.

Tabla 18. Potencial energético de centros con residuos sólidos en municipios de Tamaulipas.

Fuente: AZEL (SENER, 2018 a).

Municipio	Tipo	Proceso	Potencial (TJ/a)
Ciudad Madero			59.36
Reynosa			59.36
Nuevo Laredo	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales		53.48
Victoria		44.13	
Tampico		19.79	
Matamoros		19.05	
Altamira		14.84	
Nuevo Laredo	Relleno Sanitario	Digestión Anaerobia	319.34
Matamoros			231.26
Victoria	Relleno Sanitario		127.00
Reynosa			12.61
Reynosa	Relleno Sanitario Pasa		12.61
El Mante			35.95
Gustavo Díaz Ordaz	Relleno Sanitario Pasa		10.40
Gómez Farías			5.68

Figura 73. Potencial energético de residuos urbanos municipales.

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

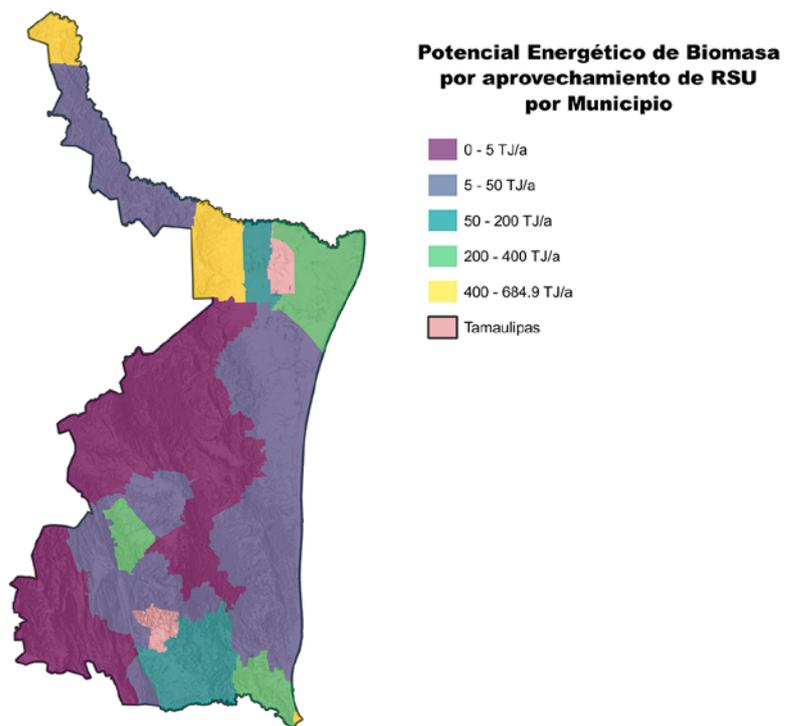
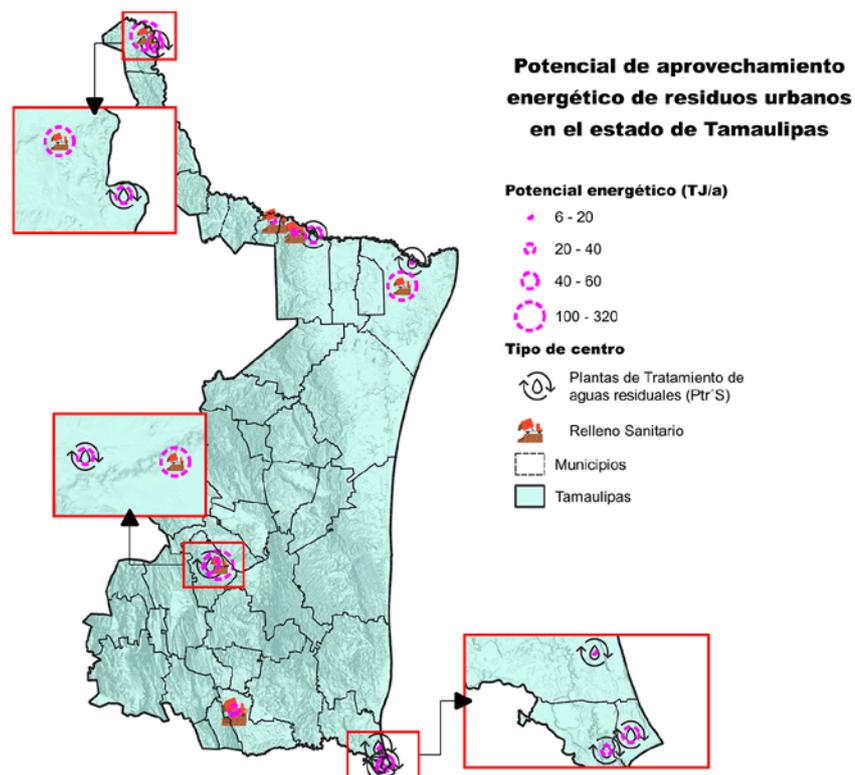


Figura 74. Centros almacenamiento de residuos urbanos y su potencial energético anual.

Fuente: Elaboración propia con información de AZEL (SENER, 2018 a).



Por otra parte, se cuenta con información a nivel estatal sobre la biomasa de residuos proveniente de actividades pecuarias e industriales, la cual se presenta en la Tabla 19.

Tabla 19. Potencial energético de residuos provenientes de actividades pecuarias e industriales.

Fuente: INEL (SENER, 2018a).

Tipo de Biomasa	Potencial (TJ/a)
Residuos industriales	6,152.0
Residuos pecuarios	389.7

En la industria pecuaria se contemplan los residuos de 5 unidades porcinas (Tabla 20 y Figura 75). Mientras que como residuos industriales se consideran únicamente a las agroindustrias y aserraderos (Figura 76). El potencial energético de la granja porcina analizada en el municipio de San Fernando representa cerca del 80% del total. Por lo que es un punto focal para el análisis de la implementación de sistemas de digestión anaerobia en granjas porcinas.

En la Tabla 21, se observa que la mayoría de potencial energético por aprovechamiento de residuos industriales en el estado proviene de la combustión en caldera de biomasa proveniente de los residuos producidos en aserraderos. Debido a la variedad de tipos de biomasa sólida y líquida, se requieren procesos de acondicionamiento de la materia para lograr su aprovechamiento térmico.

Tabla 20. Potencial energético por digestión anaerobia de residuos pecuarios porcinos en el estado.

Fuente: AZEL (SENER, 2018 a).

Municipio	Industria	Proceso	Potencial (TJ/a)
San Fernando	Granjas Porcinas	Digestión Anaerobia	246.25
Río Bravo			26.77
Reynosa			16.51
Matamoros			13.92
Reynosa			8.975

Figura 75. Clasificación de centros pecuarios por potencial de aprovechamiento energético.

Fuente: Elaboración propia con información de AZEL (SENER, 2018 a).

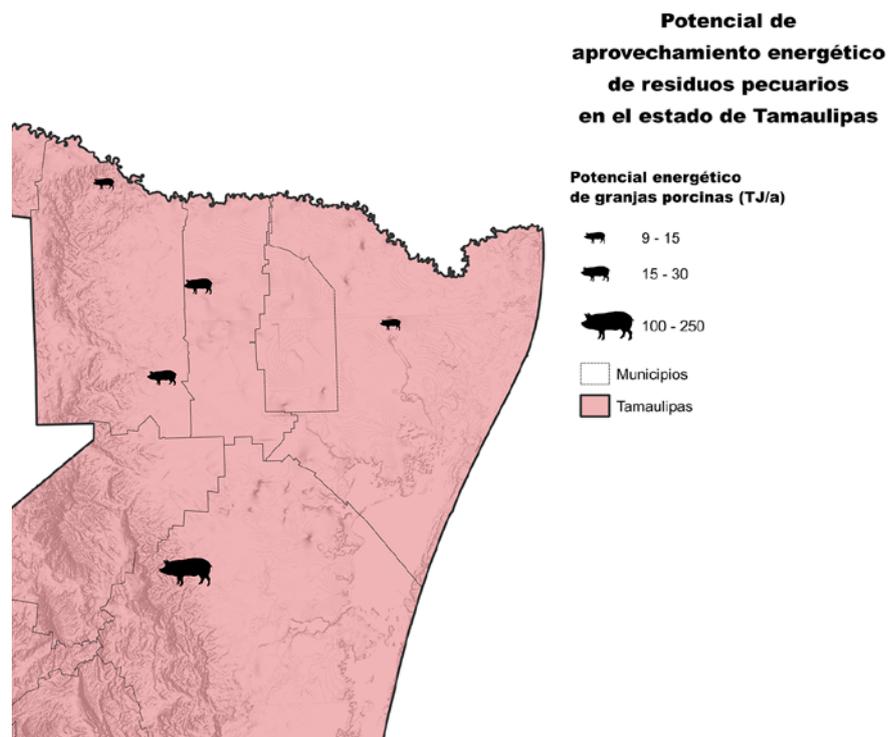


Figura 76. Localización de centros con residuos industriales altamente aprovechables para generación energética.

Fuente: Elaboración propia con información de AZEL (SENER, 2018 a).

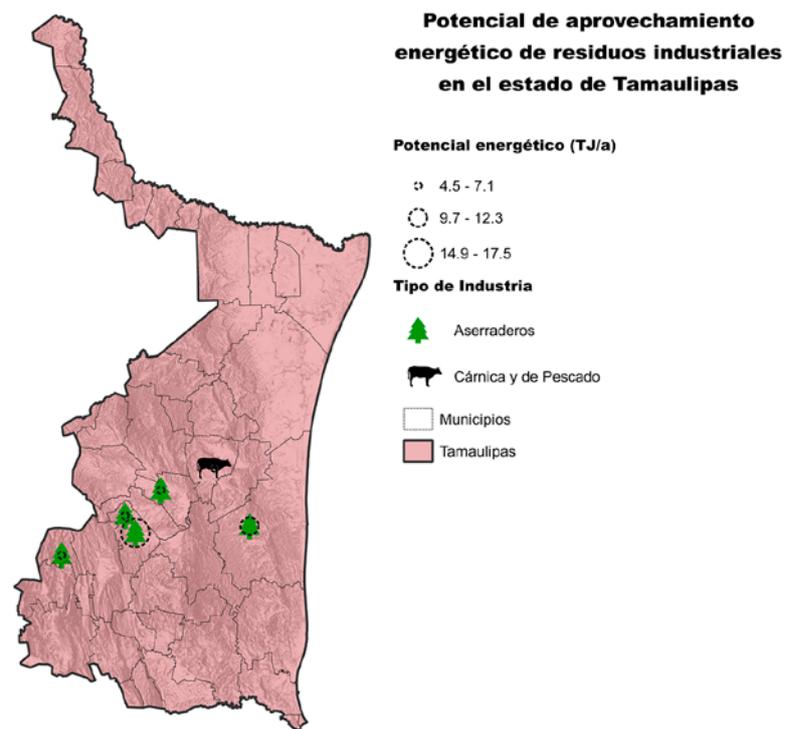


Tabla 21. Potencial de aprovechamiento energético de desechos industriales en el estado.

Fuente: Elaboración propia con información de AZEL (SENER, 2018 a).

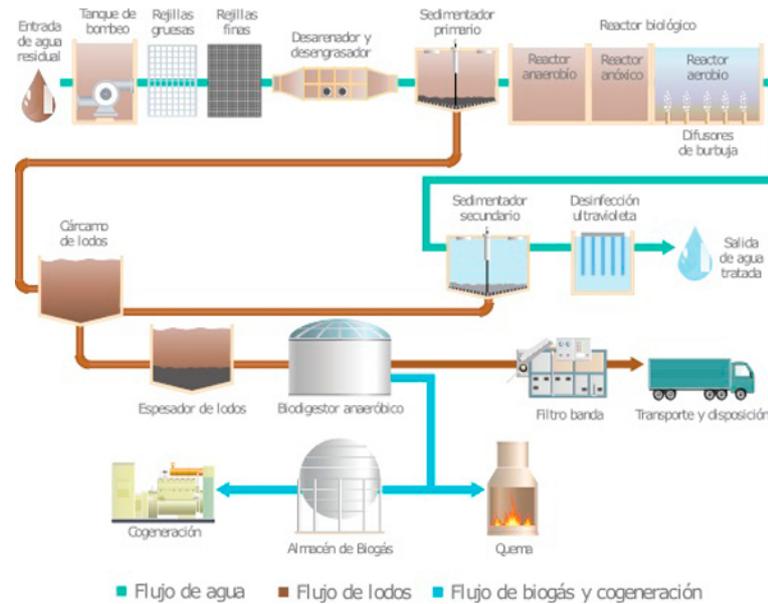
Industria	Tipo	Proceso	Potencial (TJ/a)
Cárnica y de Pescado	Aguas residuales de Centros de Sacrificio Bovino	Digestión Anaerobia	4.57
Aserraderos	Tropicales, Coníferas y Hojosas	Combustión en Caldera	17.46
Aserraderos	Tropicales	Combustión en Caldera	11.33
Aserraderos	Tropicales	Combustión en Caldera	6.43
Aserraderos	Tropicales	Combustión en Caldera	4.81
Aserraderos	Tropicales	Combustión en Caldera	4.48

En el país existen ejemplos de aprovechamiento energético de biogás producido a partir de material residual, algunos de estos proyectos son:

- Planta de tratamiento de aguas residuales “El Ahogado” en Jalisco.

Figura 77. Aprovechamiento energético de biogás por tratamiento de lodos de planta de tratamiento “El Ahogado”.

Fuente: GIZ, 2018.



El proceso de tratamiento aerobio con lodos activados que se lleva a cabo en la planta tiene como subproductos lodos que deben estabilizarse para su disposición final. El proceso de digestión al que son sometidos produce biogás, utilizado para la generación de energía eléctrica, con una capacidad instalada (asumida) de 2.3 MW y generación anual cercana a los 10 GWh/año. Con ello se ha logrado un ahorro de 64% en el consumo total de energía de la planta, más la disminución del consumo de diésel de aproximadamente 156 l/h. La implementación de este sistema permitió la obtención de CELs para la

planta, además de la consecuente reducción de gases de efecto invernadero por el tratamiento de aguas residuales (6,926.82 tCO₂e por año) (IMTA, 2017).

– Relleno Sanitario del Huixmí en Hidalgo

En este sitio de disposición final para residuos sólidos municipales provenientes de la ciudad de Pachuca, se depositan diariamente entre 150 a 200 toneladas.

Con una inversión de 954,000 dólares, se implementó un sistema de cogeneración con biogás en el relleno sanitario al Oeste de la ciudad de Pachuca, con una capacidad instalada de 1.06 MW con producción de energía anual autorizada de 9.28 GWh por año (CRE, 2015).

– Bioenergía de Nuevo León, S.A. de C. en Nuevo León

Figura 78. Aprovechamiento energético de biogás proveniente de un relleno sanitario (BENLESA, Nuevo León).

Fuente: BENLESA, 2010.



Cuenta con una capacidad instalada de 16.96 MW y una generación de 120 GWh/año, con lo que se puede suministrar el 90% del alumbrado público de la ciudad de Monterrey, equivalente a suministrar electricidad a 35,000 casas de interés social. Llevando a un ahorro económico de cerca de los 11 millones de pesos al año (SIMEPRODE, 2021).

Asimismo, se estima que la mitigación del proyecto es de aproximadamente 1 Mt de CO₂e año (equivalente a retirar 90,000 automóviles) (SIMEPRODE, 2021).

Con lo anterior, se establece la madurez de la tecnología en cuanto al aprovechamiento energético de la biomasa.

El estado de Tamaulipas tiene potencial para desarrollar proyectos de aprovechamiento en diversas zonas del territorio. Es importante mencionar que el territorio de la entidad cuenta con el municipio de mayor potencial de aprovechamiento energético de biomasa proveniente de cultivos especializados (Río Blanco).

Por otra parte, existen zonas urbanas con un importante potencial de aprovechamiento de los residuos sólidos municipales. Nuevo Laredo y Reynosa siendo los más importantes por su actividad fronteriza.

Potencial de producción y uso del hidrógeno verde

El hidrógeno verde es aquel que se produce a partir de agua y electricidad procedente de fuentes renovables. Se trata de un vector energético, el cual permite llevar formas de energía primaria a usos finales. Aunque no se trata del único proceso para la producción de hidrógeno verde, la electrólisis es el más empleado hasta el momento.

Se trata de un vector energético muy polivalente, pues puede ser empleado para numerosas aplicaciones, tanto por su poder calorífico como por la posibilidad de su reconversión a electricidad a través de pilas de combustible. También se emplea en los procesos de refinación y en la industria química. Por consiguiente, ofrece posibilidades para el almacenamiento, el transporte, la generación de electricidad, la energía térmica en industria, producción de fertilizantes y amoníaco, etc.

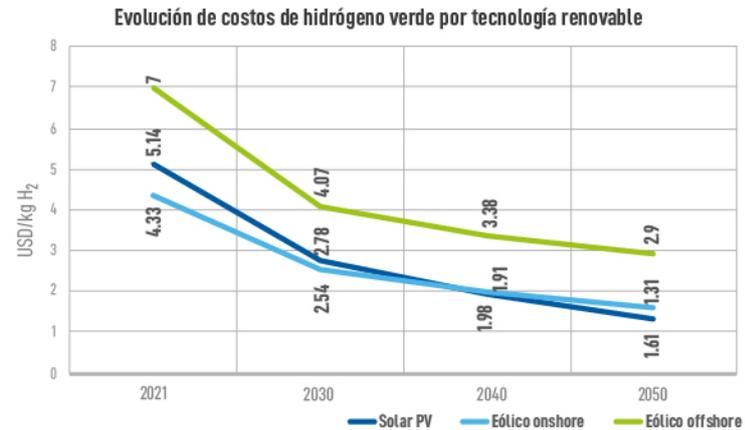
Como se ha podido comprobar en secciones anteriores, Tamaulipas cuenta con un gran potencial para la producción de electricidad a través de las fuentes renovables solar y eólica. El Costo Nivelado de la Electricidad (LCOE, por sus siglas en inglés) de estas tecnologías ha bajado muy pronunciadamente en los últimos años. Los LCOE actuales se pueden revisar en la Tabla 9. Además, se espera que para el año 2030 el LCOE de la tecnología solar FV se sitúe en 32.8 USD/MWh y para el año 2050 baje hasta los 20.0 USD/MWh o inferior. Asimismo, se pronostica que el LCOE de la tecnología eólica on-shore se situé en 28.5 USD/MWh para en año 2030 y en 28.0 USD/MWh en 2050. Lo mismo ocurrirá con la eólica off-shore, con valores de 57.2 USD/MWh en 2030 y 49.4 USD/MWh en 2050 (CETAM, 2021)

Teniendo esto en consideración, y comprobando el grado de penetración actual de esta tecnología en el estado, se estima que la energía eólica on-shore será la más barata para la producción de hidrógeno verde en Tamaulipas hacia el año 2030. Se estima que el costo de producción de hidrógeno verde a partir de electricidad procedente de centrales eólicas baje de los 4.33 hasta los 2.54 USD/kgH₂ en 2030.

Por otra parte, y comprobando los LCOE pronosticados a 2050, se espera que el LCOE de la tecnología solar FV sea inferior al de eólica on-shore, por lo que se convertirá en la tecnología más barata para la producción de hidrógeno verde (1.31 USD/kgH₂). Es por ello que cobra más sentido si cabe, en la planeación a mediano y largo plazo, incluir el aprovechamiento del potencial de la región suroeste para la generación solar FV.

Figura 79. Evolución de los costos de producción de hidrógeno verde por tecnología renovable.

Fuente: CETAM, 2021.



Considerando todo lo anterior, se calcula un potencial de electrólisis de 47 MW en 2030 y 1,860 MW en 2050 para la producción de hidrógeno verde en Tamaulipas, evitando 1.55 MtCO₂e anuales¹¹.

¹¹ Para más información, consultar CETAM, 2021.

Medidas 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 y de menor costo en cuestión de ahorro energético.

La eficiencia energética se entiende como la mejora en la forma de consumo de energía tanto por cambios y/o mejoras en la tecnología utilizada para su consumo, como por la modificación de hábitos en el mismo.

La obtención de potenciales de ahorro energético por la implementación de medidas de eficiencia energética es un tanto ambigua cuando se realiza un análisis a nivel general, debido a que, para conocer un estimado preciso es fundamental hacer un diagnóstico individual, es decir, conocer las características únicas del sitio.

Con el fin de generar medidas potenciales de ahorro energético específicas para cada uno de los sectores del estado, se desarrolló el procedimiento descrito a continuación.

En este sentido, el siguiente apartado se encuentra dividido en dos módulos. La primera parte presenta un diagnóstico particular para el estado de Tamaulipas; posteriormente se proponen medidas de eficiencia energética con ahorros potenciales para cada uno de los sectores de la entidad.

La metodología realizada toma como base el análisis entre las diferentes unidades económicas establecidas en el estado, tanto por rubro de su actividad, o giro, como por el tamaño de las mismas, considerando el personal de planta contratado y por su ubicación espacial.

Para ello, se realizó el análisis y tratamiento de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2021, elaborado por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI).

A su vez, se realizó la vinculación de dichas unidades económicas con el impacto de las actividades más importantes, en términos económicos, del Producto Interno Bruto Estatal.

También se consideró la relación del consumo energético sectorizado, de acuerdo con el diagnóstico energético realizado anteriormente para el estado, el cual sirve como fundamento para la segunda sección donde se proponen ahorros potenciales derivados de medidas de eficiencia energética, tanto específicas como generales, para cada uno de los sectores del estado (industrial, residencial, comercial, servicios públicos, transporte y agropecuario).

Finalmente, cabe mencionar que la información y los potenciales de ahorro fueron 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.

Diagnóstico

En términos económicos, el Producto Interno Bruto del Estado de Tamaulipas se encuentra dividido como se puede apreciar en la Tabla 22. Las actividades terciarias son aquellas con mayor impacto en el PIB estatal al concentrar el 54.86% de éste.

Tabla 22. Producto Interno Bruto de Tamaulipas 2019.

Fuente: INEGI, 2020.

	Millones de pesos	Participación
PIB Total 2019	710,399.39	100%
Actividades primarias	19,424.13	2.73%
Actividades secundarias	301,246.7	42.41%
Actividades terciarias	389,728.56	54.86%

Por su parte, las actividades secundarias son las segundas con mayor influencia en el mismo, con una aportación del 42.41%. Por último, las actividades primarias tienen la menor aportación al PIB estatal con el 2.73%.

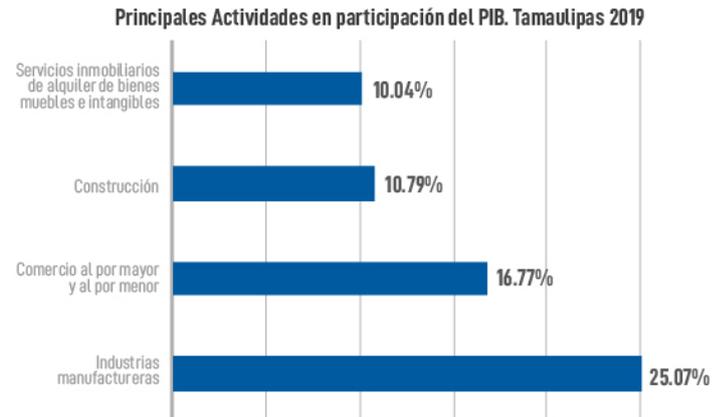
Desagregando cada una de las actividades principales por tipo actividad específica, en la Figura 80 se muestra que 4 de ellas aportan el 62.67% del total. Las actividades relacionadas con las industrias manufactureras son aquellas con mayor impacto, siendo del 25%; seguido por el comercio al por mayor y al por menor, que en conjunto alcanzan el 16.77%, mientras que la construcción cuenta con el 10.79%, mientras que las actividades relacionadas a la construcción tienen una participación del 10.04% (INEGI, 2021).

Por otra parte, se analizaron las unidades económicas (u.e.)¹² del estado por tipo de actividad, ubicación espacial (por municipio) y por el tamaño de las mismas.

¹² 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)

Figura 80. Actividades con mayor aportación al PIB estatal 2019.

Fuente: INEGI, 2020.



El análisis se realiza con el fin de establecer un vínculo entre las actividades con mayor aportación económica, tipología y ubicación de las u.e. y el consumo energético en cada uno de los sectores.

En este sentido, Tamaulipas cuenta con 132,845 u.e. (INEGI, 2021) distribuidas de forma heterogénea en los 43 municipios; 13 de ellos concentran el 92.1% de u.e.

En la Tabla 23 y Figura 81 se observa la distribución de unidades económicas tanto en porcentaje como en cantidad.

Los municipios que concentran la mayor cantidad de u.e. son Reynosa con el 17%, Matamoros 16%, Tampico 12%, Nuevo Laredo con 11% y Victoria con el 10%.

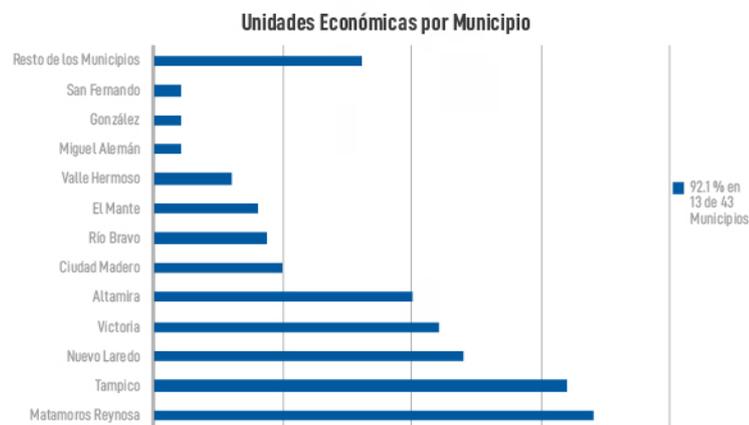
Tabla 23. Distribución de unidades económicas en el estado.

Fuente: INEGI, 2021.

Municipio	Número de U.E.
Reynosa	22,509
Matamoros	20,921
Tampico	15,823
Nuevo Laredo	15,099
Victoria	12,945
Altamira	8,330
Ciudad Madero	7,141
Río Bravo	5,344
El Mante	4,853
Valle Hermoso	3,769
Miguel Alemán	1,932
San Fernando	1,869
González	1,822

Figura 81. Unidades económicas por municipio en Tamaulipas 2020.

Fuente: INEGI, 2021.



Dentro de estas u.e. se encuentran 818 tipos de actividades. Las 13 actividades (giros) con mayor presencia en el estado representan el 40% del total de u.e.

En la Tabla 24 se observa el tipo de actividad referida y el número de u.e. a nivel estatal:

Tabla 24. Los 12 principales tipos de actividad y número de u.e. en el estado.

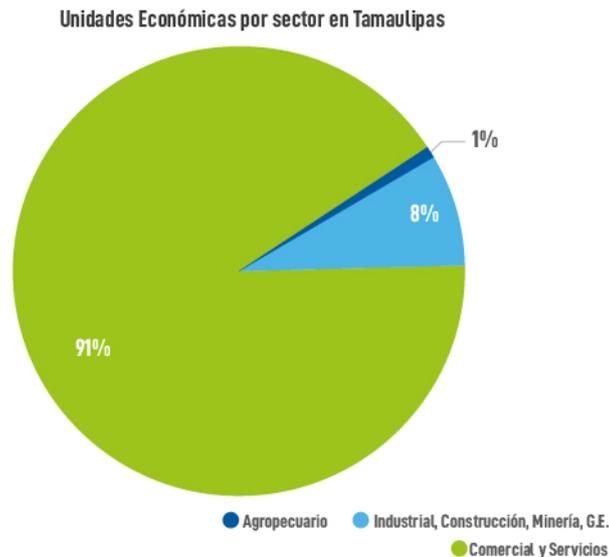
Fuente: INEGI, DENUE, 2020.

Nombre de Actividad	Número de U.E.
Comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas	13,179
Salones y clínicas de belleza y peluquerías	5,940
Comercio al por menor de artículos usados	4,566
Restaurantes con servicio de preparación de tacos y tortas	4,446
Asociaciones y organizaciones religiosas	4,254
Comercio al por menor en mini supers	3,650
Reparación mecánica en general de automóviles y camiones	3,224
Comercio al por menor de ropa, excepto de bebé y lencería	2,999
Comercio al por menor de artículos de papelería	2,647
Banca múltiple	2,576
Restaurantes con servicio de preparación de antojitos	2,285
Consultorios dentales del sector privado	1,773
Restaurantes con servicio de preparación de pizzas, hamburguesas, hot dogs y pollos rostizados para llevar	1,674

Si bien, las u.e. con mayor presencia corresponden a comercio y servicios. Al realizar, la sectorización del total de u.e. podemos observar lo siguiente:

Figura 82. Distribución de u.e. por sector.

Fuente: INEGI, 2021.



El 91% de u.e. se concentran en el sector comercial y servicios, esto es, 121,450 u.e. repartidas en 546 diferentes actividades. En segundo lugar, el sector industrial, construcción, minería y generación de energía cuentan con el 8% del total con 10,528 u.e. distribuidas en 263 diferentes actividades.

Por último, el sector agropecuario cuenta con el 1% del total de u.e., es decir, concentra 867 u.e. en 9 actividades diferentes.

Las medidas de eficiencia energética, recomendadas a continuación, permiten tener ahorros energéticos, beneficios económicos y una menor afectación al medio ambiente.

Con este fin, se realiza un análisis sectorizado que, de forma general, puede proporcionar un rango de ahorro energético probable. Cabe mencionar que el mismo dependerá de factores como la tecnología actual utilizada, mejora de prácticas, implementación de nuevos procesos, gestión energética, difusión de información, entre otros.

Recordando la matriz energética del estado, podemos observar en la Figura 83 que los 3 sectores con mayor consumo energético son:

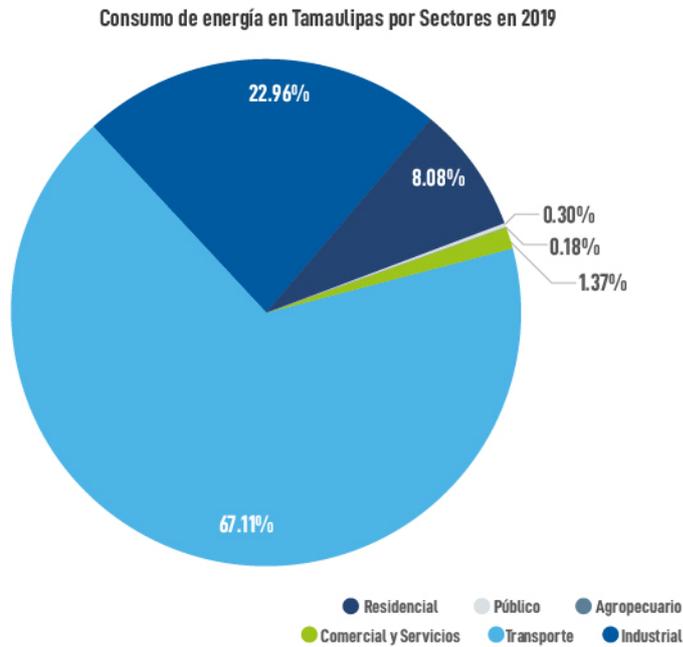
- Sector transporte → 67.11%
- Sector industrial → 22.96%
- Sector residencial → 8.08%

En menor proporción del consumo se encuentra el sector comercial y servicios, público y agropecuario.

- Sector comercial y servicios → 1.37%
- Sector público → 0.3 %
- Sector agropecuario → 0.18%

Figura 83. Consumo energético por sector.

Fuente: Elaboración propia con datos de CFE, 2019, CFE, 2018a y SENER, 2019 a.



Como podemos observar la proporción de consumo energético en relación con la cantidad de unidades económicas no es proporcional debido a que el consumo de energía y de cada tipo de energético depende, por un lado, del tipo de actividad a desempeñar, los diferentes usos finales de cada sector, y por otro, de lo intensivo que sea su uso de energía; así como del tamaño de la u.e.

Tomando como base el diagnóstico realizado, es posible conocer el número de u.e. probables para la implementación de medidas de eficiencia energética.

Sector industrial

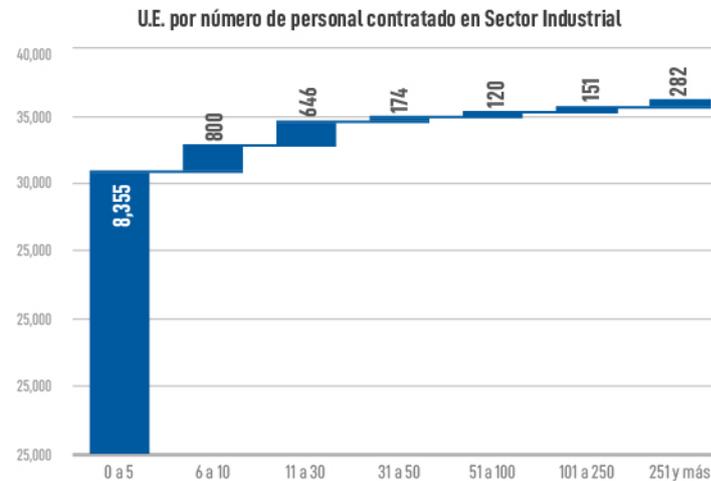
Caracterización de las unidades económicas.

Tamaulipas cuenta con un sector industrial bastante diverso. De acuerdo con la DENUE 2021, se tienen 10,528 unidades económicas inmersas en 263 diferentes giros de industria o fabricación de algún tipo de producto.

En la Figura 84 siguiente se puede observar cómo se encuentran distribuidas la u.e. considerando la cantidad de personal contratado.

Figura 84. Unidades económicas por número de personal de planta contratado.

Fuente: INEGI, 2021.



Del total de u.e., 10 municipios concentran el 88% de las mismas. En la Tabla 25 se puede observar su distribución por municipio.

Tabla 25. 10 principales municipios con mayor participación del total de u.e. del sector industrial.

Fuente: INEGI, 2021.

Municipio	Total de u.e. Sector Industrial	Participación
Matamoros	1688	16%
Reynosa	1647	16%
Victoria	1267	12%
Tampico	1202	11%
Nuevo Laredo	893	8%
Altamira	742	7%
Ciudad Madero	556	5%
Río Bravo	468	4%
El Mante	391	4%
Valle Hermoso	370	4%

Cabe mencionar que el consumo energético tanto por tipo de actividad como por el tamaño de la industria permite diferenciar sus usos finales.

Es por ello que se realiza un diagnóstico diferenciado considerando la siguiente clasificación (BBVA, 2021):

- Microempresas (hasta 10 personas contratadas)
- Pequeñas empresas (de 11 a 50 personas contratadas)
- Empresas medianas (de 51 a 250 personas contratadas)
- Grandes empresas (251 o más personas contratadas).

Los códigos de actividades obtenidos por el SCIAN (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte) delimita los diferentes tipos de actividades, siendo los correspondientes a industria manufacturera, construcción y generación de energía aquellos comprendidos entre los códigos 211,111 y 399,999.

MICROEMPRESAS

En este bloque se encuentran 9,155 u.e. alcanzando la mayor participación dentro del sector industrial de Tamaulipas, con el 87% de u.e. respecto al total.

Dichas u.e. se encuentran localizadas en los 43 municipios del estado. Sin embargo, 10 concentran el 87% de las mismas.

Tabla 26. 10 principales municipios con mayor cantidad de microempresas del sector industrial.

Fuente: INEGI, 2021.

Municipio	Número de U.E. de 0 a 10 personas contratadas	Participación respecto a bloque
Matamoros	1,425	16%
Reynosa	1,302	14%
Victoria	1,143	12%
Tampico	1,049	11%
Nuevo Laredo	734	8%
Altamira	619	7%
Ciudad Madero	496	5%
Río Bravo	434	5%
El Mante	366	4%
Valle Hermoso	353	4%

A continuación, se muestran las 10 actividades con mayor presencia de u.e. dentro de esta división, de un total de 209 diferentes tipos.

Estas 10 actividades principales representan el 66.4% del total de u.e. de este bloque y el 54% de u.e. de todo el sector.

Tabla 27. 10 principales actividades con mayor cantidad de microempresas del sector industrial.

Fuente: INEGI, 2021.

Código actividad	Nombre actividad	Número de u.e.	Participación respecto a bloque
311830	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	1,438	15.7%
332320	Fabricación de productos de herrería	1,424	15.6%
311812	Panificación tradicional	904	9.9%
312112	Purificación y embotellado de agua	534	5.8%
311813	Elaboración de tortillas de harina de trigo de forma tradicional	526	5.7%
323119	Impresión de formas continuas y otros impresos	465	5.1%
321910	Fabricación de productos de madera para la construcción	455	5.0%
337120	Fabricación de muebles, excepto cocinas integrales, muebles modulares de baño y muebles de oficina y estantería	355	3.9%
315225	Confección de prendas de vestir sobre medida	250	2.7%
332710	Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general	173	1.9%

PEQUEÑAS EMPRESAS

En este bloque se encuentran 820 u.e. distribuidas en 152 tipos de actividades.

A pesar de ser la segunda división con mayor cantidad de u.e., la participación de estas es mucho menor en comparación con las microempresas. En este sentido, representan únicamente el 7.8% de u.e. respecto al total del sector.

A continuación, se muestran las 10 actividades con mayor cantidad dentro de esta división.

Tabla 28. 10 principales actividades con mayor cantidad de pequeñas empresas del sector industrial.

Fuente: INEGI, 2021.

Código actividad	Nombre actividad	Número de u.e.	Participación respecto a bloque
236221	Edificación de inmuebles comerciales y de servicios, excepto la supervisión	69	8.4%
236111	Edificación de vivienda unifamiliar	68	8.3%
332710	Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general	38	4.6%
237312	Construcción de carreteras, puentes y similares	37	4.5%
311812	Panificación tradicional	34	4.1%
221312	Captación, tratamiento y suministro de agua realizados por el sector público	30	3.7%
237212	Construcción de obras de urbanización	29	3.5%
236211	Edificación de naves y plantas industriales, excepto la supervisión	26	3.2%
311830	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	21	2.6%
327320	Fabricación de concreto	19	2.3%

Cabe mencionar que pequeñas empresas solamente existen en 29 de los 43 municipios del estado, y el 94% se concentran en 10 municipios, siendo Reynosa el que encabeza la lista con 18.4% del total de pequeñas empresas.

Tabla 29. 10 principales municipios con mayor cantidad de pequeñas empresas del sector industrial.

Fuente: INEGI, 2021.

Municipio	Número de U.E. de 11 a 50 personas contratadas	Participación
Reynosa	151	18.4%
Matamoros	120	14.6%
Tampico	116	14.1%
Nuevo Laredo	106	12.9%
Victoria	102	12.4%
Altamira	69	8.4%
Ciudad Madero	51	6.2%
Río Bravo	26	3.2%
El Mante	21	2.6%
Valle Hermoso	9	1.1%

EMPRESAS MEDIANAS

En este bloque se encuentran 271 u.e. distribuidas en 111 tipos de actividades, representando el 2.6% de u.e. respecto al total del sector.

Las 10 actividades con mayor presencia dentro de esta división representan el 32.1% en esta sección.

A continuación, se observan las actividades con mayor participación en el bloque, nombre de actividad, cantidad y participación respecto al bloque empresas medianas.

Tabla 30. 10 principales actividades con mayor cantidad de empresas medianas del sector industrial.

Fuente: INEGI, 2021.

Nombre actividad	Número de u.e.	Participación
Edificación de inmuebles comerciales y de servicios, excepto la supervisión	14	5.2%
Captación, tratamiento y suministro de agua realizados por el sector público	13	4.8%
Edificación de naves y plantas industriales, excepto la supervisión	11	4.1%
Fabricación de envases de cartón	11	4.1%
Fabricación de otras partes para vehículos automotrices	9	3.3%
Construcción de obras de urbanización	7	2.6%
Construcción de carreteras, puentes y similares	6	2.2%
Recubrimientos y terminados metálicos	6	2.2%
Construcción de obras de generación y conducción de energía eléctrica	5	1.8%
Confección en serie de uniformes	5	1.8%

La distribución en los municipios se da de forma heterogénea, solamente existen empresas medianas en 17 municipios:

Tabla 31. Municipios con empresas medianas del sector industrial.

Fuente: INEGI, 2021.

Municipio	Número de U.E. de 51 a 250 personas contratadas	Participación
Reynosa	67	25%
Matamoros	66	24%
Altamira	34	13%
Tampico	32	12%
Nuevo Laredo	26	10%
Victoria	14	5%
Ciudad Madero	7	3%
San Fernando	6	2%
Río Bravo	4	1%
El Mante	3	1%
Valle Hermoso	3	1%
González	2	1%
Jaumave	2	1%
Miguel Alemán	2	1%
Abasolo	1	0%
Gómez Farías	1	0%
Gustavo Díaz Ordaz	1	0%

Como se puede observar 5 municipios concentran el 83% de estas empresas medianas, siendo Reynosa, Matamoros, Altamira, Tampico y Nuevo Laredo.

GRANDES EMPRESAS

Las grandes empresas son aquellas con más de 251 empleados contratados. Para este caso, existen 282 u.e en Tamaulipas distribuidas de la siguiente forma en solamente 14 municipios, siendo Reynosa, Matamoros y Nuevo Laredo aquellos municipios que concentran el 82% de grandes empresas como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 32. Municipios con grandes empresas del sector industrial.

Fuente: INEGI, 2021.

Municipio	Número de U.E. con más de 251 personas contratadas	Participación
Reynosa	127	45%
Matamoros	77	27%
Nuevo Laredo	27	10%
Altamira	20	7%
Victoria	8	3%
Tampico	5	2%
Valle Hermoso	5	2%
Río Bravo	4	1%
Gustavo Díaz Ordaz	3	1%
Ciudad Madero	2	1%
El Mante	1	0.4%
González	1	0.4%
San Fernando	1	0.4%
Xicoténcatl	1	0.4%
Abasolo	1	0%
Gómez Farías	1	0%
Gustavo Díaz Ordaz	1	0%

Las 10 actividades con mayor representatividad en este bloque corresponden al 36.9% del total de grandes empresas en este sector.

Como se puede observar, la industria automotriz es aquella que concentra la mayor cantidad de grandes empresas con 51 grandes empresas distribuidas en fabricación de partes, equipo, asientos y accesorios. En la Tabla 33 se observan las 10 actividades principales con su cantidad y la participación respecto al bloque de grandes empresas correspondientes a la clasificación del SCIAN mencionada anteriormente:

Tabla 33. Municipios con empresas medianas del sector industrial.

Fuente: INEGI, 2021.

Nombre actividad	Número de u.e.	Participación de u.e. en bloque
Fabricación de otras partes para vehículos automotrices	22	7.8%
Fabricación de equipo eléctrico y electrónico y sus partes para vehículos automotores	21	7.4%
Fabricación de componentes electrónicos	13	4.6%
Fabricación de equipo de audio y de video	9	3.2%
Fabricación de asientos y accesorios interiores para vehículos automotores	8	2.8%
Fabricación de equipo no electrónico para uso médico, dental y para laboratorio	8	2.8%
Fabricación de motores y generadores eléctricos	7	2.5%

Nombre actividad	Número de u.e.	Participación de u.e. en bloque
Captación, tratamiento y suministro de agua realizados por el sector público	6	2.1%
Fabricación de resinas sintéticas	5	1.8%
Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento	5	1.8%

CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y USOS FINALES DEL SECTOR

El sector industrial es el segundo con mayor consumo energético dentro del estado con el 23% (74.78 PJ). También, es el principal consumidor de energía eléctrica de la entidad con el 60% del total consumido en Tamaulipas.

Como se puede observar en la Figura 85, la matriz del consumo de energía en el sector industrial se basa en energéticos convencionales, siendo el 63% proveniente de fuentes fósiles y el 37% de participación de electricidad. Predomina el consumo del gas natural con el 58%.

Dentro del sector, se cuenta con una gran diversidad de actividades en las que el uso de energía tanto eléctrica como térmica es indispensable para el correcto funcionamiento de maquinaria y de procesos.

En este sentido, el desarrollo de estrategias que permitan ahorrar energía dentro del sector es imperativo.

Figura 85. Consumo de energía en el sector industrial de la Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con información de CFE, 2018; SENER, 2019 a; CFE, 2018.

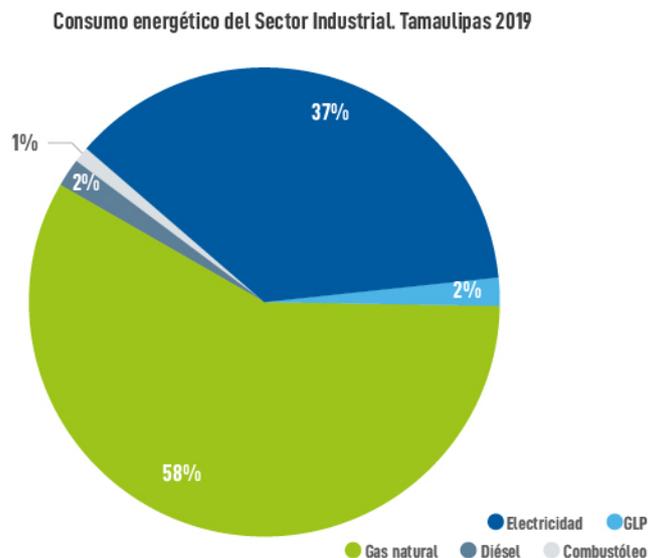


Figura 86. Usos finales de energía del sector industrial.

Fuente: Elaboración propia con información de Islas-Samperio, Birlain-Escalante, & Grande-Acosta, 2020.

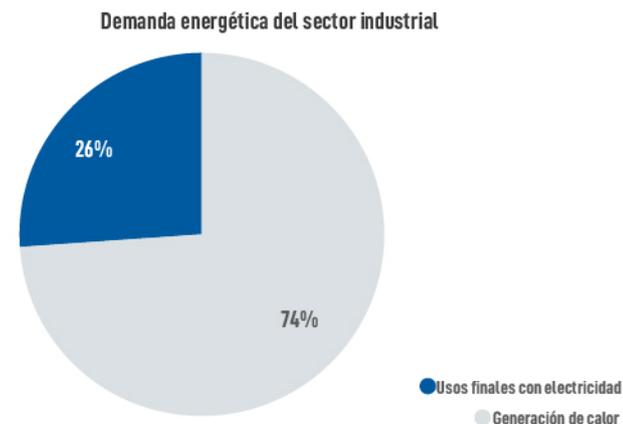
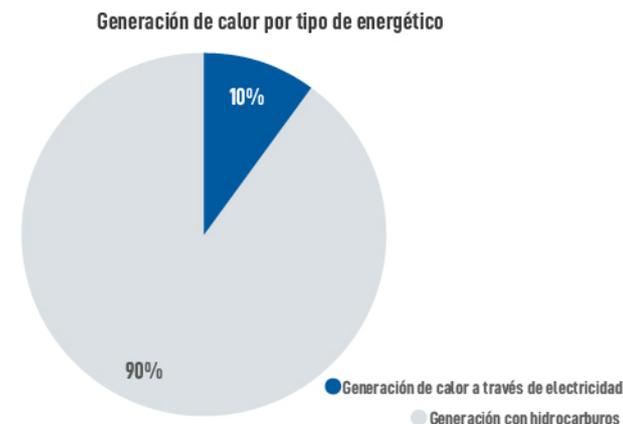


Figura 87. Generación de calor en sector industrial por tipo de energético.

Fuente: Elaboración propia con información de Islas-Samperio, Birlain-Escalante, & Grande-Acosta, 2020.



Con el fin de conocer el impacto de las medidas de eficiencia energética propuestas a continuación: primeramente, se realiza el análisis de los usos finales del sector industrial en México tomando como base el artículo denominado *Towards a Low-Carbon Industrial Sector in Mexico* (Islas-Samperio, Birlain-Escalante, & Grande-Acosta, 2020).

Como se puede observar, en la Figura 86, los usos finales del sector industrial, de forma general, se encuentran categorizados en dos tipos: generación de calor con el 26% del total y aquellos usos que utilizan electricidad para la realización de sus procesos con el 74%.

Generación de calor

La generación de calor se subdivide por el tipo de energético utilizado ya sea a través de hidrocarburos (90%) o por medios eléctricos (10%), Figura 87.

También es posible realizar la clasificación por la temperatura en la cual es producido.

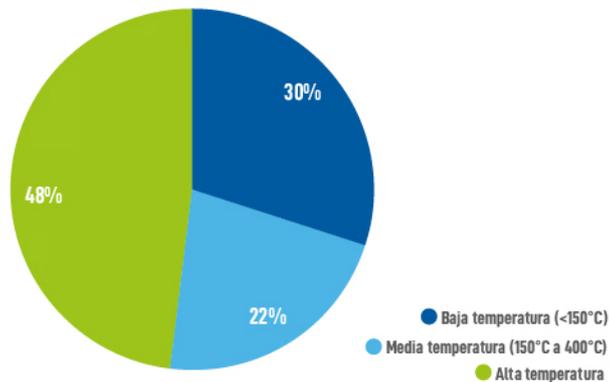
Esto es, el calor generado de alta temperatura (>400°C) tiene mayor participación con el 48%. Es seguido por el calor de baja temperatura con el 30%. Por último, se encuentra el calor generado a temperatura media (de 150°C a 400°C) con el 22%.

La relevancia de esta información se debe a la relación existente con medidas de eficiencia energética aplicada a diversos procesos como, por ejemplo, la recuperación de calor residual en procedimientos.

Figura 88. Generación de calor en sector industrial por temperatura.

Fuente: Elaboración propia con información de Islas-Samperio, et al., 2020.

Generación de calor en sector industrial categorizado por temperatura



Usos finales con electricidad

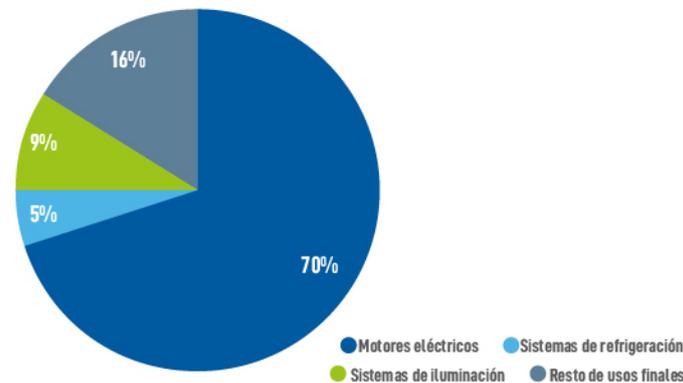
En el sector industrial existen, de forma general, tres usos finales identificados derivados del consumo de energía eléctrica. El primero se da por medio del uso de motores eléctricos (70%); el segundo hace referencia a sistemas de iluminación con el 9%; y el tercero, a sistemas de refrigeración con el 5%.

El 16% restante de los usos finales no se tiene identificado de forma particular.

Figura 89. Usos finales de electricidad en el sector industrial mexicano.

Fuente: Elaboración propia con información de Islas-Samperio, et al., 2020.

Usos finales de electricidad en sector industrial



A continuación, se visualizan una serie de medias de eficiencia energética aplicables al sector industrial y a diversas actividades dentro del mismo. Se muestra una breve descripción de éstas intentando abarcar, de forma general, aquellos procesos/actividades con un uso intensivo de energía tanto eléctrica como térmica o combustibles necesarios en la operación del día a día. De igual forma, existen medidas descritas en el apartado de sector comercial aplicables al sector industrial.

La serie de medidas descritas no son limitativas, un acercamiento con mayor profundidad requiere del diagnóstico específico de la industria en particular y del levantamiento en sitio. Sin embargo, esta serie de medidas tienen un alcance preciso de su aplicación dentro del sector.

Implementar Sistemas de Gestión de Energía para grandes consumidores de energía

La implementación de los Sistemas de Gestión de Energía permite establecer procesos de mejora en el rendimiento de las operaciones y sistemas dentro de la empresa a través de un enfoque sistemático.

Se obtienen ahorros económicos, disminuyen el consumo energético, y, por ende, reducen la generación tanto de residuos como de emisiones contaminantes.

En este sentido, el apego a estándares globales como la implementación de la norma ISO 50001:2011 permitirá alcanzar dichos objetivos.

A su vez, la implementación de dicha norma se puede integrar con diversos estándares, por ejemplo, de calidad, medio ambiente, seguridad, etcétera. El Sistema de Gestión de Energía puede llevarse a cabo a través de un grupo especializado dentro de la industria o un grupo externo.

Expandir y actualizar las normas y los sistemas de control sobre eficiencia energética de nuevos productos y sistemas

La expansión y actualización de normas en productos y sistemas permite mantener regulación vigente con los estándares más altos de consumo para poder aprovechar la energía al máximo.

A su vez, la implementación de sistemas de control en procesos dentro de la industria permite conseguir ahorros

energéticos por obtener tanto el consumo óptimo de los energéticos como el mejoramiento del proceso y del sistema en general.

Desarrollar programas de apoyo específicos de eficiencia energética en PyMEs.

El desarrollo de programas de apoyo expande mecanismos e instrumentos que permiten la penetración de normas y estándares en el sector privado y su vinculación con el sector público. Su aplicabilidad es dada tanto para energía térmica como eléctrica, yendo de la mano con la rama específica de la producción y/o servicio.

Diseñar e implementar una estrategia para la recuperación y aprovechamiento del calor industrial residual.

La implementación de estrategias de recuperación y aprovechamiento de calor industrial residual está basada en la aplicación de nuevos procesos y sistemas que permitan utilizar el calor generado en algún proceso previo. Por ejemplo: agua caliente sanitaria, generación de electricidad, confort térmico, generación de vapor, por mencionar algunos. La implementación depende de la cantidad de calor a recuperar y los diversos procedimientos dentro de la actividad cuya aplicabilidad lo hagan factible.

Controles electrónicos de velocidad para motores eléctricos (variadores de frecuencia).

La aplicación de variadores de frecuencia en motores eléctricos permite regular la potencia del motor adaptando la velocidad a lo requerido en el proceso. Los variadores de frecuencia se encuentran ubicados entre la fuente de energía y el motor.

Garantizan que los motores tengan una operación correcta. Mejoran la productividad; aumentan la eficiencia energética del proceso y disminuyen costos y emisiones contaminantes.

Sustitución de motores eléctricos por motores de alta eficiencia.

Con el fin de reducir el consumo energético en diversos procesos, la sustitución de motores eléctricos por motores con los mejores estándares de eficiencia energética es una excelente alternativa.

En este sentido, la inversión del cambio de tecnología permite a la empresa mejorar el consumo energético, atraer beneficios ambientales y económicos, además de actualizar y aumentar el ciclo de vida de la tecnología en uso.

Sustitución de luminarias por tecnología LED

La sustitución de luminarias fluorescentes por tecnología LED disminuye el consumo energético de los espacios comunes y oficinas dentro del sector. También se puede realizar un cambio de luminarias en espacios de procesos, considerando los lúmenes necesarios para la actividad correspondiente según las normas oficiales. Con dicho cambio se puede tener impacto económico, mejoras en el consumo energético y la mejora en los sitios de trabajo modernizando el espacio y aumentando la productividad del personal empleado.

A su vez, se deben de establecer auditorias para el cumplimiento de regulaciones y normas como, por ejemplo:

- NOM-025-STPS-2008. Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo.
- NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones eléctricas (utilización).

Limitación de la presión de uso de circuitos de aire comprimido.

El aire comprimido es utilizado en una gran cantidad de procesos en el sector industrial. Sin embargo, existe una variación de la presión utilizada en el sistema, con

este fin, se debe establecer una presión promedio en el circuito de aire.

A su vez, el buen diseño del circuito evitará pérdidas y/o la sobrepresión debida a otros procesos.

El rediseño de los circuitos de aire comprimido permite obtener mejoras productivas, energéticas y de costos.

Cogeneración

La cogeneración produce energía a un menor costo, genera energía térmica y eléctrica simultáneamente. En este sentido, el aprovechamiento del consumo energético mejora sustancialmente.

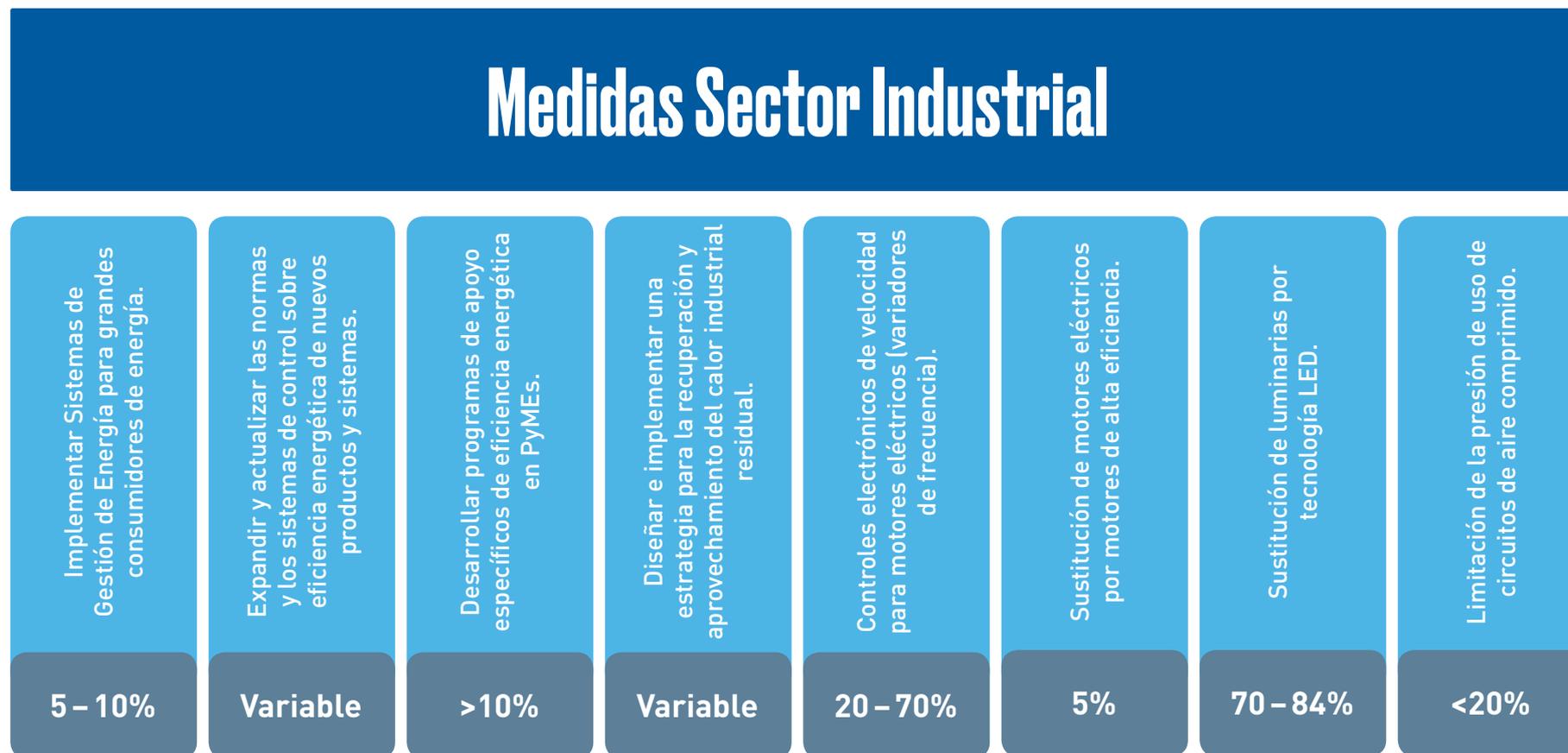
En su aplicación más amplia aprovecha el calor residual en la producción de energía eléctrica.

Cabe mencionar, que la aplicabilidad de la cogeneración depende de los requerimientos energéticos de la industria en donde se desarrollará.

La cogeneración tiene como principio la maximización de la demanda del calor en los procesos de la industria.

La Figura 90 recopila las medidas potenciales de eficiencia energética para el sector industrial y muestra, debajo de cada una de ellas, el ahorro energético que esta significa para el proceso en el que se implementan. Así, por ejemplo, La sustitución de luminarias por tecnología LED puede ahorrar entre un 70 y un 84% de la energía que consumen las industrias en iluminación.

Figura 90. Medidas potenciales de eficiencia energética para el sector industrial y su porcentaje de ahorro energético.



Sector Residencial

El sector residencial es el tercer sector con mayor consumo energético dentro del estado con 8.1% (26.32 PJ). Por otra parte, es el segundo con mayor consumo de electricidad, 33.19% (15.3 PJ) del total consumido en la entidad para el año 2019 (46.11 PJ).

A su vez, es el sector con mayor consumo de GLP dentro de la entidad, con el 58.3% del total del energético.

De forma particular, en la siguiente gráfica se muestra la distribución de energéticos consumidos en el sector.

Se observa que la matriz se compone principalmente de GLP con el 30% del consumo dentro del sector, 58% a través de electricidad y 6% de consumo tanto de leña como de gas seco.

Considerando como base el diagnóstico energético, el cual entrega un panorama amplio del mismo, es posible generar medidas de eficiencia energética con alcance general para el sector.

Sin embargo, es necesario desagregar en los diferentes usos finales para poder obtener valores ponderados de ahorro con base en las medidas propuestas y así establecer un valor más preciso.

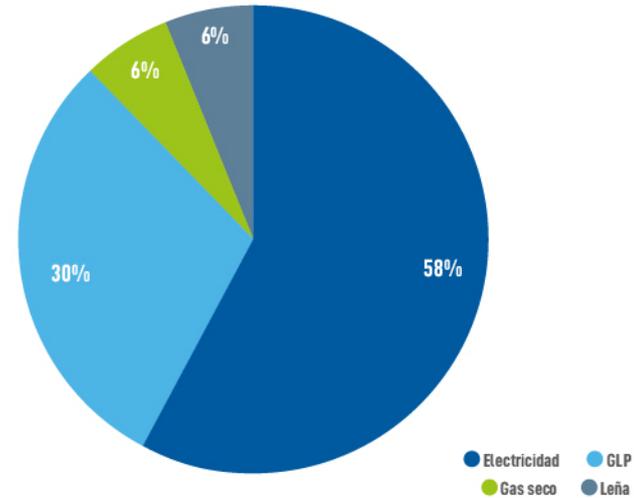
Tomando como base la información proporcionada en el Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética (CEPAL, 2018) la distribución de los usos finales en el sector residencial se encuentra dividida en dos:

1. Usos finales eléctricos
2. Usos finales térmicos

Figura 91. Consumo de energía en el sector residencial Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con información de CFE, 2018; SENER, 2019 a; CFE, 2018.

Consumo energético del Sector Residencial. Tamaulipas 2019



Para cada uno se cuenta con diferentes usos. En el caso de usos finales eléctricos se consideran:

- Iluminación
- Stand by
- Enfriamiento de espacios
- Lavadoras
- Microondas
- Televisión
- Refrigeradores
- Otros

Dentro de los usos finales vinculados con energía térmica, se cuenta con dos:

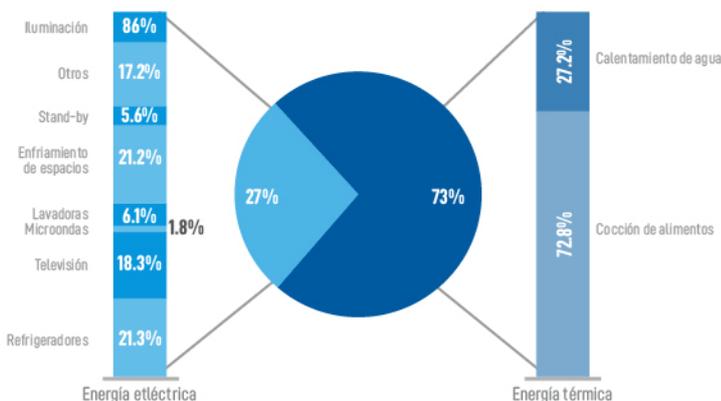
- Calentamiento de agua
- Cocción de alimentos

En la siguiente gráfica tomada del Informe se puede apreciar la distribución de estos usos finales a nivel nacional.

Debido a la falta de información específica a nivel subnacional, el análisis realizado considera como base los porcentajes dados a los usos finales en el Informe Nacional (CEPAL, 2018).

Figura 92. Consumo de energía en el sector residencial.

Fuente: CEPAL, 2018.



Con base en ello, se describen las medidas de eficiencia energética propuestas para el sector residencial dentro de la entidad.

Cabe mencionar la importancia de la mitigación en el consumo de leña, debido a que se cuentan con afectaciones

tanto de salud en los hogares en los que se utiliza, así como también las afectaciones al medio ambiente.

Las medidas descritas a continuación no son limitativas.

Sistemas de iluminación eficiente

La integración de sistemas de iluminación eficiente pretende aumentar la eficiencia energética en el sector residencial. En este sentido, se mejora el consumo energético en el principal uso final de energía eléctrica en el sector, a través de la implementación de programas y regulaciones que permitan la adquisición de luminarias LED de forma masiva y a un precio asequible.

Se debe considerar que las luminarias y los sistemas deben cumplir con la normatividad vigente establecida en:

- NOM-030-ENER-2012. Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (led) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.
- NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones eléctricas (utilización). Aquellos programas establecidos pueden apoyarse en el cambio de bienes por aquellos que cuentan con certificación del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (Sello FIDE).

Incorporación de estufas mejoradas de leña

La incorporación de estufas mejoradas de leña pretende ser un programa focalizado en aquellos grupos vulnerables cuyas viviendas no cuenten con la tecnología adecuada para la cocción de alimentos y la generación de agua caliente.

En este sentido, es posible generar programas que permitan realizar la adaptación tecnológica y/o el cambio de los fogones o estufas ineficientes de leña por aquellas mejoradas con el fin de evitar daños a la salud de los

habitantes, ahorrar leña, mejorar la calidad de vida de los ocupantes de la vivienda.

Algunos ejemplos de estufas mejoradas de leña son:

- Estufa Patsari
- Estufa ONIL¹³

Sustitución por electrodomésticos más eficientes con base a las NOM

La medida se basa en la inclusión de programas e incentivos para poder realizar el cambio de tecnología, considerando aquellos electrodomésticos que cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes, y que, a su vez, presenten el sello FIDE.

La medida debería estar priorizada para grupos con vulnerabilidad económica.

Difusión de información de ahorro de energía para la población.

Las medidas de difusión de información pretenden concientizar a la población en general sobre el impacto ambiental y económico generado por hábitos de consumo de energía.

Con este fin, se realizan acciones como campañas de difusión y promoción a través de diversos medios de comunicación; talleres y sesiones comunitarias, además de la implementación de dichas medidas en sectores educativos con el fin de ofrecer un efecto dominó.

Confort Térmico – Diseño Bioclimático

La penetración de regulaciones locales sobre diseño bioclimático, permitiendo eficientizar tanto los sistemas de ventilación, iluminación y acondicionamiento de espacios, a través del diseño. El impacto derivado se da en el uso de bienes para el confort térmico como aire acondicionado, ventiladores y calefacción; y el aprovechamiento de la luz natural al máximo.

En este sentido se debe de inspeccionar el cumplimiento de la NOM-020-ENER-2011 (PDF) Eficiencia energética en edificaciones, Envoltorio de edificios para uso habitacional.

¹³ Ejemplos de estufas de leña mejoradas en: <https://ecotec.unam.mx/ecoteca/estufas-de-lena-mejoradas>

Figura 93. Medidas potenciales de eficiencia energética para el sector residencial y su porcentaje de ahorro energético.



Sector Comercial y Servicios

El sector comercial y de servicios¹⁴ es uno de los sectores más atractivos para llevar a cabo la implementación de medidas de eficiencia energética, por un lado, porque dentro del mismo se encuentra la mayor cantidad de unidades económicas, y por otro, por la variedad de energía utilizada para satisfacer los diferentes usos finales.

Distribución de unidades económicas

Existen 121,450 u.e., dentro del sector, correspondientes a 546 diferentes tipos de actividades, siendo de los sectores más diversos respecto a otros estados.

Las 11 actividades con mayor presencia dentro del estado suman un total de 58,576 u.e., lo que corresponde al 48% del total estatal. A continuación, se observa el tipo de actividad y el número de unidades correspondientes a las mismas:

Tabla 34. Actividades correspondientes a sector comercial y servicios con mayor participación dentro del estado.

Fuente: INEGI, 2021.

Actividad	Número de U.E.	Participación
Comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas	13,179	11%
Restaurantes	11,518	9%
Salones y clínicas de belleza y peluquerías	5,940	5%
Comercio al por menor de artículos usados	4,566	4%
Asociaciones y organizaciones religiosas	4,254	4%
Escuelas sector público y privado	3,968	3%

Actividad	Número de U.E.	Participación
Comercio al por menor en minisupers	3,650	3%
Reparación mecánica en general de automóviles y camiones	3,224	3%
Comercio al por menor de ropa, excepto de bebé y lencería	2,999	2%
Comercio al por menor de artículos de papelería	2,647	2%
Banca múltiple	2,576	2%

El sector comercial es uno de los sectores más atractivos para llevar a cabo la implementación de medidas de eficiencia energética, por un lado, porque dentro del mismo se encuentra la mayor cantidad de unidades económicas. Por otro lado, permite planear o sugerir políticas públicas para gran cantidad de la población.

Dentro del mismo, existen 48 mil unidades correspondientes a comercio al por menor y 3.1 mil u.e. de comercio al por mayor.

En este sentido destaca el comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas con 13 mil u.e. De igual forma existen 11.5 mil restaurantes y 3.9 mil escuelas. También se cuenta, con 184 hospitales tanto públicos como privados.

Además, las actividades relacionadas al comercio y servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes son las de mayor impacto en el PIB estatal con el 26.8%, lo cual permitirá aprovechar de una forma óptima los recursos energéticos mientras se producen mayores ingresos.

¹⁴ Se nombrará solamente como sector comercial. Hace referencia a ambos.

Consumo energético y usos finales dentro del sector

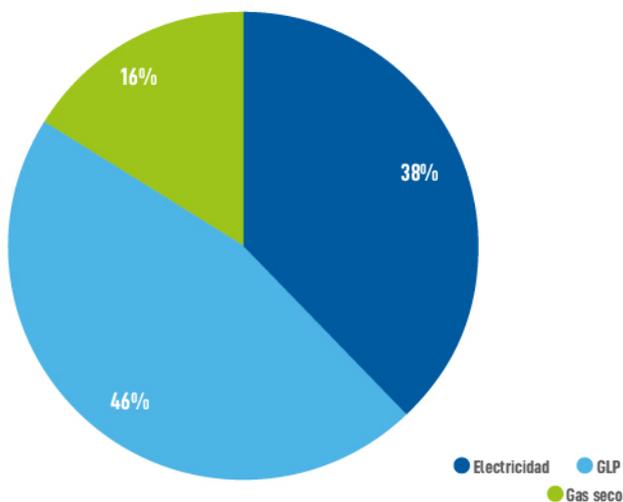
El consumo energético dentro del sector se coloca como el tercer mayor consumidor de electricidad dentro de la entidad con el 3.71% y el segundo mayor consumidor de G.L.P. con el 15% del total.

El sector comercial y servicios cuenta con un consumo energético de 4.46 PJ. Como se observa en la matriz, presentada en la gráfica, dentro de este, el 46% se da a través de gas LP, 38% de electricidad y el 16% de consumo de gas natural (seco).

Figura 94. Consumo de energía en el sector comercial y servicios Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con información de CFE, 2018; SENER, 2019 a; CFE, 2018.

Consumo energético del Sector Comercial y Servicios. Tamaulipas 2019



Sin embargo, como se mencionó, la diversidad de procesos y servicios entregados por el sector comercial es heterogénea.

Para obtener la distribución de usos finales dentro del sector, se toma como base la publicación *Retos y oportunidades para la sustentabilidad energética en edificios de México: Consumo y uso final de energía en edificios residenciales, comerciales y de servicios*, elaborado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM (Morillón, Escobedo, & García-Kerdan, 2015).

En este sentido, los usos finales de acuerdo al giro de la actividad económica son variables, por lo que la distribución de los mismos dentro de las actividades analizadas es heterogénea.

Considerando como base lo anterior, vinculado al diagnóstico energético, la presencia de las unidades económicas y los usos finales de energía en algunos edificios del sector comercial y servicios, se desarrollan una serie de medidas aplicables a diversas u.e.

Con base en (Morillón, Escobedo, & García-Kerdan, 2015) la distribución de usos finales para edificios comerciales y de servicios en clima cálido seco se observa en la Tabla 35.

Tabla 35. Usos finales de energía por tipo de edificio comercial y de servicios en clima cálido seco.

Fuente: Elaboración propia con información de Morillón, et al., 2015.

Edificio	A.AC	Iluminación	Refrigeración	Motores	Misceláneos	Otros
Hoteles	55.3%	19.1%	4.6%	9.8%	0%	11.2%
Oficinas	60.9%	23.2%	0.8%	8.1%	3.9%	3%
Escuelas	50.3%	31.7%	0%	8.8%	3.2%	5.9%
Hospitales	71%	8.4%	10.2%	4.9%	0%	5.2%
Restaurantes	47.7%	28.7%	19%	0%	2.4%	2%
Tiendas/ Centros Comerciales	52.6%	23.2%	14.4%	4.7%	3.5%	1.4%

A continuación, se describen las medidas correspondientes al sector y los beneficios traídos consigo. Al final de la descripción se muestra una tabla (Tabla 35) con valores de ahorro ponderados para cada tecnología o uso final, obtenidos de diversos estudios, investigaciones y proyectos realizados por diversas instituciones tanto públicas como privadas.

Al igual que en los sectores anteriores, las medidas descritas no son limitativas, sino dan un enfoque general de medidas aplicables en una gama de comercios con diferente actividad con usos de energéticos y energía eléctrica y térmica, principalmente.

Aislamiento térmico y Aislamiento en Refrigeración

El aislamiento térmico permite conservar el calor o el frío dentro de un espacio. Por consiguiente, disminuye el uso de aparatos para la climatización de espacios. Lo cual tiene como efecto directo el ahorro energético y económico.

La generación de regulaciones para el establecimiento de límites mínimos de aislamiento en el sector comercial es una alternativa necesaria.

Para el caso de cámaras frigoríficas o salas de procesos se busca la estanqueidad, es decir, tener la menor pérdida de temperatura para que los procedimientos realizados se lleven de acuerdo con estándares y los productos elaborados no disminuyan su calidad. En estos casos, el uso de materiales aislantes como paneles en las paredes, losas y techo con el grosor necesario permite un aislamiento correcto.

A su vez, para el caso de las envolventes de los edificios, es conveniente realizar auditorías con base en la NOM-008-ENER-2001 en la cual se establecen los parámetros

de la ganancia de calor de edificaciones no residenciales a través de su envolvente.

Manejo de condensado de vapor

El manejo del condensado de vapor se basa en la recuperación de agua y calor de los procesos generadores de vapor del sistema como en sistemas que incluyen calderas o intercambiadores de calor, así como en la distribución del mismo, con el fin de obtener ahorro energético. Es decir, reutilizar el vapor generado para poder tener ahorros del agua de alimentación, así como obtener un ahorro en la generación de vapor al recircular agua a una temperatura superior a la de entrada.

Ajuste de combustión en calderas

El ajuste en la combustión de calderas permite mantener la relación aire-combustible en un nivel óptimo, a su vez, maximiza el ahorro de combustible, así como la eficiencia de las calderas.

Al conseguir la optimización del uso del combustible es posible obtener ahorros económicos. Por su parte, una buena relación aire-combustible y el ajuste de los quemadores de acuerdo con la carga de operación real se obtienen menos emisiones contaminantes.

Recuperación de gases de calor

La recuperación de gases de calor tiene dos objetivos principales:

1. Reutilización del calor emitido por los subproductos o productos de un proceso.
2. Reducir la contaminación térmica al disminuir la temperatura del calor residual.

Para llevar a cabo dicho procedimiento se utilizan diversos equipos, siendo los recuperadores de gases de combustión

los principales, y que utilizan el calor residual como intercambiador de calor con otro fluido (calentamiento de agua y/o calentamiento de aire). En este sentido se denominan economizadores, recuperadores o calentadores del fluido.

Recuperación de calor de purga en calderas

La recuperación del calor se obtiene debido al requerimiento para el control del número total de sólidos disueltos en el agua contenida en la caldera. La purga se realiza a través de una válvula permitiendo descargar el agua contenida. Una vez realizada la descarga se aumenta la eficiencia energética del sistema cuando se coloca un intercambiador de calor destinado a aumentar la temperatura del agua de alimentación.

Colocar quemadores de alta eficiencia en calderas

El recambio o ajuste de los quemadores, ya sea por el tipo de quemador pasando de quemadores de marchas a quemadores modulantes, o bien, ajustando los controles de aire y gas necesarios en el proceso; como también modificando el energético utilizado, y, por lo tanto, teniendo un cambio de quemadores existentes por los de alta eficiencia. Todo ello supone un ahorro en el combustible utilizado, derivando en la disminución de costos y reduciendo la cantidad de emisiones.

Sistemas de Iluminación eficientes

Al igual que en la mayoría de los sectores, la instalación de sistemas de iluminación eficiente pretende aumentar la eficiencia energética. En este sentido, la mejora del consumo energético en el principal uso final de energía eléctrica en el sector es posible a través de la implementación de programas y regulaciones que fomenten o impulsen la adquisición de luminarias LED de forma masiva y a un precio asequible.

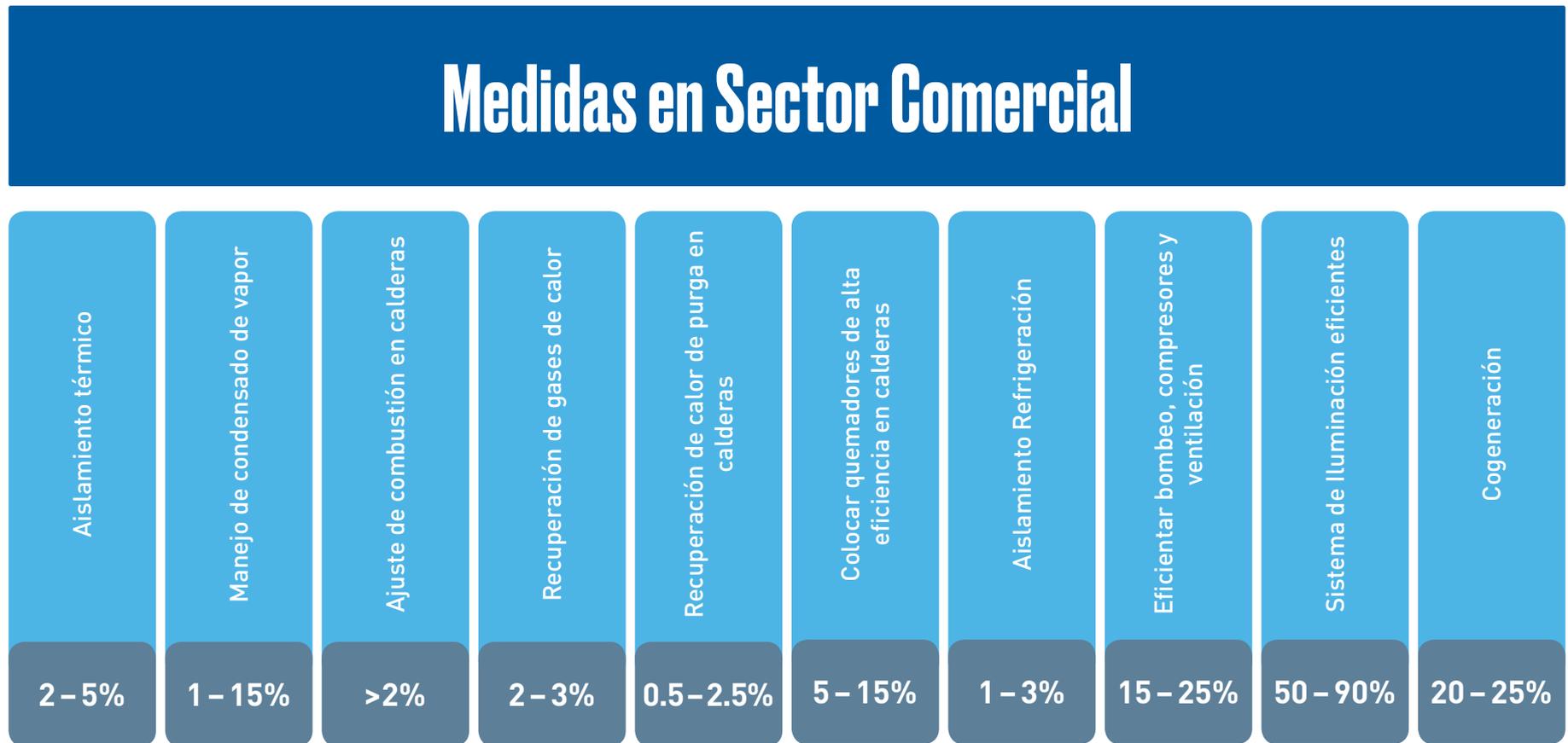
- NOM-007-ENER-2014. Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- NOM-028-ENER-2010. Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.
- NOM-025-STPS-2008. Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo.

Cogeneración

La cogeneración mejora el aprovechamiento de la energía ya que genera energías útiles térmica y eléctrica simultáneamente. En este sentido, el aprovechamiento del consumo energético mejora sustancialmente. En su aplicación más amplia, aprovecha el calor residual en la producción de energía eléctrica.

Cabe mencionar, que la aplicabilidad de la cogeneración depende de los requerimientos energéticos de los procesos en donde se desarrollará.

Figura 95. Medidas potenciales de eficiencia energética para el sector comercial y su porcentaje de ahorro energético.



Sector Público

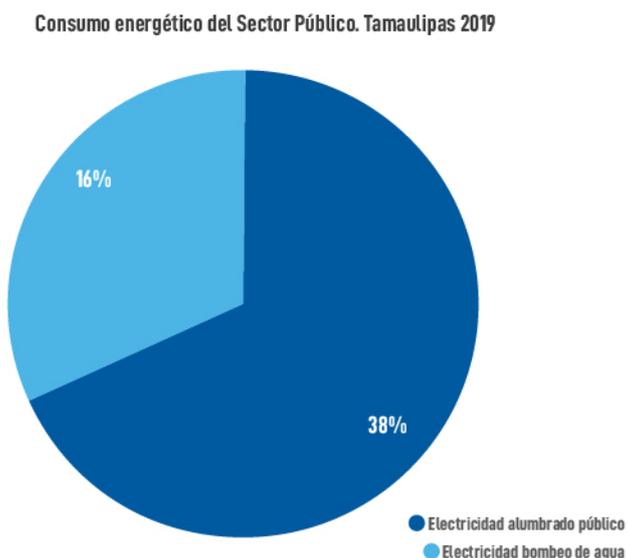
El consumo energético en el sector público corresponde al 0.3% del total consumido en la entidad con 0.97 PJ.

Con la información reportada a través de (SENER, Sistema de Información Energética, 2021) se cuenta con electricidad como energético utilizado. La distribución del mismo se da en dos usos finales:

- Electricidad para alumbrado público;
- Electricidad para bombeo de agua

Figura 96. Consumo de energía en el sector público Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con información de CFE, 2018; SENER, 2019 a; CFE, 2018.



Sin embargo, se entiende que el alcance del sector puede darse con otros servicios públicos dentro de la entidad.

Con base en esto, las medidas de eficiencia energética descritas a continuación engloban 4 actividades principales desempeñadas dentro del sector público.

La importancia de dichas medidas en el sector radica en tener impactos directos e indirectos con la sociedad, es decir, inciden en el modo de vivir de las personas y mejoran la calidad de vida de las localidades.

Primero, se describe lo relacionado con distribución de productos y recolección de residuos, al poder implementar mejoras tanto en logística, gestión y ahorros derivados de los mismos.

Después se analiza, el sistema de alumbrado público, el cuál trae tanto beneficios energéticos, ahorros económicos como también impactos sociales.

Como tercera medida se describe la mejora de la eficiencia en la tecnología para el bombeo de agua. Por último, se analiza el cambio por iluminación eficiente en edificios correspondientes a la administración pública.

Estrategias de distribución de productos y recolección de residuos

Como objetivo se plantea, cumplir con las políticas y normatividad ambiental, con el fin de propiciar una estrategia transversal, tanto para la población en general como para los sectores industrial, comercial y agropecuario.

La generación y aplicación de estas estrategias permite integrar tecnología, fomentar inversión, empleo, y a su vez, generar ahorros tanto energéticos (al eficientizar procesos y traslados) como la disminución de emisiones.

Por otra parte, como objetivo se encuentra concientizar a la población sobre la disposición de residuos; al sector

comercial e industrial sobre la forma de gestionar la distribución de productos. De igual forma, conservar los recursos naturales, así como fomentar y mejorar la salud pública.

Sustitución de sistemas de alumbrado público

La sustitución de sistemas de alumbrado público trae consigo beneficios tanto ambientales, económicos y mejoras en la calidad de vida de las personas, ofreciendo espacios más iluminados y seguros.

En este sentido, el objetivo planteado es la sustitución del alumbrado actual por tecnología más eficiente siguiendo la normatividad vigente.

La sustitución de estos elementos se debe basar en la NOM-031-ENER-2012 correspondiente Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba.

Mejorar eficiencia de tecnología para bombeo de agua

Con el fin de mejorar la eficiencia energética en la tecnología de bombeo de agua, se pueden seguir las mejores prácticas, manuales y cambios en procesos o manejo de tecnología para tener un sistema más eficiente. En este sentido, se parte de auditorías en las que se pueda determinar los cuellos de botella del sistema y las principales áreas de mejora como podría ser las pérdidas en el bombeo, pérdidas de carga, fugas o pérdidas eléctricas.

Con este fin, las mejoras en el sistema intervienen tanto en procesos como en la operación del mismo estimando un ahorro en la factura eléctrica.

Sistemas de iluminación eficiente

La sustitución de sistemas de iluminación eficiente es aplicable en edificios correspondientes a la administración pública, hospitales, centros de reinserción social, así como en edificios correspondientes al sistema educativo.

Esta medida de mejora en la eficiencia energética trae consigo beneficios económicos, ambientales y la mejora la calidad de los espacios de trabajo de los empleados.

Para ello, al igual que en sector comercial, se debe de tomar en cuenta las siguientes Normas Oficiales:

- NOM-007-ENER-2014. Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- NOM-025-STPS-2008. Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo.
- NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones eléctricas (utilización).

Figura 97. Medidas potenciales de eficiencia energética para el sector público y su porcentaje de ahorro energético.



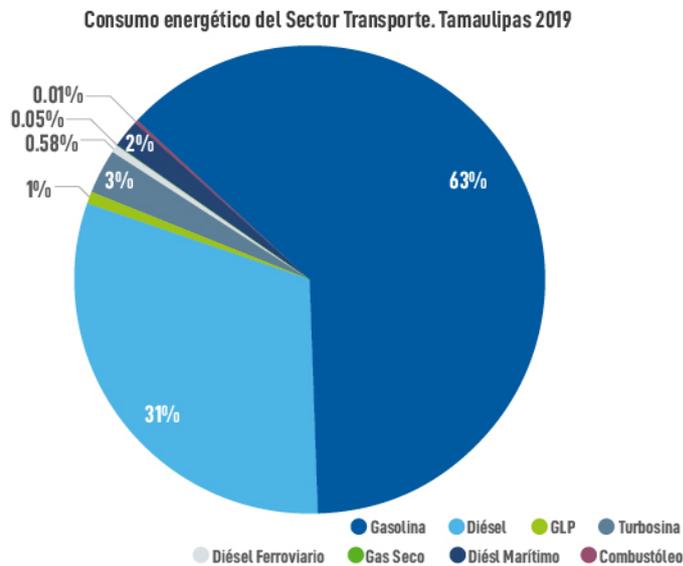
Sector Transporte

El sector transporte es el sector con mayor consumo energético con una participación del 67.1% (218.61 PJ) del total estatal.

Presenta una gran área de oportunidad al tener una matriz compuesta en su totalidad por energéticos fósiles, siendo los principales, gasolina y diésel (93% del consumo por energético del sector).

Figura 98. Consumo de energía en el sector transporte Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con información de CFE, 2018; SENER, 2019 a; CFE, 2018.



El establecimiento de medidas de eficiencia energética en este sector permite atacar diversos problemas, tanto ambientales como sociales. Además, la importancia de ser el principal consumidor de energía dentro de la entidad

hace que el establecimiento de medidas sea una cuestión imperativa.

En la actualidad, con datos de INEGI (INEGIb, 2021) se cuenta con 1.24 millones de vehículos de motor registrados en circulación.

A continuación, se describen medidas que permiten servir de apoyo en la mejora del sector autotransporte, se muestran aspectos como la normatividad y el mejoramiento del sistema de transporte público, así como incentivar el uso del mismo.

Mejorar la normatividad aplicable para aumentar la eficiencia de la tecnología en uso promoviendo el uso de vehículos más nuevos y eficientes

La generación de incentivos para poder tener acceso a tecnología más eficiente y asequible, tanto para uso del sector privado como para el sector de transporte público es necesaria en el sector.

La mejora en la normatividad pretende que el incremento dado en el parque vehicular sea a través de la tecnología más eficiente.

Incentivar el uso del auto compartido

Esta medida explora la modificación de hábitos en el uso de transporte privado, tanto para centros de trabajo como para desplazamientos de la población en general.

Incide en el indicador vehículo-km-pasajero, evitando recorridos de un solo conductor y fomentando el transporte privado compartido de forma segura, trayendo consigo ahorros energéticos y disminuyendo las emisiones de gases contaminantes.

Sustitución de autobuses por transporte público de carril exclusivo

La medida de sustitución de autobuses (parcial o total) por transporte público articulado genera un sistema de transporte con mayor conexión e integración. Considera la disminución de emisiones al reducir el indicador vehículo-pasajero-km.

Se debe tener en consideración la orografía del lugar y estudios de movilidad urbana para poder identificar los principales tramos de desplazamiento de la población. Es imperativo analizar la inclusión de las poblaciones vulnerables y marginadas.

Como objetivo se tendrán recorridos en el menor tiempo posible, mejor conectados y más seguros. Con ello, atraer beneficios urbanos, ambientales y sociales.

Realizar periódicamente prácticas de inspección y mantenimiento preventivo en flotillas municipales

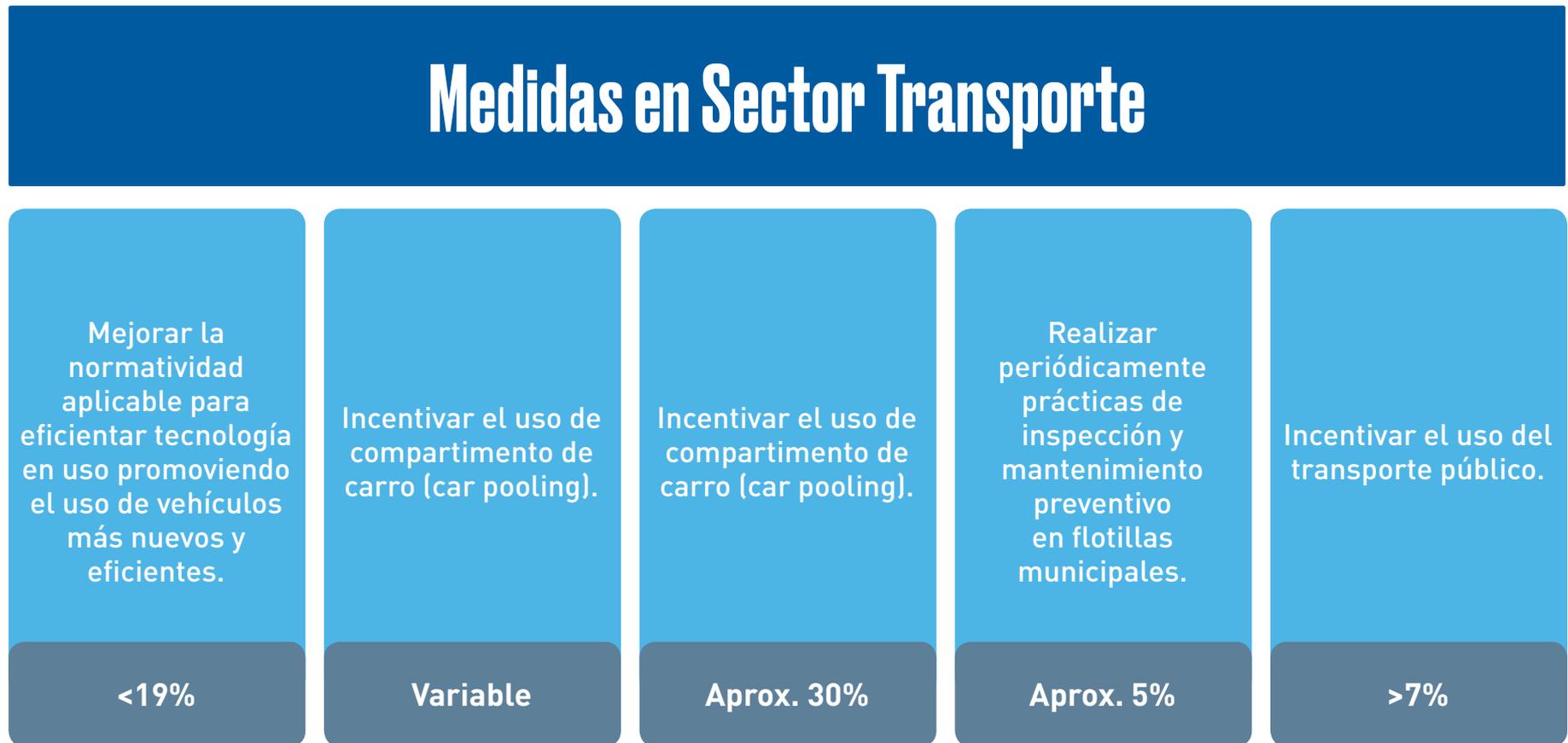
Intensificar las prácticas de inspección y mantenimiento en las flotillas de transporte público colectivo municipal, con el objeto de disminuir el número de automotores con altas emisiones por la mala combustión dentro de los mismos.

Incentivar el uso del transporte público

El incentivar el uso de transporte público permite cambiar los hábitos de las personas y evitar el aumento del parque vehicular en horas pico, así como disminuir el consumo de energía y la disminución de emisiones.

Sin embargo, dicha implementación va de la mano con otros procesos, como lo son: mejorar el sistema de transporte, optimizar los tiempos de recorrido, promover el sistema de transporte público seguro y confiable; así como la asequibilidad del mismo para toda la población.

Figura 99. Medidas potenciales de eficiencia energética para el sector transporte y su porcentaje de ahorro energético.



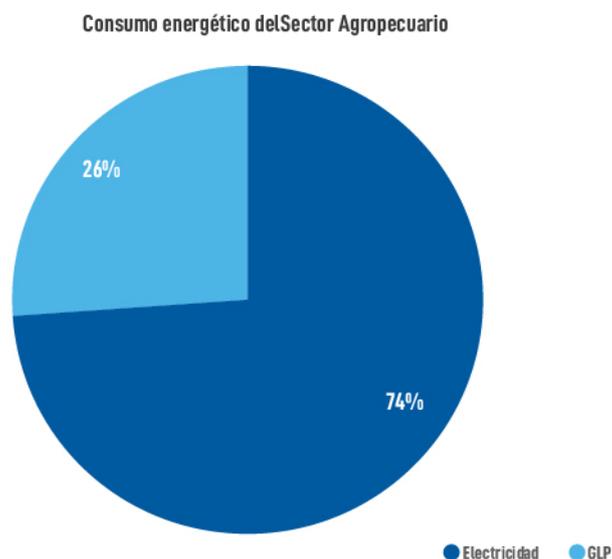
Sector Agropecuario

El sector agropecuario es el sector con menor consumo energético dentro de la entidad. Sin embargo, su importancia radica en evitar el estancamiento del mismo y poder generar mejores y más productos con menor consumo energético.

Con un total de 0.58 PJ consumidos en el año 2019, el 26% corresponde a consumo de gas L.P y el 74% se da en consumo de energía eléctrica.

Figura 100. Consumo de energía por tipo de energético en sector agropecuario.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2021.



Por lo mismo, se plantean medidas de eficiencia energética correspondientes a las principales actividades desarrolladas dentro de la entidad. A pesar de no tener un impacto tan grande en ahorro de energía, es fundamental

no dejar de lado la importancia del sector frente al consumo de alimentos dentro de la entidad. Además de mejorar la calidad de vida de población trabajadora en el sector.

Dentro del sector existen 867 u.e. repartidas en 9 tipos diferentes de actividades, siendo la pesca y captura de peces, crustáceos, moluscos y otros; en conjunto con la pesca de camarón las 2 principales actividades el estado, abarcando el 93% del total de u.e. dentro de la entidad, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 36. Actividades correspondientes a sector agropecuario con mayor participación dentro del estado.

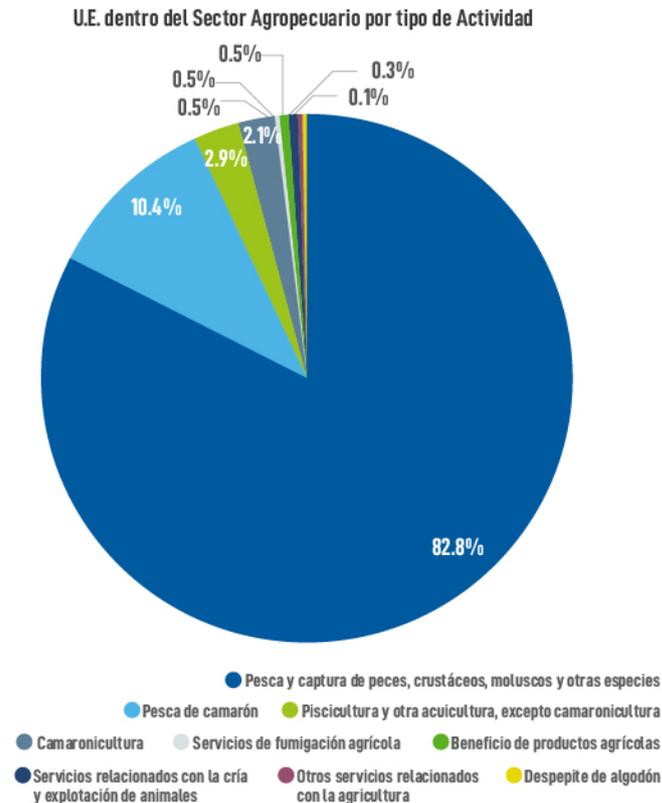
Fuente: INEGI, 2021.

Nombre actividad	Número de u.e.	Participación de u.e. en bloque
Pesca y captura de peces, crustáceos, moluscos y otras especies	718	82.8%
Pesca de camarón	90	10.4%
Piscicultura y otra acuicultura, excepto camaronicultura	25	2.9%
Camaronicultura	18	2.1%
Servicios de fumigación agrícola	4	0.5%
Beneficio de productos agrícolas	4	0.5%
Servicios relacionados con la cría y explotación de animales	4	0.5%
Otros servicios relacionados con la agricultura	3	0.3%
Despepite de algodón	1	0.1%

Para la descripción de las medidas se considera la pesca como eje rector. En este sentido, se busca generar valor al sector y tener un mayor impacto en la economía de la entidad.

Figura 101. Actividades del sector agropecuario en Tamaulipas.

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI, 2021.



A continuación, se describen las medidas correspondientes.

Mejorar Eficiencia en procesos de pesca

En cuanto a mejorar el sistema de pesca existen diversas medidas posibles, entre ellas se encuentran las siguientes:

- > Auditar el diseño del sistema

La verificación del diseño del sistema permite conocer la

cantidad y calidad de los recursos disponibles; el tamaño de las componentes y especificaciones óptimas para el sistema. A su vez, permite identificar si el diseño del sistema es adecuado y si la tecnología y componentes se encuentran en las mejores condiciones posibles.

Los ahorros energéticos se centran en eficientar el sistema tecnológico, y, por ende, trabajar en tiempo y forma óptima, lo cual traerá consigo beneficios en el consumo de energéticos; económicos y también ambientales, al evitar el desperdicio de recursos.

- > Tiempos de pesca necesarios

El identificar el tiempo de pesca con el cuál se está llevando a cabo el proceso permite adaptarlo de acuerdo a la necesidad. Con esta aplicación se mejora la eficiencia del sistema al evitar tiempo de pesca y desperdicio del recurso.

- > Capacitación a recurso humano

La capacitación y actualización del recurso humano encargado de llevar a cabo los diferentes procesos permite mejorar hábitos e implementar las mejores prácticas posibles en el sector.

Las capacitaciones permiten eficientar los procedimientos dentro del sistema y el proceso en general, trayendo consigo ahorros en tiempo, energéticos y evitando desperdicios.

Sustitución de maquinaria, tractores y camiones con mayor eficiencia energética

La tecnificación del sector agropecuario tiene, entre sus ventajas, evitar el estancamiento. La modernización tanto de maquinaria, tractores y camiones permite obtener mayor rendimiento el uso del combustible, emitir menor cantidad de contaminantes y mejorar los procedimientos realizados en el día a día. A su vez, permite empoderar al recurso humano dentro del sector.

Mejora en eficiencia de generación de calor y funcionamiento de calderas

La mejora en la eficiencia en generación de calor y funcionamiento de calderas se puede realizar a través de diversos métodos, entre ellos, se encuentra el cambio del energético utilizado, el cambio de la tecnología o, como se mencionó en sectores anteriores, la utilización de intercambiadores de calor para poder aprovechar el calor residual, así como su aplicación en otros procesos.

Por otra parte, la regulación de la temperatura y calor en algunas actividades, como los invernaderos, es fundamental. El control sobre la cantidad necesaria de dichos parámetros es fundamental para eficientar el uso de energía dentro de los mismos. Un uso óptimo de climatización permitirá mejorar el proceso de cultivo y/o crianza de animales, así como aprovechar al máximo los recursos energéticos.

Sistemas de iluminación eficiente

Los sistemas de iluminación son de gran importancia en el sector. La utilización de los mismos es de uso variado. Por una parte, puede usarse para el criadero; por otra, para horticultura. O bien, para procesos en general e iluminación de espacios.

De acuerdo con el uso final dado es posible encontrar áreas de mejora. En la actualidad existen alternativas como sistemas de iluminación LED, los cuales traen consigo ahorros energéticos considerables.

Se debe de tomar en cuenta, el tiempo de exposición requerido, el espectro lumínico necesario, el espacio en el que se encuentran y la adaptación de tecnología para la automatización y control de los sistemas.

La mejora en los sistemas de iluminación trae consigo la mejora en el producto final, y a su vez, beneficios en el consumo de energía.

Figura 102. Medidas potenciales de eficiencia energética para el sector agropecuario y su porcentaje de ahorro energético.





MISIÓN, VISIÓN Y OBJETIVOS

Misión

El Gobierno del Estado de Tamaulipas, a través del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas, debe ser punta de lanza en el fomento e impulso de la transición energética, de tal forma que ésta sea una herramienta para proteger el medio ambiente, combatir el cambio climático, mejorar la calidad de vida y aumentar la competitividad y atractividad económica del estado.

Con sus objetivos, medidas y acciones, el Gobierno del Estado de Tamaulipas debe desde hoy, ser ejemplo y motivar a la sociedad para que Tamaulipas logre un suministro energético libre de emisiones contaminantes, mitigue el cambio climático, proteja el medio ambiente y la salud de la población, y a la vez, aumente su desarrollo, competitividad y atractivo económico y reduzca las brechas económicas y de género en la sociedad.

Visión

En 2030, Tamaulipas habrá aumentado la participación de las energías limpias y renovables en la satisfacción de las necesidades energéticas de su población y sectores productivos.

Los planes, programas y proyectos en materia de eficiencia energética, energías limpias y renovables, movilidad, educación e investigación, habrán sentado las bases de un cambio estructural en el estado que permitirá combatir el cambio climático, mejorar la calidad de vida, aumentar la competitividad y atractivo económico y proteger al medio ambiente.

La población, la iniciativa privada y la administración pública serán consientes de los impactos del uso de la energía y serán partícipes en las decisiones y acciones para optar por un uso eficiente y menos contaminante de la energía.

Estos cambios fundamentados, guiados, impuestos e incentivados por el Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas permitirán que, de forma gradual e ininterrumpida, Tamaulipas logre un suministro energético libre de emisiones.

Metodología para definir los objetivos del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas

Los objetivos del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas son los pilares fundamentales en el que se basan todas las acciones integradas en éste. Es por esta razón por la que su definición se valió de las metodologías de Marco Lógico y S.M.A.R.T. con la finalidad de asegurar que el Programa aporte valor al desarrollo del estado.

A continuación, se describe brevemente el proceso para la definición de los objetivos ejecutado en el presente proyecto.

Metodología de Marco Lógico

Esta herramienta analítica de planeación para la facilitación del proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos tiene un enfoque orientado hacia los objetivos, los beneficiarios y la participación y comunicación de los actores involucrados (Practical Concepts Incorporated (PCI), 1979).

Como se detalla en el manual preparado por la CEPAL (Ortegón, 2005), el proceso del Marco Lógico parte del análisis de involucrados, es decir del estudio de quiénes serán los beneficiarios del proyecto y quiénes tendrán algún involucramiento. Después, se debe analizar el problema en el que se desea intervenir. Para ello, se cuenta con la herramienta del árbol de problemas que se explicará

más adelante. Posteriormente se analizan las posibles soluciones, transformando el árbol de problemas en el árbol de objetivos o de soluciones. Finalmente, a partir del árbol de soluciones se pueden definir los objetivos del proyecto y las acciones que de ellos se derivan.

Análisis del problema

Para definir los objetivos del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas, es necesario estudiar la situación del estado, identificando el problema principal que se atenderá, sus causas y sus efectos.

De acuerdo con la metodología de Marco Lógico, el problema es aquella situación en la que el proyecto intervendrá, buscando generar un cambio positivo. A su vez, este problema tiene sus causas, las cuales son hechos o situaciones propias que deben identificarse para así ser modificadas. De la misma forma, el problema es causante de otras situaciones, conocidas como efectos, los cuales serán modificados de forma indirecta al atender el problema y sus causas.

Cómo es recomendado en el manual de la CEPAL, se recomienda que el análisis del problema, sus causas y efectos se realice con la participación de diversos actores involucrados que proporcionen una visión holística. Concentrando los resultados del análisis en un mapa conceptual en el que el centro es el problema y arriba se colocan los efectos y abajo las causas, asemejando así un árbol, razón por la cual a este diagrama se le denomina árbol de problemas.

Árbol de problemas del Estado de Tamaulipas

Con el fin de obtener el árbol de problemas correspondiente, como primer paso se considera el diagnóstico energético realizado previamente.

Dentro del mismo identificó la distribución del consumo de energía en cada uno de los sectores, los energéticos utilizados y su origen, es decir, si se trata de producción interna o de importación.

Así, recordando lo mostrado en el diagnóstico energético de Tamaulipas, el sector con más consumo de energía es, por mucho, el transporte, con 218.61 PJ. Le siguen el sector industrial, con 74.78 PJ y el residencial, con 26.32 PJ. Entre estos tres sectores se acumula el 98.11% del total del consumo energético en el estado.

A su vez, cabe recordar que los combustibles fósiles tienen una participación en la satisfacción del consumo energético estatal del 96.79%, lo cual se traduce en una dependencia profunda de Tamaulipas hacia los combustibles fósiles; además, la importación de electricidad desde EUA tiene una participación del 1.28%. La leña tiene una participación en el total del 0.44 %, dejando así a las energías renovables con una aportación de solo 1.49%.

También se consideran los análisis de indicadores de intensidad energética en los distintos sectores de la entidad. Como se vio anteriormente, Tamaulipas tiene una intensidad energética mayor a la nacional en los sectores industrial, y de transporte terrestre.

Otro indicador tomado en cuenta, para la definición del árbol de problemas, es el índice de pobreza energética. Para este caso se utilizan las estimaciones realizadas por García-Ochoa, donde se define el indicador para satisfacer las necesidades básicas de energía (García Ochoa &

Graizbord, 2016). Siguiendo dicha investigación, se plantea que, en el estado, 24.3% de la población se encuentra en pobreza energética.

Con lo anterior como base, se genera una lluvia de ideas con el fin de tener diferentes puntos de vista y poder establecer el problema principal considerando al mismo como el problema central del estado en materia energética.

Una vez establecido el problema central se definen tanto las causas como las consecuencias, es decir, las “ramas” y las “raíces” del árbol, respectivamente. En este sentido, las causas del problema se definen como el conocimiento de qué genera o de dónde proviene el problema.

Por otra parte, en las “ramas” se reconocen cuáles son las consecuencias derivadas del problema.

Considerando lo descrito en párrafos anteriores, el problema central definido para el estado se definió como **el Consumo poco eficiente de energía en la entidad, con una alta dependencia en la generación a partir de fuentes fósiles emisoras de contaminantes y gases de efecto invernadero.**

Este problema se ha originado por la existencia de ciertas circunstancias, conocidas como causas. Algunas de estas causas, a su vez, son originadas por otras, teniendo así causas primarias y causas secundarias.

Las causas primarias son:

1. Disponibilidad y asequibilidad de combustibles fósiles.

Los sectores de consumo utilizan, para la satisfacción de sus necesidades energéticas (iluminación, calentamiento de agua, acondicionamiento de espacios, fuerza, etc.) tecnologías basadas en combustibles

fósiles debido a que son más accesibles que las tecnologías de energías renovables.

2. Pocos incentivos económicos, fiscales y de mercado para el aprovechamiento de energías renovables y medidas de eficiencia energética. La iniciativa privada y los habitantes del estado carecen de la capacidad de inversión en tecnologías más eficientes, modernas y menos contaminantes. Al mismo tiempo, no existen incentivos por parte del gobierno que motiven la inversión en tecnologías eficientes. Esto genera *una intensidad energética mayor a la nacional en los sectores transporte, comercial y residencial, la existencia de los procesos ineficientes en el sector industrial, una alta utilización de leña en el sector residencial, así como un bajo aprovechamiento de las energías renovables.*

3. Usos y costumbres del consumo de energía. Existe un gran desconocimiento de los beneficios económicos, técnicos, sociales y ambientales que traen consigo las energías renovables y la eficiencia energética, ya que suelen considerarse como costosas y poco fiables. Además, existe poca promoción y dispersión de la información. Manteniendo un consumo poco eficiente de energéticos contaminantes, por ejemplo: los hogares del estado dependen considerablemente de la leña como energético para la satisfacción de sus necesidades.

Las causas secundarias son:

1. Continuación de políticas públicas que perpetúan el uso de combustibles fósiles.
2. Bajo interés en la implementación de medidas de eficiencia energética en la industria. Los procesos productivos del sector industrial tienen un amplio

margen de mejora en eficiencia energética, lo cual puede reducir su consumo energético basado en combustibles fósiles.

3. Ausencia de políticas públicas para la transición energética.
4. Barreras políticas, económicas e ideológicas para el uso de energías renovables.

Con el fin de completar el árbol de problemas, se analizan las consecuencias del problema central y se definen los efectos de este. Para este caso específico, queda establecido que el **consumo poco eficiente de energía en la entidad, con una alta dependencia en la generación a partir de fuentes fósiles emisoras de contaminantes y gases de efecto invernadero** tiene como efectos los siguientes:

1. Alta emisión de contaminantes y Gases de Efecto Invernadero.
2. Volatilidad del precio de la energía.
3. Poca eficiencia en diversos sectores.
4. Infraestructura insuficiente para llevar energía a comunidades aisladas.
5. Bajo aprovechamiento de recursos renovables de la entidad.
6. Acciones aisladas para mejora de sector energético.

El árbol de problemas queda estructurado como se puede observar en la Figura 103:

Figura 103. Árbol de problemas del Estado de Tamaulipas.



Análisis de alternativas de solución

Una vez estudiado el problema y representado en el árbol de problemas, se obtienen las posibles soluciones. Para ello, en primera instancia, se transforman los elementos del árbol de problemas, que son esencialmente negativos, en elementos positivos que conforman el árbol de soluciones. Si, por ejemplo, una de las causas del árbol de problemas es “*disminución de la inversión...*”, su transformación hacia el árbol de soluciones sería “*aumento de la inversión...*”. En segunda instancia, se analiza si la transformación de elementos “negativos” a “positivos” es suficientemente clara y específica o si es necesario cambiar el enunciado.

Así, lo que se tenía como problema (el tronco del árbol de problemas) se transforma en el objetivo principal. Las raíces, que eran las causas del problema, se transforman en los medios para lograr el objetivo principal. Las ramas, que son los efectos negativos se transforman en los efectos positivos. Finalmente se deben analizar las relaciones de los elementos del árbol de soluciones y realizar los ajustes que sean necesarios.

Árbol de soluciones del Estado de Tamaulipas

Dado que el problema central es el *consumo poco eficiente de energía en la entidad, con una alta dependencia en la generación a partir de fuentes fósiles emisoras de contaminantes y gases de efecto invernadero*; su transformación, de un elemento negativo a uno positivo, es un *consumo eficiente de energía menos dependiente de los combustibles fósiles*. Ahora bien, para lograr esto, el Programa propiciará acciones de transición energética de tal forma que el objetivo principal queda definido como la aceleración, impulso y fomento de la transición energética.

Del objetivo principal y partiendo de la transformación de los efectos derivados del problema en elementos

positivos, se derivan las soluciones, las cuáles quedan planteados como:

A. Mínima emisión de gases de efecto invernadero. Disminuyendo el consumo de energéticos basados en recursos fósiles, la emisión de GEI y otros compuestos contaminantes disminuirá considerablemente, con ello se colaboraría contra el cambio climático acelerado que cuyas afectaciones se sufren actualmente. Al mismo tiempo que se disminuyen los daños a la salud que sufren las poblaciones expuestas a compuestos contaminantes provenientes de la quema de combustibles fósiles.

B. Estabilidad de precio de la energía. La transición energética permitirá que los energéticos se vuelvan más accesibles para la población y mantengan su precio estable durante periodos de tiempo más largos. Esto mejorará el atractivo económico de la entidad incentivando la inversión, al mismo tiempo que disminuirá los costos sociales atribuibles a un alto costo energético de actividades en el estado.

C. Alta eficiencia en diversos sectores. El fomento de la transición energética que busca el Programa impulsaría que los diversos sectores de la entidad implementen medidas de eficiencia energética. Con ello se mejoraría la competitividad y productividad de sectores económicos y se incentivaría la inversión en la entidad; al mismo tiempo que los costos sociales de una economía con poco crecimiento disminuirían.

D. Infraestructura suficiente para llevar energía a comunidades aisladas. Puede lograrse un cambio en el consumo de leña y combustibles tradicionales si se logra llevar infraestructura necesaria a comunidades lejanas y aisladas. Este efecto también tendría influencia en la disminución del índice de pobreza energética de la entidad, actualmente en un 24%.

E. Aumento de la competitividad y atractivo económico del estado. La transición energética contribuirá al desarrollo económico del estado, volviéndolo más atractivo para la inversión. El aumento del atractivo económico del estado se puede considerar un efecto secundario, debido a la interconexión que tiene con otros efectos detectados, como se ha mencionado en puntos anteriores.

F. Alto aprovechamiento de recursos renovables de la entidad. Es vital para la transición energética del estado de Tamaulipas que se aumente el aprovechamiento de los vastos recursos renovables con los que se cuenta en la entidad. Actualmente la participación de energías renovables en el consumo estatal se estima en solamente 1.49%.

G. Acciones coordinadas entre sectores y niveles de gobierno para mejora del sector energético. Si bien las acciones coordinadas deben ser un medio por el que se alcance la transición energética, el enfoque integrador que promueve el Programa busca tener el efecto de una mayor comunicación entre actores involucrados en el sector energético. Creando así una sinergia de acciones que lleven al estado a una transición energética rápida y justa.

Para que el objetivo principal sea alcanzable y se logren los efectos positivos, se han definido, mediante la transformación de las causas del árbol de problemas, los siguientes medios del árbol de soluciones:

1. Impulsar políticas públicas que impidan el uso de combustibles fósiles. Se trata de desarrollar formas para disminuir el consumo de combustibles fósiles emisores de GEI y compuestos contaminantes; al mismo tiempo que propicien o incentiven la sustitución de equipos por otros más eficientes, limpios y modernos.

2. Aumentar el interés en la implementación de medidas de eficiencia energética. Se busca que las empresas del ramo industrial modifiquen la forma en la que utilizan la energía en sus procesos productivos para que se vuelvan más eficientes; esto a través de programas e incentivos que motiven a la industria a tal cambio.

3. Establecer políticas públicas firmes para la transición energética. Se impulsarán acciones e incentivos para que la inversión en prácticas de consumo energético más responsables y acceso a las energías renovables no se perciban como riesgos por regulaciones variables.

4. Diversos incentivos económicos, fiscales y de mercado para el aprovechamiento de energías renovables y medidas de eficiencia energética. Se mejora el atractivo económico para propiciar la instalación de sistemas de aprovechamiento de las energías renovables en todas las escalas y sectores. Modificar o crear leyes o regulaciones que motiven, faciliten o mandaten la inversión en el aprovechamiento de las energías renovables y la eficiencia energética.

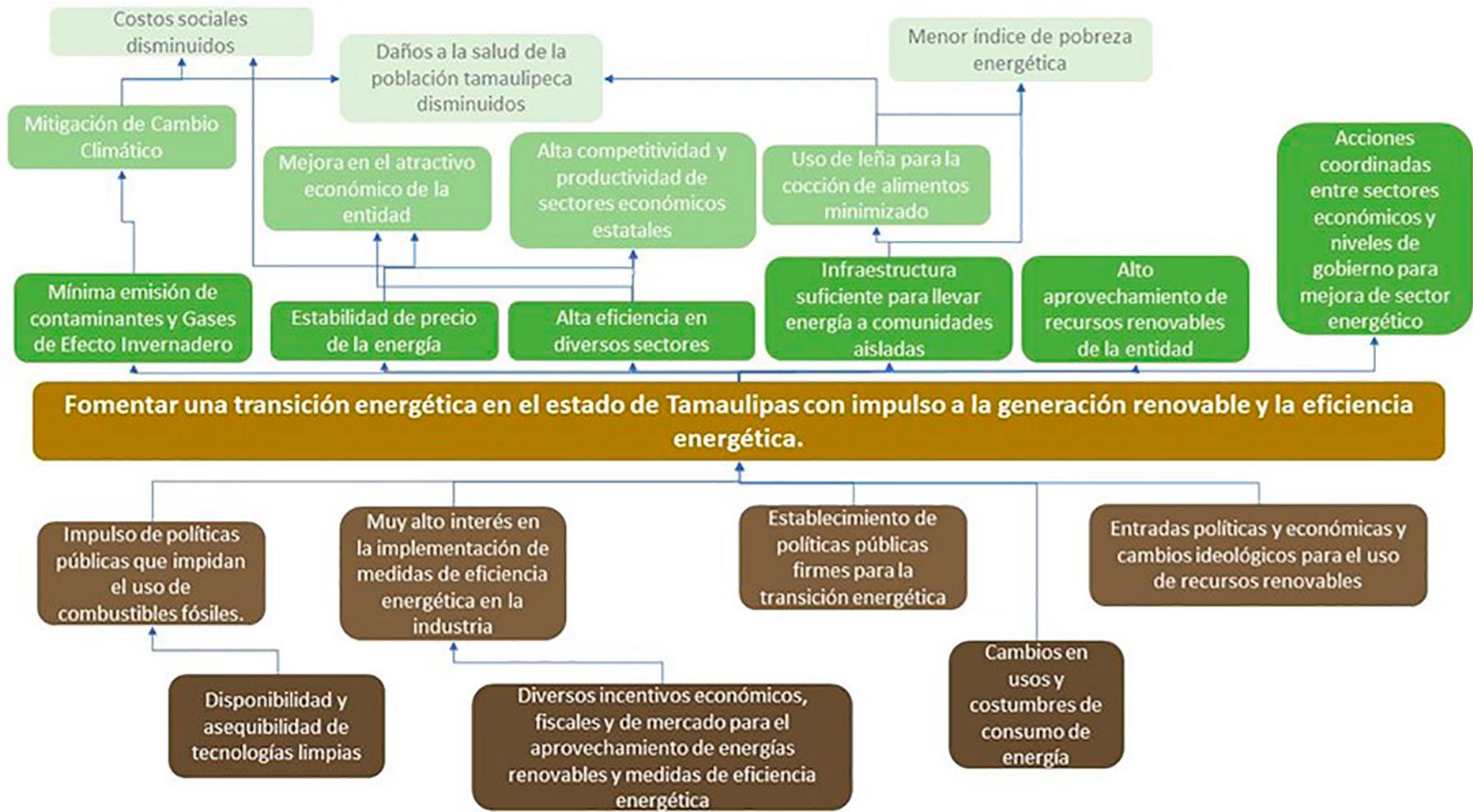
5. Entradas políticas y económicas y cambios ideológicos para el uso de recursos renovables. Fomentar que en el sistema educativo se incluyan temas sobre cambio climático y transición energética. Además, fomentar que en las universidades del estado se desarrolle investigación en la misma materia. Poner en marcha un sistema que permita al Gobierno del Estado recopilar, organizar, tratar y poner a disposición del público en general, información en materia de energía.

6. Aumentar la disponibilidad y asequibilidad de tecnologías limpias. Fomentar el uso de combustibles alternativos, propiciar la inversión en generación distribuida en los diversos sectores del estado.

Además, atraer inversión para la generación a través de fuentes renovables cuya energía no es dependiente de los costos de mercado de combustibles fósiles.

El árbol de soluciones queda entonces organizado como se muestra en la Figura 104.

Figura 104. Árbol de soluciones del Estado de Tamaulipas.



Ejes del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas

A partir de las raíces y ramas del árbol de soluciones realizado a través de actividades participativas con el Grupo de Trabajo del Estado de Tamaulipas (medios y efectos), se definen los ejes que originan y dan soporte a todos los objetivos de este Programa. Estos 5 ejes nacen de las posibilidades de acción identificadas al relacionar los distintos medios y objetivos del árbol de soluciones, como se detalla a continuación.

E1. Crear y mantener un sistema estatal de información energética

La creación y actualización constante de un sistema de información energética del estado que permita concentrar los datos relativos a la generación, transformación y consumo de energía, además de visualizar indicadores clave para la toma de decisión en el sector.

Esto contribuirá con los medios: Establecimiento de políticas públicas firmes para la transición energética y Entradas políticas y económicas y cambios ideológicos para el uso de recursos renovables; que a su vez permitan la consecución de los efectos: Acciones coordinadas entre sectores económicos y niveles de gobierno para mejora de sector energético; Mínima emisión de contaminantes y Gases de Efecto Invernadero; Infraestructura suficiente para llevar energía a comunidades aisladas.

Figura 105. Ejes de la Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas.

E1. Crear y mantener un sistema estatal de información energética

E2. Incentivar medidas para el incremento de la eficiencia energética

E3. Fomentar la inversión en energías limpias y renovables

E4. Incrementar el uso de transporte menos contaminante

E5. Reducir la pobreza energética

E2. Incentivar medidas para el incremento de la eficiencia energética

A través la implementación de sistemas que incentiven el incremento de la eficiencia energética, estratégicamente en los sectores con mayor margen de mejora, se puede incidir directamente sobre el consumo final de energía térmica y eléctrica.

Esto contribuirá con los medios: Muy alto interés en la implementación de medidas de eficiencia energética en la industria; Diversos incentivos económicos, fiscales y de mercado para el aprovechamiento de energías renovables y medidas de eficiencia energética; Establecimiento de políticas públicas firmes para la transición energética; y Cambios en usos y costumbres de consumo de energía. También contribuirá con la consecución de los efectos: Mitigación de Cambio Climático; Alta eficiencia en diversos sectores; Alta competitividad y productividad de sectores económicos estatales; y Mejora en el atractivo económico de la entidad.

E3. Fomentar la inversión en energías limpias y renovables

Impulsar mecanismos financieros y/o políticas públicas para el fomento de la inversión en tecnologías para el aprovechamiento de fuentes renovables de energía a pequeña y gran escala con la finalidad de reducir la dependencia de combustibles fósiles y sus consecuencias medioambientales.

Esto contribuirá con los medios: contar Diversos incentivos económicos, fiscales y de mercado para el aprovechamiento de energías renovables y medidas de eficiencia energética; Impulso de políticas públicas que impidan el uso de combustibles fósiles; Disponibilidad y asequibilidad de tecnologías limpias; y aumentar la Entradas políticas y económicas y cambios ideológicos para el uso de recursos renovables. También contribuirá con la consecución de los efectos: Alto aprovechamiento de recursos renovables de

la entidad; Mitigación de Cambio Climático; Infraestructura suficiente para llevar energía a comunidades aisladas; Estabilidad de precio de la energía; y consecuentemente, Mejora en el atractivo económico de la entidad.

E4. Incrementar el uso del transporte menos contaminante

Implementación de acciones para la reducción de las emisiones del sector transporte, público y privado con el fin de obtener beneficios ambientales, sociales y económicos.

Esto contribuirá con los medios: Diversos incentivos económicos, fiscales y de mercado para el aprovechamiento de energías renovables y medidas de eficiencia energética, Establecimiento de políticas públicas firmes para la transición energética; y Cambios en usos y costumbres de consumo de energía. Además, contribuirá con la consecución de los efectos: Costos sociales disminuidos; Daños a la salud de la población tamaulipeca disminuidos; y Menor índice de pobreza energética.

E5. Reducir la pobreza energética

Implementación de estrategias y programas con el fin de atender a la población en situación de pobreza energética, con un enfoque multidimensional, para asegurar energía confiable, suficiente y asequible para la mayoría de la población; así como incorporar tecnología moderna para su uso.

Esto contribuirá con los medios Cambios en usos y costumbres de consumo de energía; Disponibilidad y asequibilidad de tecnologías limpias; y Entradas políticas y económicas y cambios ideológicos para el uso de recursos renovables. De igual forma, contribuirá con la consecución de los efectos: Menor índice de pobreza energética; Uso de leña para la cocción de alimentos minimizado; Daños a la salud de la población tamaulipeca disminuidos; y Costos sociales disminuidos.



LÍNEAS DE ACCIÓN

Líneas de Acción del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas

En la presente sección se detallan las Líneas de Acción a través de las cuales se impulsará, acelerará y fomentará la Transición Energética en el Estado de Tamaulipas.

Cabe señalar que la definición de las Líneas de Acción se realizó a través de un método de toma de decisiones multicriterio, conocido como Vector de Posición de Mínimo Arrepentimiento (VPMA, ver Anexo), en el que, de forma participativa, diversos actores de la administración pública estatal, sociedad civil, academia e iniciativa privada, priorizaron las Líneas de Acción según la evaluación que se obtuvo en los siguientes criterios:

- **Reducción de emisiones:** Evalúa la capacidad de la Línea de Acción para reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y compuestos contaminantes locales (Contaminantes criterio).
- **Costo de implementación:** Evalúa el nivel de inversión necesario para llevar a cabo la Línea de Acción.
- **Realismo:** Evalúa la presencia de recursos técnicos, humanos y económicos para implementar la Línea de Acción para ser llevada a cabo.
- **Tiempo de implementación:** Evalúa los requerimientos temporales de implementar la línea de acción, siguiendo parámetros de corto, mediano y largo plazo.

- **Oposición:** Evalúa la capacidad de la Línea de Acción de generar rechazo por parte de actores involucrados al llevar a cabo su implementación.
- **Atribuciones:** Evalúa la capacidad jurídica de la Agencia de Energía del Estado de Veracruz para llevar a cabo la implementación de la Línea de Acción.

Eje 1. Crear y Mantener un Sistema de Información Energética

Línea de acción 1.1.

Crear un sistema de información energética estatal alojado en la página web de la CETAM, de acceso público

Línea de acción 1.2.

Llevar a cabo estudios enfocados a la evaluación del potencial, viabilidad y rentabilidad de cada tipo de energético renovable (solar, eólico, bioenergéticos y aprovechamiento de residuos, geotermia e hidroenergía) para su publicación en el sistema estatal de energía.

Línea de acción 1.3.

Crear y mantener un sistema de monitoreo de proyectos de eficiencia energética y energías renovables realizados dentro del estado, tanto por la iniciativa privada como por la administración pública.

Línea de acción 1.4.

Vincular la investigación académica de licenciatura, maestría y doctorado con proyectos de eficiencia energética y energías renovables a través de un minisitio en el Sistema de Información Energética Estatal.

Línea de acción 1.5.

Realizar campañas de comunicación de la importancia y beneficios de la eficiencia energética y el uso de energías renovables.

Línea de acción 1.6.

Proponer mejoras para el fomento de la eficiencia energética y las energías renovables en regulaciones estatales para nuevos proyectos.

Eje 2. Incentivar medidas para el incremento de la eficiencia energética

Línea de acción 2.1.

Implementar Sistemas de Gestión de Energía para grandes consumidores de energía.

Línea de acción 2.2.

Diseñar e implementar una estrategia para la recuperación y aprovechamiento del calor industrial residual.

Línea de acción 2.3.

Desarrollar programas de apoyo específicos de eficiencia energética en PyMEs.

Línea de acción 2.4.

Incorporar programa para implementación de sistemas de iluminación eficiente.

Línea de acción 2.5.

Modificar los lineamientos de construcción de residencias y fraccionamientos para que sea obligatoria la integración de luminarias de bajo consumo o de tecnología LED.

Línea de acción 2.6.

Impulsar la inversión en tecnologías (térmicas y eléctricas) con mayor eficiencia energética en el sector comercial y servicios.

Línea de acción 2.7.

Lanzar una campaña de promoción dirigida a la industria para el cumplimiento del código de red.

Línea de acción 2.8.

Realizar campañas de apoyo técnico o de financiamiento a proyectos en materia de eficiencia energética.

Eje 3. Fomentar la inversión en energías limpias y/o renovables

Línea de acción 3.1.

Crear un fideicomiso/fondo para el desarrollo energético sustentable del Estado con la finalidad de dar apoyo económico a proyectos de inversión de transición energética.

Línea de acción 3.2.

Agrupar las cargas más significativas del Gobierno del Estado para que sean servidas por un Suministrador Calificado asegurando que al menos el 80% de la energía provenga de fuentes renovables.

Línea de acción 3.3.

Realizar un proyecto en el que el estado firme un PPA con un ejido para que éste instale un sistema fotovoltaico de generación distribuida de venta total a través de un suministrador calificado.

Línea de acción 3.4.

Facilitar el financiamiento de sistemas fotovoltaicos de generación distribuida para MiPyMEs a través de la vinculación entre proveedores y fuentes de financiamiento.

Eje 4. Incrementar el uso del transporte menos contaminante

Línea de acción 4.1.

Lanzar una campaña publicitaria que resalte los beneficios de utilizar el sistema de transporte público estatal y municipal.

Línea de acción 4.2.

Difundir, promover y fomentar el transporte privado cero emisiones.

Línea de acción 4.3.

Generar accesos, conexiones y estacionamientos para transporte cero emisiones (p.ej. bicicletas, patinetes eléctricos).

Línea de acción 4.4.

Impulsar la conciencia y educación vial.

Línea de acción 4.5.

Fomento del auto compartido (carpooling) interurbano, intraurbano y en estacionamientos.

Eje 5. Reducir la pobreza energética

Línea de acción 5.1.

Implementar programas de generación distribuida en zonas sin acceso a la electricidad.

Línea de acción 5.2.

Realización de campañas de información, dirigidas a los hogares, sobre el consumo de energía responsable.



ANEXOS

Anexo Metodológico del Diagnóstico

El estudio hecho para realizar el diagnóstico energético se basa en el concepto de la cadena energética, la cual es un sistema en el que los recursos naturales son extraídos o captados para ser transformados, dando origen a recursos energéticos cuya utilidad es la de satisfacer las necesidades de la población. De forma general, la cadena se divide en 3 pasos:

1. Extracción o captación. En este paso, los recursos naturales tales como el petróleo o el carbón mineral son extraídos de los yacimientos en donde se encuentran. En el caso de recursos como la irradiación solar, la velocidad del viento, el movimiento del agua o el calor de la tierra, se dice que los recursos son captados. En cualquier caso, estos recursos son obtenidos debido a su contenido energético por lo cual se les conoce como energéticos primarios.
2. Transformación. En este paso, los energéticos primarios son sometidos a uno o varios procesos de transformación para potenciar su capacidad energética para satisfacer las necesidades de la población. La refinación del petróleo o la generación de energía eléctrica da como resultado diversos energéticos que pueden ser utilizados de forma más fructífera en los dispositivos que satisfacen las necesidades. Así, la gasolina, el diésel, el gas seco o la electricidad (por mencionar algunos) son conocidos como energéticos secundarios.
3. Consumo. En este último paso, los energéticos secundarios son usados en dispositivos, aparatos, máquinas o equipos que los necesitan para poder funcionar y realizar la tarea para la que fueron creados, satisfaciendo así las necesidades humanas

Producción

La producción de energéticos primarios se divide en tres rubros: petróleo y gas natural, energéticos renovables y leña.

La producción de petróleo se estima a partir de la información de la Base de Datos Institucional de PEMEX (PEMEX, 2021) en su apartado *Pemex Exploración y Producción*, tabla *Producción de petróleo crudo y gas natural por entidad federativa*. La producción de gas natural se toma de la misma tabla. En ninguno de ambos casos, Tamaulipas cuenta con producción.

La producción de energéticos renovables se estima a partir de la información generada para el análisis de la transformación de energéticos en centrales eléctricas (incluyendo las de generación distribuida). Se asume que, por ejemplo, 1 PJ de energía eléctrica generado por una central fotovoltaica requiere de la captación de 1 PJ de energía solar.

En el caso de la leña se tiene una situación similar a la de los energéticos renovables. Se asume que cada PJ consumido es un PJ producido.

Transformación

Las transformaciones de energéticos primarios a secundarios (o de secundarios a secundarios) dentro de la cadena energética estudiada son la refinación de petróleo, el procesamiento de gas natural y la generación de energía eléctrica tanto a gran escala como en generación distribuida.

Para los casos de la refinación de petróleo y el procesamiento de gas, se parte de la infraestructura existente en el país la cual se consultó en el portal de

Petróleos Mexicanos (PEMEX, 2015) y en las prospectivas del sector energético correspondientes (SENER, 2018b) y (SENER, 2018 d). La producción de petrolíferos en la refinería de Tula, “Miguel Tamaulipas”, se obtuvo del Sistema de Información Energética (SENER, Sistema de Información Energética, 2021). El valor de petróleo crudo ingresado se extrae del apartado *Petróleo crudo y petrolíferos*, tabla *Proceso de petróleo crudo por refinería*; de forma anual y para el total de crudo sin importar su tipo, en miles de barriles diarios mbd. El valor de los productos derivados de la refinación se obtuvo del mismo apartado (*Petróleo crudo y petrolíferos*) pero de la tabla *Elaboración de productos petrolíferos por refinería, vigente a partir de 2000*; también de forma anual, en mbd.

La transformación de unidades de mbd a PJ se realizó utilizando el poder calorífico superior de la CONUEE (CONUEE, 2019).

Centrales Eléctricas

La estimación de la capacidad instalada y la generación de energía eléctrica parte de los permisos para la generación de energía eléctrica emitidos por la CRE para cada central. De estos documentos, se recopilan los siguientes datos:

- Fecha de entrada en operación
- Ubicación
- Capacidad (MW)
- Generación energética anual permitida (GWh)
- Tecnología
- Combustible empleado

Posteriormente, se revisan los documentos PRODESEN 2017–2031 (SENER, 2018) y PRODESEN 2018–2032 (SENER, 2019) y se extraen los datos de generación anual real en gigawatts-hora (GWh), los cuales se encuentran reportados para los años 2016 y 2017, para todas las

centrales operativas. Debido a que en los documentos PRODESEN 2019–2033 (SENER, 2020) y PRODESEN 2020–2034 (SENER, 2021) no se publica esta información detallada por central, la generación de cada central durante 2018 y 2019 es aproximada a través de la evolución de la generación anual a nivel nacional para cada tecnología (CENACE, 2021) y el cálculo de la tasa de crecimiento anual (TCA) de generación de cada tecnología, a partir de las siguientes ecuaciones:

$$TCA_{2018} = \frac{E_{2018} [\text{GWh}] - E_{2017} [\text{GWh}]}{E_{2017} [\text{GWh}]}$$

$$TCA_{2019} = \frac{E_{2019} [\text{GWh}] - E_{2018} [\text{GWh}]}{E_{2018} [\text{GWh}]}$$

La tasa de crecimiento anual de cada tecnología a nivel nacional, es después aplicada a la generación de cada central de dicha tecnología.

El proceso previamente descrito es aplicado para todas las tecnologías, a excepción de las tecnologías eólica y solar fotovoltaica. La generación de centrales con estas tecnologías durante 2018 y 2019 es calculada a partir de la capacidad instalada (P) en Megawatts y del factor de planta (FP) reportado por Atlas de Zonas con alto potencial de Energías Limpias (SENER, 2018 a) a partir de la siguiente ecuación:

$$E_{\text{ELEC}} \left[\frac{\text{GWh}}{\text{año}} \right] = \text{FP} \cdot P [\text{MW}] \cdot 8760 \left[\frac{\text{h}}{\text{año}} \right] \cdot \frac{1 \text{ GWh}}{1000 \text{ MWh}}$$

Por otra parte, el consumo de energéticos primarios (combustibles) de las centrales térmicas es calculado

partir del Régimen Térmico (GJ/MWh) de cada central, reportados en el Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE) de 2018, a partir de la siguiente ecuación:

$$E_{\text{TERM}} [\text{PJ}] = E_{\text{ELEC}} [\text{MWh}] \cdot RT \left[\frac{\text{GJ}}{\text{MWh}} \right] \cdot \frac{1 [\text{PJ}]}{10^6 [\text{GJ}]}$$

Donde:

E_{TERM} : Energía térmica empleada.

E_{ELEC} : Energía eléctrica obtenida.

RT: Régimen térmico de la central.

Por último, la energía porcentual invertida en usos propios es extraída nuevamente del PIIRCE 2018 para cada central.

Tabla 37. Capacidad instalada por tecnología y combustible que utiliza.

Fuente: CRE, 2020.

Tecnología	Capacidad (MW)	Combustible
Turbina de Vapor	1014.5	Gas Natural, Biogás
Turbina de Gas	731.5	Gas Natural
Combustión Interna	23.1	Gas Natural
Eólica	1490	NA
Ciclo Combinado	5367.9	Gas Natural

Tabla 38. Capacidad de generación por tipo de permiso a 2019.

Tipo de permiso	Capacidad (MW)
CFE	1342.6
PIE	4431.3
Cogeneración	875.6
Autoabastecimiento	1143.7
Generación	865.24

Tabla 39. Generación eléctrica por tecnología (GWh).

Fuente: CRE, 2020.

Tecnología	2016	2017	2018	2019
Ciclo combinado	30164	29477	29411	30002
Combustión Interna	62	62	24	6
Eólica	198	910	1475	3941
Hidroeléctrica	57	72	65	63
Turbina de Gas	1942	2057	1020	1020
Turbina de Vapor	3661	3116	2098	2785

Generación distribuida

Para estimar la energía eléctrica producida por los sistemas de generación distribuida se parte de la información proporcionada por la CRE (CRE, 2021a) en la que se tienen registrados todos los sistemas conectados, indicando su capacidad instalada en kW, la tecnología de generación y el estado y municipio en donde se encuentran. Así, se procede a agregar la capacidad instalada en todo el estado de Tamaulipas. Cabe señalar que todos los sistemas de generación distribuida en Tamaulipas son fotovoltaicos. Después, se multiplica la capacidad instalada en el estado por las 8760 horas de un año y por el factor de planta, el cual indica cuántas horas en realidad puede operar un

sistema fotovoltaico a plena potencia dadas las horas de luz solar. El dato del factor de planta se obtiene del Atlas de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias (SENER, 2018 a), abriendo el apartado “Zonas disponibles con alto potencial”, subapartado “Solar”, opción “Zonas”, “Solar fijo” y descargando el “Escenario 3” en formato Excel.

Consumo Electricidad

Con el fin de obtener los datos de consumo eléctrico, tanto por tipo de tarifa como por sector a nivel estatal, se realizó el siguiente procedimiento:

- La recopilación de datos se obtiene a través del portal de Datos Abiertos de la Comisión Federal de Electricidad. Los documentos llevan por nombre: “Usuarios y consumo de electricidad por municipio (2010-2017)” (CFE, 2018a) y “Usuarios y consumo de electricidad por municipio (A partir de 2018)” (CFE, 2019).
- En ambos documentos se encuentra contenida la información sobre el consumo de electricidad por tipo de tarifa, desglosada para cada uno de los municipios de los estados. En dicha documentación se halla el siguiente esquema tarifario:

Tabla 40. Tarifas 2010 – 2017.

Fuente: CFE, 2019.

Tarifas localizadas para cada municipio 2010 – 2017			
1	1E	DIST	HSL
2	1F	DIT	HSLF
3	5A	GDBT	HT
5	9CU	GDMTH	HTF

Tarifas localizadas para cada municipio 2010 – 2017			
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

Tabla 41. Tarifas 2018 – 2019.

Fuente: CFE, 2019.

Tarifas localizadas para cada municipio 2018 – 2019	
1	DAC
1A	DB1
1B	DB2
1C	DIST
1D	9M
1E	DIT
GDBT	APBT
1F	GDMTH
9CU	GDMTO
9N	PDBT
APBT	RABT
APMT	RAMT

- Se realiza tratamiento de datos para poder obtener el consumo anualizado a nivel estatal para cada una de las tarifas. Basta con sumar el consumo reportado para cada tarifa, sumando todos los municipios del

estado.

- Unavez 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 42. Tarifas sector residencial.

Fuente: CFE, 2019.

Tarifas correspondientes a Sector Residencial	
Tarifa	Descripción
1	Doméstico
1A	Doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 25°C
1B	Doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 28°C
1C	Doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 30°C
1D	Doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 31°C
1E	Doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 32°C
1F	Doméstico para 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
APBT	RABT
APMT	RAMT

Tabla 43. Tarifas sector comercial y de servicios.

Fuente: CFE, 2019.

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

Tabla 44. Tarifas sector industrial.

Fuente: CFE, 2019.

Tarifas correspondientes a Sector Comercial y de Servicios	
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 45. 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 46. 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

- Con dicha información se realiza el concentrado de consumos de energía en kWh por sector para el periodo 2010 a 2018.
- A su vez, se obtiene el porcentaje de la participación del consumo energético de cada sector respecto al consumo total anual.
- Con el fin de estandarizar los resultados con los valores obtenidos en el resto del documento, se realiza el cambio de unidades correspondientes para pasar de kWh a PJ.
- Debido a que la información contenida no abarca el año 2019, se realiza una previsión basada en la tendencia estacional de los datos anteriores, utilizando la herramienta de precisión incluida en Excel. Se obtienen así, tanto el consumo de energía en kWh y PJ, como la participación (en porcentaje) de cada uno de los sectores respecto al total consumido.
- Una vez obtenido el valor del total consumido para cada uno de los sectores, se obtiene el consumo de energía eléctrica por tipo de tarifa.

- En este sentido, se calcula el porcentaje de participación de cada tarifa respecto a su sector, utilizando como base los datos del año 2018. Con la información de los porcentajes se realiza el desglose tarifario con los consumos estimados para cada sector en el año 2019.

Combustibles fósiles

La estimación del consumo de combustibles fósiles se realizó a través del Sistema de Información Energética (SENER, Sistema de Información Energética, 2021), con datos desglosados por entidad federativa y con agregación mensual.

El tratamiento de datos se realizó, primeramente, completando los datos de los meses de 2019 por medio de previsiones, considerando el histórico reportado desde enero 2016 hasta septiembre de 2019. Nuevamente se utiliza la herramienta de Excel para realizar los pronósticos basados en la tendencia estacional.

Unavez completados los datos, se realizó la homogeneización de unidades transformando las unidades reportadas por el SIE a PJ. Las transformaciones son de miles de barriles diarios (mbd) a Petajoules (PJ) para diésel, combustóleo, gasolinas, turbosina, gas licuado de petróleo; y de millones de pies cúbicos diarios (mmpcd) a Petajoules para el caso del gas seco.

Para ello se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\text{barriles (bl)} = \text{Días del mes (30 ó 31)} \cdot 10^3$$

$$\text{pies cúbicos (pc)} = \text{Días del mes (30 ó 31)} \cdot 10^6$$

$$\text{PJ} = (\text{bl ó pc}) \cdot \text{Poder calorífico del energético} \cdot 10^{-9}$$

El poder calorífico utilizado se obtuvo de datos reportados por la Comisión Nacional de Uso Eficiente de Energía (CONUEE, 2020).

Una vez homologadas las unidades, se realizó el concentrado para cada año. Los valores de los concentrados por sector se utilizaron considerando el desglose sectorial del Sistema de Información Energética. Para el caso de energéticos cuya sectorización no era proporcionada (gas licuado de petróleo y combustóleo) se utilizaron las prospectivas nacionales correspondientes (SENER, 2018b) (SENER, 2018c), replicando la participación sectorial reportada en ellas a nivel nacional.

Leña

Las estimaciones de leña fueron realizadas utilizando el *Estudio sobre la evolución nacional del consumo de leña y carbón vegetal de México* (Masera, et.al., 2010) elaborado por el Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La modelación propuesta en el estudio realiza la estimación de usuarios mixtos y usuarios exclusivos de leña (siendo mixtos aquellos cuyo uso de leña es combinado con el de otro energético, como el gas LP; y siendo usuarios exclusivos aquellos cuya utilización es únicamente de un energético, leña en este caso), se realiza la identificación de dichos usuarios utilizando una variable de saturación de usuarios de leña por municipio generada en el propio modelo, la tasa de crecimiento poblacional, y se hace el ajuste del consumo de leña per cápita tomando en cuenta las macro-regiones ecológicas en México y el tipo de vegetación existente. Por último, se generaron resultados para estimaciones de los años 1990, 2000, 2005, 2010, 2020 y 2024. (Masera, et.al., 2010).

Utilizando los resultados obtenidos por dicho estudio, se formaron líneas de tendencia a través de un ajuste exponencial con el fin de recabar los datos intermedios. Debido a la temporalidad utilizada en el modelo, para el diagnóstico se generaron los datos continuos en el periodo 2010 a 2020, utilizando como base el periodo 1990–2010.

Indicadores

Fuente del consumo energético

En este apartado se realiza el cálculo de 3 indicadores interrelacionados. El primero de ellos es el porcentaje de energías renovables usado en la matriz energética que satisface el consumo energético de Tamaulipas (energías renovables como porcentaje del consumo final). Le sigue el porcentaje de energías basadas en fuentes fósiles que satisfacen el consumo final y al que también se le llama dependencia del estado de Tamaulipas a los combustibles fósiles. Por último, se encuentra el uso de leña como porcentaje del consumo final. Estos indicadores se calculan

$$\text{Consumo final} = \sum_e \text{consumo}_e (PJ)$$

como se establece en las siguientes ecuaciones:

Donde e es el tipo de energético: solar, eólico, hidroeléctrica, geotérmica, leña, gasolinas, diésel, querosenos, carbón, combustóleo, gas natural (seco) y gas L.P.

Tabla 47. Consumo total de energía anual periodo 2016–2019 (PJ).

Fuente: SENER, 2019 a.

Año	Total
2016	62.70
2017	100.74
2018	106.93
2019	107.235

Tabla 48. Consumo sectorial y su participación relativa para 2019.

Fuente: SENER, 2019 a.

Sector	PJ	Participación (%) 2019
Residencial	12.53	11.7%
Comercial	5.13	4.8%
Público	0.47	0.4%
Industrial	14.09	13.1%
Agropecuario	0.11	0.1%
Transporte	74.90	69.8%
Totales	107.23	100.0%

Tabla 49. Consumo de energía eléctrica por sector periodo 2016–2019 (PJ).

Fuente: CFE, 2018a.

Sector	2016	2017	2018	2019	Cont. (%) 2019
Residencial	4.82	5.19	5.69	6.16	32.65%
Comercial	1.04	1.08	1.09	4.23	22.40%
Público	0.43	0.43	0.46	0.47	2.48%
Industrial	10.83	10.67	10.77	7.99	42.32%
Agropecuario	0.02	0.02	0.03	0.03	0.15%

Tabla 50. Consumo de energéticos en el sector residencial periodo 2016–2019 (PJ).

Fuente: CFE, 2018a y SENER, 2019 a.

Año	Electricidad	GLP	Leña	Total
2016	4.82	3.61	2.66	11.10
2017	5.19	3.54	2.67	11.41
2018	5.69	3.52	2.69	11.90
2019	6.16	3.67	2.70	12.53
Participación (%) 2019	49%	29%	22%	

Tabla 51. Consumo de energéticos en el sector agropecuario periodo 2016 – 2019 (PJ).

Fuente: CFE, 2018a y SENER, 2019 a.

Año	Electricidad	GLP	Total
2016	0.02	0.07	0.09
2017	0.02	0.09	0.11
2018	0.03	0.07	0.10
2019	0.03	0.08	0.11
Participación (%) 2019	25%	75%	

Tabla 52. Consumo de energéticos en el sector comercial periodo 2016 – 2019 (PJ).

Fuente: CFE, 2018a y SENER, 2019 a.

Año	Electricidad	GLP	Total
2016	4.08	0.95	5.03
2017	4.06	0.92	4.99
2018	4.10	0.90	5.01
2019	4.23	0.90	5.13
Participación (%) 2019	82%	18%	

Tabla 53. Consumo de energéticos en el sector transporte periodo 2016 – 2019 (PJ).

Fuente: CFE, 2018a y SENER, 2019 a.

Año	Gasolina	Turbosina	Diésel
2016	27.69	–	8.00
2017	29.20	35.41	8.35
2018	29.52	36.20	8.36
2019	28.68	36.56	8.91
Participación (%) 2019	38%	49%	12%

Año	GLP	Gas Seco	Total
2016	0.88	–	36.57
2017	0.90	–	73.86
2018	0.90	–	74.98
2019	0.76	–	74.90
Participación (%) 2019	1.01%	0%	

Tabla 54. Consumo de energéticos en el sector industrial periodo 2016 – 2019 (PJ).

Fuente: CFE, 2018a y SENER, 2019 a.

Año	Electricidad	GLP	Diésel	Total
2016	7.80	0.67	1	9.47
2017	7.69	0.65	1.61	9.94
2018	7.75	0.66	6.08	14.49
2019	7.99	0.60	5.5	14.09
Part. (%) 2019	56.7%	4.3 %	39.0%	

Tabla 55. Consumo de energéticos en el sector público periodo 2016 – 2019 (PJ).

Fuente: CFE, 2018a y SENER, 2019 a.

Año	Electricidad alumbrado público	Electricidad bombeo de agua	Total
2016	0.37	0.06	0.43
2017	0.37	0.06	0.43
2018	0.40	0.06	0.46
2019	0.41	0.06	0.47
Part. (%) 2019	88%	12%	

Tabla 56. Participación (%) por energético en el consumo total 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de CFE, 2018a y SENER, 2019 a.

Electricidad	GLP	Diésel	Leña
17.6%	5.6%	13.4%	2.5%
Turbosina	Gasolina	Combustóleo	Total
34.09%	26.7%	0.0%	100.0%

$$\text{Energías renovables como porcentaje del consumo final} = \frac{\text{consumo renovable (PJ)}}{\text{consumo final (PJ)}} \cdot 100\%$$

Donde consumo renovable es la suma del consumo de solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica.

$$\text{Dependencia de Tamaulipas a los combustibles fósiles} = \frac{\text{consumo fósil (PJ)}}{\text{consumo final (PJ)}} \cdot 100\%$$

Donde consumo fósil es la suma del consumo de gasolinas, diésel, querosenos, combustóleo, carbón, gas seco y gas L.P.

$$\text{Uso de leña como porcentaje del consumo final} = \frac{\text{consumo leña (PJ)}}{\text{consumo final (PJ)}} \cdot 100\%$$

PIB

El Producto Interno Bruto “es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado” (INEGI, 2021a).

El PIB se obtiene a nivel estatal a través de los datos reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021b). Dentro del mismo, se encuentra la desagregación en actividades terciarias, secundarias y primarias con sus respectivas actividades con datos anuales. Se condensaron los datos para el periodo 2016 a 2019.

Intensidad energética

La intensidad energética es un indicador de eficiencia energética. Indica la cantidad de energía necesaria para producir una unidad monetaria. Es decir, una intensidad energética alta considera que la actividad demanda mucha energía para producir la unidad monetaria, considerándola menos eficiente. Por otro lado, al tener una intensidad energética baja se puede decir que la actividad tiene mayor eficiencia energética pues consume menos energía para producir la misma unidad monetaria. Se calcula como la relación entre el consumo de energía de la región entre su PIB.

Para este estudio se calcularon intensidades energéticas sectoriales, desagregándolas en: actividades primarias, secundarias y terciarias, relacionándolas con sector

agropecuario, industrial y comercial, respectivamente. Para el caso de las actividades terciarias no se consideran las actividades 48-49 *Transportes, correos y almacenamiento* y la actividad 93- *Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales*.

Para la obtención de la información se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Intensidad Energética} = \frac{\text{Consumo energético del sector (PJ)}}{\text{PIB actividad (Millones de MXN)}}$$

Tabla 57. Sectores y tipo de actividades económicas consideradas.

Sector (Energía consumida por el sector en PJ)	Actividad considerada (PIB en MXN)
Agropecuario	PIB actividades primarias
Industrial	PIB actividades secundarias
Comercial y servicios	PIB actividades terciarias

Sociales

De acuerdo con la investigación realizada por el Dr. Rigoberto García-Ochoa (García Ochoa & Graizbord, 2016), se plantea la metodología de satisfacción de Necesidades Absolutas de Energía (NAE) considerando que a nivel hogar debe de contarse con un número de bienes necesarios (satisfactores) que permitan el cumplimiento de dichas necesidades. En ese sentido, la metodología consiste en vincular los usos finales de energía (cocción de alimentos, refrigeración, entretenimiento, iluminación, calentamiento de agua y aire acondicionado) con los bienes económicos utilizados para la satisfacción de necesidades absolutas (estufa, refrigerador, luminarias, etc.).

Las necesidades absolutas son consideradas como aquellas necesidades inherentes a cualquier persona, y cuya satisfacción permite el desenvolvimiento de una vida digna.

Para los estados localizados en clima templado no se considera el confort térmico como un indicador. Mientras que, para aquellos localizados en climas cálidos, si se considera. En cualquier caso, al contar con el bien económico, el indicador para la necesidad absoluta obtiene un valor de uno, mientras que la carencia de dicho bien arroja un valor de cero.

Posteriormente se obtiene el cociente entre el conteo del total de los indicadores respecto al número de estos. Es decir, para clima templado la se promedia entre 5.

La carencia de un bien económico arrojaría un valor en el cociente menor a 1, considerando al hogar en pobreza energética. Por su parte, al cumplir con todos los bienes económicos se considera que el hogar se encuentra fuera de la pobreza energética.

El AZEL otorga acceso público a información georeferenciada relacionada al estudio de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) para la identificación y cuantificación de la población indígena. Esta metodología se construyó con el siguiente criterio: SE considera como población indígena a la población de los hogares indígenas entendiéndose a estos como los hogares donde el jefe y/o el cónyuge y/o padre o madre del jefe y/o suegro o suegra del jefe hablan una lengua indígena y también aquellos que declararon pertenecer a un grupo indígena.

Esta información se encuentra repartida en dos archivos: El primero cuenta con la información por municipio,

mientras que el segundo lo hace a nivel localidad (Centros de población con 40% y más del total de habitantes identificado como indígena).

Además, estos archivos incorporan información sobre el grado de marginación establecido por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en 2010.

Para la elaboración de los mapas temáticos, los archivos mencionados anteriormente se clasificaron por tipo de municipio por población indígena y según el tamaño de la población indígena en la localidad, respectivamente. Asimismo, se analizó la localización geográfica de las poblaciones indígenas y el número de habitantes indígenas promedio de una localidad.

Además, se contabilizó el total de localidades, identificando cuales eran identificadas con grados de marginación, muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

Tabla 58. Número de contratos y capacidad total por rangos de capacidad del SFVGD.

Rango de potencia (kW)	Usuarios	Capacidad total (kW)
<2.5	19	15.70
2.5 a 5	374	1,328.63
5 a 15	555	4,233.51
15 a 30	83	1,332.72
30 a 50	8	309.24
50 a 100	5	386.00
100 a 250	6	807.24
250 a 500	1	300.00

Tabla 59. Número y capacidad promedio de contratos por sector.

Sector	Usuarios	Capacidad promedio (kW/ contrato)
Residencial	948	5.88
Comercial	96	21.12
Industrial	7	158.18

Anexo metodológico para la toma de decisiones

A partir del diagnóstico energético, los potenciales de aprovechamiento de energías renovables y eficiencia energética y de los ejes y objetivos se planteó un listado de posibles líneas de acción que el estado de Tamaulipas podría implementar. Sin embargo, era necesario que cada una de estas líneas de acción posibles (o alternativas de líneas de acción) fuese revisada de tal forma que se pudiera asegurar la factibilidad de implementación.

Si bien cada alternativa de línea de acción pudo haber sido revisada independientemente, el proceso pudo no haber sido claro ni equitativo para todas ellas, resultando en una valoración errónea de qué líneas de acción sí y qué líneas no deberían haberse establecido en el Programa. Por lo tanto, se utilizó un método que permitiera valorarlas a todas bajo un mismo marco de referencia, proponiéndose para tal caso alguno de los múltiples *métodos de toma de decisión multicriterio*.

Por lo general, la toma de decisión multicriterio se utiliza para seleccionar una alternativa de entre un conjunto de ellas, evaluándolas todas y cada una de ellas bajo los mismos criterios. Para el caso de este Programa, no es necesario elegir una única alternativa, sin embargo, varios métodos de decisión multicriterio, como parte de su proceso, organiza a todas las alternativas, desde la mejor de todas hasta la menos apta. Esta característica, aunada a la propia evaluación multicriterio de las alternativas es lo que permite estudiar a las alternativas de líneas de acción para seleccionar las más adecuadas al Programa.

El método de decisión multicriterio que se utilizó fue el conocido como **vector de posición de mínimo arrepentimiento** (VPMA) debido a que permite la comparación de las alternativas bajo criterios que pueden ser tanto cualitativos como cuantitativos.

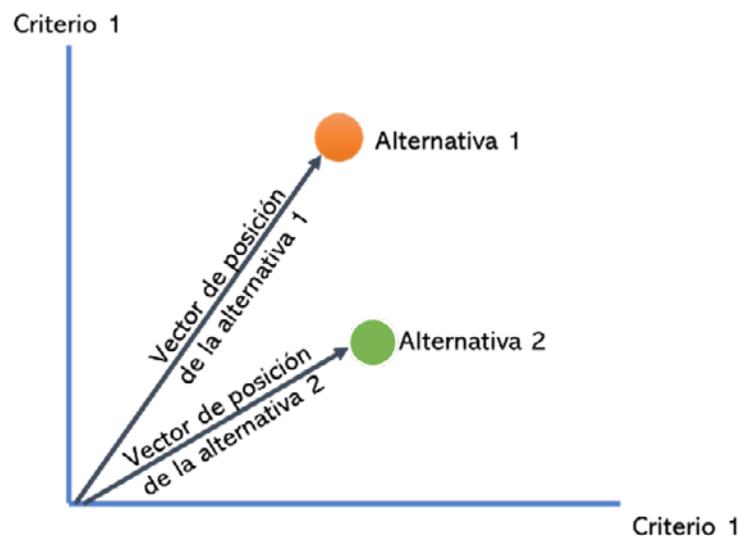
El VPMA parte de la idea de que cualquier alternativa, por muy buena que sea, siempre tiene un arrepentimiento ya que habrá rubros en los que no sea la mejor. Sin embargo, la mejor de las alternativas será la que tenga, de forma global pero diferenciada un menor arrepentimiento, es decir, la que sea la más próxima a la alternativa ideal o perfecta.

Todas y cada una de las alternativas son evaluadas bajo un mismo grupo de criterios. Estos criterios conforman un espacio vectorial. Por ejemplo, si se tuviesen solo 2 criterios, las alternativas se podrían situar en un espacio vectorial de 2 dimensiones, es decir, en un clásico plano cartesiano de 2 ejes como lo muestra la Figura 106 donde las alternativas 1 y 2 están localizadas en un punto según sean evaluadas en los criterios 1 y 2. Cabe señalar que la alternativa ideal sería aquella con un arrepentimiento cero en todos sus criterios, por lo que se encontraría en el origen del plano (coordenadas 0,0). Así, la mejor alternativa en este ejemplo es la 2, puesto que se encuentra más cerca del origen y se puede observar con la longitud de la flecha que une ambos puntos (conocida matemáticamente como vector de posición).

En resumen, el método del VPMA consiste en evaluar todas las alternativas bajo un cierto número de criterios. Después, esa evaluación se trata matemáticamente de tal forma que se normalizan, es decir, se califican del 0 al 1, siendo 0 el mejor caso y 1 el peor. En seguida se calcula el módulo (la distancia) del vector de posición de cada alternativa. Las mejores alternativas tendrán un módulo cercano a 0 y las peores cercano a 1.

A continuación. Se enumeran las alternativas de líneas de acción.

Figura 106. Representación gráfica del vector de posición de mínimo arrepentimiento.



Alternativas para el Eje 1

A.1.1 Vincular la investigación académica de licenciatura, maestría y doctorado con proyectos de eficiencia energética y energías renovables a través de un minisitio en el Sistema de Información Energética Estatal.

A.1.2 Llevar a cabo estudios enfocados a la evaluación del potencial, viabilidad y rentabilidad de cada tipo de energético renovable (solar, eólico, bioenergéticos y aprovechamiento de residuos, geotermia e hidroenergía) para su publicación en el sistema estatal de energía

A.1.3 Crear y mantener un sistema de monitoreo de proyectos de eficiencia energética y energías renovables

realizados dentro del estado tanto por la iniciativa privada como por la administración pública.

A.1.4 Crear una definición de pobreza energética para el estado y contar con información sobre la evolución de indicadores de pobreza energética.

A.1.5 Creación de un padrón de hogares en pobreza o vulnerabilidad energética.

A.1.6 Proponer mejoras para el fomento de la eficiencia energética y las energías renovables en regulaciones estatales para nuevos proyectos.

A.1.7 Realizar campañas de comunicación de la importancia y beneficios de la eficiencia energética y el uso de energías renovables.

Alternativas para el Eje 2

A.2.1.1 Implementar Sistemas de Gestión de Energía para grandes consumidores de energía.

A.2.1.2 Expandir y actualizar las normas y los sistemas de control sobre eficiencia energética de nuevos productos y sistemas.

A.2.1.3 Diseñar e implementar una estrategia para la recuperación y aprovechamiento del calor industrial residual.

A. 2.1.4 Desarrollar programas de apoyo específicos de eficiencia energética en PyMEs.

A. 2.2.1 Incorporar programa para implementación de sistemas de iluminación eficiente.

A.2.2.2 Desarrollar programa para la instalación de calentadores solares.

A.2.2.3 Generar un programa de estufas eficientes de gas o eléctricas

A.2.2.4 Creación de programa para sustitución de refrigeradores por refrigeradores eficientes.

A.2.2.5 Sustitución por electrodomésticos más eficientes con base a las NOM.

A.2.3.1 Incentivar cambio de tecnología en sector comercial, como: Aislamiento térmico. Manejo de condensado de vapor. Ajuste de combustión en calderas. Recuperación de gases de calor. Recuperación de calor de purga en calderas. Colocar quemadores de alta eficiencia.

A.2.3.2 Creación de normas para cumplir con sistemas de iluminación eficiente.

A.2.3.3 Establecer normatividad regulatoria para incentivar procesos con cogeneración.

A.2.4.1 Generar un plan estratégico de distribución de productos y recolección de residuos.

A.2.4.2 Crear un programa de sustitución de sistemas de alumbrado público por sistemas de iluminación eficiente.

A.2.4.3 Implementación de programa para mejorar eficiencia de tecnología para bombeo de agua.

A.2.4.4 Implementación de sistemas de iluminación eficiente y calentadores solares en edificios públicos y hospitales.

A.2.5.1 Eficientar sistemas de riego y bombeo agrícola.

A.2.5.2 Sustitución de maquinaria, tractores y camiones con mayor eficiencia energética.

A.2.5.3 Sistemas de iluminación eficiente.

A.2.5.4 Mejora en eficiencia de generación de calor y funcionamiento de calderas.

A.2.6.1 Realizar periódicamente prácticas de inspección y mantenimiento preventivo.

A.2.6.2 Mejorar la normatividad aplicable para eficientar tecnología en uso promoviendo el uso de vehículos más nuevos y eficientes.

A.2.7.1 Realizar un programa para cambiar refrigeradores con cierta antigüedad por nuevos.

A.2.7.2 Realizar un programa para cambiar focos antiguos por nuevos focos LED.

A.2.7.3 Cambiar las luminarias de las principales avenidas y/o centros de los municipios por luminarias de bajo consumo o de tecnología LED.

A.2.7.4 Cumplir con el código de red en las instalaciones eléctricas de la administración pública estatal.

A.2.7.5 Lanzar una campaña de promoción dirigida a la industria para el cumplimiento del código de red.

A.2.7.6 Modificar los lineamientos de construcción de residencias y fraccionamientos para que sea obligatoria la integración de luminarias de bajo consumo o de tecnología LED.

A.2.7.7 Realizar campañas de facilitamiento del desarrollo de proyectos en las que los proyectos en áreas de eficiencia energética, incluyendo cursos y capacitaciones reciban apoyos enfocados en los siguientes rubros: gobernanza y concertación social; etc.

Alternativas para el Eje 3

A.3.1 Modificar los lineamientos de construcción de residencias y fraccionamientos para que sea obligatoria la integración de sistemas fotovoltaicos de generación distribuida y calentadores solares para 4 personas.

A.3.2 Crear un Fideicomiso para el Desarrollo Energético Sustentable del Estado con la finalidad de dar apoyo económico a proyectos de inversión de transición energética.

A.3.3 Crear un sistema de soporte técnico y/o financiero para el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de fuentes renovables a pequeña o gran escala, de tal forma que reciban apoyos enfocados en los siguientes rubros: gobernanza y concertación social.

A.3.4 Agrupar las cargas más significativas del Gobierno del Estado para que sean servidas por un suministrador calificado asegurando que al menos el 80% de la energía provenga de fuentes renovables.

A.3.5 Realizar un proyecto en el que el estado firme un PPA con un ejido para que éste instale un sistema fotovoltaico de generación distribuida de venta total a través de un suministrador calificado.

A.3.6 Facilitar el financiamiento de sistemas fotovoltaicos de generación distribuida para MiPyMEs a través de la vinculación entre proveedores y fuentes de financiamiento.

A.3.7 Implementar esquemas de aprovechamiento energético de la fracción orgánica de los RSU, RME y/o las descargas residuales en las corrientes o cuerpos de agua que presentan mayor contaminación biológica en el Estado en donde los estudios indiquen su potencia, viabilidad y factibilidad.

Alternativas para el Eje 4

A.4.1.1 Lanzar una campaña publicitaria que resalte los beneficios de utilizar el sistema de transporte público estatal y municipal.

A.4.1.2 Implementar un programa de reforzamiento de los sistemas de seguridad y cámaras de videovigilancia.

A.4.1.3 Incentivar la mejora de las rutas, sus tiempos y administración con la finalidad de reducir los tiempos de espera y optimizar el servicio.

A.4.1.4 Rediseñar paradas y paraderos para taxis y transporte colectivo.

A.4.1.5 Aumentar la iluminación y seguridad de las paradas y paraderos de taxis y transporte colectivo.

A.4.2.1 Llevar a cabo planes de modernización de las flotas de taxis y transporte colectivo por vehículos menos contaminantes.

A.4.2.2 Optimización de rutas de transporte público.

A.4.2.3 Rediseño del espacio vial que priorice al transporte colectivo (bahías para paradas, carriles específicos, entre otros).

A.4.3.1 Crear incentivos fiscales para mayor asequibilidad de autos con mayor eficiencia, híbridos y eléctricos.

A.4.3.2 Construir estaciones de recarga para automóviles eléctricos.

A.4.3.3 Difundir, promover y fomentar el transporte privado cero emisiones.

A.4.3.4 Generar accesos, conexiones y estacionamientos para transporte cero emisiones (Ej. Bicicletas, patines eléctricos).

A.4.3.5 Implementar medios de integración entre el transporte privado y el transporte público.

A.4.3.6 Impulsar conciencia y educación vial.

A.4.3.7 Fomento del auto compartido (carpooling) inter e intraurbano y en estacionamientos.

A.4.3.8 Crear zonas de cero emisiones con restricciones a vehículos de combustión interna.

Alternativas para el Eje 5

A.5.1 Realizar programas de cambio de tecnología y/o energéticos modernos (sustitución de refrigeradores, lámparas, etc.).

A.5.2 Implementar programas de generación distribuida en zonas sin acceso a la electricidad.

A.5.3 Implementar programas de sustitución de estufas de leña por estufas eficientes.

A.5.4 Implementar programas de apoyo a familias de escasos recursos para evitar cortes de suministro energético.

A.5.5 Crear un fideicomiso para apoyo energético a familias de escasos recursos.

A.5.6 Realización de campañas de información, dirigidas a los hogares, sobre el consumo de energía.

Como bien se introduce en la propia sección, todas estas alternativas fueron evaluadas en base a los criterios:

- Reducción de emisiones
- Costo de implementación
- Realismo
- Tiempo de implementación
- Oposición
- Atribuciones

La Tabla 60 muestra la escala con la cual cada criterio fue calificado de forma cualitativa para cada alternativa.

Tabla 60. Escala de calificación para criterios de evaluación de Líneas de Acción.

5	Muy malo
4	Malo
3	Regular
2	Bueno
1	Muy bueno

De acuerdo con lo anterior, dentro del *Eje 1: Crear y mantener un sistema de información energética*, la Figura 107, muestra la priorización de las Líneas de Acción como resultado de la implementación del VPMA para este Eje 1. Es importante recordar que aquellas que obtuvieron un menor valor tras la aplicación de la metodología serán la de menor arrepentimiento y por tanto las preferidas.

Con respecto al *Eje 2: Incentivar medidas de eficiencia energética*, la Figura 108, muestra la priorización de las Líneas de Acción como resultado de la implementación del VPMA.

Para el *Eje 3: Fomentar la inversión en energías renovables*, la priorización de las Líneas de Acción, como resultado de la implementación del VPMA, se muestra en la Figura 109.

Para el *Eje 4: Impulsar el uso del transporte menos contaminante*, la priorización de las Líneas de Acción, como resultado de la implementación del VPMA, se muestra en la Figura 110.

Finalmente, con respecto al *Eje 5: Reducir la pobreza energética*, la Figura 111, muestra el resultado de cada alternativa tras la aplicación de la metodología VPMA.

Figura 107. Priorización de Líneas de Acción Eje 1.

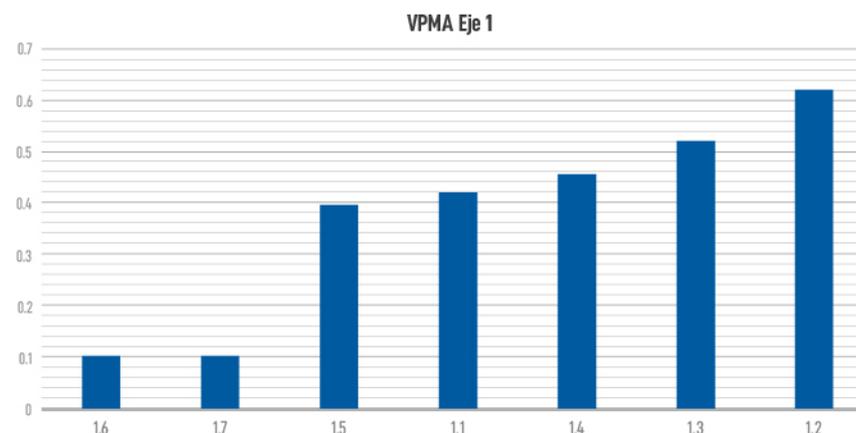


Figura 108. Priorización de Líneas de Acción Eje 2.

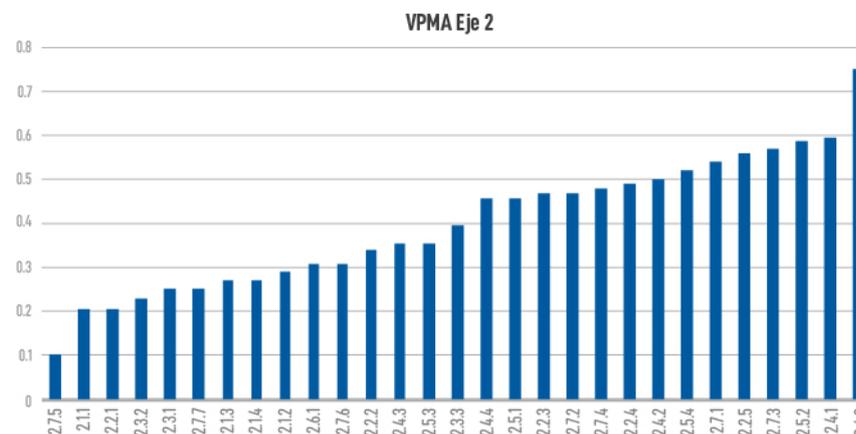


Figura 109. Priorización de Líneas de Acción Eje 3.

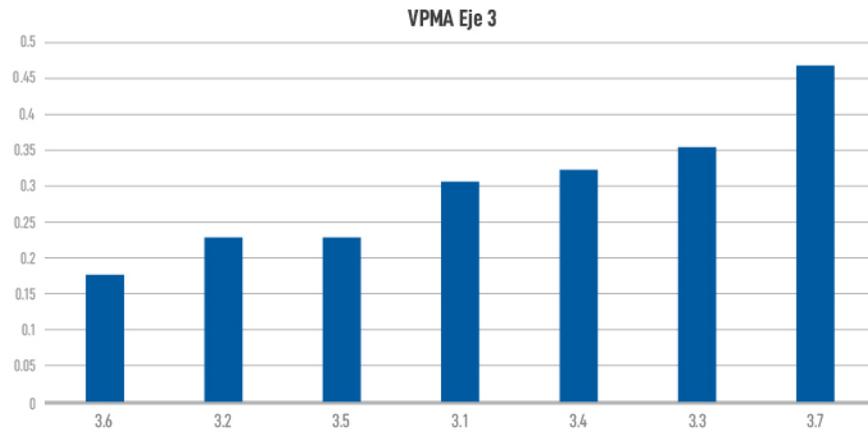


Figura 110. Priorización de Líneas de Acción Eje 4.

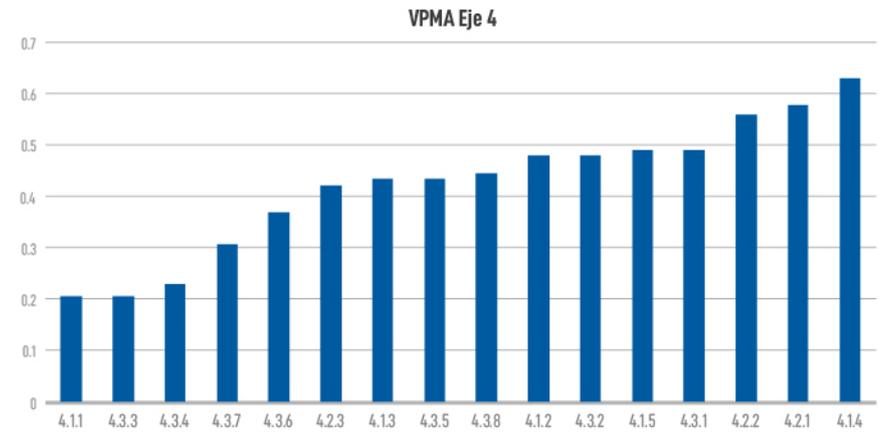
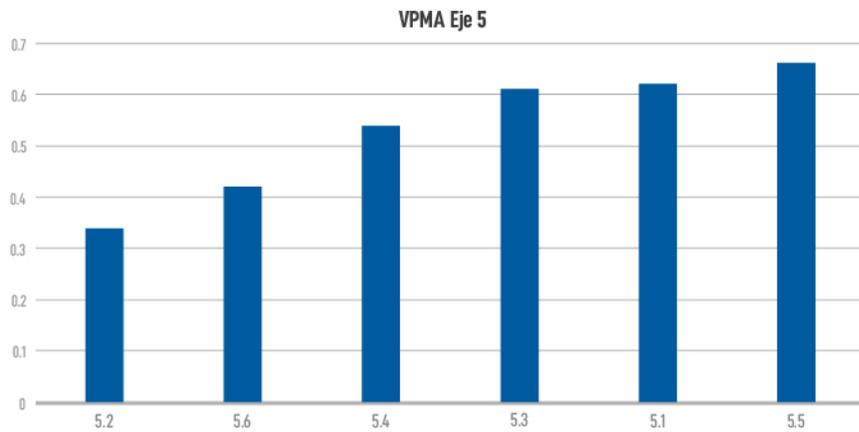


Figura 111. Priorización de Líneas de Acción Eje 5.





REFERENCIAS

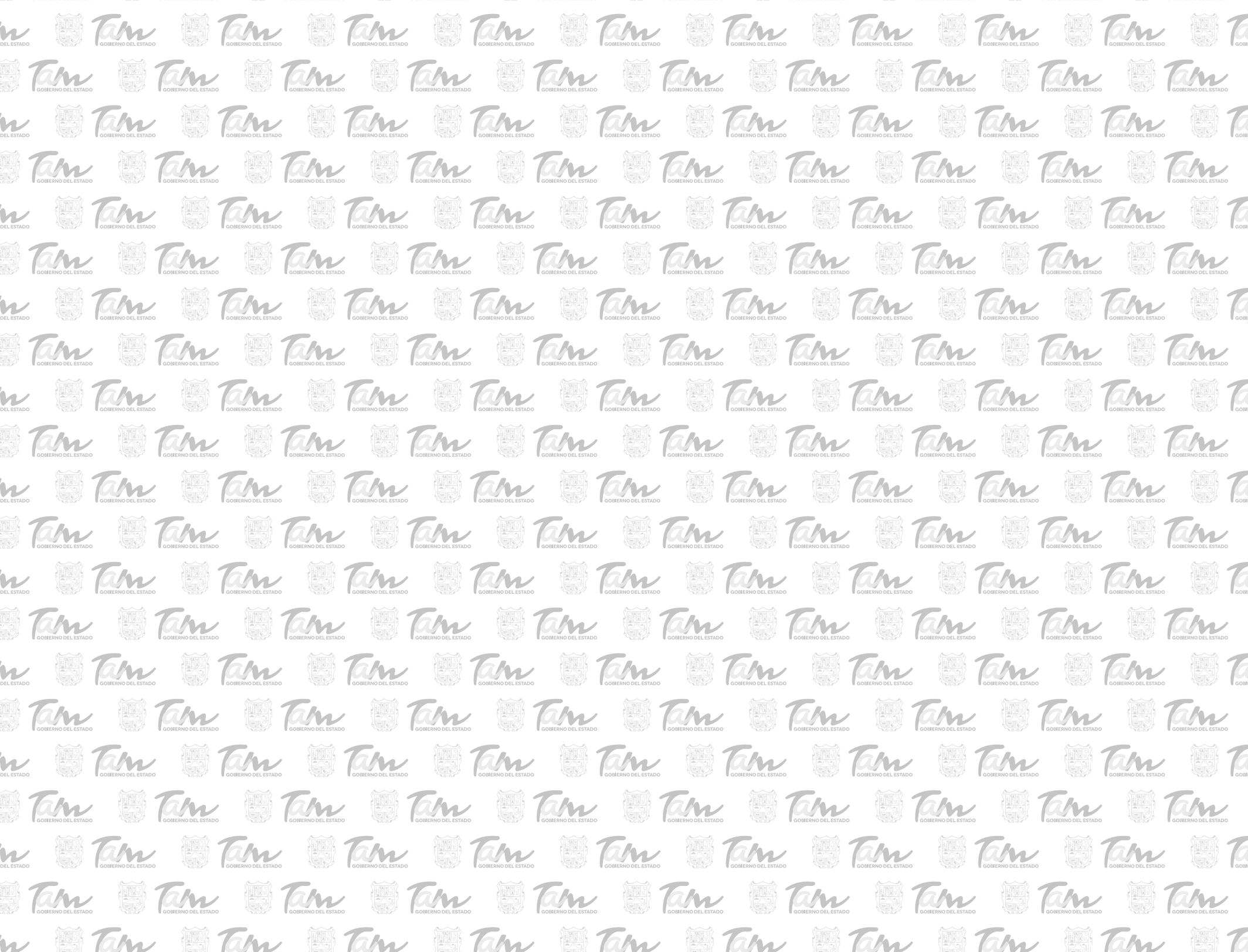
- BBVA. (2021). *Descubre cuál es la clasificación de las pymes en México e identifica en qué rango cae tu empresa*. Obtenido de <https://www.bbva.mx/educacion-financiera/blog/clasificacion-de-las-pymes.html>
- BENLESA. (2010). *CCA*. Recuperado el 12 de 05 de 2021
- CENACE. (26 de Agosto de 2021). *Catálogo de NodosP*. Obtenido de Catálogo NodosP Sistema Eléctrico Nacional (V2021_08_26): [https://www.cenace.gob.mx/Docs/01_MEC/P/CatalogoNodosP/2021/Cata%CC%81logo%20NodosP%20Sistema%20Ele%CC%81ctrico%20Nacional%20\(v2021-09-29\)_v2.xlsx](https://www.cenace.gob.mx/Docs/01_MEC/P/CatalogoNodosP/2021/Cata%CC%81logo%20NodosP%20Sistema%20Ele%CC%81ctrico%20Nacional%20(v2021-09-29)_v2.xlsx)
- CENACE. (2021). *Liquidaciones*. Obtenido de <https://www.cenace.gob.mx/Paginas/SIM/Liquidaciones.aspx>
- CEPAL. (2018). *Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética*.
- CEPAL, (.L. (2020). *Mujeres y energía*. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45377/4/S2000277_es.pdf
- CETAM. (2021). *Diagnóstico de Hidrógeno Verde en México: Estudio del potencial de producción y uso de hidrógeno verde en Tamaulipas*. Ciudad Victoria: Comisión de Energía de Tamaulipas - GlZ.
- CFE. (2018). *COPAR*.
- CFE. (2018). *Usuarios y consumo de electricidad por municipio (A partir de 2018)*. Recuperado el mayo de 2021
- CFE. (2018a). *Datos abiertos. Usuarios y consumo de electricidad por municipio (2010-2017)*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de <https://www.datos.gob.mx/busca/dataset/usuarios-y-consumo-de-electricidad-por-municipio-2010-2017>
- CFE. (2019). *Usuarios y consumo de electricidad (A partir de 2018)*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de <https://www.datos.gob.mx/busca/dataset/usuarios-y-consumo-de-electricidad-por-municipio-a-partir-de-2018/resource/38b7a514-78c2-4355-9ed0-d6ac72722952>
- CFE. (2021). *Esquema tarifario vigente Hogar*. Recuperado el mayo de 2021, de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRECasa/Casa.aspx>
- CONEVAL. (2020). *Tamaulipas*. Recuperado el 2021, de Medición de Pobreza 2020: https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Tamaulipas/PublishingImages/Pobreza_2020/Pobreza_2018-2020_TAMPS.jpg
- CONUEE. (2019). *Consumo de electricidad de edificios no residenciales en México: La importancia del sector servicios*. Ciudad de México: CONUEE.
- CONUEE. (17 de enero de 2019). *Lista de combustibles 2019 que se considerarán para identificar a los usuarios con un patrón de alto consumo, así como los factores para determinar las equivalencias en términos de barriles equivalentes de petróleo*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/428334/Lista_de_combustibles_2019.pdf
- CONUEE. (2020). *LISTA DE COMBUSTIBLES 2020 QUE SE CONSIDERARÁN PARA IDENTIFICAR A LOS USUARIOS*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de https://conuee.gob.mx/transparencia/boletines/SITE/LISTA_DE_COMBUSTIBLES_2020.pdf
- CRE. (2015). *Título de Permiso de Autoabastecimiento de energía Eléctrica - E/1396/AUT/2015*. Comisión Reguladora de Energía.

- CRE. (2020). Permisos de generación eléctrica.
- CRE. (2021a). *Generación distribuida. Sección 6 del micrositio: Centrales eléctricas de Generación Distribuida*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de <https://www.gob.mx/cre/articulos/generacion-distribuida-102284>
- CRE. (2021b). *Centrales eléctricas de Generación Distribuida*. Recuperado el mayo de 2021, de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/centrales-electricas-de-generacion-distribuida>
- CRE. (2021c). *Memorias de calculo de tarifas de suministro básico 2020*. Recuperado el mayo de 2021, de <https://www.datos.gob.mx/busca/dataset/memorias-de-calculo-de-tarifas-de-suministro-basico>
- Doran, G. T. (1981). *There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives*. Recuperado el 2021, de <https://community.mis.temple.edu/mis0855002fall2015/files/2015/10/S.M.A.R.T-Way-Management-Review.pdf>
- DTU, W. B. (2021). *Global Wind Atlas*. Obtenido de <https://globalwindatlas.info/>
- García Ochoa, & Graizbord. (2016). *Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional*. Economía, sociedad y territorio, 16(51), 289-337. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-84212016000200289&lng=es&nrm=iso
- García, J. F. (Mayo de 2021). *El Universo*. Obtenido de Alta eficiencia vs. inverter, ¿cuál es la tecnología de aire acondicionado más eficiente?: <https://www.eluniverso.com/larevista/tecnologia/alta-eficiencia-vs-inverter-cual-es-la-tecnologia-de-aire-acondicionado-mas-eficiente-nota/>
- GIZ. (2018). *Programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos*. GIZ México.
- GIZ. (2020). *Monitor de Información Comercial e Índice de Precios de Generación Solar Distribuida en México*.
- Haughey, D. (2014). *A Brief History of SMART Goals*. Recuperado el 2021, de <https://www.projectsart.co.uk/brief-history-of-smart-goals.php>
- Hernández-Fontes, J. V., Felix, A., Mendoza, E., Rodríguez Cueto, Y., & Silva, R. (2019). On the Marine Energy Resources of México.
- Hotel Energy Solutions. (2011). *Fostering innovation to fight climate change*. En H. E. Solutions. Vienna: Hotel Energy Solutions project publications.
- IMTA. (2017). *Energía limpia del agua sucia: aprovechamiento de lodos residuales*. Recuperado el 20 de 05 de 2021, de https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/energia-limpia/files/assets/common/downloads/publication.pdf
- INEGI. (2018). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 2021, de <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2018/>
- INEGI. (2019a). *Cuéntame Información por Entidad Quintana Roo*. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/qroo/economia/pib.aspx?tema=me&e=23>
- INEGI. (2019b). *Censos Económicos 2019*. Recuperado el 2021, de <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>
- INEGI. (2020). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares*. Ciudad de México: INEGI. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2020/>

- INEGI. (2020). *Producto Interno Bruto por Entidad Federativa*. Ciudad de México.
- INEGI. (2020a). *Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2019*. Recuperado el 2021, de <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/OtrTemEcon/PIBEntFed2019.pdf>
- INEGI. (2020b). *Cuéntame Información por Entidad Quintana Roo Educación*. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/qroo/poblacion/educacion.aspx?tema=me&e=23>
- INEGI. (2020b). *Cuéntame Información por Entidad Quintana Roo Población*. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/qroo/poblacion/default.aspx?tema=me&e=23>
- INEGI. (2020c). *DENUE*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2021 b). *Información por entidad Tamaulipas*. Recuperado el 20 de Octubre de 2021, de Territorio - Clima: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tam/territorio/clima.aspx?tema=me&e=28>
- INEGI. (2021). *DENUE*. Ciudad de México: INEGI. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=6>
- INEGI. (2021). *Información por entidad*. Recuperado el 20 de Octubre de 2021, de Tamaulipas: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tam/default.aspx?tema=me&e=28>
- INEGI. (2021a). *Por actividad económica - INEGI*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/>
- INEGI. (2021b). *PIB por Entidad Federativa (PIBE)*. Base 2013. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de <https://www.inegi.org.mx/programas/pibent/2013/>
- INEGIb. (2021). *Vehículos de motor registrados en circulación*. Ciudad de México.
- IRENA. (2020). *Renewable Power Generation Costs in 2019*.
- Islas-Samperio, J. M., Birlain-Escalante, M. O., & Grande-Acosta, G. K. (2020). Toward a Low-Carbon Industrial Sector in Mexico. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 545-571. doi:10.1080/15567249.2020.1753855
- Juan Carlos Alcérreca-Huerta, J. I.-S.-J.-T. (2019). Energy Yield Assessment from Ocean Currents in the Insular Shelf of Cozumel Island.
- LAZARD. (2020). *Levelized Cost of Energy Analysis*.
- Letcher, T. M. (2017). *Wind Energy Engineering. A Handbook for Onshore and Offshore Wind Turbines*. Academic Press.
- Masera, O. A. (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.
- MGM, I. (2018). Guía para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética. En B. d. Latina (Ed.). Lima.

- 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. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/320267246_Retos_y_oportunidades_para_la_sustentabilidad_energetica_en_edificios_de_Mexico_Consumo_y_uso_final_de_energia_en_edificios_residenciales_comerciales_y_de_servicio
- Nieto, A. (Mayo de 2021). (M. HVAC&R, Editor) Obtenido de Beneficios de los equipos de alta eficiencia: <https://www.mundohvacr.com.mx/2013/09/beneficios-de-los-equipos-de-alta-eficiencia/>
- NREL. (2020). *2020 Annual Technology Baseline*.
- Ortegón, P. y. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. (CEPAL, Ed.) Obtenido de https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/5607/S057518_es.pdf
- PEMEX. (2015). *PEMEX Mapa de Instalaciones*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de <https://www.pemex.com/nuestro-negocio/infraestructura/Paginas/default.aspx>
- PEMEX. (2021). *Base de Datos Institucional (BDI)*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de <https://ebdi.pemex.com/bdi/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=EPROEF>
- Peñaloza, J. D. (2019). *Tesis de Maestría. Pobreza Energética. Caso de estudio: México*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2019/diciembre/0798929/Index.html> Texto completo
- PNUD. (2015). Beneficios de uso de calentadores solares de agua en los Hoteles. En P. México. Ciudad de México. Obtenido de http://www.mx.undp.org/content/dam/mexico/docs/MedioAmbiente/Proyectos/CalentadoresSolares/Factsheet_CSAs%20en%20hoteles%20y%20beneficios%20fiscales.pdf
- Practical Concepts Incorporated (PCI). (1979). *The Logical Framework A Managers Guide to a Scientific Approach to Design & Evaluation*. Obtenido de <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1865/The-Logical-Framework-A-Managers-Guide.pdf>
- SAT. (2021). Artículo 34. Ciudad de México. Obtenido de <https://www.sat.gob.mx/articulo/61054/articulo-34>
- SCJN. (2014). *CONFLICTO LIMÍTROFE ENTRE LOS ESTADOS DE QUINTANA ROO Y CAMPECHE*. Obtenido de <https://www2.scjn.gob.mx/ConsultaTematica/PaginasPub/DetallePub.aspx?AsuntoID=162597>
- SENER. (2015). Estudio de Eficiencia Energética en Hoteles. En A. Centro Interdisciplinario para la Prevención de la Contaminación, & SENER (Ed.).
- SENER. (2018 a). *AZEL*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de <https://dgel.energia.gob.mx/azel/>
- SENER. (2018 d). *Prospectiva de Gas Natural 2018-2032*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de https://base.energia.gob.mx/Prospectivas18-32/PGN_18_32_F.pdf
- SENER. (2018). *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2017 - 2031*.
- SENER. (2018a). *Inventario Nacional de Energías Limpias*. Obtenido de <https://dgel.energia.gob.mx/inel/index.html>

- SENER. (2018b). *Prospectiva de Petróleo Crudo y Petrolíferos 2018 – 2032*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de https://base.energia.gob.mx/Prospectivas18-32/PPP_2018_2032_F.pdf
- SENER. (2018c). *Prospectiva de Gas L.P. 2018 – 2032*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de http://base.energia.gob.mx/Prospectivas18-32/PGLP_18_32_F.pdf
- SENER. (2019 a). *Sistema de Información Energética (SIE). Balance Nacional de Energía: Consumo final de energía en el sector industrial*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de <http://sie.energia.gob.mx/>
- SENER. (2019). *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2018 – 2032*.
- SENER. (2020). *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2019-2033*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de <https://www.gob.mx/sener/articulos/prodesen-2019-2033-221654?tab=>
- SENER. (2021). *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2020-2034*. Recuperado el 1 de marzo de 2021, de <https://www.gob.mx/sener/articulos/prodesen-2020-2034>
- SENER. (2021). *Sistema de Información Energética*. Recuperado el Abril de 2021, de <http://sie.energia.gob.mx/>
- SIMEPRODE. (2021). Recuperado el 20 de 05 de 2021, de <https://www.nl.gob.mx/simeprode>
- STPS. (2020). *Ocupación por sectores económicos Cuarto trimestre 2020*. Obtenido de https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Ocupacion_sectores.html
- STPS. (2021). *Información Laboral Quintana Roo Junio 2021*. Obtenido de http://siel.stps.gob.mx:304/perfiles/perfiles_detalle/perfil_quintana_roo.pdf



FIGURAS

Figura 1. Marco jurídico del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas.	13	Figura 13. Evolución de la producción de productos petrolíferos en la refinería Madero (PJ).	30
Figura 2. Ubicación del estado de Tamaulipas.	17	Figura 14. Evolución de la producción de productos petrolíferos en la refinería Madero (%).	31
Figura 3. Distribución por sexo de la ocupación por sectores económicos en el cuarto trimestre 2020.	17	Figura 15. Producción de petrolíferos en la refinería Madero durante el año 2020 (%).	31
Figura 4. Habitantes por rangos de edad y sexo en la Tamaulipas.	19	Figura 16. Diagrama de Sankey simplificado de los productos de refinación en Madero.	32
Figura 5. Asistencia escolar en la Tamaulipas por grupos de edad y sexo 2020.	19	Figura 17. Evolución del procesamiento de gas húmedo amargo en Arenque.	33
Figura 6. Población rural y urbana de Tamaulipas.	20	Figura 18. Centrales de generación en el territorio del Estado de Tamaulipas.	34
Figura 7. Participación de las mujeres en el sector 221 de las cuentas nacionales.	20	Figura 19. Capacidad instalada por tipo de tecnología a 2020.	34
Figura 8. Participación de las mujeres en el sector 221 de las cuentas nacionales.	21	Figura 20. Capacidad instalada por tipo de permiso a 2019.	34
Figura 9. Diferencias en el salario según el sexo y la escolaridad en Tamaulipas.	22	Figura 21. Evolución de la generación anual por tecnología periodo 2016–2019.	35
Figura 10. Producción de energéticos primarios Tamaulipas en 2019.	29	Figura 22. Evolución de generación por tipos periodo 2016–2019.	36
Figura 11. Evolución de la producción de Gas Natural en Tamaulipas.	29	Figura 23. Diagrama de Sankey del sector eléctrico en el estado para el año 2019.	37
Figura 12. Evolución de la importación de Gas Natural en Reynosa (Tamaulipas).	30	Figura 24. Zonas de Carga en el Estado de Tamaulipas.	38

Figura 25. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Huasteca.	39	Figura 37. Precio Marginal Local horario promedio por Zona de Carga durante el año 2020.	43
Figura 26. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Matamoros.	39	Figura 38. Capacidad de generación distribuida por municipio a 2019.	44
Figura 27. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Montemorelos.	39	Figura 39. Generación distribuida por municipio en el estado de Tamaulipas.	44
Figura 28. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Nuevo Laredo.	39	Figura 40. Consumo de combustible por sector para 2019.	47
Figura 29. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Reynosa.	40	Figura 41. Participación en el PIB estatal de las principales actividades económicas en el estado.	52
Figura 31. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Victoria.	40	Figura 42. Contribución de Tamaulipas al PIB nacional periodo 2016 – 2019.	52
Figura 30. Demanda horaria promedio en Zona de Carga Tampico.	40	Figura 43. PIB por actividad económica en Tamaulipas 2016 – 2019.	52
Figura 32. Precio promedio de tarifas residenciales de CFE SSB durante el año 2020.	41	Figura 44. Participación en PIB por tipo de actividad económica sin actividades 48-49 y 93 periodo 2016 – 2019.	53
Figura 33. Precio promedio de tarifas no residenciales de CFE SSB durante el año 2020 en división Golfo Centro.	42	Figura 45. Intensidad energética por sector económico periodo respecto a cuenta Nacional 2019.	54
Figura 34. Precio promedio de tarifas no residenciales de CFE SSB durante el año 2020 en división Golfo Norte.	42	Figura 46. Comparativa de consumo energético por vehículo, periodo 2019.	55
Figura 35. Precio Marginal Local horario promedio por Zona de Carga durante el año 2018.	43	Figura 47. Comparativa de consumo de energía per cápita en sector residencial, 2019.	55
Figura 36. Precio Marginal Local horario promedio por Zona de Carga durante el año 2019.	43	Figura 48. Hogares con privación de bienes económicos.	57

Figura 49. Índice de pobreza en el estado de Tamaulipas.	57	Figura 61. Mapa de rangos de densidad de potencia eólica promedio anual a 120 metros de altura.	73
Figura 50. Presencia de poblaciones indígenas en municipios.	59	Figura 62. Velocidad del viento promedio anual a 120 m de altura.	74
Figura 51. Localidades indígenas en territorio estatal de Tamaulipas.	59	Figura 63. Velocidad del viento promedio anual a 150 m de altura.	74
Figura 52. Infraestructura de transmisión eléctrica en el estado de Tamaulipas.	62	Figura 64. Distribución en frecuencia de velocidades estimadas entre 2016 y 2019 en la ubicación A.	75
Figura 53. Mapa de Irradiación Directa Normal promedio (kWh/m ² /día) con una resolución espacial de 4 km ² .	64	Figura 65. Distribución en frecuencia de velocidades estimadas entre 2016 y 2019 en la ubicación B.	75
Figura 54. Líneas de transmisión y polígonos con alto potencial solar del Escenario 3 de AZEL.	66	Figura 66. Distribución en frecuencia de velocidades estimadas entre 2016 y 2019 en la ubicación C.	76
Figura 55. Factor de Planta de centrales solares fotovoltaicas de eje fijo para los polígonos de alto potencial.	66	Figura 67. Líneas de transmisión y polígonos con elevado potencial eólico según Escenario 3 de AZEL.	77
Figura 56. Factor de Planta de centrales con seguimiento en un eje para los polígonos de alto potencial.	67	Figura 68. Factor de Planta estimado para parques eólicos ubicados en los polígonos del Escenario 3 de AZEL.	77
Figura 57. Evolución de la capacidad instalada de SFVGD.	68	Figura 69. Potencial energético por biomasa de cultivos especializados en Tamaulipas.	78
Figura 58. Comparativa de Capacidad SFVGD instalada per cápita.	68	Figura 70. Potencial energético de biomasa proveniente de tala sustentable en Tamaulipas.	79
Figura 59. Evolución del uso de calentadores solares de agua en sector residencial.	71	Figura 71. Potencial energético de residuos agrícolas y forestales.	81
Figura 60. Tecnología de calentamiento de agua en residencias del estado de Tamaulipas.	72	Figura 72. Potencial energético de predios en el escenario 3 del AZEL energético de residuos forestales y agrícolas en Tamaulipas.	81

Figura 73. Potencial energético de residuos urbanos municipales.	83	Figura 85. Consumo de energía en el sector industrial de la Tamaulipas.	99
Figura 74. Centros almacenamiento de residuos urbanos y su potencial energético anual.	83	Figura 86. Usos finales de energía del sector industrial.	99
Figura 75. Clasificación de centros pecuarios por potencial de aprovechamiento energético.	85	Figura 87. Generación de calor en sector industrial por tipo de energético.	99
Figura 76. Localización de centros con residuos industriales altamente aprovechables para generación energética.	85	Figura 88. Generación de calor en sector industrial por temperatura.	100
Figura 77. Aprovechamiento energético de biogás por tratamiento de lodos de planta de tratamiento "El Ahogado".	86	Figura 89. Usos finales de electricidad en el sector industrial mexicano.	100
Figura 78. Aprovechamiento energético de biogás proveniente de un relleno sanitario (BENLESA, Nuevo León).	87	Figura 90. Medidas potenciales de eficiencia energética para el sector industrial y su porcentaje de ahorro energético.	103
Figura 79. Evolución de los costos de producción de hidrógeno verde por tecnología renovable.	88	Figura 91. Consumo de energía en el sector residencial Tamaulipas.	104
Figura 80. Actividades con mayor aportación al PIB estatal 2019.	90	Figura 92. Consumo de energía en el sector residencial.	105
Figura 81. Unidades económicas por municipio en Tamaulipas 2020.	91	Figura 93. Medidas potenciales de eficiencia energética para el sector residencial y su porcentaje de ahorro energético.	107
Figura 82. Distribución de u.e. por sector.	92	Figura 94. Consumo de energía en el sector comercial y servicios Tamaulipas.	109
Figura 83. Consumo energético por sector.	93	Figura 95. Medidas potenciales de eficiencia energética para el sector comercial y su porcentaje de ahorro energético.	112
Figura 84. Unidades económicas por número de personal de planta contratado.	93	Figura 96. Consumo de energía en el sector público Tamaulipas.	113

Figura 97. Medidas potenciales de eficiencia energética para el sector público y su porcentaje de ahorro energético.	115	Figura 104. Árbol de soluciones del Estado de Tamaulipas.	132
Figura 98. Consumo de energía en el sector transporte Tamaulipas.	116	Figura 105. Ejes de la Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas.	133
Figura 99. Medidas potenciales de eficiencia energética para el sector transporte y su porcentaje de ahorro energético.	118	Figura 106. Representación gráfica del vector de posición de mínimo arrepentimiento.	157
Figura 100. Consumo de energía por tipo de energético en sector agropecuario.	119	Figura 107. Priorización de Líneas de Acción Eje 1.	161
Figura 101. Actividades del sector agropecuario en Tamaulipas.	120	Figura 108. Priorización de Líneas de Acción Eje 2.	161
Figura 102. Medidas potenciales de eficiencia energética para el sector agropecuario y su porcentaje de ahorro energético.	122	Figura 109. Priorización de Líneas de Acción Eje 3.	162
Figura 103. Árbol de problemas del Estado de Tamaulipas.	128	Figura 110. Priorización de Líneas de Acción Eje 4.	162
		Figura 111. Priorización de Líneas de Acción Eje 5.	162

TABLAS

Tabla 1. Energéticos y consumo, sector transporte. Tamaulipas, 2019.	45	Tabla 12. Número de usuarios por tarifa.	69
Tabla 2. Energéticos y consumo, sector industrial. Tamaulipas, 2019.	45	Tabla 13. Usuarios por sector y usuarios con SFVGD implementado.	70
Tabla 3. Energéticos y consumo, sector residencial. Tamaulipas, 2019.	46	Tabla 14. Potencial de generación distribuida por sector.	70
Tabla 4. Energéticos y consumo, sector comercial. Tamaulipas, 2019.	46	Tabla 15. Tecnología de calentamiento de agua en las residencias del estado de Tamaulipas.	71
Tabla 5. Energéticos y consumo, sector público. Tamaulipas, 2019.	46	Tabla 16. Factor de forma (k) y factor de escala (A) de las ubicaciones muestreados.	76
Tabla 6. Energéticos y consumo, sector agropecuario. Tamaulipas, 2019.	46	Tabla 17. Predios con alto potencial de aprovechamiento de residuos forestales.	80
Tabla 7. Actividades con mayor aportación al PIB de Tamaulipas, 2019.	51	Tabla 18. Potencial energético de centros con residuos sólidos en municipios de Tamaulipas.	82
Tabla 8. Poblaciones indígenas mayoritarias en localidades de Tamaulipas.	58	Tabla 19. Potencial energético de residuos provenientes de actividades pecuarias e industriales.	84
Tabla 9. Comparativa de costos nivelados de las tecnologías renovables y el ciclo combinado (USD/MWh).	63	Tabla 20. Potencial energético por digestión anaerobia de residuos pecuarios porcinos en el estado.	84
Tabla 10. Irradiación Directa Normal promedio en ciudades con elevado aprovechamiento del recurso solar.	64	Tabla 21. Potencial de aprovechamiento energético de desechos industriales en el estado.	86
Tabla 11. Precio promedio de las tarifas de CFE (2019).	69	Tabla 22. Producto Interno Bruto de Tamaulipas 2019.	90
		Tabla 23. Distribución de unidades económicas en el estado.	91

Tabla 24. Los 12 principales tipos de actividad y número de u.e. en el estado.	91	Tabla 36. Actividades correspondientes a sector agropecuario con mayor participación dentro del estado.	119
Tabla 25. 10 principales municipios con mayor participación del total de u.e. del sector industrial.	94	Tabla 37. Capacidad instalada por tecnología y combustible que utiliza.	146
Tabla 26. 10 principales municipios con mayor cantidad de microempresas del sector industrial.	94	Tabla 38. Capacidad de generación por tipo de permiso a 2019.	146
Tabla 27. 10 principales actividades con mayor cantidad de microempresas del sector industrial.	95	Tabla 39. Generación eléctrica por tecnología (GWh).	146
Tabla 28. 10 principales actividades con mayor cantidad de pequeñas empresas del sector industrial.	95	Tabla 40. Tarifas 2010–2017.	147
Tabla 29. 10 principales municipios con mayor cantidad de pequeñas empresas del sector industrial.	96	Tabla 41. Tarifas 2018–2019.	147
Tabla 30. 10 principales actividades con mayor cantidad de empresas medianas del sector industrial.	96	Tabla 42. Tarifas sector residencial.	148
Tabla 31. Municipios con empresas medianas del sector industrial.	97	Tabla 43. Tarifas sector comercial y de servicios.	148
Tabla 32. Municipios con grandes empresas del sector industrial.	97	Tabla 44. Tarifas sector industrial.	148
Tabla 33. Municipios con empresas medianas del sector industrial.	98	Tabla 45. Tarifas sector público.	148
Tabla 34. Actividades correspondientes a sector comercial y servicios con mayor participación dentro del estado.	108	Tabla 46. Tarifas sector agropecuario.	149
Tabla 35. Usos finales de energía por tipo de edificio comercial y de servicios en clima cálido seco.	109	Tabla 47. Consumo total de energía anual periodo 2016–2019 (PJ).	151
		Tabla 48. Consumo sectorial y su participación relativa para 2019.	151
		Tabla 49. Consumo de energía eléctrica por sector periodo 2016–2019 (PJ).	151
		Tabla 50. Consumo de energéticos en el sector residencial periodo 2016–2019 (PJ).	151

Tabla 51. Consumo de energéticos en el sector agropecuario periodo 2016–2019 (PJ).	152	Tabla 56. Participación (%) por energético en el consumo total 2019.	153
Tabla 52. Consumo de energéticos en el sector comercial periodo 2016–2019 (PJ).	152	Tabla 57. Sectores y tipo de actividades económicas consideradas.	154
Tabla 53. Consumo de energéticos en el sector transporte periodo 2016–2019 (PJ).	152	Tabla 58. Número de contratos y capacidad total por rangos de capacidad del SFVGD.	155
Tabla 54. Consumo de energéticos en el sector industrial periodo 2016–2019 (PJ).	152	Tabla 59. Número y capacidad promedio de contratos por sector.	155
Tabla 55. Consumo de energéticos en el sector público periodo 2016–2019 (PJ).	153	Tabla 60. Escala de calificación para criterios de evaluación de Líneas de Acción.	160



**PROGRAMA DE FOMENTO Y
APROVECHAMIENTO
SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA
PARA EL ESTADO DE TAMAULIPAS**

MÉXICO MMXXI