

**AÑO**  
**2017**



**REPORTE TÉCNICO**

**BALANCE DE ENERGÍA DEL  
ESTADO DE GUANAJUATO**



Secretaría de  
Innovación, Ciencia  
y Educación  
Superior



# Contenido

---

1. INTRODUCCION	5
1.1 Aspectos generales del balance .....	5
1.2 Definición de balance de energía.....	5
1.3 Utilidad del balance de energía .....	5
1.4 Unidades de medida .....	5
1.5 Descripción general del documento .....	5
2. Aspectos Metodológicos.	6
2.1 Objetivos fundamentales del balance de energía.....	6
2.2 Marco regulatorio para la realización del balance.....	6
2.2.1 En materia de Planeación .....	6
2.2.2 En materia de Energía.....	7
2.2.3 En materia ambiental y cambio climático.....	7
2.3 Estructura general del balance .....	12
2.3.1 Descripción general.....	12
2.3.2 Energía Primaria.....	12
2.3.2.1 Energía Renovable .....	13
2.3.2.2 Energía No Renovable.....	13
2.3.3 Centros de transformación .....	14
2.3.4 Energías Secundarias .....	14
2.3.5 Consumo Final Total de Energía.....	15
2.3.5.1 Esquema general del balance de energía de Guanajuato.....	15
2.3.6 Consideraciones adicionales.....	16
2.4 Centros de transformación .....	16
2.4.1 Refinerías de petróleo.....	16
2.4.2 Generación de electricidad .....	16
2.4.3 Centros de transformación de biomasa.....	17
3. Sinopsis estadística del estado de Guanajuato	18
3.1 Datos generales.....	18
3.2. Clima	19
3.3 Entorno demográfico .....	20
3.4 Entorno socioeconómico .....	20

4. Características y evolución de la infraestructura energética en Guanajuato	24
4.1 Origen y desarrollo del sector energético en Guanajuato .....	24
4.2 Estimación preliminar de los recursos energéticos renovables de Guanajuato .....	26
4.2.1 Energía Solar .....	26
4.2.2 Energía Eólica .....	27
4.2.3 Energía de Biomasa.....	28
4.2.4 Energía Geotérmica .....	32
4.2.5 Energía Minihidráulica .....	33
4.2.6Resumen del potencial técnico explotable de energías renovables.....	34
4.3 Expectativas de crecimiento del sector energético en Guanajuato .....	38
4.3.1 Crecimiento esperado de la demanda energética .....	38
4.3.2 Proyectos potenciales de energías limpias en el Estado de Guanajuato.....	41
5. Balance de energía de Guanajuato	45
5.1 Producción de energía primaria.....	45
5.2 Oferta interna bruta de energía primaria .....	45
5.3 Destino de la energía primaria.....	45
5.4 Centros de transformación .....	45
5.4.1 Refinería de Salamanca.....	45
Autoabastecimiento Eléctrico por Cogeneración en la Refinería de Salamanca .....	46
5.4.2 Central Termoeléctrica de Salamanca (Central de Generación I-CFE Salamanca) .....	47
5.4.3 Central de Cogeneración Salamanca (CFE Generación VI). .....	48
5.4.4 Permisarios de generación eléctrica en Guanajuato .....	49
5.4.5 Exportación e importación de energía secundaria .....	50
5.5 Consumo estatal de energía .....	52
5.6 Consumo final de energía .....	52
5.7 Consumo final de energía por sectores .....	54
5.7.1 Industria manufacturera y construcción (Industria) .....	54
5.7.2 Transporte carretero y aviación.....	55
5.7.3 Residencial	56
5.7.4 Comercial y de Servicios.....	58
5.7.5 Agropecuario.....	59
6. Indicadores estratégicos de desarrollo sostenible en el estado de Guanajuato	61
6.1 Antecedente	61
6.2 Selección y uso de los indicadores .....	63

7.3 Aspectos metodológicos de los indicadores .....	66
6.4 Indicadores energéticos 2017 .....	67
7. Prospectiva estatal del sector energético en Guanajuato .....	68
7.1 Diagnostico general del sector energético en Guanajuato .....	68
7.2 Supuestos del escenario de planeación .....	72
7.3 Requerimientos de energía a corto, mediano y largo plazo en la entidad .....	72
8. Anexos Estadísticos .....	74
8.1 Estimación del consumo de biomasa en el estado de Guanajuato .....	74
8.1.1 Sistemas de biodigestión .....	74
8.1.2 Consumo promedio de usuario de leña .....	77
8.2 Balance de energía, históricos y resultados .....	82
8.3 Prospectivas del consumo energético del Estado de Guanajuato .....	87
PRONÓSTICO A CINCO AÑOS. ....	87
PRONÓSTICO A QUINCE AÑOS. ....	91
8.4 Fichas descriptivas de indicadores energéticos .....	96
8.4.1 Indicadores energéticos de dimensión social .....	96
8.4.2 Indicadores energéticos de dimensión económica .....	97
8.5 Nomenclatura de unidades y equivalencias .....	108
8.6 Glosario de términos energéticos .....	110
8.7 Fuentes de información .....	115

# 1. INTRODUCCION

## 1.1 Aspectos generales del balance

El Balance de Energía de Guanajuato es un instrumento descriptivo que presenta las cifras del origen y destino de las fuentes primarias y secundarias de energía durante el año 2017. Asimismo, incorpora información útil para el análisis de desempeño del sector energético, para el diseño de políticas públicas y para la toma de decisiones.

## 1.2 Definición de balance de energía

El balance de energía se basa en un conjunto de relaciones de equilibrio que contabiliza los recursos energéticos que se producen (origen), los que se intercambian con el exterior (importa y exporta), los que se transforman, los que consume el sector energético para su operación, las pérdidas y los no aprovechados y los que demandan los distintos sectores de uso o consumo final.

La Elaboración del balance requiere la aplicación de una metodología que ofrezca datos consistentes, en unidades homogéneas que permitan la comparación e integración de las distintas fuentes de energía.

## 1.3 Utilidad del balance de energía

El balance es un instrumento que sirve de base para la planificación energética que facilita la recopilación y organización de información, así como la contabilización de los diferentes flujos energéticos del estado. Presentando cifras del origen y destino de fuentes primarias y secundarias de energía durante el 2016. Mostrando su producción, exportación o importación, transformación y consumo de los diferentes sectores energéticos. Al igual que calcular y hacer un análisis del sector energético del estado.

Así mismo este documento proporciona información básica y comparable para el desempeño del análisis de la situación energética a nivel estatal.

## 1.4 Unidades de medida

La diversidad de unidades en las que se miden los energéticos como son: toneladas de carbón equivalente, barriles de petróleo equivalente, GWh, etc., impide la comparación directa, por lo que es necesario adoptar una unidad común para las distintas fuentes de energía. En el Balance Nacional de Energía se utiliza el Joule (J) como unidad común, de acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. En ella se establece que, en los Estados Unidos Mexicanos, el sistema General de Unidades de Medida es el único legal de uso obligatorio y determina que la cantidad de calor y de energía deben medirse en Joule.

**Joule:** Es la cantidad de energía que se utiliza para mover un kilogramo masa un metro de distancia, aplicando una aceleración de un metro por segundo cada segundo.

## 1.5 Descripción general del documento

En este documento se presenta el Balance de Energía de Guanajuato, el cual se elaboró tomando como base los datos del año 2017. En su primera parte describe los aspectos generales y definición de balance de energía, se continúa con los aspectos metodológicos, que incluyen los objetivos fundamentales y la estructura del balance.

Finalmente se presentan los resultados del balance de energía del 2017 considerando además las emisiones de gases de efecto invernadero en actividades energéticas en Guanajuato.

## 2. Aspectos Metodológicos.

### 2.1 Objetivos fundamentales del balance de energía

- Evaluar la dinámica del sistema energético en concordancia con la economía del Estado.
- Servir de instrumento para la planificación energética.
- Conocer detalladamente la estructura del sector energético estatal.
- Determinar para cada fuente de energía los usos competitivos y no competitivos que permitan impulsar en lo posible los procesos de sustitución y diversificación energética.
- Crear las bases apropiadas para el mejoramiento y sistematización de la información energética.
- Ser utilizado para permitir la proyección energética y sus perspectivas a corto, mediano y largo plazo.

### 2.2 Marco regulatorio para la realización del balance.

El presente documento presenta el balance estatal de energía y emisiones de efecto invernadero relacionadas con actividades energéticas, que sirve de base para la planeación de las actividades en materia energética en el Estado de Guanajuato, por lo que el marco regulatorio para la realización del balance contempla tres dimensiones: planeación, energía y ambiental y cambio climático.

#### 2.2.1 En materia de Planeación

*De conformidad con el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático.*

*Mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y del empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, se permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege la propia Constitución. En ese sentido, el Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional.*

*Por su parte, el artículo 26 constitucional establece que el Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la Nación, y prevé que habrá un plan nacional de desarrollo, al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.*

*Con sujeción al marco jurídico aplicable, el Titular del Ejecutivo Federal aprobó el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, mediante decreto publicado, en el Diario Oficial de la Federación, el 20 de mayo de 2013.*

*El Plan Nacional de Desarrollo, de conformidad con los artículos constitucionales mencionados y los artículos 9, 10, 16, 17, 21, 22, 23, 29, 30 y 31 de la Ley de Planeación, constituye el marco para definir los programas sectoriales, que especificarán los objetivos, prioridades y políticas que regirán el desempeño de las actividades del sector administrativo de que se trate.*

*El Ejecutivo Federal, con el fundamento citado y lo establecido en el artículo 22 de la Ley de Planeación, elaboró, este Programa Sectorial de Energía. En términos de los artículos 16, fracción III, y 29, segundo párrafo, de la Ley de Planeación, y 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, a la Secretaría de Energía le correspondió su elaboración.*

*El artículo 9o. de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal señala que las dependencias y entidades de la Administración Pública Centralizada y Paraestatal conducirán sus actividades en forma programada, con base en las políticas que, para el logro de los objetivos y prioridades de la planeación nacional del desarrollo, establezca el Ejecutivo Federal.*

*El Reglamento Interior de la Secretaría de Energía prevé, en su artículo 3, que esta dependencia planeará y conducirá sus actividades con sujeción a lo dispuesto en los instrumentos que se emitan en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática y con base en las políticas que para el logro de los objetivos y prioridades del desarrollo nacional determine el Titular del Ejecutivo Federal.*

*Los Lineamientos para dictaminar y dar seguimiento a los programas derivados del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, tienen por objeto establecer los elementos y características que deberán contener los programas sectoriales que deriven del Plan Nacional de Desarrollo, así como el procedimiento para someter los mismos a dictamen de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y determinar los criterios para llevar a cabo su seguimiento.*

### 2.2.2 En materia de Energía

*De conformidad con los artículos 27 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como a lo dispuesto en el artículo 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, a la Secretaría de Energía le corresponde establecer y conducir la política energética del país; ejercer los derechos de la Nación en materia de petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos y gaseosos, de minerales radioactivos, así como respecto del aprovechamiento de los bienes y recursos naturales que se requieran para generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación del servicio público; conducir y supervisar la actividad de las entidades paraestatales sectorizadas en la Secretaría, y llevar a cabo la planeación energética a mediano y largo plazos, así como fijar las directrices económicas y sociales para el sector energético paraestatal.*

*El marco legal y regulatorio básico en materia energética está integrado por las siguientes disposiciones: Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, su Reglamento y los Reglamentos de Gas Licuado de Petróleo y de Gas Natural; Ley de Petróleos Mexicanos y su Reglamento; Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento; Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y su Reglamento; Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento; Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos y su Reglamento; Ley de la Comisión Reguladora de Energía; Ley de la Comisión Nacional de Hidrocarburos, y Reglamento Interior de la Secretaría de Energía.*

Fuente: Programa Sectorial de Energía 2013-2018.

### 2.2.3 En materia ambiental y cambio climático

#### **Marco ambiental en el sector energético**

La Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos publicada con motivo de la Reforma Energética (la “Ley de la ASEA”), entre otras cuestiones, establece el ámbito de competencia de un nuevo organismo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (“SEMARNAT”), es decir, la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (la “ASEA”), quién tendrá entre otras facultades, la competencia para otorgar permisos y autorizaciones relacionados con las actividades del sector de hidrocarburos, así como conducir la política ambiental del sector y con ello, la creación de ordenamientos y directrices específicas para dichas actividades, tanto en materia de medio ambiente como de seguridad operativa.

Se entenderá como Sector Hidrocarburos en términos del artículo citado, las siguientes actividades:

- (a) El reconocimiento y exploración superficial, y la exploración y extracción de hidrocarburos;
- (b) El tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo;
- (c) El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas natural;

- (d) El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo;
- (e) El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos, y
- (f) El transporte por ducto y el almacenamiento, que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento del gas natural y de la refinación del petróleo.

Por su parte, todo lo relativo al Sector Eléctrico desde la perspectiva de gestión ambiental, regulación e inspección continúa ejerciéndose por parte de SEMARNAT y PROFEPA respectivamente conforme al ámbito de sus competencias

No obstante lo anterior, resulta importante señalar que todos aquellos aspectos relativos a la gestión de los recursos hídricos que se relacionen con ambos sectores, continúan bajo el régimen actual, es decir, sujetos a lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento así como las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, cuya aplicación compete a la Comisión Nacional del Agua y cuando el Sector de Hidrocarburos será regulado por la ASEA y el Sector Eléctrico por SEMARNAT, en ambos casos se deben observar las disposiciones que se encuentran vigentes en materia ambiental general y federal (ello, sin perjuicio de lo establecido en ordenamientos estatales y municipales precisamente por la concurrencia de facultades que existe en materia ambiental):

- i. La LGEEPA y sus diversos Reglamentos;
- ii. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento;
- iii. Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento;
- iv. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento;
- v. Ley General de Cambio Climático y su Reglamento;
- vi. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental;
- vii. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas;
- viii. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento;
- ix. Ley de la ASEA;
- x. Ley de Energía Geotérmica;
- xi. Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos;
- xii. Ley de Transición Energética (“LTE”);
- xiii. Ley Federal del Mar;
- xiv. Ley de Navegación y Comercio Marítimo y su Reglamento; y
- xv. Los tratados internacionales de los que México es parte, y las Normas Oficiales correspondientes. Agua (la “CONAGUA”).

### **Marco sobre Cambio climático**

México se comprometió en la décima quinta Conferencia de las Partes (COP15) en 2009 a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 30% para 2020, meta que más tarde fue retomada en la Ley General de Cambio Climático (LGCC), aprobada en 2012, y acompañada de otros compromisos, como reducir el 50% de las emisiones para 2050 por debajo de las emisiones del año 2000 y generar el 35% de la electricidad a partir de energías limpias en 2024. Además de los compromisos contenidos en la LGCC y en sus instrumentos de planeación a largo, mediano y corto plazo, como la Estrategia Nacional y el Programa Especial de Cambio Climático, México presentó su Contribución Determinada y Prevista a Nivel Nacional (INDC, por sus siglas en inglés) el 27 de marzo de 2015 en el marco de la creación de un nuevo acuerdo climático global dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés). En ella se compromete incondicionalmente a reducir el 22% de sus emisiones de GEI y el 51% carbono negro para 2030, metas que pueden aumentar a 36% y 70% respectivamente con el acceso a financiamiento y cooperación internacional en el marco del Acuerdo de París, resultado de la COP21 en



diciembre de 2015. En ese sentido, el reto para México consiste en la efectiva implementación de la LGCC como marco para la ejecución de medidas que permitan cumplir con los compromisos del país a nivel nacional e internacional. Esto sólo puede darse a través de acciones sectoriales transversales, coherentes con la política climática nacional y que tengan como fin transitar a un desarrollo bajo en carbono y resiliente a los impactos del cambio climático.

En México el marco normativo e institucional está conformado por una Ley General de Cambio Climático (2012) y su reglamento respectivo. El Sistema Nacional de Cambio Climático está compuesto por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, el Consejo de Cambio Climático, así como los gobiernos de las entidades federativas, las asociaciones de gobiernos municipales y el Congreso. Se cuenta también con 12 leyes estatales de cambio climático, 14 programas estatales y tres municipales.

### **Normatividad sobre cambio climático del Estado de Guanajuato.**

México cuenta con una política nacional en cambio climático que es presidida por la Ley Federal de Cambio Climático. Para el Estado de Guanajuato también existe la Ley de Cambio Climático para el Estado y los Municipios, aunado a esas dos leyes, existe normatividad que hace referencia a temas de cambio climático que es importante se tome en cuenta al momento de planear alguna acción en el ámbito del cambio climático.

#### ***Ley para la protección y preservación del ambiente del Estado de Guanajuato (15 May. 2019)***

Las disposiciones de esta Ley se establecen en el ámbito estatal de acuerdo con las siguientes bases:

- I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;
- II. Definir los principios de la política ambiental en el Estado y los instrumentos para su aplicación;
- III. Preservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como el mejoramiento del medio ambiente;
- IV. Proteger la biodiversidad, el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y demás recursos naturales;
- V. Establecer criterios e instrumentos para la constitución, preservación, protección y administración de áreas naturales;
- VI. Prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo en bienes, zonas y fuentes contaminantes de jurisdicción estatal;
- VII. Establecer las atribuciones que en materia ambiental correspondan al Estado y municipios;
- VIII. Establecer los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre las autoridades y los sectores social y privado en materia ambiental;
- IX. Establecer medidas de control y seguridad para garantizar el cumplimiento de esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven; y
- X. Garantizar la participación corresponsable de la población, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

### ***Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios (25 Nov. 2019)***

Tiene por objeto establecer las normas, principios y bases para:

- I. La determinación de las autoridades competentes para la aplicación de la presente Ley;
- II. El proceso de formulación, conducción y evaluación de la política estatal en materia de cambio climático;
- III. La integración y actualización de información que sustente las decisiones en materia de mitigación y adaptación al cambio climático;
- IV. La participación corresponsable de la sociedad en las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático;
- V. El fomento a la investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático;
- VI. El fortalecimiento de las capacidades institucionales y sectoriales para enfrentar el cambio climático; y
- VII. El establecimiento y aplicación de instrumentos económicos que impulsen la aplicación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

### ***Ley de desarrollo forestal sustentable para el estado y los municipios de Guanajuato (25 Nov. 2019)***

Son objetivos de esta Ley:

- I. Promover la organización, capacidad operativa, integralidad y profesionalización de las instituciones públicas del Estado y sus Municipios, para el desarrollo forestal sustentable;
- II. Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas ubicadas en el Estado, en los términos del artículo 2 apartado A fracción VI de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable;
- III. Promover la protección, conservación y restauración de los ecosistemas y recursos forestales estatales y municipales, así como la ordenación y el manejo forestal;
- IV. Promover el rescate y protección de las cuencas hidrológicas;
- V. Promover y desarrollar recursos forestales en terrenos preferentemente forestales o con uso agrícola o preferentemente pecuario, para que cumplan con la función de conservar suelos y aguas, y brindar servicios ambientales, además de dinamizar el desarrollo rural;
- VI. Promover el aprovechamiento y uso sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables;
- VII. Preservar las áreas forestales impulsando su delimitación y manejo sustentable, evitando que el cambio de uso de suelo con fines agropecuarios o de cualquier otra índole afecte su permanencia y potencialidad;
- VIII. Promover la realización de auditorías técnicas preventivas forestales;
- IX. Promover las certificaciones forestales y de bienes y servicios ambientales;

- X. Participar en la prevención, combate y control de incendios forestales, así como de las plagas y enfermedades forestales;
- XI. Promover acciones con fines de conservación y restauración de suelos forestales;
- XII. Promover la cultura, educación, investigación y capacitación para el manejo sustentable de los recursos forestales;
- XIII. Promover la ventanilla única de atención institucional en el Gobierno del Estado, así como de los Municipios para los usuarios del sector forestal;
- XIV. Dotar de mecanismos de coordinación, concertación y cooperación a las instituciones estatales y municipales del sector forestal, así como con otras instancias afines;
- XV. Garantizar la participación ciudadana, incluyendo a los pueblos y comunidades indígenas del Estado, en la aplicación, evaluación y seguimiento de la política forestal, a través de los mecanismos pertinentes;
- XVI. Promover instrumentos de apoyos económicos para fomentar el desarrollo forestal; y
- XVII. Impulsar el desarrollo de la empresa social forestal y comunal en los pueblos y comunidades indígenas.

***Ley para el Fomento del Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía y Sustentabilidad Energética para el Estado y los Municipios de Guanajuato (Fe de Erratas 26 Ene. 2016)***

Esta ley tiene como finalidades, sentar las bases para:

- I. El aprovechamiento de las fuentes renovables de energía;
- II. La sustentabilidad energética como instrumento para la competitividad, la mejora de la calidad de vida, la protección, y la preservación del ambiente, así como el desarrollo humano sustentable;
- III. La integración y funcionamiento del Consejo Estatal de Energía;
- IV. La asesoría y capacitación en programas de sustentabilidad energética;
- V. Impulsar la aplicación de nuevas tecnologías para la utilización de fuentes renovables de energía y de eficiencia energética; y
- VI. Atraer mecanismos y formas de financiamiento para la sustentabilidad y eficiencia energética.

***Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato. (07 Jun. 2013)***

La presente Ley tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable por medio de la regulación, de la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como la prevención de la contaminación y la remediación de suelos contaminados con residuos.

**Reglamentos del estado de Guanajuato en materia de Cambio climático.**

- Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado y los Municipios de Guanajuato. (08 Sep. 2017)
- Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato. (02 Dic. 2005)

- Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato en materia de Consejos Consultivos Ambientales. (23 Dic. 2008)
- Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. (15 Jun. 2012)
- Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. (28 Dic. 2009)
- Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato en Materia de Verificación Vehicular. (30 Oct. 2015)
- Reforma al Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato en Materia de Verificación Vehicular. (26 Dic. 2017)
- Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato en Materia de Autorregulación y Auditoría Ambiental. (29 Sep. 2017)

#### **Reglamentos municipales:**

- Reglamento para la Protección y Preservación Ambiental del Municipio de Celaya, Gto. (28 Feb. 2017)
- Reglamento Municipal de Protección Ambiental para el Municipio de Cortázar. (07 Jun. 2002)
- Reglamento de Protección del Medio Ambiente del Municipio de Irapuato. (09 May. 1995)
- Reglamento para la Gestión Ambiental en el Municipio de León. (02 Oct. 2015)
- Reglamento para el Control, la Protección y el Mejoramiento Ambiental de Silao de la Victoria. (06 Jun. 2006)
- Reglamento para la Protección y Preservación del Ambiente del Municipio de Villagrán. (29 Oct. 2013)

## 2.3 Estructura general del balance

### 2.3.1 Descripción general

La estructura General del Balance de Energía se compone de cuatro partes:

1. Energía Primaria.
2. Transformación
3. Energía Secundaria
4. Consumo final total de Energía

### 2.3.2 Energía Primaria

Es aquella que contienen potencialmente energía y que se encuentran en su estado natural. En esta categoría quedan incluido los combustibles fósiles, como el carbón mineral, el petróleo crudo y el gas natural; la energía hidráulica, la geotérmica y también se incluye la energía solar y la nuclear. La energía primaria se clasificará en dos grandes grupos:

### 2.3.2.1 Energía Renovable

Las energías renovables son energías limpias que contribuyen a cuidar el medio ambiente. Frente a los efectos contaminantes y el agotamiento de los combustibles fósiles, las energías renovables son ya una alternativa.

En términos generales las energías primarias renovables y derivadas son:

- Energía Solar
  - Gradientes Térmicos Oceánicos
- Energía Eólica
  - Energía de las Olas
- Energía de Biomasa
  - Cosecha energética (Madera)
  - Cosecha energética (Etanol/metanol)
  - Cosecha energética (Biodiesel)
  - Cosecha energética (Biogás)
  - Residuos forestales
  - Residuos agrícolas sólidos
  - Residuos agrícolas líquidos
  - Residuos sólidos municipales
  - Residuos municipales digestibles
  - Residuos industriales sólidos
  - Residuos industriales líquidos
  - Biogás de rellenos sanitarios
- Energía Hidráulica
  - Convencional
  - Pequeña y micro
  - Energía mareomotriz (mareas)
  - De corrientes marinas
- Energía Geotérmica
  - Alta entalpía
  - Baja entalpía

### 2.3.2.2 Energía No Renovable

Es aquella en la que los recursos de suministro son limitados. El suministro proviene de la propia Tierra y, debido a que tarda millones de años en desarrollarse, es finito.

Las principales son: Carbón Mineral, Petróleo crudo, Gas Natural libre, Gas Natural asociado y Combustible fisionable.

- Carbón Mineral
- Petróleo crudo
- Gas Natural libre
- Gas Natural asociado
- Combustible fisionable

### 2.3.3 Centros de transformación

Son instalaciones que procesan la energía primaria para producir productos secundarios con propiedades que facilitan su uso energético. Considerando cuatro tipos de centros de transformación y son:

- Coquizadoras: plantas de proceso donde se obtiene un residuo sólido del proceso de refinación del petróleo llamado coque de carbón y coque de petróleo.
- Refinerías y despuntadoras: plantas de proceso del petróleo crudo en diferentes derivados: gas de refinerías, gas licuado de petróleo, gasolinas y naftas, querosenos, combustóleo, diésel, productos no energéticos y coque de petróleo.
- Plantas de gas y fraccionadoras: en las plantas de proceso de tratamiento de gas, el gas natural se procesa separando sus compuestos para obtener gas seco, gas licuado, gasolinas y naftas, butano, propano, etano y productos no energéticos como el carbono.
- Centrales eléctricas: grupo de plantas encargadas de la producción de la generación de energía eléctrica, subestaciones y equipos de transmisión. Clasificándose en varios tipos como: termoeléctricas, hidroeléctricas, nucleoeeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas, y fotovoltaicas.

### 2.3.4 Energías Secundarias

Son energéticos derivados de las fuentes primarias, se obtienen en los centros de transformación, de los no renovables tenemos: coque, gas licuado, gasolinas y naftas, Kerosenos, diésel, combustóleo, gas natural y electricidad. De los renovables, derivados sólidos, líquidos y gaseosos de biomasa, como carbón vegetal, briquetas, chips, biodiesel, alcoholes, biogás y gas de gasógeno y pirolisis. De la eólica: aire comprimido y electricidad. De la hidráulica, energía mecánica y electricidad. De la geotermia: vapor y agua caliente para procesos y electricidad. De la solar: electricidad y calor, como fluidos calientes para procesos y calor de alta temperatura para procesos.

En esta etapa se presentan las relaciones relativas a la energía secundaria desagregadas en oferta total secundaria y oferta bruta secundaria.

Las energías secundarias genéricas son:

- Coque
- Carbón vegetal
- Biogás
- Gas de gasógeno
- Alcoholes
- Biodiesel
- Biocombustibles sólidos en chips, pellets, briquetas, etc.
- Gas LP
- Gasolinas y Naftas
- Keroseno y Turbo combustibles
- Diésel y Gasoil
- Combustibles pesados
- Gas
- Electricidad
- Productos no energéticos

### 2.3.5 Consumo Final Total de Energía

Son la energía utilizada como materia prima que se destinan a los diferentes sectores de la economía del año 2017.

El consumo final energético se descompone en los distintos sectores de la actividad económica, que, para este caso, se consideran los siguientes sectores:

- Residencial Rural
- Residencial Urbano
- Comercial y Público
- Transporte
- Agropecuario
- Industrial

#### 2.3.5.1 Esquema general del balance de energía de Guanajuato.

En la figura 2.1 se muestra un esquema general del balance de energía del estado, donde se muestra los flujos de energía desde los energéticos primarios y secundarios como centros de transformación y destino de consumo.

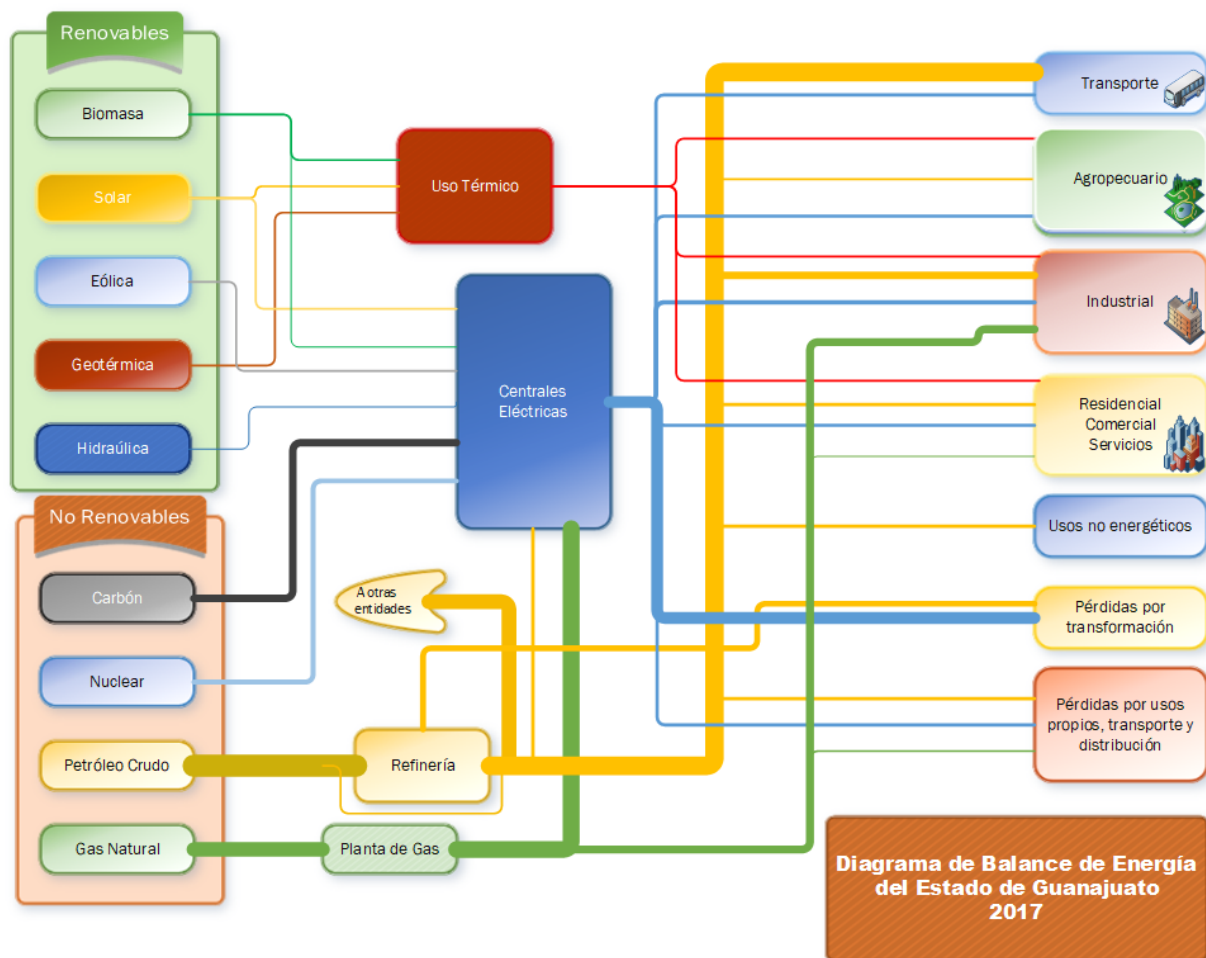


Figura 2.1 Diagrama del balance de energía de Guanajuato.

### 2.3.6 Consideraciones adicionales

Esta estructura del balance de energía deberá ampliarse en el futuro para considerar y analizar otras etapas del sector energético, como sus insumos de agua y emisiones contaminantes, agregando las siguientes partes:

- a) El inventario de reservas para las fuentes no renovables y la evaluación de las energías renovables.
- b) La distribución de la energía final por tipo de uso de los sectores de consumo.
- c) La distribución de la energía útil por tipo de uso, para cada uno de los sectores de consumo.
- d) El balance energético en términos económicos.

### 2.4 Centros de transformación

Corresponden a la segunda etapa del proceso energético del Balance consolidado y tienen el siguiente esquema general: Es evidente que, por tratarse de un proceso, el flujo energético de salida es inferior al flujo energético de entrada y la diferencia es lo que se conoce como pérdidas de transformación, que por razones estadísticas incluye también el autoconsumo del centro de transformación, lo que considera también los consumos propios del sector energético.

En la presente propuesta metodológica se consideran los siguientes centros de transformación.

1. Biomasa
2. Refinerías
3. Plantas de tratamiento de gas
4. Centrales eléctricas de servicio público y autoabastecimiento.

#### 2.4.1 Refinerías de petróleo

Los energéticos secundarios derivados de la refinación de petróleo crudo son:

- Gas de refinería
- Gas licuado
- Gasolinas y naftas
- Keroseno y turbo combustibles
- Diésel y gas oil
- Combustibles pesados
- Coque de Petróleo
- Productos no energéticos
- Perdidas de transformación

Estos también son los productos generados en las plantas de tratamiento de gas natural.

Los productos no energéticos corresponden a asfaltos, grasas y aceites lubricantes, parafinas, azufre, negro de humo, solventes, etc.

#### 2.4.2 Generación de electricidad

La generación de electricidad con fines de servicio público o autoabastecimiento, aislado o interconectado con traspaso de excedentes a la empresa distribuidora, presenta en la actualidad una amplia gama de magnitudes y tecnologías, considerándose generación distribuida o centralizada, desde microcentrales de varios kW de potencia, minicentrales, pequeñas centrales y centrales convencionales. En un futuro próximo



las celdas de combustible a hidrógeno y este mismo, complementarán la lista de tecnologías en uso y energético secundario portador.

La generación eléctrica tiene por tanto los siguientes energéticos primarios y secundarios a su disposición:

- Carbón
- Coque de petróleo
- Combustibles pesados
- Diésel y gasoil
- Gas natural
- Nucleoenergía
- Energía Solar
- Gradientes térmicos oceánicos
- Hidroenergía
- Geoenergía
- Energía Eólica
- Energía de Olas
- Energía de mareas
- Energía de corrientes marinas
- Biocombustibles
- Hidrógeno
- Perdidas de transformación

### 2.4.3 Centros de transformación de biomasa

El siguiente cuadro muestra dos conjuntos, el correspondiente a las formas de energía primaria de biomasa, y el relativo a las modalidades de energético secundario derivado de la biomasa. Los productos no energéticos corresponderán a residuos composteables para fertilización y acondicionamiento de suelos, alquitranes, y otros subproductos con usos industriales, pecuarios o agrícolas.

**Tabla 2.1** Centros de transformación de biomasa

Entradas	Salidas
<b>Cosecha energética</b>	Gas de gasificador
<b>Residuos Forestales</b>	Biogás
<b>Residuos agrícolas solidos</b>	Alcoholes
<b>Residuos agrícolas líquidos</b>	Biodiesel
<b>Residuos sólidos municipales</b>	Carbón vegetal
<b>Residuos municipales digestibles</b>	Briquetas, chips, pellets, etc.
<b>Residuos industriales solidos</b>	Electricidad
<b>Residuos industriales líquidos</b>	Productos no energéticos
<b>Biogás de relleno sanitario</b>	Biogás
	(perdidas de transformación)

Fuente: Balance 2003

### 3. Sinopsis estadística del estado de Guanajuato

#### 3.1 Datos generales

Guanajuato está localizado en el centro del país, dentro del llamado triángulo dorado, Ciudad de México-Guadalajara-Monterrey, donde en un radio de 400 km se encuentra localizada el 60% de la población, 80% del mercado mexicano, 70% del comercio internacional y 70% de la industria automotriz mexicana. Es el centro logístico más importante, ya que cuenta con excelentes carreteras, vías férreas y un aeropuerto internacional, así como la aduana interior más moderna del país.

La población de Guanajuato representó 4.84% de la población total de México en 2017.

Localizado entre los paralelos 19°54'46" y 21°50'22" de latitud norte y los meridianos 99°40'17" y 102°05'49" de longitud oeste, abarca una superficie total de 30 350.26 km<sup>2</sup>. Por su extensión territorial, ocupa el lugar 22 a nivel nacional. Este representa 1.6% de la superficie del país.

Las colindancias administrativas del Estado con otras entidades de la República son las siguientes: al norte, con San Luis Potosí; al este, con Querétaro; al poniente con Jalisco y al sur con Michoacán.

**Tabla 3.1** Densidad de población por Km<sup>2</sup> de los municipios del estado de Guanajuato, 2017  
Superficie total 30 350.26 Km<sup>2</sup>; Población 5 908 845 habitantes, Densidad 194.69 Hab./Km<sup>2</sup>.

Municipio	Habitantes (2017)	Área Km <sup>2</sup>	Hab./Km <sup>2</sup>
Abasolo	89 209	601.73	148.25
Acámbaro	113 381	867.67	130.67
Apaseo el Alto	69 069	377.42	183.00
Apaseo el Grande	93 298	415.26	224.67
Atarjea	5 886	313.80	18.76
Celaya	507 101	553.18	916.70
Comonfort	83 632	485.90	172.12
Coroneo	12 148	122.90	98.84
Cortázar	92 574	331.80	279.01
Cuerámara	29 483	254.85	115.69
Doctor Mora	24 792	233.91	105.99
Dolores Hidalgo	158 095	1 656.27	95.45
Guanajuato	186 060	996.74	186.67
Huanímaro	21 196	130.57	162.33
Irapuato	576 418	845.16	682.02
Jaral del Progreso	39 629	174.37	227.27
Jerécuaro	54 403	877.25	62.02
León	1 553 437	1 219.67	1 273.65
Manuel Doblado	39 118	810.43	48.27
Moroleón	51 305	156.97	326.85
Ocampo	24 049	1 019.49	23.59
Pénjamo	158 347	1 554.82	101.84
Pueblo Nuevo	12 120	60.55	200.17
Purísima del Rincón	77 767	288.44	269.61
Romita	60 777	442.10	137.47
Salamanca	279 922	745.96	375.25
Salvatierra	100 083	581.82	172.02
San Diego de la Unión	39 052	990.17	39.44
San Felipe	113 976	2 969.79	38.38
San Francisco del Rincón	120 882	415.73	290.77

San José Iturbide	81 368	534.11	152.34
San Luis de la Paz	125 724	2 030.14	61.93
San Miguel de Allende	175 157	1 537.19	113.95
Santa Catarina	5 446	193.67	28.12
Santa Cruz de Juventino Rosas	85 480	424.64	201.30
Santiago Maravatío	6 865	91.03	75.41
Silao de la Victoria	190 465	531.41	358.41
Tarandacua	12 470	117.39	106.23
Tarimoro	37 396	330.66	113.10
Tierra Blanca	19 532	391.65	49.87
Uriangato	63 879	113.80	561.33
Valle de Santiago	149 950	815.52	183.87
Victoria	20 190	1 042.55	19.37
Villagrán	60 139	125.44	479.42
Xichú	11 994	912.20	13.15
Yuriria	75 584	664.14	113.81
<b>TOTAL</b>	<b>5 908 845</b>	<b>30 350.26</b>	<b>194.69</b>

Fuente: INEGI 2015 –CONAPO- INAFED, con datos del Sistema Integral de Información Geográfica y Estadística del INEGI

### 3.2. Clima

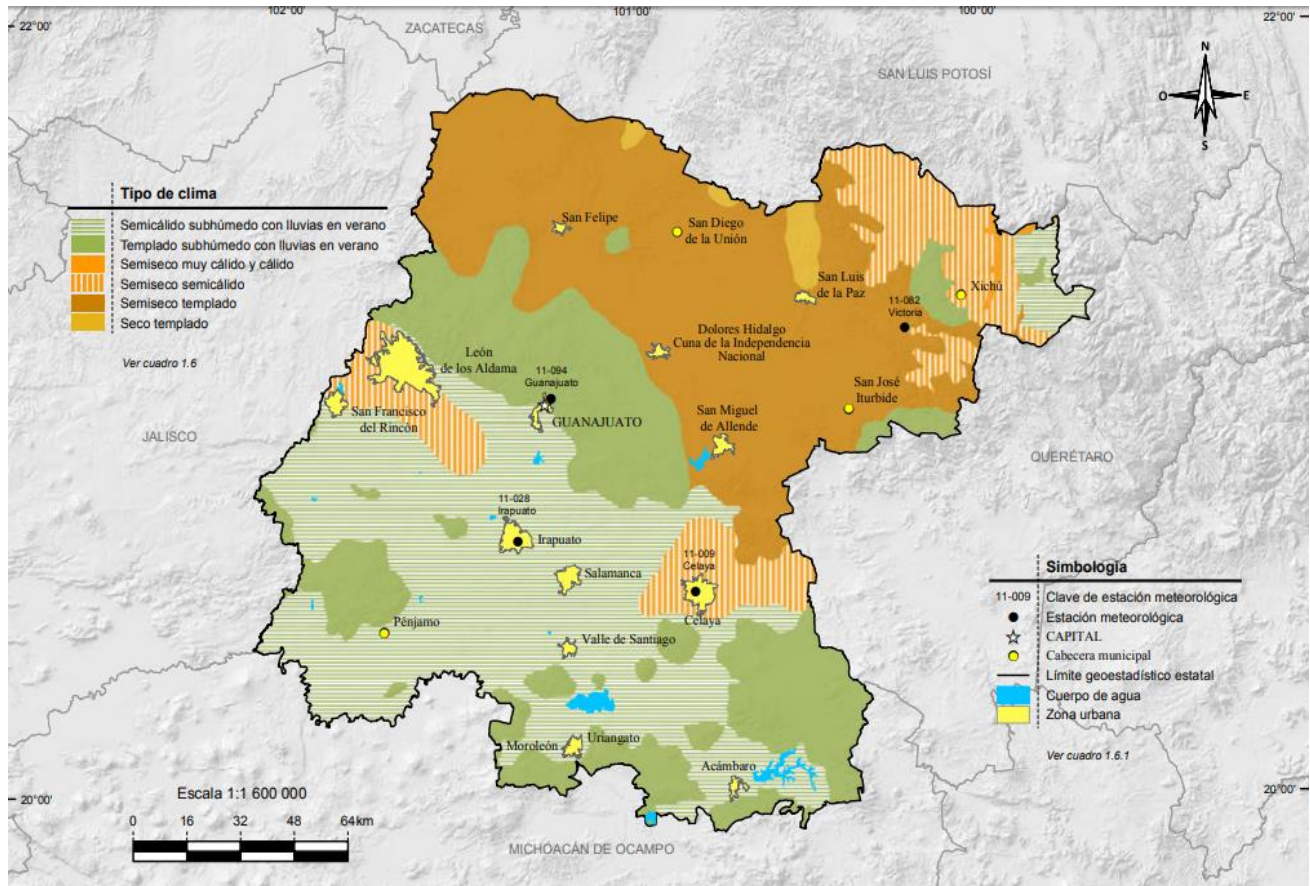


Figura 3.1 Mapa de climas en el estado de Guanajuato  
Fuente: Anuario estadístico y geográfico de Guanajuato

En el territorio de la entidad se presentan tres tipos de macroclimas, a saber: a) Semicálido subhúmedo con lluvias en verano; b) Templado subhúmedo con lluvias en verano; c) Semiseco muy cálido y cálido. Los macroclimas semiseco templado y semicálido subhúmedo abarcan, con sus diferentes variantes, a cerca del

80% del territorio estatal, en tanto que el templado cubre poco más del 20%. De especial importancia resulta ser el clima semicálido, ya que cubre la porción centro-sur del Estado, donde se localizan las extensas llanuras distintivas del llamado Bajío guanajuatense.

### 3.3 Entorno demográfico

La población total de Guanajuato es 5,908,845 habitantes, cifra que represento el 4.86 % de la población nacional. Guanajuato se ubica entre las entidades del país más densamente pobladas, con 195 habitantes por km<sup>2</sup>.

### 3.4 Entorno socioeconómico

La población total en el año 2015 es de 5 853 677 personas, de las cuales el 51.7% son mujeres y el 48.3% hombres, según la Encuesta Intercensal 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

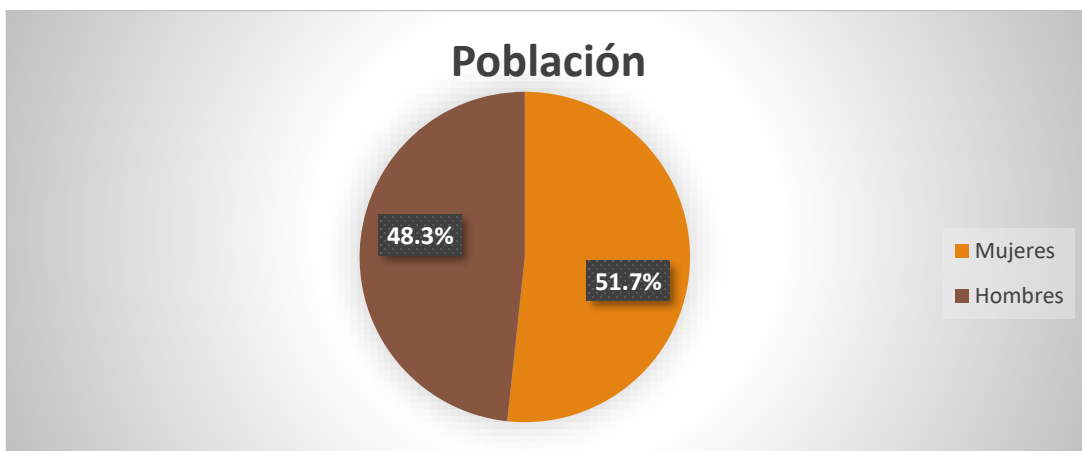


Figura 3.2 Población total del estado de Guanajuato, 2015

En lo que respecta al nivel educativo, en el ciclo escolar 2017-2018 se tuvo un grado promedio de escolaridad de 8.5 por debajo del promedio nacional que es de 9.4, y un alto índice de analfabetismo (5.2%) en comparación con el total nacional (4.4%)<sup>2</sup>.

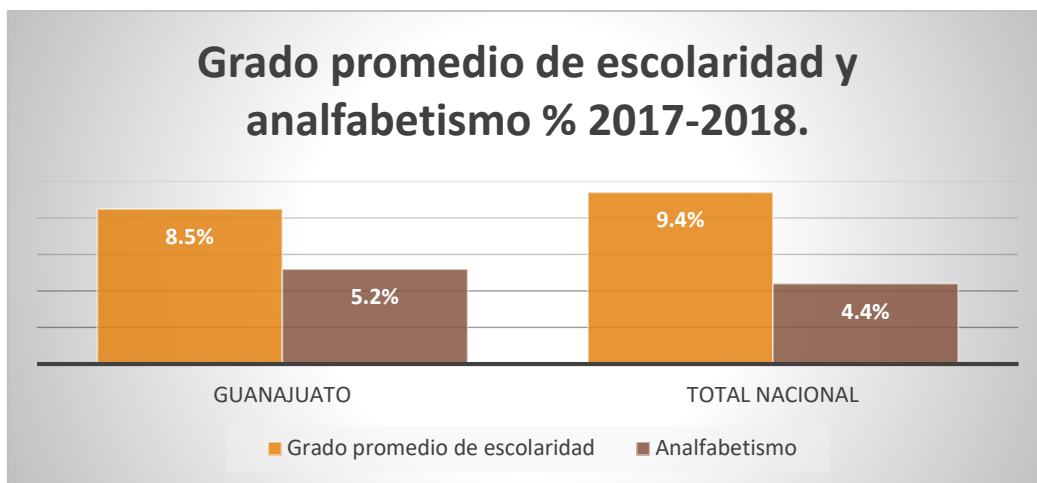


Figura 3.3 Grado de escolaridad y analfabetismo

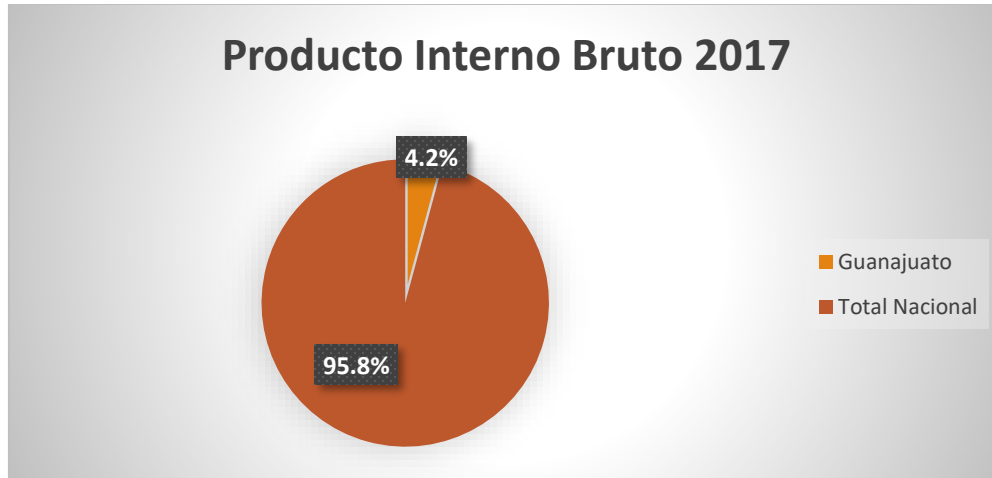
**Referencias:**

1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2010.

2.. Sistema Nacional de Información Estadística Educativa. Estimaciones con base en el censo de población y vivienda 2010, unidad de medida grados. Información al 31 de diciembre de cada año, INEA.

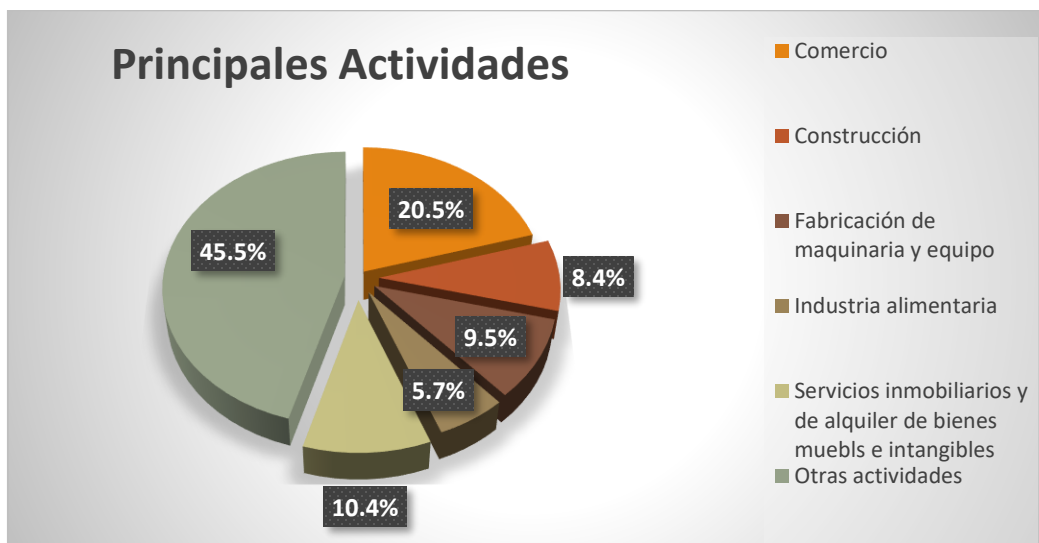
<http://www.snie.sep.gob.mx/>

El Producto Interno Bruto (PIB) de Guanajuato en 2017 representó el 4.2% y ocupó el sexto lugar, con respecto al total nacional y en comparación con el año anterior tuvo una variación en valores constantes de 4.9%<sup>1</sup>.



**Figura 3.4** Producto interno Bruto

Entre las principales actividades se encuentran: comercio (20.48%); construcción (8.38%); fabricación de maquinaria y equipo (9.53%); industria alimentaria (5.74%); servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (10.36%). Juntas representan el 54.49% del PIB estatal<sup>1</sup>.



**Figura 3.5** Principales actividades de los sectores

Los sectores estratégicos en el estado de Guanajuato son: agroindustrial, autopartes-automotriz, productos químicos, cuero-calzado y confección-textil-moda. Mientras que, a futuro se espera que sean: servicios de

investigación, turismo, equipo médico, y farmacéuticos y cosméticos<sup>2</sup>. El indicador trimestral de la actividad económica estatal (ITAE), ofrece un panorama de la situación y evolución económica del estado en el corto plazo. Para el tercer trimestre de 2017, Guanajuato registró un crecimiento en su índice de actividad económica de 8.7% con respecto al mismo periodo del año anterior.

**Tabla 3.2** Indicador trimestral de la actividad económica del estado de Guanajuato en 2017.

Concepto	Variación porcentual anual				
	2017				
	T1	T2	T3	T4	Anual
<b>Total</b>	8.7	5.4	3.5	2.3	4.9
<b>Actividades primarias</b>	8.1	1.7	12.8	1.8	5.7
<b>Actividades secundarias</b>	9.7	3.9	1.4	-0.3	3.6
<b>21 - Minería</b>	1.5	0.2	2.3	18.7	5.4
<b>22 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final</b>	8.4	30.3	6.8	14.7	14.6
<b>23 - Construcción</b>	20.0	12.4	-0.3	0.5	7.8
<b>31-33 - Industrias manufactureras</b>	7.0	0.2	1.6	-1.7	1.7
<b>Actividades terciarias</b>	8.0	6.6	4.2	4.0	5.6
<b>43-46 - Comercio</b>	10.9	8.3	12.6	9.7	10.3
<b>Resto</b>	6.7	5.8	0.3	1.0	3.3

Fuente: INEGI

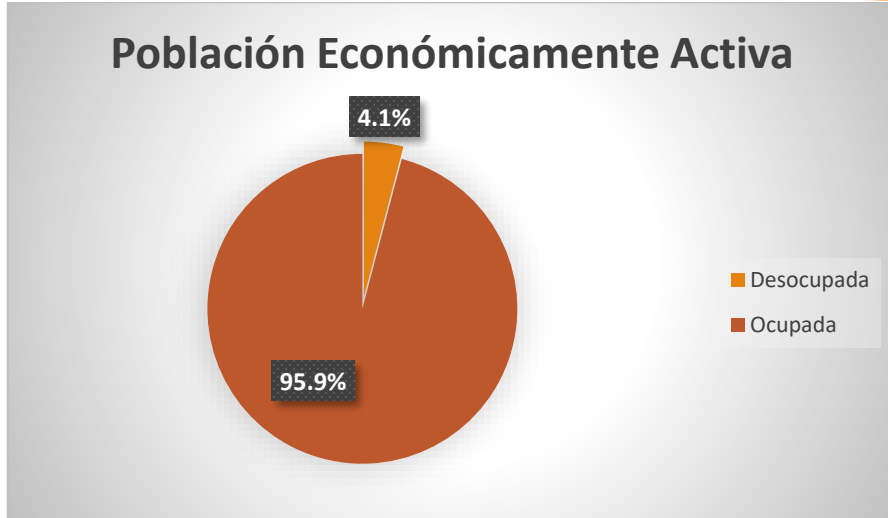
Por grupo de actividad económica\*\*, las actividades primarias tuvieron un crecimiento anual de 5.7%, mientras que las secundarias y terciarias registraron un crecimiento de 3.6% y 5.6% respectivamente. Siendo las actividades primarias las que mayor contribuyeron al desempeño positivo de la entidad.

Según cifras del INEGI, al mes de diciembre de 2017, León y Cortázar registraron una tasa de inflación anual de 7.09% y 8.52%, respectivamente. Por encima de la inflación nacional (6.77%).

De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas<sup>3</sup>, esta entidad federativa cuenta con 259 970 Unidades Económicas, lo que representa el 5.1% del total en nuestro país.

Al tercer trimestre de 2017, la Población Económicamente Activa (PEA)\*\*\* ascendió 2 556 483 personas, lo que representó el 59.7% de la población en edad de trabajar. Del total de la PEA, el 97.2% está ocupada y el 2.8% desocupada<sup>4</sup>.

Del total de la PEA, el 95.9% está ocupada y el 4.1% desocupada<sup>4</sup>.



**Figura 3.6** PEA del estado de Guanajuato

**Referencias:**

- 1 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 06 de diciembre de 2017.
- 2 Delegación Federal de la Secretaría de Economía en el estado de Guanajuato, enero 2017.
- 3 Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (DENUE interactivo, marzo 2017).
- 4 Resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Cifras durante el tercer trimestre de 2017 [14 de noviembre de 2017]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

\*\* Las actividades primarias están relacionadas con la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza. Las actividades secundarias corresponden a los sectores dedicados a la industria de la minería, manufacturas, construcción y electricidad. Finalmente, las actividades terciarias conciernen al comercio, transportes, correos y almacenamiento, entre otras.

\*\*\* Personas de 15 años y más que durante el periodo de referencia realizaron o tuvieron una actividad económica (población ocupada) o buscaron activamente realizar una en algún momento del mes anterior al día de la entrevista (población desocupada)

## 4. Características y evolución de la infraestructura energética en Guanajuato

### 4.1 Origen y desarrollo del sector energético en Guanajuato

Guanajuato se ha caracterizado por ser precursor de grandes cambios nacionales. En términos del sector energético, se pueden citar las primeras máquinas de vapor en el país, las cuales fueron usadas en la época postcolonial para la extracción de minerales (Mineral de Valenciana, entre otras).

#### **La Primera Planta Eléctrica de México**

En México, la industria eléctrica se inició el año de 1879, al entrar en operación la primera planta de generación eléctrica en México, en la empresa textil de Hayser y Portillo, “La Americana” de la ciudad de León, Guanajuato, para su propia iluminación por arco eléctrico.

#### **La Industria Eléctrica en Guanajuato**

Durante el periodo de 1887-1911 se organizan más de 100 empresas de luz y fuerza motriz en México (principalmente en los estados de Puebla, Hidalgo, Guanajuato, San Luis Potosí, Nuevo León, México, Querétaro, Aguascalientes, Michoacán, Campeche, Jalisco, Chiapas, Zacatecas y Tabasco). En un principio esas empresas eran de capital nacional, pero pronto la industria empezó a ser dominada por empresas extranjeras.

En Guanajuato, durante los años de 1910-1911 se establece una de las primeras Empresas de generación de Energía Eléctrica, conocida como The Guanajuato Power & Electric Company con un capital inicial de inversión de 5.0 millones de Pesos de aquella época, básicamente de capital norteamericano.

Las empresas extranjeras encausaron según sus intereses el desarrollo eléctrico en México, sin considerar la electrificación rural, por considerarla poco redituable, así, los beneficios de la electrificación no tenían los alcances sociales requeridos para el desarrollo nacional, por lo que el gobierno, reconociendo que la industria eléctrica tiene una importancia capital en los aspectos político, económico y social, inició el establecimiento de medidas regulatorias diversas. En un principio, la legislación y el control en materia eléctrica tuvieron un inicio anárquico con la participación de diversas dependencias oficiales. La primera legislación data de 1926 y corresponde al Código Nacional Eléctrico, que declara a la industria eléctrica de utilidad pública. Las dificultades institucionales para aplicar debidamente la regulación, la anarquía entre las empresas concesionarias y su falta de inversiones en nueva capacidad de generación, llevan finalmente a crear la Comisión Federal de Electricidad el 14 de agosto de 1937, dependiente de la Secretaría de Economía, la que el 14 de enero de 1949 pasa a ser organismo descentralizado.

El desarrollo eléctrico realizado por la CFE a partir de 1944 en las áreas no cubiertas por las empresas extranjeras, así como el crecimiento de su propia capacidad de generación que cubría los déficits de esas mismas empresas, teniendo una presencia cada vez mayor a nivel nacional, creó las bases para la Nacionalización de la Industria Eléctrica anunciada el 27 de septiembre de 1960, al adquirirse durante ese año las acciones de las empresas extranjeras que controlaban parte de la industria eléctrica en México. Acto seguido se modifica el Artículo 27 Constitucional, adicionándole el párrafo sexto que establece la exclusividad del Estado en la prestación del Servicio Público de Electricidad.

Algunas compañías eléctricas de la región central del país se fusionaron en la Industrial Eléctrica Mexicana S. A de C. V., que operó hasta el 14 de agosto de 1967 como subsidiaria de CFE, fecha del decreto que las liquida,



integrándose a la misma como División Centro de CFE, siendo el Ing. Enrique Caldera González su primer Gerente Divisional, la que posteriormente cambió de nombre a División Bajío, que cubre los estados de Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas.

### **La primera Hidroeléctrica fabricada en Latinoamérica**

En los años de 1943 a 1958 se construyó e instaló una de la primera planta de generación hidroeléctrica en la cuenca del Río Lerma justo en la frontera entre el estado de Guanajuato y Michoacán (La Piedad), dando inicio el 24 de agosto del mismo año. La turbina hidráulica que construyera el ingeniero mecánico electricista José García Castillo, instalada en “EL Salto” desarrolló 1,200 caballos de fuerza. Esa turbina fue construida en los talleres mecánicos de la Familia García Castillo, quién empleó un tiempo de 3 años para dejarla instalada y prestando eficaz servicio en una importante zona agrícola de Guanajuato y Michoacán. Esta turbina hidráulica fue la primera que se construyó en América Latina.

### **Desarrollos posteriores**

En 1969 se iniciaron las obras de la Termoeléctrica de Salamanca, entrando en operación por etapas, con capacidad instalada total de 866 MW, con 4 Unidades, anexa a la Refinería de Salamanca. En 1970 se tenían en operación la Termoeléctrica de Celaya de 42,375 kW, y la Turbogas de Salamanca de 14,000 kW. Estaban en proceso de construcción las primeras dos unidades de 150 MW de la Termoeléctrica de Salamanca para completar 300 MW en su primera etapa. El déficit de energía eléctrica se cubría con suministro desde la Hidroeléctrica de Malpaso en Chiapas.

En 1975 se construyó en San Luis de la Paz, Guanajuato, la que en su momento fue la central termoeléctrica solar más grande del mundo, la que con 1,500 m<sup>2</sup> de área eficaz de colectores solares, calentaba agua para después accionar una turbina de freón y su generador eléctrico de 30 kW, electricidad con la que se energizaba una bomba de pozo profundo junto a la central solar, la que fue construida por la sociedad francesa Sofretés, en convenio con la Subsecretaría del Medio Ambiente de la Secretaría de Salud Pública, denominado Proyecto Tonatíuh. La central se construyó sin hacer previamente la adaptación tecnológica a la normatividad técnica nacional, por lo que la Central Solar no pudo continuar en operación, al requerir necesariamente repuestos franceses, incluso para los componentes más simples: tornillos, empaques, fusibles, válvulas, conectores eléctricos, etc.

### **Desarrollos recientes**

Como central de autoabastecimiento y productor independiente, entró en operación el 15 de enero del 2002, la Central de Ciclo Combinado a gas natural, Energía Azteca VIII, SA de R.L. de C.V., de 597 MW y una generación autorizada de 4 399 GWh por año, en enero 2015 entró en operación la central de cogeneración Salamanca de CFE de tipo ciclo combinado, en modalidad de ciclo abierto con una capacidad de 373.1 MW.

### **La Industria del Petróleo**

Entre 1890 y 1940 el panorama de desarrollo nacional en el uso de los derivados del petróleo parece prometedor por las inversiones extranjeras y exportaciones petroleras. En 1921, México se ubica con 530 Mil Barriles Diarios (MBD), como el segundo productor mundial de crudo, después de Estados Unidos. Sin embargo, la evolución del sector energético de México se ve duramente golpeado por la explotación anárquica de los pozos de petróleo, la injusticia laboral y la falta de cumplimiento de las regulaciones para los concesionarios, así, en 1938 se decreta la expropiación petrolera de los bienes de las 15 empresas existentes en el país y las tres navieras para su comercialización, en cumplimiento de los postulados

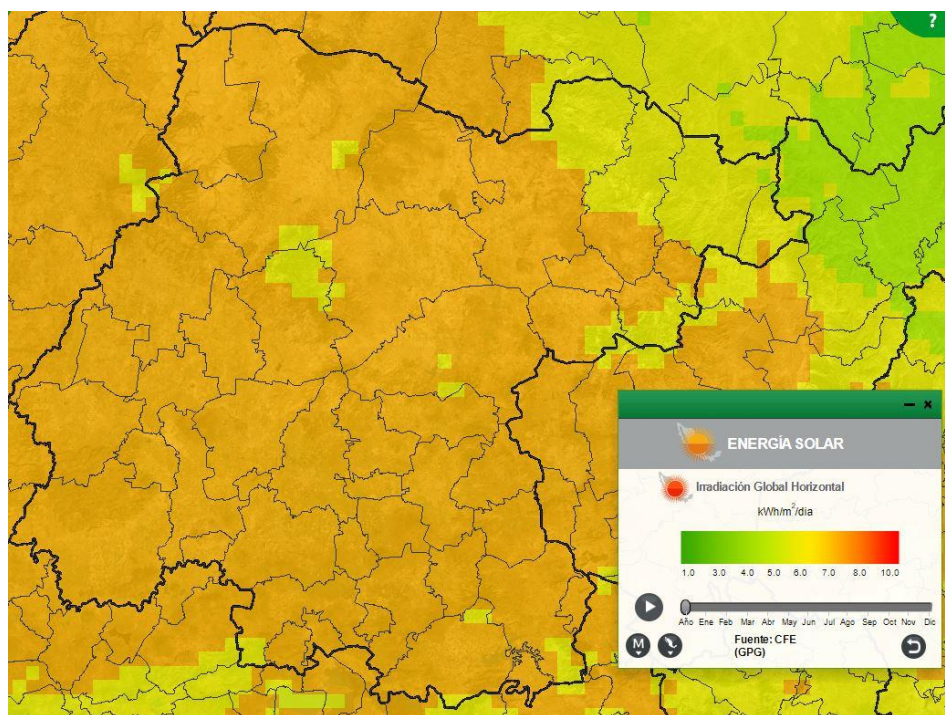
fundamentales de la Constitución Política de 1917, que establecía la propiedad original de la Nación sobre sus recursos naturales.

En 1950 se inicia en la ciudad de Salamanca Guanajuato la construcción de la refinería (Ing. Antonio M. Amor conocida como RIAMA) de Petróleos Mexicanos (PEMEX), siendo este un foco importante de distribución de carburantes y materia prima (para la zona centro del país en el corredor México-Guadalajara), con capacidad de 240 mil barriles diarios de Refinación, en 10 Plantas de proceso.

## 4.2 Estimación preliminar de los recursos energéticos renovables de Guanajuato

### 4.2.1 Energía Solar

Por la latitud geográfica del Estado de Guanajuato, la radiación solar recibida varía de los 4.8 a los 7.2 kWh/m<sup>2</sup>-día durante el transcurso del año, con un valor medio aritmético de 6 kWh/m<sup>2</sup>-día. Esto significa que, como potencial bruto de superficie, la energía solar que recibe por día el Estado de Guanajuato corresponde a 182.964 TWh, equivalentes a 658.67 PJ/día, lo que en base anual corresponde a 240 414.55 PJ/año, equivalente a 1,600 veces el consumo final energético del Estado. Esto significa que una superficie de 20 Km cuadrados recibe una cantidad de energía solar equivalente al consumo total actual del Estado. Si consideramos que una vivienda eficiente consume 7 kWh/m<sup>2</sup>-año y su azotea recibe 6 kWh/m<sup>2</sup>-día, el techo de la casa recibe del orden de 300 veces la energía que consume como electricidad. Considerando que los sistemas fotovoltaicos tienen como media una eficiencia de 10%, la energía recuperable es treinta veces mayor que el consumo.



**Figura 4.1:** Irradiación Global Horizontal en el Estado de Guanajuato. Fuente: INEL-SENER.

La energía solar constituye indudablemente el mayor potencial disponible, tanto como fuente de calor para usos domésticos, así como para procesos agropecuarios e industriales. También como fuente para generación de electricidad para el autoabastecimiento de edificaciones, con la posibilidad técnico-económica de transferir excedentes a la red eléctrica de servicio público.

### 4.2.2 Energía Eólica

El potencial eólico del Estado de Guanajuato es importante. Su Potencial Técnico, es decir, el que puede ser asimilado por el Sistema Eléctrico regional, es del orden de 5 000 MW para los próximos treinta años, lo que significa una generación bruta de 12.7 TWh, equivalentes a 45.7 PJ por año. El desarrollo de este potencial dependerá del marco legal de explotación de las energías renovables para fines de generación eléctrica, y al régimen especial al que deben sujetarse para garantizar un precio justo para los productores independientes y autoabastecedores con excedentes, y hacer viables así las inversiones posibles.

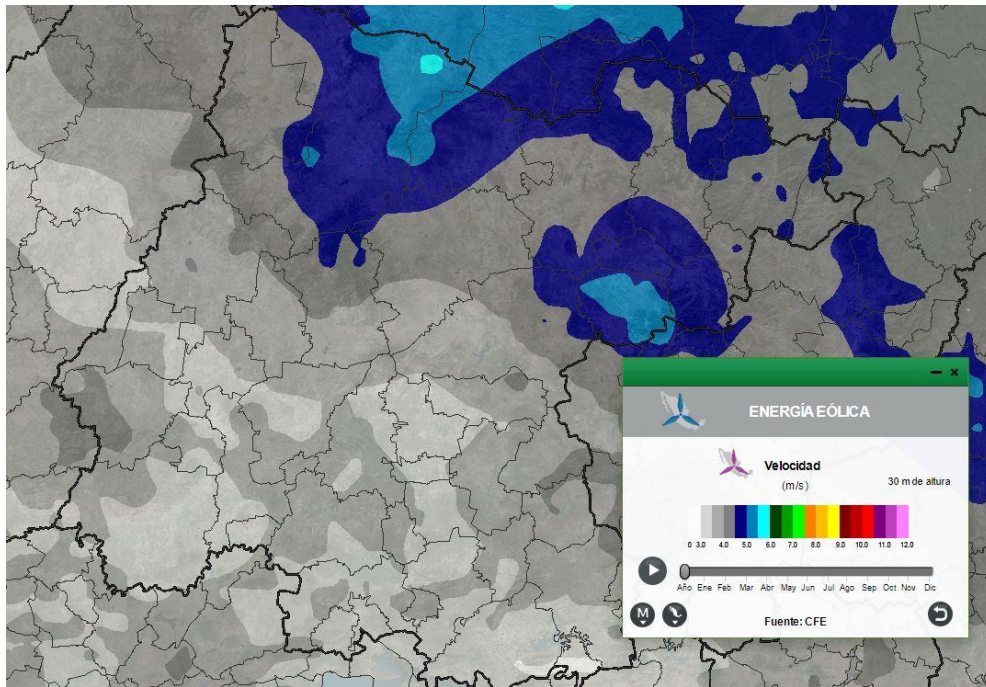


Figura 4.2: Velocidad del viento a 30 m de altura en el estado de Guanajuato: Fuente INEL-SENER.

CAPACIDAD INSTALADA EN 2017: 4,006 MW



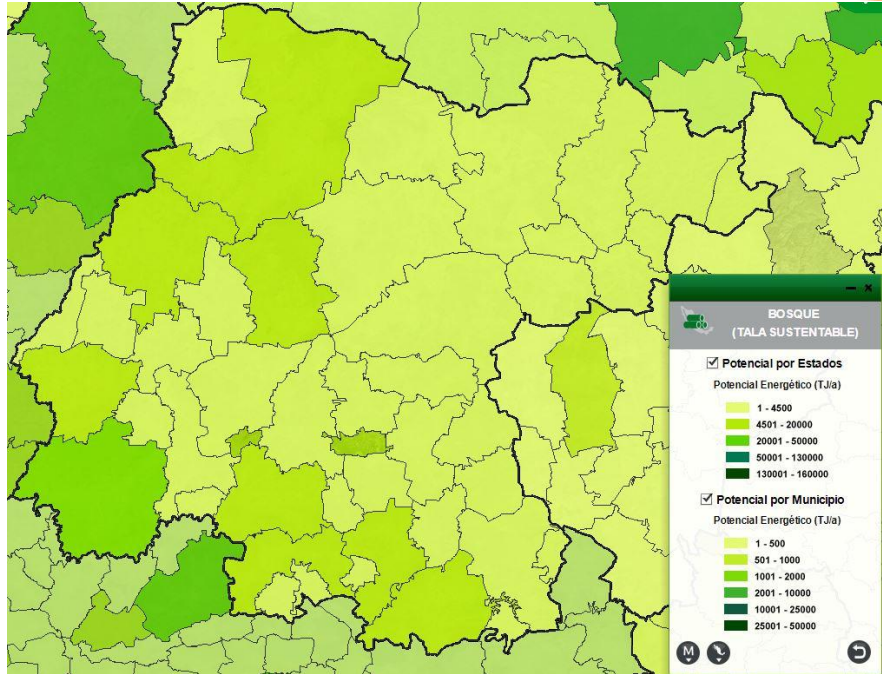
**Figura 4.3:** Proyectos eólicos previstos en el 2017.  
Fuente Asociación mexicana de energía eólica.

#### 4.2.3 Energía de Biomasa

La producción bruta de biomasa inducida, correspondiente a esquilmos agrícolas, estiércoles de actividades pecuarias, así como residuos de explotaciones forestales y residuos sólidos y líquidos municipales se presentan en las siguientes figuras.

##### **Potencial energético por Residuos Forestales.**

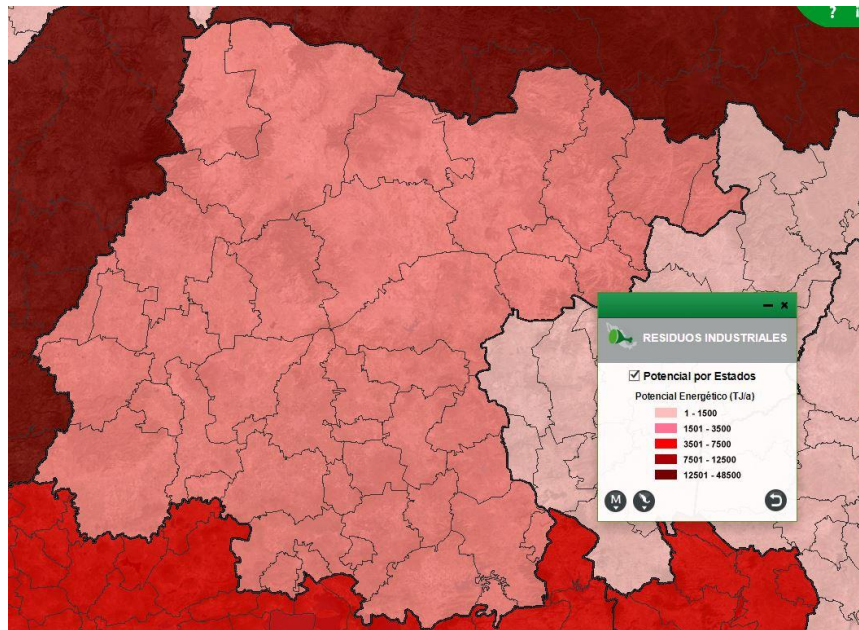
El mayor potencial de residuos forestales del estado de Guanajuato se localiza al sureste del estado, correspondiente a los municipios de Pénjamo, Abasolo y Valle de Santiago con un potencial de residuos forestales mayor de 4 000 TJ/año, le siguen municipios como Yuriria, Salvatierra, Jaral del Progreso, Acámbaro con un potencial comprendido de 1 500 a 4 000 TJ/año, los demás municipios poseen un potencial menor a 1 500 TJ/año, esto se muestra en la siguiente figura:



**Figura 4.4:** Potencial energético de residuos forestales en el Estado de Guanajuato. Fuente: INEL-SENER.

#### **Potencial Energético por Residuos Industriales.**

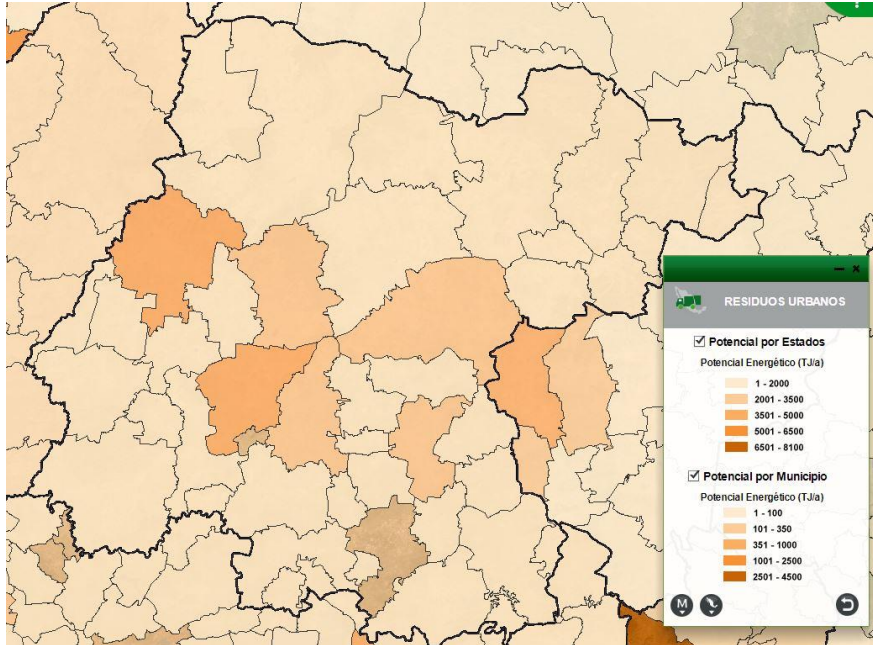
El Estado de Guanajuato posee un potencial energético por residuos industriales menor a 1 500 TJ/año, como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 4.5:** Potencial energético de residuos Industriales en el Estado de Guanajuato. Fuente: INEL-SENER.

### Potencial Energético por Residuos Urbanos.

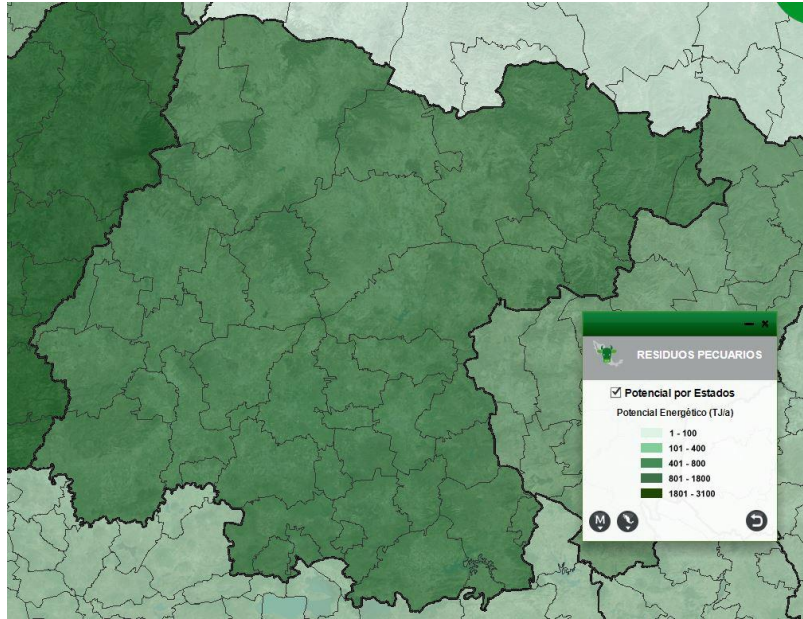
El Estado de Guanajuato posee un potencial energético menor a 2 000 TJ/año, los municipios de mayor población como León e Irapuato poseen un potencial energético por residuos urbanos en el rango de 351 a 1 000 TJ/año, los municipios de población menor como Salamanca, Celaya, Guanajuato, San Miguel de Allende están en el rango de 101 a 351 TJ/año, los demás tienen un potencial menor a 100 TJ/año, como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 4.6:** Potencial energético de residuos urbanos en el Estado de Guanajuato. Fuente: INEL-SENER.

### Potencial Energético de Residuos Pecuarios.

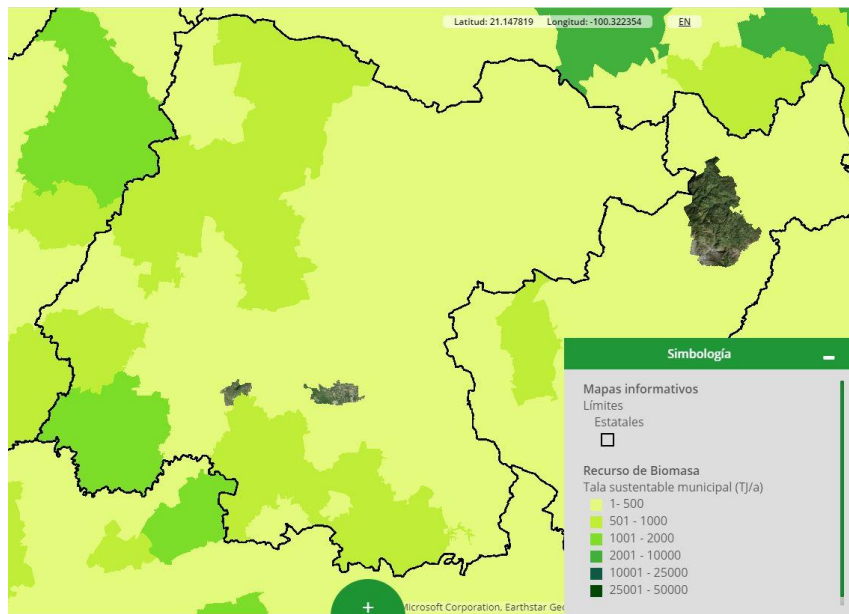
Guanajuato tiene un potencial energético por recurso pecuarios en el rango de 801 a 1 800 TJ/año, que a nivel nacional puede considerarse alto, solo por abajo de los estados de Sonora, Durango, Jalisco y Puebla, que están en el rango de 1 801 a 4 669.50 TJ/año, como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 4.7:** Potencial energético de residuos pecuarios en el Estado de Guanajuato. Fuente: INEL-SENER.

**Potencial Energético por Tala Sustentable.**

El Estado de Guanajuato posee un potencial energético por tala sustentable dentro del rango de 4 501 a 20 000 TJ/año, el municipio con mayor potencial energético por tala sustentable es San Luis de la Paz con 1 505.23 TJ/año, otros municipios como Guanajuato, San Felipe, León, Valle de Santiago, Yuriria y Acámbaro, poseen un potencial dentro del rango de los 501 a 1 000 TJ/año, los demás municipios están por debajo de los 500 TJ/año, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 4.8:** Potencial energético de tala sustentable en bosque en el Estado de Guanajuato. Fuente: INEL-SENER.

#### 4.2.4 Energía Geotérmica

De los estudios realizados por la Comisión Federal de Electricidad, para inventariar las manifestaciones geotérmicas en el territorio nacional, los resultados para Guanajuato se resumen en lo expuesto a continuación. Las rocas que afloran en el Estado de Guanajuato son de origen sedimentario, ígneo intrusivo y extrusivo, y metamórfico, formando unidades litológicas definidas que varían en edad desde el Triásico – Jurásico hasta el Reciente.

Son dos los sistemas de fallamiento que afectan al área: El N-S, relacionado con la Sierra Madre Occidental (Oligoceno-Mioceno) y el ENE-WSW, del eje volcánico transmexicano (Plioceno) siendo la conjugación de estos sistemas de fallamiento lo que al parecer favoreció el ascenso del magma a profundidades someras que, en combinación con la circulación de fluidos en el subsuelo, han dado lugar a las manifestaciones termales presentes.

Se localizaron 169 manifestaciones termales de las que 35 corresponden a manantiales con temperaturas que varían desde 26 hasta 93° C y 134 que son pozos termales cuyas temperaturas oscilan entre los 25 y los 72° C.

Después del análisis y evaluación de todas las manifestaciones termales detectadas en el Estado, se diferenciaron seis zonas cuyas características geológico-estructurales las definen como áreas con posibilidades geotérmicas. Esas zonas son en orden de importancia:

Zona 1. San Bartolomé de los Baños, municipio de Apaseo El Alto; Temperaturas: 34. 5° mínima y 91° C máxima.

Zona 2. Ejido Urireo, municipio de Salvatierra. Temperatura máxima 81° C.

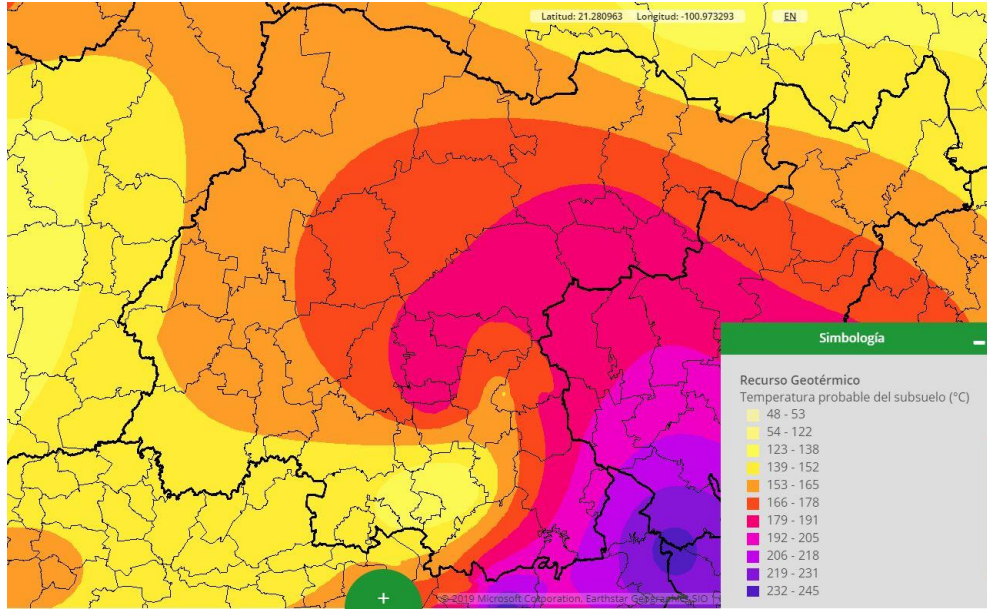
Zona 3. La Playa, municipio de Manuel Doblado. Temperatura máxima 41. 9° C.

Zona 4. Comanjilla, municipio de Guanajuato. Temperatura mínima 75.5° C, máxima 93.3° C.

Zona 5. Valle de Santiago, municipio de Valle de Santiago. Temperatura máxima 31.7° C.

Zona 6. Abasolo, municipio de Abasolo. Temperatura máxima 72.5° C.

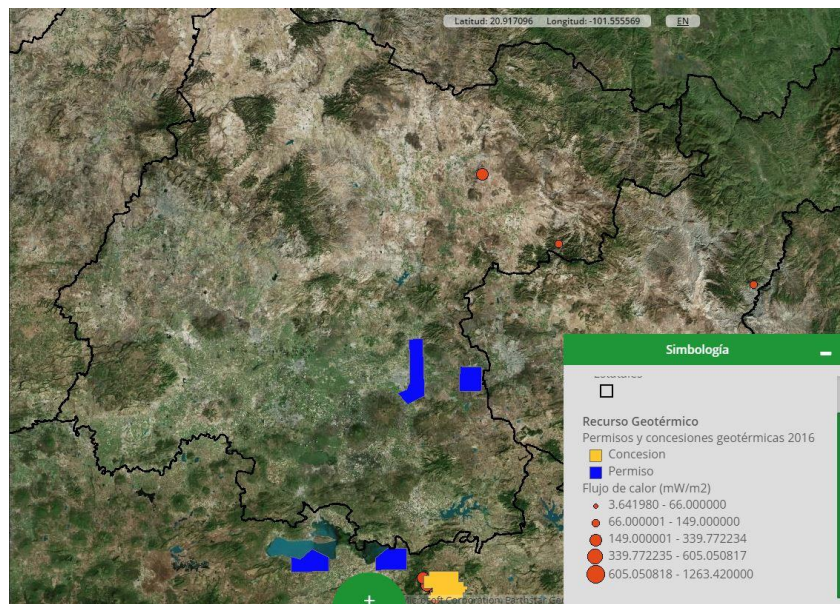




**Figura 4.9:** Temperatura probable del subsuelo en el Estado de Guanajuato. Fuente: INEL-SENER.

Las manifestaciones geotérmicas inventariadas por Comisión Federal de Electricidad en Guanajuato totalizan 169 de las cuales 34 son manantiales y 135 pozos de los que emergió agua caliente.

El aprovechamiento energético de esta manifestación geotérmica se ha limitado a balnearios, habiendo un potencial inexplorado de aplicaciones industriales en que se requiere agua caliente para procesos térmicos en la industria textil, del cuero, bebidas y alimentos envasados.



**Figura 4.10:** Energía Geotérmica en el Estado de Guanajuato. Fuente: INEL-SENER.

#### 4.2.5 Energía Minihidráulica

Guanajuato no es un Estado que se caracterice por disponer de un potencial hidroenergético. Sus condiciones de precipitación pluvial, en las dos regiones hidrológicas, la Rh 12, del Lerma-Santiago que fluye hacia el

Pacífico, y la Rh 26 del Alto Pánuco que fluye hacia el Golfo, se encuentran por debajo de la media nacional. Además del carácter marcadamente estacional donde más del 80% ocurre de junio a septiembre. En el Norte la precipitación anual va de 400 a 600 mm. En el Centro y Sur de 600 a 800 mm, y en las sierras en el orden de los 800 mm. En la cuenca del Río Santa María, y sus afluentes, en el Municipio de Xichú que confluyen en el Alto Pánuco, parece ser que por lo agreste de la topografía pudiese haber sitios de posible explotación microhidroeléctrica. La Sierra de Guanajuato por precipitación pluvial y topografía pudiera presentar algunos sitios de interés microhidráulico.

Este potencial no es significativo en el contexto de la oferta bruta de energía para el Estado, pero puede tener una importancia vital en términos de desarrollo local y municipal en una de las Regiones más atrasadas del Estado.

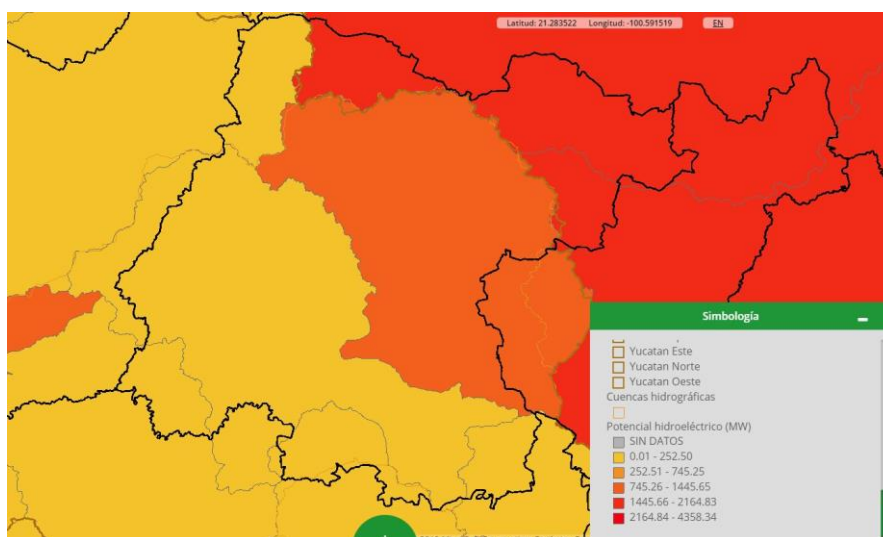


Figura 4.11: Potencial hidráulico del Estado de Guanajuato: Fuente: INEL-SENER.

#### 4.2.6 Resumen del potencial técnico explotable de energías renovables

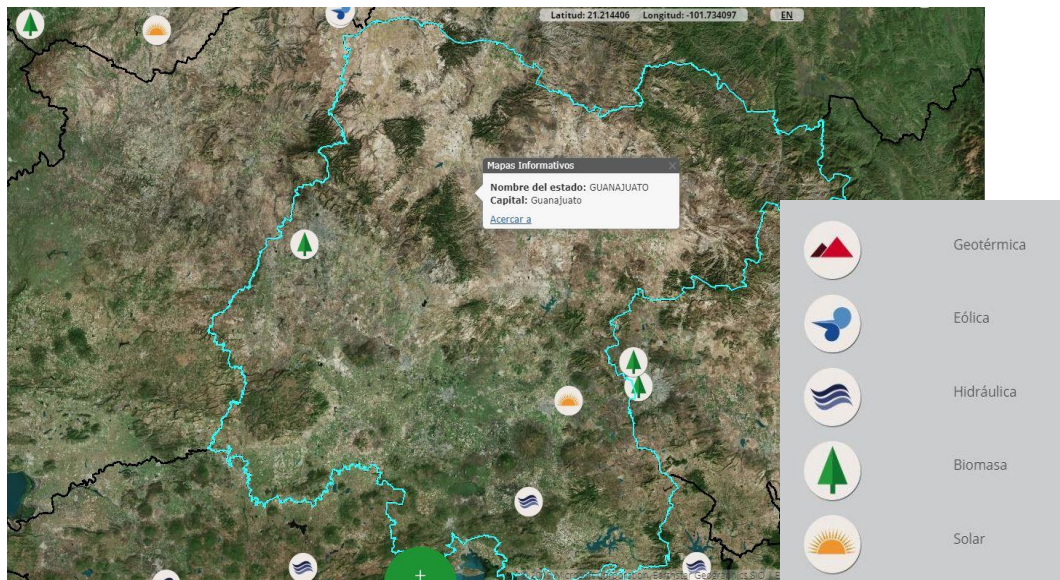
El INEL (Inventario Nacional de Energías Limpias) de la Secretaría de Energía es una plataforma de acceso público que muestra información recopilada mediante mapas a nivel nacional.

De acuerdo con la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), corresponde a la Secretaría de Energía (SENER) establecer y actualizar el INEL con programas que promuevan la participación de las energías renovables en la generación de electricidad a través de la implementación de proyectos en México. Actualmente muestra el mapa de potencial solar, el mapa de potencial eólico, el mapa de potencial geotérmico, el mapa de potencial en oleaje y el mapa de potencial en biomasa, además de un inventario de los proyectos en operación que utilizan estas energías renovables para producir energía y un inventario de los proyectos en fase de construcción.

Contiene información del potencial de generación eléctrica por fuentes de energía limpia en México, considerando la clasificación **Potencial Probado** y **Potencial Probable**.

**Potencial Probado.** - Indica que cuenta con suficientes estudios técnicos y económicos que comprueban su factibilidad de generación eléctrica. Se considera a todas las centrales en construcción o por iniciar obras que cuentan con permiso de la CRE para producir energía eléctrica.

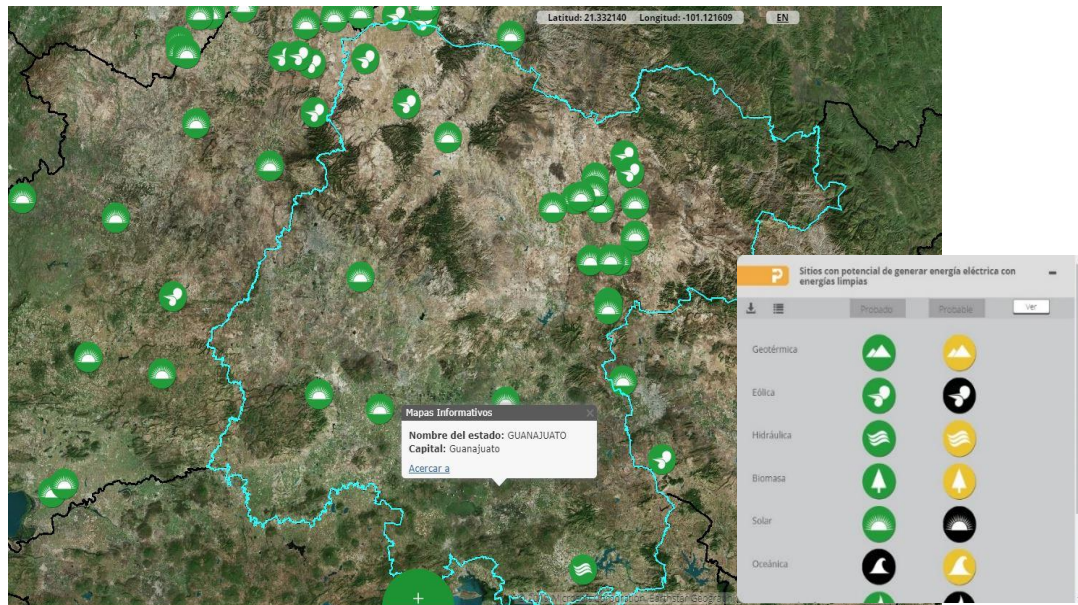
**Potencial Probable.** - Indica que se cuentan con estudios directos e indirectos de campo, pero que no cuenta con suficientes estudios que comprueben su factibilidad técnica y económica.



**Figura 4.12** Generación eléctrica actual por energías limpias en el Estado de Guanajuato. Fuente INEL-SENER.

**Tabla 4.1** Listado de generación de electricidad actual por energías limpias en el Estado de Guanajuato.

MUNICIPIO	NOMBRE	PRODUCTOR	TIPO	UNIDADES	CAPACIDAD INSTALADA (MW)	GENERACIÓN (GWh/año)	FUENTE
León	Ecosys III	Privado	Biogás	2	1.748	1.22	INEL
Salvatierra	Compañía Eléctrica Carolina, S. A. de C. V.	Privado	Pequeña Hidroeléctrica	1	2.49	4.42	INEL
Apaseo el Grande	Generadora Solar Apaseo	Privado	Fotovoltaica	3,164	0.97608	0	INEL



**Figura 4.13** Sitios probados en el Estado de Guanajuato con potencial de generación eléctrica por energías limpias. Fuente INEL-SENER.

**Tabla 4.2** Lista de sitios probados de generación eléctrica con energías limpias.

Municipio	Proyecto	Tipo	Subclasificación	Capacidad Instalable (MW)	Potencial GWh/a	Fuente
León	Central LFGE León	Biogás	Por iniciar obras	2.8	22.4	CRE
San Luis de la Paz	Aldesa Energías Renovables de México, Planta San Luis de la Paz (gen)	Aerogenerador Convencional	Por iniciar obras	30	88.648	CRE
San Luis de la Paz	Aldesa Energías Renovables De México, Planta San Luis De La Paz (pp)	Aerogenerador Convencional	Por iniciar obras	30	88	CRE
San Luis de la Paz	Eólica De Guanajuato	Aerogenerador Convencional	Por iniciar obras	63	193.158	CRE
San Felipe	Eólica Los Altos, Parque Eólico El Vigil	Aerogenerador Convencional	En construcción	40	122	CRE
San Felipe	Green Hub, Central El Roble	Aerogenerador Convencional	Por iniciar obras	24	82.81	CRE
Acámbaro	Hidroeléctrica Solís	Pequeña Hidroeléctrica	Por iniciar obras	15	34.36	CRE

Municipio	Proyecto	Tipo	Subclasificación	Capacidad Instalable (MW)	Potencial GWh/a	Fuente
Cuerámaro	Astilo 1 Solar (Central Cuerámaro 1)	Fotovoltaica	Por iniciar obras	34.232	63.38	CRE
San Miguel de Allende	Bluemex Power 7	Fotovoltaica	Por iniciar obras	30	64.31	CRE
San Miguel Allende	Bluemex Power 8	Fotovoltaica	Por iniciar obras	31.24	66.77	CRE
San Luis de la Paz	Crison 2 Solar, Central San Luis De La Paz 2	Fotovoltaica	Por iniciar obras	30	101.178	CRE
San Luis De La Paz	Delicias Solar	Fotovoltaica	Por iniciar obras	37.42	76.72	CRE
San Felipe	Desarrollo de Fuerza Renovable	Fotovoltaica	En construcción	50	151	CRE
Sílao	Ecopur	Fotovoltaica	En construcción	3.00672	6.7	CRE
Santa Cruz de Juventino Rosas	Enelim, Design & Engineering Of Renewable Energy Projects, Central Celaya	Fotovoltaica	Por iniciar obras	11	20.253	CRE
Irapuato	Enercity	Fotovoltaica	En construcción	1.456	2.537	CRE
San Miguel Allende	FV MEXSOLAR I (pp)	Fotovoltaica	En construcción	35.11	71.6	CRE
San Miguel de Allende	FV MEXSOLAR I (gen)	Fotovoltaica	En construcción	30	71.6	CRE
San Miguel de Allende	FV MEXSOLAR II	Fotovoltaica	En construcción	30	71.6	CRE
La Soledad	Iberdrola Renovables Irapuato	Fotovoltaica	Por iniciar obras	50	87.6	CRE
San Luis de la Paz	Inversiones y Promociones Solares del Centro	Fotovoltaica	Por iniciar obras	33.26	70.13	CRE
Apaseo El Grande	Meso 4 Solar, Central Guanajuato	Fotovoltaica	Por iniciar obras	31.68	55.168	CRE
San Miguel Allende	Orsipo 5 Solar	Fotovoltaica	Por iniciar obras	31.68	61	CRE
San Luis de la Paz	Parque Solar Don José S. A. de C. V.	Fotovoltaica	Por iniciar obras	250	651	CRE
San Luis de la Paz	Potosí Solar	Fotovoltaica	Por iniciar obras	37.422	80.46	CRE
San Luis De La Paz	HQ México Solar II [Prosolia Internacional de México (Planta San Luis de la Paz)]	Fotovoltaica	Por iniciar obras	33	60	CRE

Municipio	Proyecto	Tipo	Subclasificación	Capacidad Instalable (MW)	Potencial GWh/a	Fuente
San Luis de la Paz	Proteus Solar, Central Carbonera De Ojo De Agua	Fotovoltaica	Por iniciar obras	66.816	156.94	CRE
San Luis de la Paz	Sonne De Iturbide	Fotovoltaica	Por iniciar obras	38.7	60	CRE
San Luis de la Paz	Sonne De Kiko	Fotovoltaica	En construcción	30	60	CRE
Jerécuaro	Sonne De Odilon, Planta I (aut)	Fotovoltaica	Por iniciar obras	14.982	25.66	CRE
San Miguel de Allende	Sonne De Odilon, Planta II (pp)	Fotovoltaica	Por iniciar obras	14.982	25.666	CRE
Doctor Mora	Tampico Solar, Central Carbonera De Guadalupe	Fotovoltaica	Por iniciar obras	33.408	78.47	CRE

Fuente: CRE, <https://datos.gob.mx/busca/dataset/permisos-otorgados-por-la-comision>, Lista de permisos y autorizaciones otorgados en materia de electricidad (fecha de consulta 8 de mayo de 2019)

### 4.3 Expectativas de crecimiento del sector energético en Guanajuato

#### 4.3.1 Crecimiento esperado de la demanda energética

De manera general, el consumo total, en el sector energía y el consumo en los sectores productivos se encuentran en promedio del 4% respecto a sus correspondientes nacionales. Se destaca un consumo per cápita de electricidad por arriba del promedio nacional, no así el consumo per cápita de energía por debajo del promedio nacional, que habla de un eficiente de la energía.

**Tabla 4.3** En el 2017, el contexto nacional, Guanajuato presenta las siguientes cifras:

Indicadores nacionales y estatales 2016			
Energía en PJ	México	Guanajuato	%
<b>Producción Energía Primaria</b>	7 027.223	4.612	0.07
<b>Producción Energía Secundaria</b>	4 288.292	355.90	8.30
<b>Consumo total</b>	9 249.746	378.08	4.09
<b>Consumo Sector Energía</b>	2 876.057	96.37	3.35
<b>Consumo Final</b>	5 498.886	281.71	5.12
<b>Consumo per cápita GJ/hab</b>	74.886	63.98	85.43
Otros Indicadores			
<b>Electricidad per Cápita kWh/hab</b>	2 103.995	1 378.58	65.52
<b>Generación Bruta GWh</b>	256 736.780	8 145.83	3.17
<b>Capacidad instalada Total MW</b>	667 754.239	17 256.00	2.58
<b>Población total</b>	123 518 000	5 908 845	4.78
<b>Densidad de población</b>	63.013	194.69	308.97

Fuente: PEMEX (PNT) - CFE (PNT) - CRE (PNT) - INEGI - SIE-CONAPO

En la siguiente tabla se muestra una comparación del consumo de combustibles por sector.

**Tabla 4.4** Comparación del consumo de combustibles sectoriales del año 2015, 2016 y 2017.

Sector	Combustible	Consumo al 2015 PJ	Consumo al 2016 PJ	Consumo al 2017 PJ
<b>Energía</b>	Combustóleo	23.96	15.38	10.39
	Diésel	1.36	0.05	0.19
	Gas Natural	50.43	83.05	91.50
	Gas LP	--	--	0.29
	Gas Residual	--	2.33	0.00
	Biogás	0.014	0.017	0.01
	<b>Total Sector</b>		<b>75.75</b>	<b>100.83</b>
<b>Transporte</b>	Diésel	31.57	41.75	40.58
	Gasolina	68.02	71.33	76.41
	Gas L.P.	3.56	2.64	2.83
	Turbosina	1.82	2.08	2.18
	<b>Total Sector</b>	<b>104.97</b>	<b>117.80</b>	<b>122.00</b>
<b>Industrial</b>	Combustóleo	20.77	31.72	36.86
	Diésel	1.07	1.84	0.61
	Gas L.P.	2.49	3.24	3.00
	Gas Natural	32.87	45.34	48.02
	<b>Total Sector</b>	<b>57.21</b>	<b>82.14</b>	<b>88.50</b>
<b>Residencial</b>	Gas L.P.	12.51	11.08	11.08
	Gas Natural	0.6	0.7	0.77
	Leña	4.63	4.60	4.61
	<b>Total Sector</b>	<b>17.74</b>	<b>16.38</b>	<b>16.47</b>
<b>Comercial y de servicios</b>	Diésel	0.19	0.07	0.00
	Gas L.P.	2.02	2.38	3.03
	Gas Natural	0.22	0.24	0.58
	<b>Total Sector</b>	<b>2.43</b>	<b>2.69</b>	<b>3.61</b>
<b>Agropecuario</b>	Diésel	1.23	1.49	1.39
	Gas L.P.	0.07	0.21	0.22
	<b>Total Sector</b>	<b>1.3</b>	<b>1.70</b>	<b>1.61</b>
<b>Gran Total</b>		<b>259.40</b>	<b>321.54</b>	<b>334.56</b>

*Fuente: Reporte técnico del balance de energía 2017.*

La siguiente tabla muestra un crecimiento ininterrumpido en el consumo de combustibles como combustóleo, gasolina, Diesel, turbosina gas natural y gas L.P. en el Estado de Guanajuato.

Esta tabla se obtuvo utilizando el cálculo de previsión de Excel que utiliza la función de pronóstico, que calcula o predice valores futuros en base a valores (históricos) existentes mediante la versión AAA del algoritmo de suavizado exponencial triple (ETS).

**Tabla 4.4** Pronóstico del consumo de combustibles en el Estado de Guanajuato.

	<b>Combustóleo</b>	<b>Diesel</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Gas Natural</b>	<b>Gas L.P.</b>	<b>Turbosina</b>
<b>Año</b>	PJ	PJ	PJ	PJ	PJ	PJ
<b>2005</b>	54.90	23.33	49.58	102.18	18.42	1.54
<b>2006</b>	53.33	23.84	54.09	115.77	18.77	1.54
<b>2007</b>	36.80	26.82	59.02	115.54	18.75	1.76
<b>2008</b>	31.19	30.77	67.83	96.37	21.10	1.48
<b>2009</b>	22.55	29.71	64.73	79.93	20.16	1.07
<b>2010</b>	21.22	28.37	79.52	74.16	21.44	1.01
<b>2011</b>	21.30	28.30	65.66	53.33	20.95	0.99
<b>2012</b>	27.53	30.77	65.97	100.21	20.68	1.10
<b>2013</b>	22.76	30.91	64.91	102.70	19.89	1.23
<b>2014</b>	19.71	35.40	62.50	94.34	21.86	1.49
<b>2015</b>	30.51	35.23	68.02	84.12	20.64	1.82
<b>2016</b>	47.10	45.14	71.33	129.33	19.55	2.08
<b>2017</b>	47.25	42.77	76.41	140.87	20.45	2.18
<b>2018</b>	58.04	44.28	76.73	151.17	20.59	2.37
<b>2019</b>	66.78	45.80	78.14	161.47	20.72	2.52
<b>2020</b>	75.53	47.31	79.55	171.77	20.86	2.66
<b>2021</b>	84.27	48.82	80.96	182.07	20.99	2.80
<b>2022</b>	93.02	50.34	82.36	192.37	21.13	2.94

Fuente: Elaboración propia.

El sector de energía ha crecido en generación de energía eléctrica por fuentes renovables, y se espera un crecimiento más fuerte ya que se han solicitado ante la C.R.E. permisos para desarrollar proyectos sobre generación utilizando energías renovables de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 4.5** Permisos sobre proyectos de generación de electricidad otorgados por la C.R.E.

<b>NOMBRE</b>	<b>PRODUCTOR</b>	<b>TIPO</b>	<b>CAPACIDAD INSTALADA (MW)</b>	<b>GENERACIÓN (GWh/Año)</b>
<b>Hidráulica Solís S. A. de C. V.</b>	Pequeño productor	Hidráulica	15	34.6
<b>Bluemex Power 7 S. A. de C. V.</b>	Pequeño productor	Fotovoltaica	30	64.31
<b>Orsipo Solar S. A. de C. V. planta San Miguel</b>	Pequeño productor	Fotovoltaica	30	61
<b>Bluemex Power 8 S. A. de C. V.</b>	Pequeño productor	Fotovoltaica	30	66.77
<b>Meso 4 SOLAR S. A. de C. V. Central Guanajuato</b>	Pequeño productor	Fotovoltaica	30	55.17
<b>Astilo I Solar S. A. de C. V. planta Cuerámara</b>	Pequeño productor	Fotovoltaica	30	63.38
<b>Aldesa Energías Renovables de México S. A. de C. V. Planta San Luis de la Paz</b>	Pequeño productor	Eólica	30	88.65
<b>Sonne de kiko S. de R. L. de C. V.</b>	Autoabastecimiento	Fotovoltaica	30	60



NOMBRE	PRODUCTOR	TIPO	CAPACIDAD INSTALADA (MW)	GENERACIÓN (GWh/Año)
Green Hub S. de R. L. de C. V. Central el Roble	Pequeño productor	Eólica	24	82.81
Crison 2 Solar S. A. DE C. V.	Pequeño productor	Eólica	30	101.18
Iberdrola Renovables Irapuato S. A. de C. V.	Autoabastecimiento	Fotovoltaica	50	87.6
Tampico Solar S. A. de C. V. Central Carbonera de Guadalupe	Autoabastecimiento	Fotovoltaica	30	78.47
Potosí Solar S. A. de C. V.	Autoabastecimiento	Fotovoltaica	30	80.46
Enerlin, Design y Engineering Renewable Energy Projects S. A. de C. V.	Pequeño productor	Fotovoltaica	10	20.25
Proteus Solar S. A. de C. V.	Autoabastecimiento	Fotovoltaica	60	156.94
Desarrollo de Fuerzas Renovables S. de R. L. de C. V. Central Guanajuato	Generación	Fotovoltaica	50	151

Fuente: C.R.E.

#### 4.3.2 Proyectos potenciales de energías limpias en el Estado de Guanajuato.

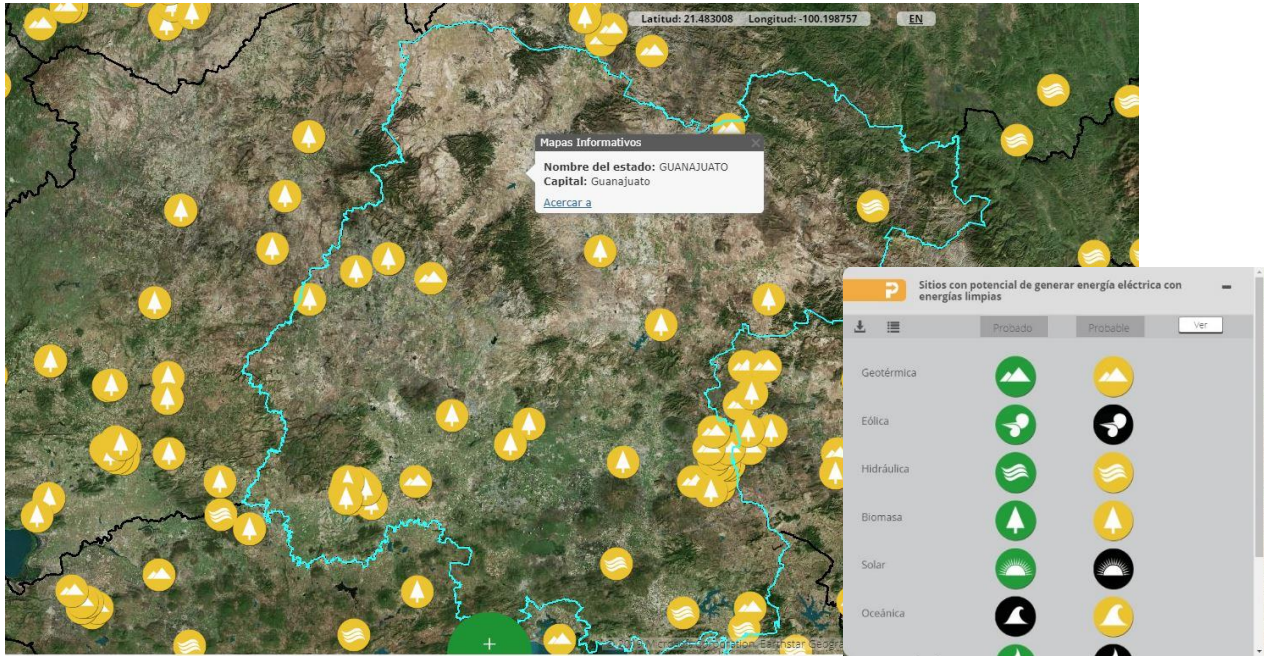
Existen registrados en el Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL) de la Secretaría de Energía, los proyectos potenciales para la generación de electricidad en el Estado de Guanajuato. Este potencial se muestra en la figura siguiente:



**Figura 4.14** Análisis de proyectos potenciales para la generación de electricidad en el Estado de Guanajuato por energías limpias.

De acuerdo con esta figura el tipo de proyectos de generación de electricidad con energías limpias con mayor potencial es el tipo solar (970.62 GWh/a), seguido por el tipo eólico (157.00 GWh/a) y en tercer lugar el tipo geotérmico (117.40 GWh/a).

En la figura siguiente se muestran la ubicación de los lugares y el tipo de energía limpia analizada.



**Figura 4.15** Sitios probables en el Estado de Guanajuato con potencial de generación eléctrica por energías limpias. Fuente INEL-SENER.

En la tabla siguiente se presenta, por municipio, el tipo de proyecto con potencial de generación de electricidad.

**Tabla 4.6:** Lista de sitios probables de generación eléctrica con energías limpias.

Municipio	Proyecto	Tipo	Subclasificación	Capacidad Instalable (MW)	Potencial GWh/a	Fuente
Apaseo El Grande	Guanajuato 1	Biogás	Moto generador	0.165	0.963	CFE
Dolores Hidalgo	Guanajuato 2	Biogás	Moto generador	0.174	1.017	CFE
León	Guanajuato 3	Biogás	Biodigestor	0.084	0.491	CFE
León	Guanajuato 4	Biogás	Biodigestor	0.180	1.051	CFE
León	Guanajuato 5	Biogás	Biodigestor	0.089	0.522	CFE
Salamanca	Guanajuato 6	Biogás	Moto generador	0.220	1.285	CFE
San José Iturbide	Guanajuato 7	Biogás	Moto generador	0.502	2.931	CFE
San Miguel Allende	Guanajuato 8	Biogás	Biodigestor	0.061	0.355	CFE
Pénjamo	Guanajuato 9	Biogás	Biodigestor	0.475	2.775	CFE

Municipio	Proyecto	Tipo	Subclasificación	Capacidad Instalable (MW)	Potencial GWh/a	Fuente
Pénjamo	Guanajuato 10	Biogás	Biodigestor	0.467	2.724	CFE
Pénjamo	Guanajuato 11	Biogás	Biodigestor	0.193	1.129	CFE
Pénjamo	Guanajuato 12	Biogás	Biodigestor	0.090	0.526	CFE
Pénjamo	Guanajuato 13	Biogás	Biodigestor	0.093	0.545	CFE
Pénjamo	Guanajuato 14	Biogás	Biodigestor	0.115	0.671	CFE
Pénjamo	Guanajuato 15	Biogás	Biodigestor	0.123	0.717	CFE
Pénjamo	Guanajuato 16	Biogás	Biodigestor	0.133	0.775	CFE
Pénjamo	Guanajuato 17	Biogás	Biodigestor	0.100	0.585	CFE
Pénjamo	Guanajuato 18	Biogás	Biodigestor	0.236	1.379	CFE
Pénjamo	Guanajuato 19	Biogás	Biodigestor	0.175	1.022	CFE
Pénjamo	Guanajuato 20	Biogás	Biodigestor	0.133	0.776	CFE
Pénjamo	Guanajuato 21	Biogás	Biodigestor	0.125	0.730	CFE
Pénjamo	Guanajuato 22	Biogás	Moto generador	0.150	0.900	CFE
Tarandacua	Zirizícuar	Pequeña Hidroeléctrica	Estudios	2.570	22.480	CMM
Acámbaro	Eq. Solís	Pequeña Hidroeléctrica	Estudios	2.990	26.160	CMM
Salvatierra	Salvatierra	Pequeña Hidroeléctrica	Estudios	2.370	20.750	CMM
Xichú	Pinihuán	Pequeña Hidroeléctrica	Estudios	0.760	6.620	CMM
Apaseo El Alto	Espejo-2	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Baja Entalpia	6.865	54.157	UNAM
Apaseo El Alto	Apaseo El Alto-2	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Baja Entalpia	7.349	57.983	UNAM
Abasolo	Abasolo-3	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Baja Entalpia	6.789	53.559	UNAM
Apaseo El Alto	San Vicente-2	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Baja Entalpia	6.748	53.241	UNAM
Apaseo El Alto	San Antonio Calichal-2	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Baja Entalpia	6.728	53.081	UNAM
Apaseo El Alto	El Llanito-2	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Baja Entalpia	6.996	55.194	UNAM
Apaseo El Alto	San Bartolome-2	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Mediana Entalpia	9.890	78.026	UNAM
Apaseo El Grande	Marroquin-2	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Mediana Entalpia	11.044	87.129	UNAM
Apaseo El Grande	El Salitre-2	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Mediana Entalpia	10.958	86.449	UNAM
Apaseo El Grande	La Norita-2	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Baja Entalpia	6.899	54.436	UNAM
Apaseo El Grande	Ameche-2	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Baja Entalpia	6.728	53.081	UNAM
Apaseo El Grande	Abrajuelos-2	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Baja Entalpia	6.728	53.081	UNAM
Silao	Comanjilla-3	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Mediana Entalpia	10.033	79.158	UNAM
San Luis De La Paz	El Jardín	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Baja Entalpia	6.203	48.937	UNAM

Municipio	Proyecto	Tipo	Subclasificación	Capacidad Instalable (MW)	Potencial GWh/a	Fuente
<b>Jerécuaro</b>	Puroagüita-3	Geotermoeléctrica Hidrotermal	Baja Entalpia	7.440	58.700	UNAM
<b>Celaya</b>	Principal (Planta Poniente)	Biogás	Estudios	0.224	1.568	IMTA
<b>Irapuato</b>	Irapuato II	Biogás	Estudios	0.172	1.205	IMTA
<b>León</b>	León (Planta Municipal)	Biogás	Estudios	2.030	14.239	IMTA
<b>Salamanca</b>	Pemex Salamanca	Biogás	Estudios	0.060	0.423	IMTA
<b>Salamanca</b>	Salamanca (Municipal)	Biogás	Estudios	0.213	1.495	IMTA
<b>San Francisco Del Rincón</b>	La Purísima	Biogás	Estudios	0.137	0.961	IMTA

Fuente INEL-SENER, <https://dgel.energia.gob.mx/inel/mapa.html?lang=es>

## 5. Balance de energía de Guanajuato

### 5.1 Producción de energía primaria

La producción de energía primaria en Guanajuato fue de 4.61 (PJ) en el 2017, correspondientes al 1.66 % del consumo final energético, proveniente principalmente de la leña para uso del sector residencial y pequeña industria, biogás para la generación térmica en actividades domésticas y generación de electricidad en los sectores agropecuarios y de servicios, así como aportaciones no significativas cuantitativamente de energía solar (Calentadores y deshidratadores solares), geotermia (Aplicaciones turísticas en balnearios termales), eólica (Aerobombas para agua).

### 5.2 Oferta interna bruta de energía primaria

Se refiere a la disponibilidad de energía para consumo del estado, agregándose los conceptos de producción total más las importaciones estatales, menos la energía no aprovechada y las exportaciones. Las importaciones estatales son los insumos de crudos a la Refinería de Salamanca, de donde se obtienen energéticos secundarios derivados del petróleo, como Gas LP, diésel, gasolinas y derivados no energéticos, así como el combustóleo para distribución y la generación de electricidad en la Termoeléctrica de Salamanca.

En el 2017, Salamanca proceso crudo equivalente a 350.38 PJ, inferior en 8.26% a lo procesado en el 2016.

Guanajuato depende básicamente de las importaciones de energía primaria, las cuales llegan principalmente a la Refinería de Salamanca, a través de oleoductos y gasoductos procedentes del Golfo de México.

### 5.3 Destino de la energía primaria

Las fuentes primarias de energía en el Estado de Guanajuato son principalmente el crudo y el gas natural, el crudo con valor de 350.38 PJ en el 2017 se procesa en la Refinería de Salamanca para la obtención de productos petrolíferos. El gas natural se utiliza principalmente en las centrales eléctricas con un valor de 140.88 PJ (Autoabastecimiento, Generación, Cogeneración y productores independientes). Otras fuentes primarias son la leña 4.61 PJ aprovechada principalmente en el sector residencial, biogás 0.008 PJ, energía hidráulica por 0.003 PJ y energía solar por 0.006 PJ para autoabastecimiento eléctrico en industrias.

### 5.4 Centros de transformación

La oferta energética secundaria, se refiere a todos los productos y subproductos derivados de una transformación de energía primaria. La oferta secundaria en Guanajuato tiene dos componentes:

- 1) Productos petrolíferos
- 2) Centrales de Generación Eléctrica

Los principales centros de transformación de energía de Guanajuato son la Refinería de Salamanca de PEMEX, la Central Termoeléctrica de Salamanca de la CFE, la Central de Cogeneración de Salamanca y la Central "El Sauz" de Energía Azteca VIII S. de R.L. y C.V.

#### 5.4.1 Refinería de Salamanca

En el año 2017 se procesaron en las 6 refinerías en el país un total de 766.983 miles de Barriles diarios para su refinación, totalizando 1 713.85 PJ, procesándose en Salamanca 350.38 PJ correspondientes al 20.44% del total nacional.

En el año 2017, Salamanca procesó crudo equivalente a 350.38 PJ, inferior en un 8.26% a lo procesado en el 2016. De este proceso se obtuvo una oferta final de productos de 314.50 PJ.

**Tabla 5.1 Rendimiento Final del Crudo Procesado en el 2017 en la Refinería de Salamanca**

Producto	Miles de Barriles por día	Poder Calorífico	Unidades	Energía Total PJ
Gas Seco	6.685	34 768	kJ/m3	0.01
Gas licuado	2.564	4 153	MJ/bl	3.89
Gasolinas	49.059	5 164	MJ/bl	92.47
Querosenos	10.841	5 788	MJ/bl	22.90
Diésel	28.675	5 975	MJ/bl	62.54
Combustóleo	41.945	6 408	MJ/bl	98.11
Asfaltos	9.366	6 938	MJ/bl	23.72
Lubricantes	1.89	6 476	MJ/bl	4.47
Coque*	2.217	32 658	MJ/t	5.04
Otros	0.566	6 577	MJ/bl	1.36
<b>Total</b>	<b>153.81</b>			<b>314.50</b>

Fuente: SIE, elaboración propia.

Nota: La densidad del coque es de 1.2 g/cm<sup>3</sup>.

La producción de Secundarios y productos no energéticos, más las pérdidas de distribución y usos energéticos propios es:

**Tabla 5.2 Producción de secundarios y productos no energéticos 2017**

Producción de secundarios y productos no energéticos 2017					
Insumos		Producción		Destino	
<b>Petróleo Crudo PJ</b>	350.38	<b>Productos PJ</b>	314.50	<b>Combustible enviado a centrales eléctricas, PJ</b>	10.862
		<b>Pérdidas y Consumos Propios PJ</b>	14.88	<b>Consumo de Sectores Productivos en el Estado, PJ</b>	178.19
		<b>Total</b>	<b>299.62</b>	<b>Exportaciones a otras entidades federativas, PJ</b>	<b>110.568</b>

Fuente: PEMEX (PNT), elaboración propia.

Los tres principales productos elaborados en Salamanca, en el año 2017 fueron gasolinas con 17.91 millones de barriles, con valor energético de 92.47 PJ, Combustóleo 15.31 millones de barriles correspondientes a 98.11 PJ y diésel 10.47 millones de barriles, equivalentes a 62.54 PJ, de los cuales el Estado consumió, respectivamente: 76.41 PJ (82.63%), 40.10 PJ (40.87%) y 39.39 PJ (62.98%), quedando el resto para su distribución en otras entidades federativas.

#### Autoabastecimiento Eléctrico por Cogeneración en la Refinería de Salamanca

La refinería de Salamanca señala que tiene una capacidad de cogeneración de 127.75 MW, con una generación bruta en el 2017 de 434.05 GWh. Dado que su consumo total fue de 407.86 GWh, las compras a CFE fueron de 2.45 GWh y los traspasos a CFE de 8.82 GWh.

Para sus propios procesos la refinería consumió 1.093 millones de barriles de combustóleo con poder calorífico de 7.01 PJ y 153.13 millones de m<sup>3</sup> de gas natural, equivalentes a 6.52 PJ, lo que totaliza un consumo energético de 13.53 PJ.

### 5.4.2 Central Termoeléctrica de Salamanca (Central de Generación I-CFE Salamanca)

La central termoeléctrica de Salamanca tiene una capacidad instalada 550 MW, y corresponde a la generación de vapor, alimentada principalmente con combustóleo, aunque en el año 2014 se redujo este consumo gracias al gas natural y a las energías renovables. Durante el 2017 el gas natural utilizado correspondió al 82.40%, siendo que en el 2000 apenas alcanzaba el 7.54% de su consumo energético primario.

**Tabla 5.3** Balance de la Termoeléctrica de Salamanca 2017

Energía	GWh	PetaJoules
<b>Energía Primaria</b>		19.23
Combustóleo		3.38
Gas Natural		15.85
<b>Perdidas de Conversión</b>		13.65
<b>Generación Bruta</b>	1 549.7	5.58
<b>Consumos Propios</b>		0.54
<b>Generación Neta</b>	1 400.7	5.04
<b>Emissiones de CO<sub>2</sub> (0.582 toneladas/MWh)</b>		901 925.40 ton CO <sub>2</sub>
<b>Consumo de Agua (1.5 l/KWh)</b>		2 324 550.00 m <sup>3</sup>

Fuente: CFE (PNT) - Factor de Emisión Eléctrico (SEMARNAT), elaboración propia.

**Tabla 5.4** Historial de Insumos a la Termoeléctrica de Salamanca

Año	Combustóleo m <sup>3</sup>	Gas Natural Millones de m <sup>3</sup>	PJ Totales
1998	1 128 000.00	243.00	55.61
2000	1 306 286.12	122.46	56.47
2001	1 213 625.00	207.96	55.6
2002	1 192 678.40	72.85	42.79
2003	781 002.73	378.39	43.23
2004	532 001.81	335.44	32.75
2005	426 966.10	272.00	27.53
2006	534 671.00	322.51	33.71
2007	358 541.00	377.38	29.34
2008	226 939.62	412.41	29.34
2009	1 418.60	128.94	4.43
2010	16 325.61	160.17	6.09
2011	10 697.65	280.31	9.94
2012	134 100.10	407.80	20.25
2013	141 668.87	577.14	27.45
2014	105 771.00	571.85	27.75
2015	33 912.00	213.37	10.10
2016	29 877.32	139.81	6.99
2017	83 855.20	372.13	19.23

Fuente: CFE (PNT), elaboración propia.

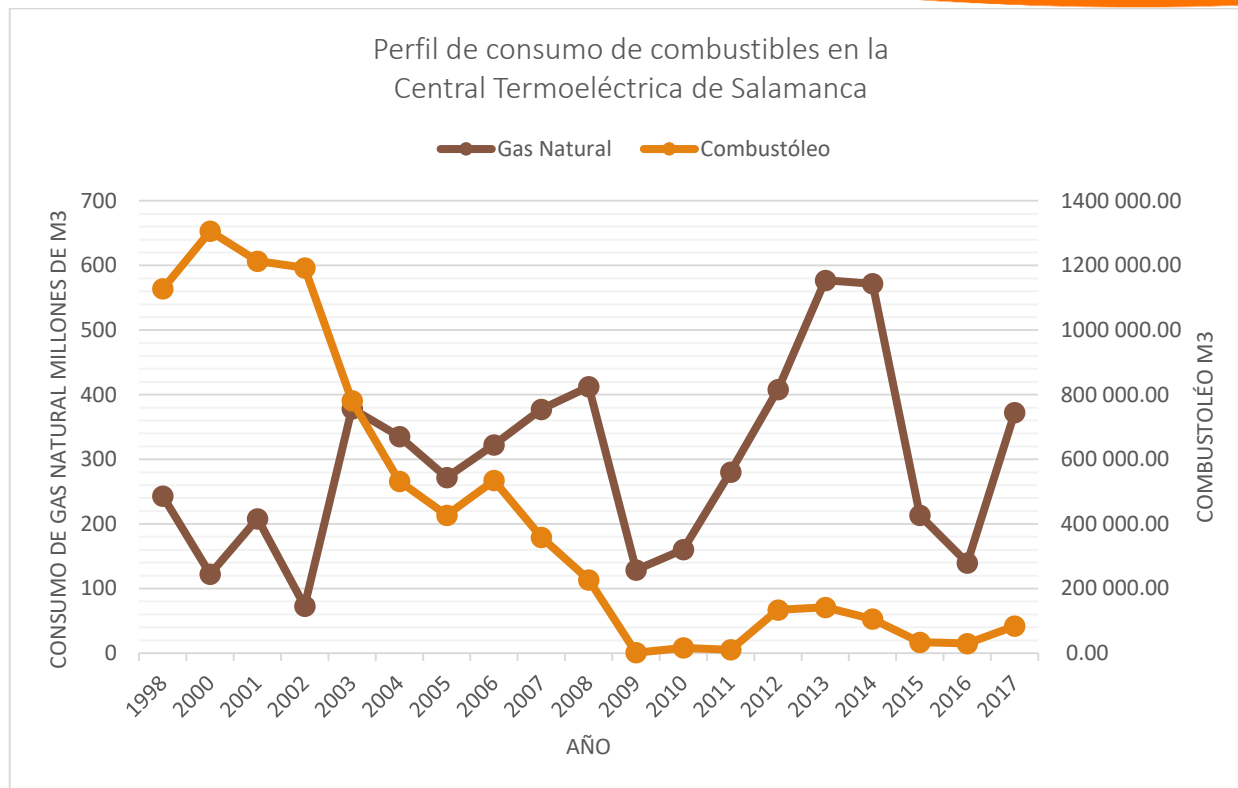


Figura 5.1 Perfil de consumo de combustibles en la Central Termoeléctrica de Salamanca

#### 5.4.3 Central de Cogeneración Salamanca (CFE Generación VI).

La Central de Cogeneración Salamanca cuenta con una capacidad instalada de 393 MW y entró en operación en mayo de 2017. Por su tecnología, la central reduce las emisiones contaminantes de CO<sub>2</sub> en 212,325 toneladas y beneficia a 518 mil hogares iluminados.

La cogeneración alcanza una eficiencia térmica de 91% mientras que las centrales de Ciclo Combinado logran una eficiencia de sólo 60%. La central de cogeneración ofrece importantes beneficios para PEMEX. Lo anterior debido a que, desde 2017, el vapor que se produce durante la generación en la central es aprovechado por la refinería Ingeniero Antonio M. Amor.

La CFE y PEMEX han formalizado un convenio para elaborar un contrato para el servicio de venta de vapor. En él, la CFE determinará el precio de vapor que abastece a PEMEX.

**Tabla 5.5** Balance de la Central de Cogeneración de Salamanca 2017

Energía	GWh	PetaJoules
<b>Energía Primaria</b>		
Gas Natural		31.2
<b>Perdidas de Conversión</b>		22.66
<b>Generación Bruta</b>	2 371.90	8.54
<b>Generación Neta</b>	2 334.70	8.41

Fuente: CRE



#### 5.4.4 Permisarios de generación eléctrica en Guanajuato

Durante el año 2017, la relación de empresas que tenían permiso por parte de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) para generar energía eléctrica en el Estado de Guanajuato se enlistan en la tabla siguiente:

**Tabla 5.6** Empresas que cuentan con permiso por parte de la CRE (2017)

PERMISIONARIO	CENTRAL	MODALIDAD	NUMERO DE PERMISO	CAP. AUTORIZADA (MW)	ENERGIA AUTORIZADA (GWh/AÑO)	FECHA DE ENTRADA EN OPERACIÓN	ENERGETICO PRIMARIO
Mission Hills, S. A. de C. V.		AUT.	E/192/AUT/2001	7.52	43.8	10/07/01	Gas Natural
Energía Azteca VIII, S. de R. L. de C. V.		AUT.	E/199/AUT/2001	131.1	969	15/01/02	Gas Natural
Teléfonos de México, S. A. B. de C. V.	Central Corregidora	AUT.	E/397/AUT/2005	0.6	0.42	20/10/05	Diesel
Teléfonos de México, S. A. B. de C. V.	Central Aztecas	AUT.	E/440/AUT/2005	1.28	0.44	25/11/05	Diesel
Teléfonos de México, S. A. B. de C. V.	Central Pedro Moreno	AUT.	E/474/AUT/2005	0.7	0.2	13/01/06	Diesel
Novatec Pagani, S. A. de C. V.		AUT.	E/737/AUT/2008	2	1.3	07/02/08	Diesel
Grupo Gamesa, S. de R. L. de C. V.	Planta Celaya	AUT.	E/795/AUT/2008	7.925	65.95	18/09/08	Gas Natural y Diesel
Empacadora Celaya, S. A. de C. V.		AUT.	E/845/AUT/2010	2	2.08	08/04/10	Diesel
Compañía Eléctrica Carolina, S. A. de C. V.		AUT.	E/849/AUT/2010	2.49	21.8	07/05/10	Agua
Ecosys III, S. A. de C. V.		AUT.	E/887/AUT/2011	1.748	12.14	01/07/11	Biogás
Energía San Luis de la Paz, S. A. de C. V.		AUT.	E/902/AUT/2011	220	1773	01/08/15	Gas Natural
Lapropa El Águila, S. A. de C. V.		AUT.	E/960/AUT/2012	1.5	1.56	01/01/13	Diesel
Generadora Solar Apaseo, S. A. P. I. de C. V.		AUT.	E/988/AUT/2013	0.976	2.14	09/08/13	Sol
Agribrands Purina México, S. de R. L. de C. V.		AUT.	E/1039/AUT/2013	0.874	4.42	10/02/14	Gas Natural
<b>Total de capacidad de autogeneración</b>				<b>380.713</b>			
Celulosa y Papel del Bajío, S. A. de C. V.		COG.	E/1102/COG/2013	1.77	15.01	31/12/15	Gas Natural
Beiersdorf Manufacturing México, S. A. de C. V.		COG.	E/1231/COG/2014	1.75	11.46	27/05/15	Gas Natural
Pemex Transformación Industrial, Ing. Antonio M. Amor	Ing. Antonio M. Amor	COG.	E/609/COG/2007	142.75	524	15/05/07	Gas Natural y Combustóleo
<b>Total de capacidad de cogeneración</b>				<b>146.27</b>			
Biotek Power, S. A. de C. V.		GEN.	E/1551/GEN/2015	5.334	44.81	13/11/15	Gas Natural
Comisión Federal de Electricidad Generación VI	Central Cogeneración Salamanca	GEN.	E/1637/GEN/2015	393	3178.65	26/01/15	Gas Natural
Comisión Federal de Electricidad Generación I	Central Termoeléctrica Salamanca	GEN.	E/1704/GEN/2015	550	1571.07	19/01/77	Gas Natural
Multiservicios 2001, S. A. de C. V.		GEN.	E/1861/GEN/2016	1.173	9.653	10/11/2016	Gas Natural
Altopro, S. A. de C. V. Central Irapuato		GEN.	E/1544/GEN/2015	3.918	30.89	24/09/2015	Gas Natural
<b>Total de capacidad de generación</b>				<b>953.425</b>			
Energía Azteca VIII, S. de R. L. de C. V.		P.I.E.	E/135/PIE/99	597	4399	15/01/02	Gas Natural
<b>Total de capacidad de P.I.E.</b>				<b>597</b>			

FUENTE: CRE

El desglose de la generación eléctrica en el Estado por parte de los permisionarios se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 5.7** Permisarios de Generación Eléctrica (2017)

	Capacidad Autorizada (MW)	Generación bruta (GWh)	Generación bruta (PJ)	Generación neta (GWh)	Generación neta (PJ)	Gas natural (PJ)	Combustóleo (PJ)	Diesel (PJ)	Biogás (PJ)	Total (PJ)
<b>GENERACIÓN</b>	<b>955.40</b>	<b>3 938.20</b>	<b>14.180</b>	<b>3 750.9</b>	<b>13.500</b>	<b>47.170</b>	<b>3.380</b>	<b>0.005</b>	<b>0.000</b>	<b>50.55</b>
Combustión Interna	12.40	16.60	0.060	15.4	0.060	0.120	0.000	0.005	0.000	0.130
Turbina de Gas*	393.00	2 371.90	8.540	2 334.7	8.410	31.200	0.000	0.000	0.000	31.200
Turbina de Vapor**	550.00	1 549.70	5.580	1 400.7	5.040	15.850	3.380	0.000	0.000	19.230
<b>AUTOABASTECIMIENTO</b>	<b>380.70</b>	<b>2 834.97</b>	<b>10.206</b>	<b>2 792.9</b>	<b>10.054</b>	<b>22.502</b>	<b>0.000</b>	<b>0.146</b>	<b>0.008</b>	<b>22.656</b>
Bioenergía	1.70	0.64	0.002	0.6	0.002	0.000	0.000	0.000	0.008	0.008
Ciclo combinado	131.10	960.09	3.456	949.4	3.418	7.378	0.000	0.000	0.000	7.378
Combustión Interna	16.90	9.64	0.035	9.6	0.034	0.059	0.000	0.146	0.000	0.205
Hidroeléctrica	2.50	0.71	0.003	0.7	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Solar	1.00	1.79	0.006	1.8	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Turbogás	227.50	1 862.11	6.704	1 830.8	6.591	15.066	0.000	0.000	0.000	15.066
<b>COGENERACIÓN</b>	<b>144.50</b>	<b>443.95</b>	<b>1.598</b>	<b>425.1</b>	<b>1.530</b>	<b>6.628</b>	<b>7.006</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>13.634</b>
Cogeneración Eficiente	1.80	9.90	0.036	9.0	0.032	0.107	0.000	0.000	0.000	0.107
Termoeléctrica convencional***	142.80	434.05	1.563	416.1	1.498	6.521	7.006	0.000	0.000	13.527
<b>P.I.E.</b>	<b>597.00</b>	<b>4 281.06</b>	<b>15.412</b>	<b>4 224.2</b>	<b>15.207</b>	<b>29.859</b>	<b>0.000</b>	<b>0.031</b>	<b>0.000</b>	<b>29.890</b>
Ciclo combinado	597.00	4 281.06	15.412	4 224.2	15.207	29.859	0.000	0.031	0.000	29.890
<b>Total</b>	<b>2 077.60</b>	<b>11 498.18</b>	<b>41.396</b>	<b>11 193.1</b>	<b>40.290</b>	<b>106.160</b>	<b>10.390</b>	<b>0.182</b>	<b>0.008</b>	<b>116.730</b>

Fuente: CRE

\* Central de generación VI CFE-Central de Cogeneración Salamanca

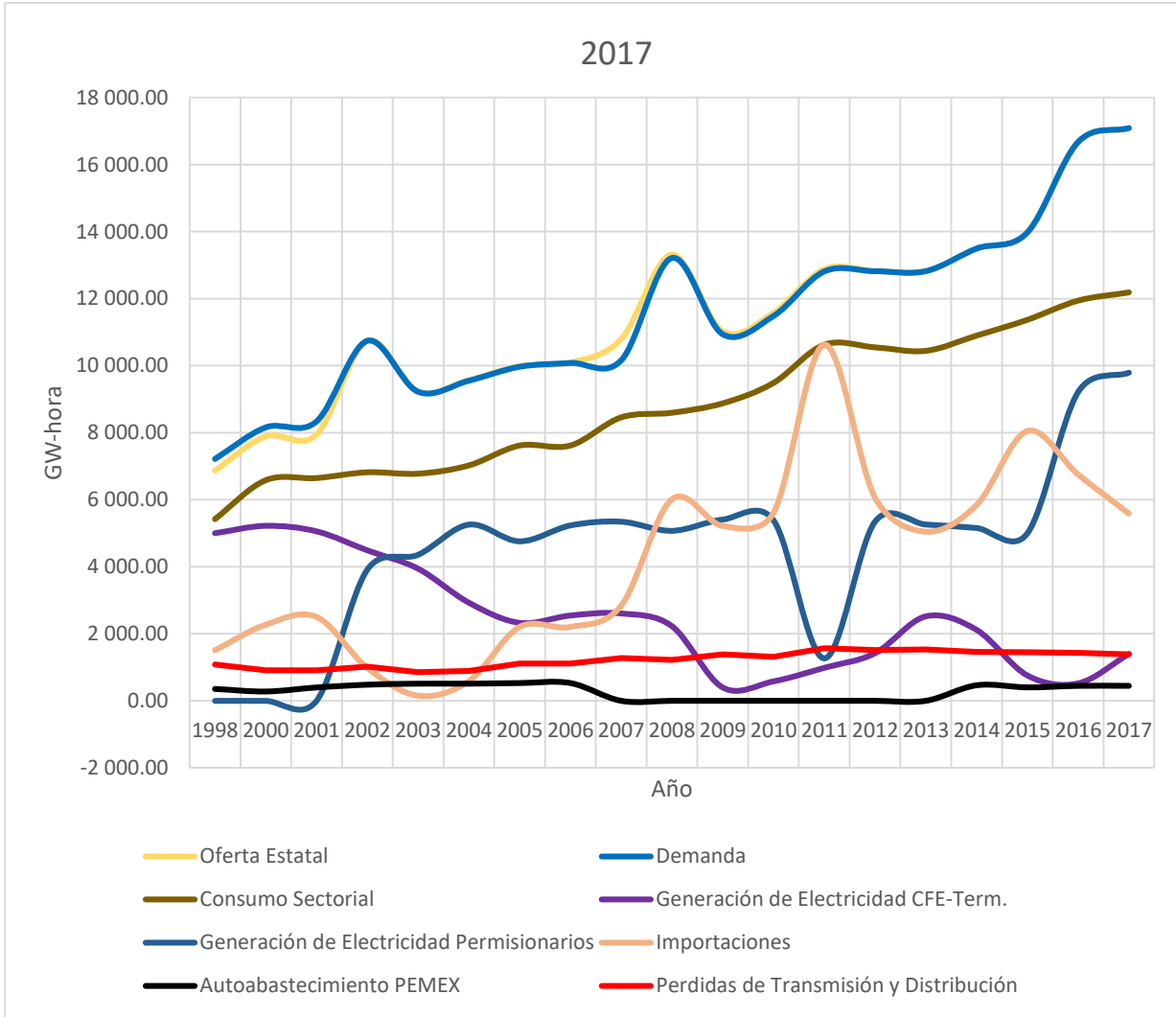
\*\* Central de generación I CFE-Central Termoeléctrica de Salamanca

\*\*\* Central de generación de PEMEX.

#### 5.4.5 Exportación e importación de energía secundaria

Durante el año 2017, descontando el suministro a las centrales de generación eléctrica en el Estado 3.56 (PJ), las pérdidas de distribución y consumos propios de 14.88 (PJ), los derivados del petróleo crudo para su exportación a otros estados y distribución a los distintos sectores de consumo en Guanajuato es de 296.06 (PJ). De estos, el consumo interno de petrolíferos es de 183.9 (PJ), por lo que restan para exportación a otras entidades 112.16 (PJ).

La generación neta de la Termoeléctrica de Salamanca ha sido insuficiente para satisfacer la demanda del Estado, por lo que se complementa con la generación de la Central de Cogeneración Salamanca y la Central de Energía Azteca VIII S de RL y CV e importaciones de electricidad a partir de otras entidades, tal como se aprecia en la figura 3.2.



**Figura 5.2.** Evolución de la oferta y la demanda de electricidad en el Estado de Guanajuato.

## 5.5 Consumo estatal de energía

Durante el 2017 el consumo total Estatal fue de 378.08 PJ, aumento en 0.98% al consumo del año 2016.

**Tabla 5.8** Consumo Estatal de Energía 2017.

Concepto	PetaJoules	%
<b>Consumo Estatal</b>	378.08	100.00
<b>Consumo Sector de Energía</b>	96.37	25.49
<b>Pérdidas de Transm. y Dist. CFE</b>	5.01	1.33
<b>Consumo y Pérdidas de Pemex</b>	14.88	3.94
<b>Autoabastecimiento de Pemex</b>	1.50	0.40
<b>Autoabastecimiento</b>	10.05	2.66
<b>Servicios propios de Permisionarios</b>	0.62	0.16
<b>Perdidas de conversión de permisionarios</b>	64.31	17.01
<b>Consumo Final Total</b>	281.71	74.51
<b>Consumos no energéticos</b>	5.66	1.50
<b>Consumo energético</b>	276.05	73.01

*Fuente: CFE - PEMEX (PNT) – SIE, elaboración propia.*

## 5.6 Consumo final de energía

El consumo final total de energía en Guanajuato durante el 2017 fue de 281.71 PJ, los que se distribuyeron de la siguiente forma:

**Tabla 5.9** Consumo final estatal de energía al año 2017

Concepto	PetaJoules	%
<b>Consumo Final Total</b>	281.71	100
<b>Consumo de no energéticos</b>	5.66	2.01
<b>Consumo de energéticos</b>	276.05	97.99
<b>Transporte</b>	122.00	43.31
<b>Agropecuarios</b>	7.36	2.61
<b>Industrial</b>	115.64	41.05
<b>Residencial</b>	23.60	8.38
<b>Comercial</b>	5.77	2.05
<b>Público</b>	1.68	0.60

*Fuente: SIE – PIB INEGI (Estatal y Nacional) - CFE (PNT), elaboración propia.*

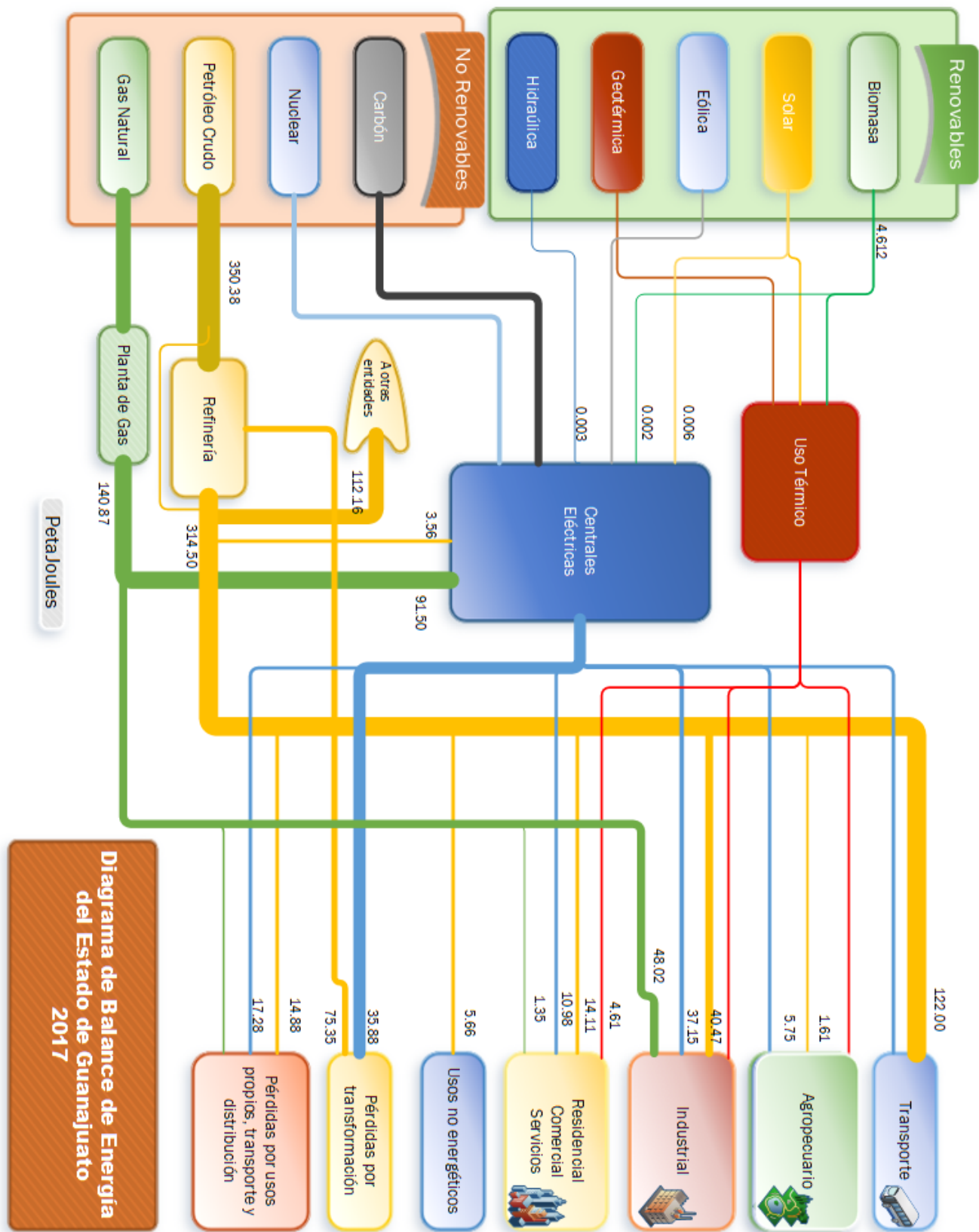


Figura 5.3 Diagrama de balance de energía del estado de Guanajuato 2017.

## 5.7 Consumo final de energía por sectores

Mediante un análisis realizado en la cadena de distribución de combustibles en el Estado, así como de los estudios realizados a nivel regional y nacional sobre la producción, distribución y consumo de combustibles se determinaron los combustibles consumidos en los distintos sectores en el Estado.

Para la determinación de los consumos de combustibles para cada uno de los sectores se utilizó como soporte, la metodología planteada por la Organización Latinoamericana de Energía en su Guía SIENM – 1 así como estudios e informes desarrollados por la Secretaría de Energía, Petróleos Mexicanos y Comisión Federal de Electricidad e instancias internacionales como son la Agencia Internacional de Energía.

Para aquellos sectores con los que no se contó información precisa sobre los consumos de combustibles, el consumo sectorial de combustibles se determinó con base a la relación de la distribución sectorial del producto interno bruto estatal y nacional, por lo que el índice generado aplica en primera instancia como coeficiente de estimación.

### 5.7.1 Industria manufacturera y construcción (Industria)

La industria en el año 2017 es el segundo mayor consumidor de energía del Estado, ya que consume el 41.05 % de la energía utilizada en Guanajuato siendo sus principales fuentes de energía el gas natural con una participación del 54.27%, el combustóleo con el 41.65%, el gas licuado de petróleo con el 3.39% y el diésel con el 0.69%.

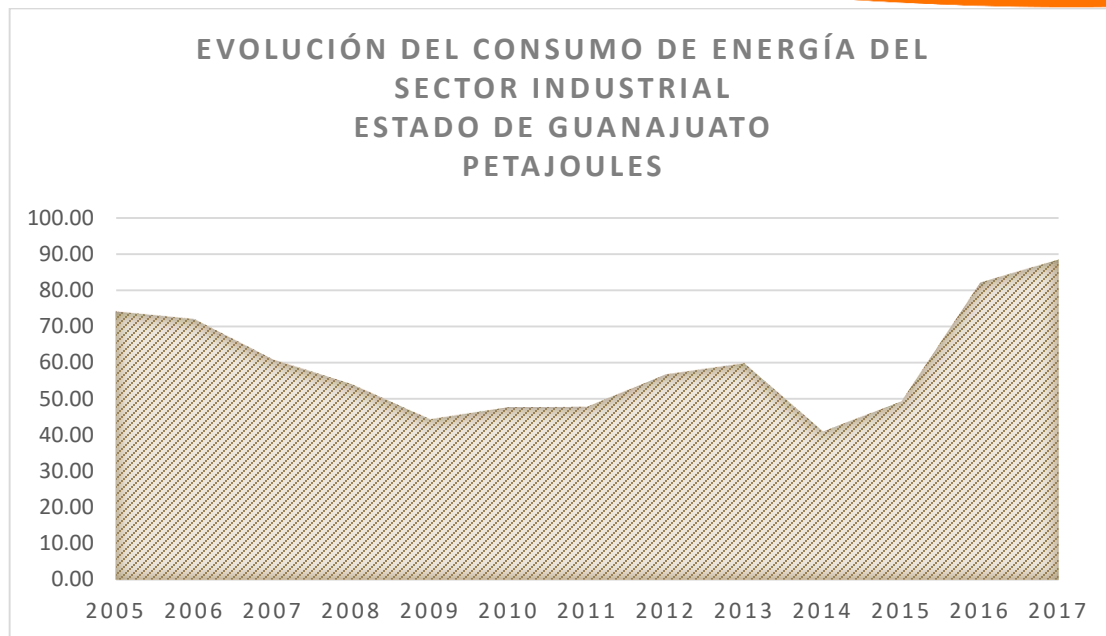
**Tabla 5.10** Consumo energético para la industria manufacturera y de la Construcción en Guanajuato 2017.

Sector Industrial		
Combustible	Consumo PJ/Año	%
Combustóleo	36.86	41.65
Diésel	0.61	0.69
Gas L.P.	3.00	3.39
Gas Natural	48.02	54.27
<b>Total</b>	<b>88.50</b>	<b>100</b>

Fuente: SIE – PIB INEGI (Estatal y Nacional), elaboración propia.



**Figura 5.4** Consumo energético del sector industrial del Estado de Guanajuato 2017.



**Figura 5.5** Evolución del consumo de energía del sector industrial del Estado de Guanajuato.

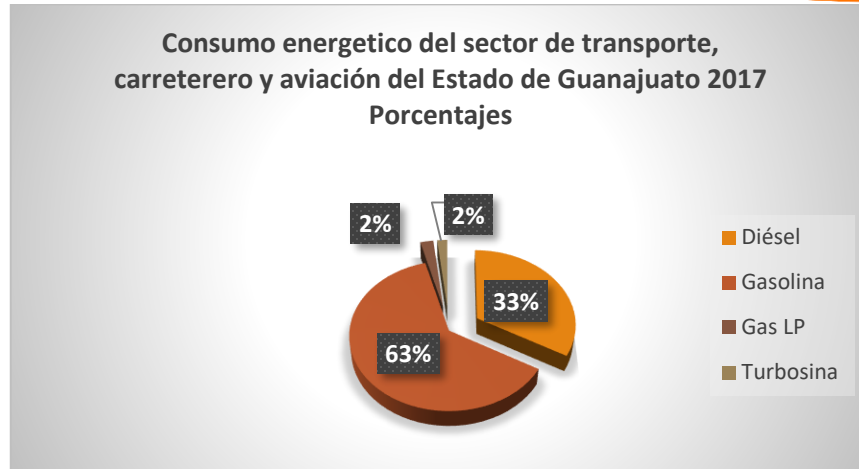
### 5.7.2 Transporte carretero y aviación

Es el mayor consumidor en porcentaje en Guanajuato, ya que contribuye con él 43.31% del consumo estatal, destacando el autotransporte sobre las demás subramas, ya que el consumo de gasolina y diésel en la subrama mencionada equivalen al 97.53% del total consumido en este sector; representando el 5.03% con respecto al nacional.

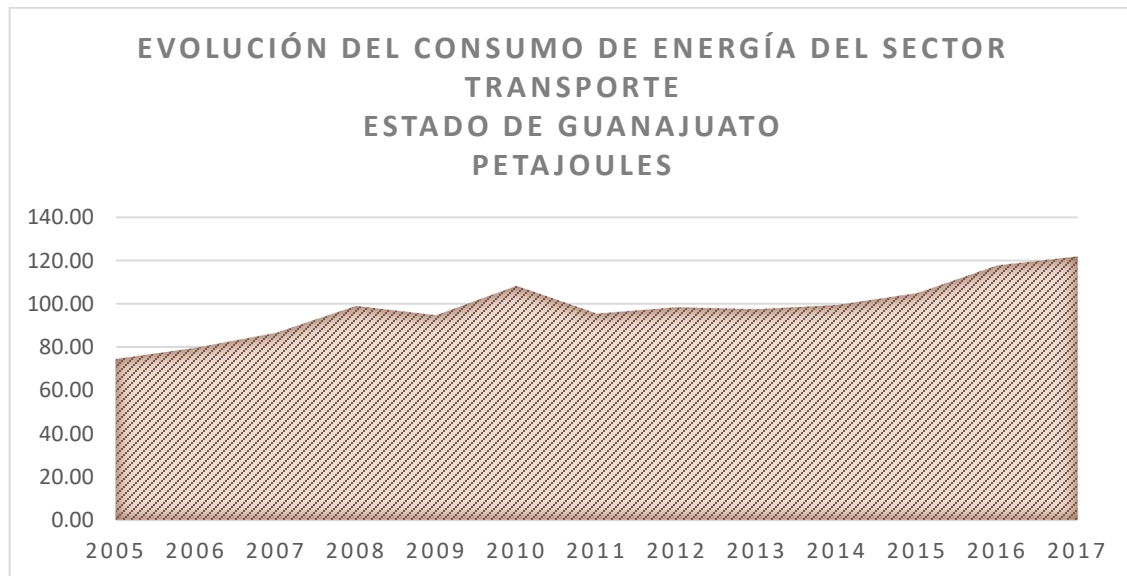
**Tabla 5.11** Consumo energético del transporte en Guanajuato (2017)

Sector Transporte		
Combustible	Consumo PJ/Año	%
Diésel	40.58	33.26
Gasolina	76.41	62.63
Gas LP	2.83	2.32
Turbosina	2.18	1.79
<b>Total</b>	<b>122.00</b>	<b>100</b>

Fuente: SIE - Aeropuerto de Servicios Auxiliares (PNT), elaboración propia.



**Figura 5.6** Consumo energético del sector transporte, carretero y aviación del Estado de Guanajuato 2017.



**Figura 5.7** Evolución del consumo de energía del sector transporte del Estado de Guanajuato.

La gasolina y el diésel permiten la operación de aproximadamente 1, 093,291 automóviles, 29,562 camiones de pasajeros, 569,104 camiones y camionetas de carga, así como 303,028 motocicletas.

### 5.7.3 Residencial

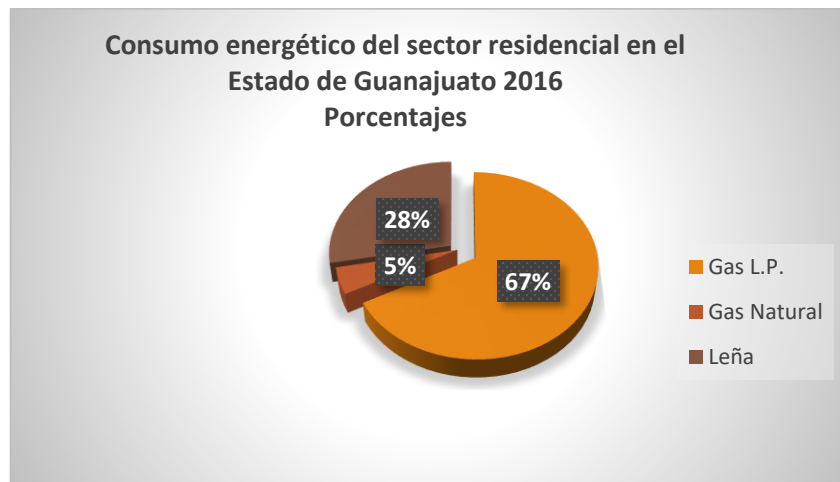
En el año 2017, el consumo de energía registrado por este sector fue de aproximadamente 16.46 PJ, lo cual representó un consumo promedio por vivienda de 10.86 GigaJoules (GJ) al año, proporcionada en un 67.31% por gas licuado de petróleo. Cabe señalar que en este sector también se presenta el uso de leña como combustible, siendo su participación de 28.01 %.



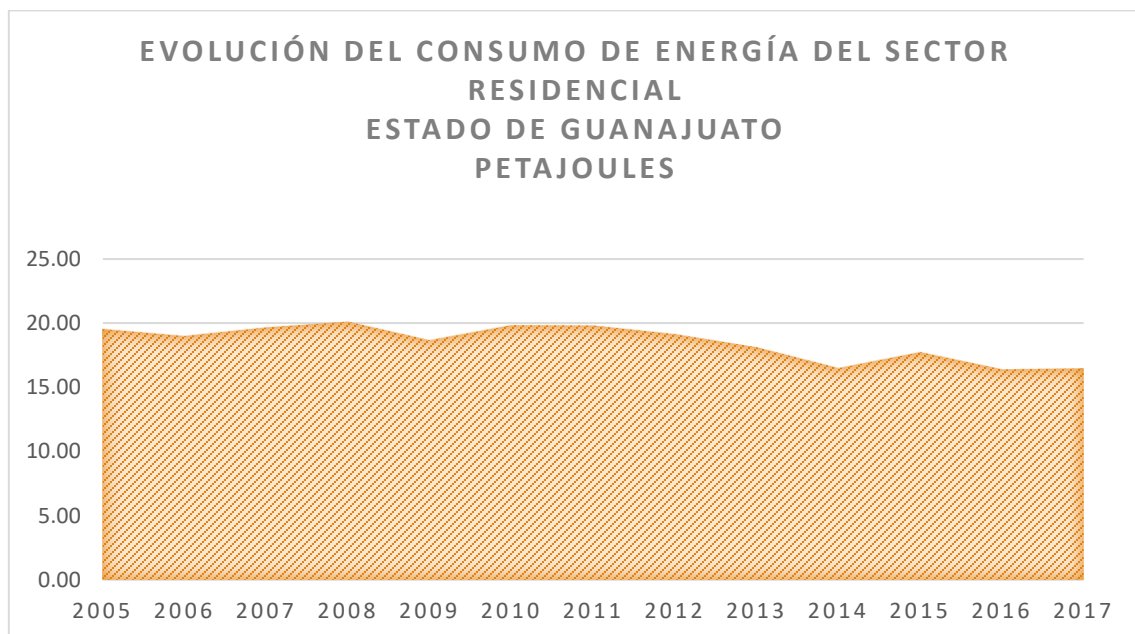
**Tabla 5.12** Consumo energético del sector residencial en Guanajuato 2017

Sector Residencial		
Combustible	Consumo PJ/Año	%
Gas L.P.	11.08	67.31
Gas Natural	0.77	4.68
Leña	4.61	28.01
<b>Total</b>	<b>16.46</b>	<b>100</b>

Fuente: CRE (PNT) - SIE



**Figura 5.8** Consumo energético del sector residencial del Estado de Guanajuato 2017.



**Figura 5.9** Evolución del consumo de energía del sector residencial del Estado de Guanajuato.

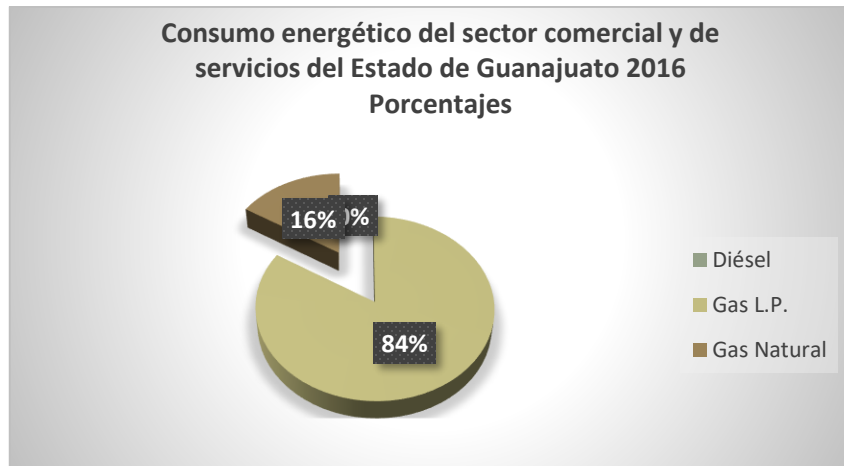
### 5.7.4 Comercial y de Servicios

Para el caso del sector comercial y de servicios, el gas L.P. es usado comúnmente, siendo el consumo de energía registrado por este para el 2017 de aproximadamente 3.61 PJ, proporcionado con un 83.93% por el gas licuado de petróleo.

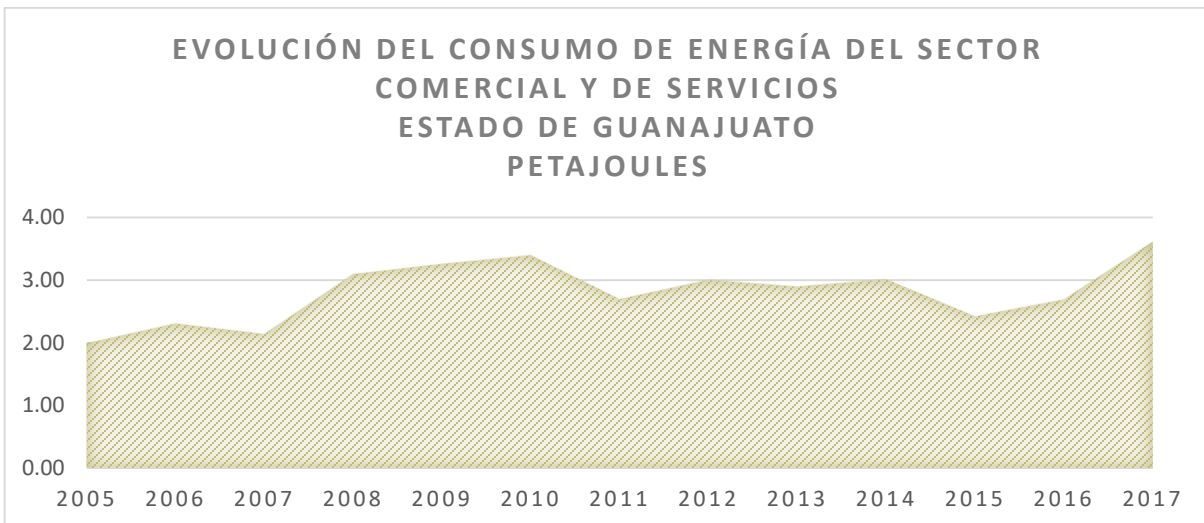
**Tabla 5.13** Consumo energético del sector comercial y de servicios (2017).

Sector Comercial y de Servicios		
Combustible	Consumo PJ/Año	%
Diésel	0.00	0.00
Gas L.P.	3.03	83.93
Gas Natural	0.58	16.07
<b>Total</b>	<b>3.61</b>	<b>100</b>

Fuente: SIE – PIB INEGI (Estatal y Nacional).



**Figura 5.10** Consumo energético del sector comercial y de servicios del Estado de Guanajuato 2017.



**Figura 5.11** Evolución del consumo de energía del sector comercial y de servicios del Estado de Guanajuato.

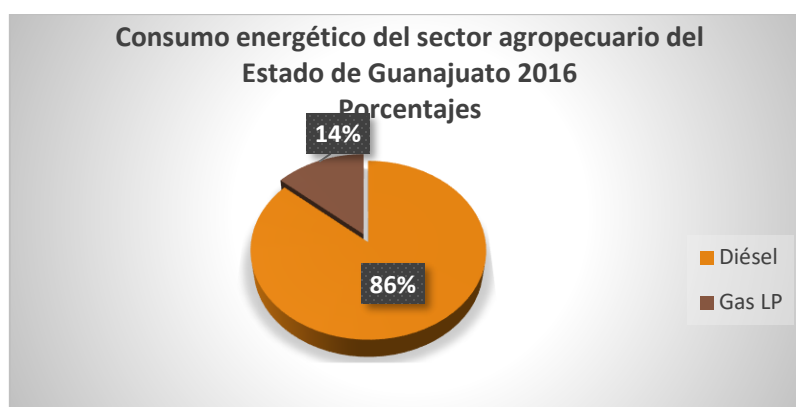
### 5.7.5 Agropecuario

Esta actividad representa el 2.61% de la energía consumida en el estado durante el 2017, siendo el gas L.P. y el diésel los combustibles empleados.

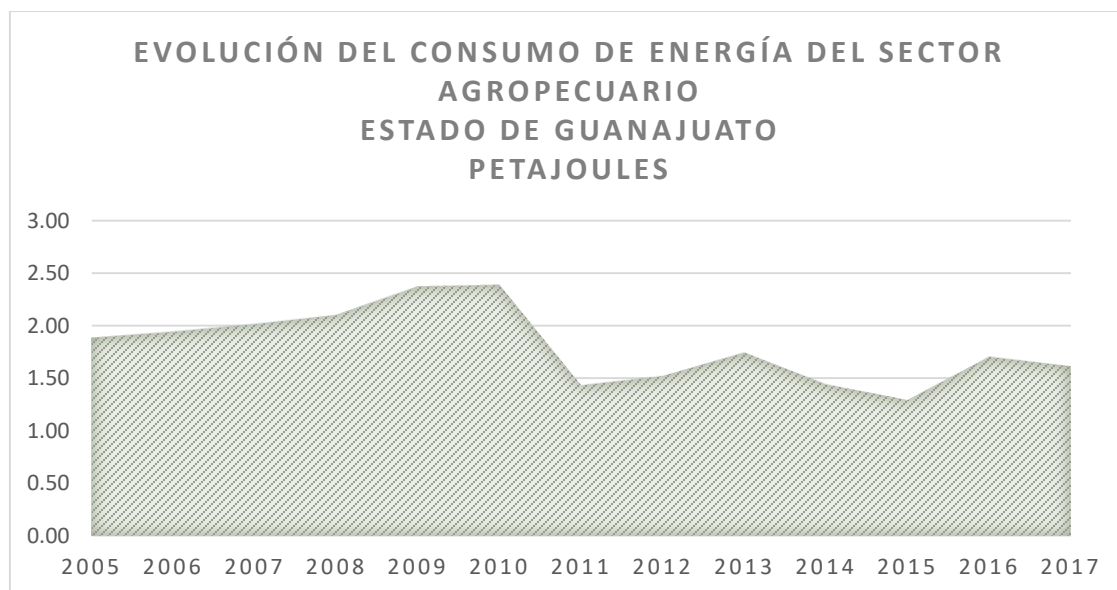
**Tabla 5.14** Consumo energético del sector agropecuario en Guanajuato (2016)

Sector Agropecuario		
Combustible	Consumo PJ/Año	%
Diésel	1.39	86.34
Gas LP	0.22	13.66
<b>Total</b>	<b>1.61</b>	<b>100</b>

Fuente: SIE - PIB INEGI (Estatal y Nacional)



**Figura 5.12** Consumo energético del sector agropecuario del Estado de Guanajuato 2017.



**Figura 5.13** Evolución del consumo de energía del sector agropecuario del Estado de Guanajuato.

**Tabla 5.15** Consumo de combustibles en Guanajuato al año 2017.

SECTOR	COMBUSTIBLE	CONSUMO AL 2017 PetaJoules
<b>Energía</b>	Combustóleo	10.39
	Diésel	0.19
	Gas Natural	91.50
	Gas LP	0.29
	Biogás	0.01
	<b>Total Sector</b>	<b>102.38</b>
<b>Transporte</b>	Diésel	40.58
	Gasolina	76.41
	Gas L.P.	2.83
	Queroseno para aviación	2.18
	<b>Total Sector</b>	<b>122.00</b>
<b>Industrial</b>	Combustóleo	36.86
	Diésel	0.61
	Gas L.P.	3.00
	Gas Natural	48.02
	<b>Total Sector</b>	<b>88.50</b>
<b>Residencial</b>	Otros tipos de querosenos	0.01
	Gas L.P.	11.08
	Gas Natural	0.77
	Leña	4.61
	<b>Total Sector</b>	<b>16.47</b>
<b>Comercial y de servicios</b>	Diésel	0.00
	Gas L.P.	3.03
	Gas Natural	0.58
	<b>Total Sector</b>	<b>3.61</b>
<b>Agropecuario</b>	Diésel	1.39
	Gas L.P.	0.22
	<b>Total Sector</b>	<b>1.61</b>
<b>Gran Total</b>		<b>349.55</b>

*Fuente: DOF – SIE - CFE (PNT) - CRE (PNT), elaboración propia.*

## 6. Indicadores estratégicos de desarrollo sostenible en el estado de Guanajuato

### 6.1 Antecedente

La Energía es esencial para el desarrollo económico y social y para la mejora de la calidad de vida. Sin embargo, gran parte de la energía mundial se produce y utiliza actualmente de modo que podría no ser sostenible a largo plazo. Para poder evaluar los progresos hacia el logro de un desarrollo energético sostenible en el futuro será necesario contar con indicadores energéticos que permitan medir y seguir de cerca los cambios importantes.

El Programa 21, acordado en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro de 1992 y tema central de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (WSSD) celebrada en agosto de 2002, insta a los países en el plano nacional y las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales en el plano internacional a que desarrollen el concepto de indicadores del desarrollo sostenible a fin de identificar tales indicadores.

El conjunto básico de indicadores energéticos, denominados ahora indicadores energéticos del desarrollo sostenible (IEDS), ha sido diseñado con objeto de proporcionar información sobre las tendencias actuales en materia de energía, en un formato que simplifica la adopción de decisiones a nivel nacional, con miras a ayudar a los países a evaluar políticas energéticas efectivas destinadas a la adopción de decisiones en el ámbito del desarrollo sostenible. Los indicadores pueden servir para orientar la aplicación de las medidas solicitadas en la Cumbre Mundial, a saber, i) integrar la energía en los programas socioeconómicos, ii) combinar más energías renovables, eficiencia energética y tecnologías energéticas avanzadas para hacer frente a las necesidades crecientes de servicios de energía, iii) incrementar el porcentaje de modalidades de energía renovable, iv) reducir la combustión y venteo de gas, v) elaborar programas nacionales de eficiencia energética, vi) mejorar el funcionamiento y la transparencia de la información en los mercados de energía, vii) reducir las distorsiones del mercado y viii) prestar asistencia a los países en desarrollo en sus esfuerzos nacionales por facilitar servicios de energía a todos los sectores de su población.

El trabajo inicial sobre indicadores energéticos emprendido por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), con contribuciones del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, la Agencia Internacional de Energía (AIE) y otras organizaciones nacionales e internacionales se presentó en el noveno período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible (CDS-9), celebrado en 2001, bajo el título de 'indicadores para el desarrollo energético sostenible' (IDES). Durante dicho período de sesiones, la energía se convirtió en uno de los temas más señalados. En esa reunión se identificaron como problemas más acuciantes la mejora de la asequibilidad y el acceso a los servicios modernos de energía para los pobres de las zonas rurales y urbanas, así como el fomento de un menor derroche en el uso de los recursos energéticos por parte de los ricos. Se reconoció que la divulgación de información sobre tecnologías limpias y eficientes, buenas prácticas y políticas adecuadas representaba una contribución destacada al abastecimiento de energía para un desarrollo sostenible. La comunidad internacional puso de relieve que disponer de la información relevante era un factor que podría servir de orientación a los encargados de tomar las decisiones sobre políticas y opciones apropiadas en materia de suministro de energía y que los indicadores energéticos constituían una herramienta para controlar las consecuencias de tales opciones. Entre las decisiones tomadas en el noveno período de sesiones de la Comisión por lo que hace a la mejora de los IEDS figuran, en lo que respecta a la energía, la definición de los aspectos clave de accesibilidad, eficiencia energética, energía renovable, tecnologías avanzadas aplicables a los combustibles fósiles, tecnologías para la energía nuclear, energía rural y energía y transporte.

Gracias a los indicadores se debería ver con mayor facilidad qué programas se necesitan para un desarrollo sostenible y así determinar qué estadísticas es preciso recopilar en materia de energía, así como el alcance imprescindible de las bases de datos regionales y nacionales.

El OIEA inició este proyecto de indicadores en 1999, en colaboración con varias organizaciones internacionales, entre las que figuran la AIE y el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, y algunos Estados Miembros del OIEA. Como se mencionó anteriormente, en un principio se llamaron indicadores del desarrollo energético sostenible (IDES). Más tarde, el nombre se cambió por el de Indicadores energéticos del desarrollo sostenible (IEDS), a fin de dar cabida al punto de vista defendido por algunos usuarios de que el 'desarrollo energético sostenible' hace referencia sólo a la energía renovable y no al abanico más amplio de las modalidades de energía. El proyecto fue concebido con objeto de i) responder a la necesidad de disponer de un conjunto coherente de indicadores energéticos de aplicación universal, ii) prestar asistencia a los países en la creación de la capacidad estadística y energética necesaria para fomentar la sostenibilidad energética y iii) completar el trabajo sobre indicadores generales emprendido por la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible. El proyecto consta de dos fases. En la primera (2000-2001), se identificó un conjunto potencial de indicadores energéticos del desarrollo sostenible y se elaboró el marco conceptual destinado a definir y clasificar esos indicadores. Durante la segunda fase, que comenzó en 2002, se perfiló el conjunto de indicadores así como el marco conceptual y se está demostrando la utilidad práctica del conjunto de indicadores en una serie de aplicaciones, mediante la incorporación de los indicadores a las bases de datos y herramientas analíticas pertinentes, empleándolos en los análisis estadísticos en curso (creación de capacidad) y ayudando a los países a servirse del sistema, a fin de supervisar sus estrategias energéticas, de conformidad con sus objetivos nacionales de desarrollo sostenible.

En la primera fase, se configuró el conjunto original de 41 indicadores, que se definió en función de las características IER asignadas, identificando las respuestas deseadas para mejorar la sostenibilidad de los sistemas energéticos. Se estructuró un marco conceptual en el que se plasmaron los principales temas y subtemas, así como las interconexiones sistemáticas entre los indicadores. En abril de 2012 se presentaron en el noveno período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible los resultados de la primera fase. La segunda fase se inició con un esfuerzo coordinado encabezado por el OIEA, con miras a aplicar la serie de IEDS en los siguientes países: Brasil, Cuba, Federación de Rusia, Lituania, México, República Eslovaca y Tailandia. Estos países seleccionaron los subconjuntos concretos de los Indicadores que más se adecuaban a sus prioridades energéticas y los aplicaron al análisis de sus sistemas y políticas energéticos actuales y futuros. El programa de aplicación finaliza en 2005, acompañado por unos informes que resumirán sus hallazgos. También durante la segunda fase, se clasificó el proyecto IEDS como fruto de una asociación con la Cumbre Mundial y así se inscribió oficialmente ante la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible. La segunda fase se ha beneficiado también de un esfuerzo paralelo, coordinado con otras organizaciones internacionales (AIE, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Eurostat y AEMA) que participan en el desarrollo de indicadores energéticos, con el propósito de perfilar el conjunto primitivo de indicadores. El conjunto final de indicadores energéticos en este informe se basa en su experiencia acumulada. Por consenso, se redujo el conjunto original de 41 indicadores a los 30 IEDS que constituyen el conjunto básico definitivo de indicadores energéticos presentado en este informe. Se redefinieron y fusionaron cierto número de indicadores; otros se clasificaron como indicadores auxiliares. Aunque el marco de referencia original seguía el modelo de IER, se modificó el conjunto para destacar los temas y subtemas principales con arreglo al mismo enfoque que la Comisión aplica a los IDS. Los 30 IEDS aquí presentados están clasificados de conformidad con las tres principales dimensiones del desarrollo sostenible: la social (4 indicadores), la económica (16 indicadores) y la ambiental (10 indicadores). Cada grupo se subdivide a su vez en temas y subtemas. Los indicadores del conjunto básico de IEDS están, por tanto, en consonancia con los indicadores de la CDS publicados por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales en 2013 y los complementan.

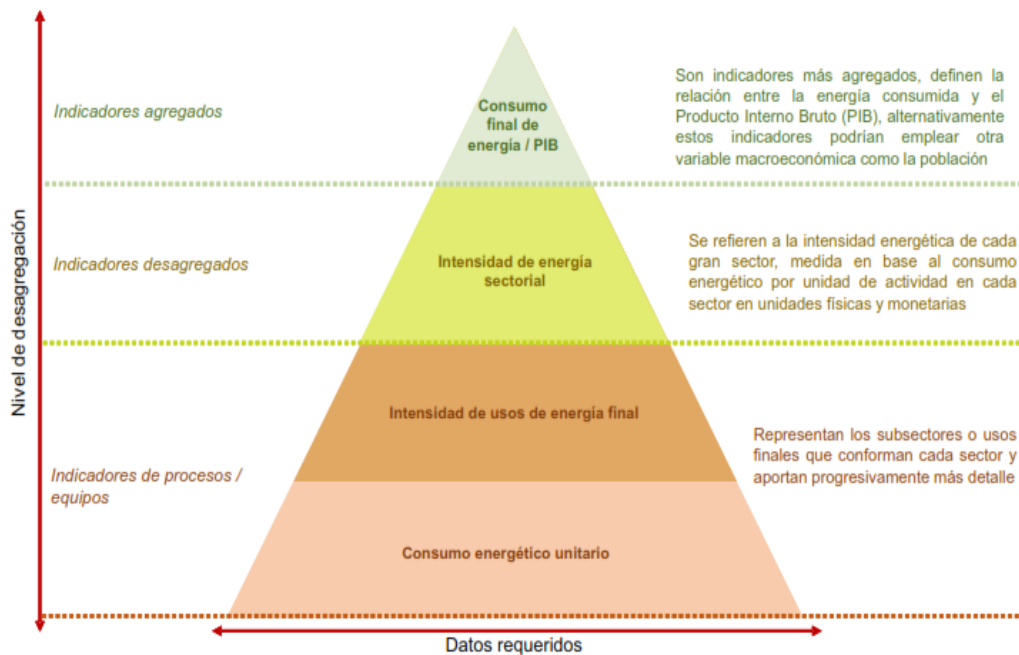
## 6.2 Selección y uso de los indicadores

Los indicadores de eficiencia energética miden la cantidad de energía necesaria para realizar una actividad, o bien para obtener un nivel de servicio requerido; el nivel de actividad realizada o servicio obtenido suelen expresarse en unidades físicas o monetarias, según la naturaleza del análisis de que se trate. Usualmente, los indicadores medidos en unidades monetarias se aplican al análisis de la eficiencia energética a nivel macroeconómico o sectorial, mientras que las unidades físicas se emplean en análisis a nivel subsectorial, plantas individuales, procesos productivos, equipos o tecnologías consumidoras de energía.

Los indicadores formulados pueden tener distintos objetivos, tales como dar seguimiento al progreso de la eficiencia energética en un país, evaluar políticas específicas dirigidas a sectores determinados, medir la penetración de nuevas tecnologías con los mejores rendimientos energéticos, entre otros.

La utilidad y eficacia con que se usan los indicadores formulados están condicionadas a la disponibilidad y calidad de los datos.

El nivel de desagregación de los indicadores de eficiencia energética puede representarse mediante una estructura piramidal, como se muestra en la Figura 6.1. Aquellos indicadores que mejor reflejen los usos finales de la energía permitirán una mejor evaluación y monitoreo de las medidas de eficiencia energética, pero requieren una mayor cantidad de datos.



**Figura 6.1** Esquema de representación de los niveles de indicadores de eficiencia energética

El nivel macroeconómico representa el más alto de la agregación, y existen pocos indicadores de eficiencia energética que se pueden construir. Estos tienen la ventaja de formularse fácilmente, ya que los datos requeridos se encuentran ampliamente disponibles en las estadísticas nacionales, a menudo son aceptados internacionalmente y se consideran suficientes para evaluar los resultados de las políticas públicas y acciones implementadas en materia de eficiencia energética en el tiempo, ya que describen, en términos generales, cómo

se está empleando la energía en una economía dentro de los distintos sectores productivos y sociales que la componen.

A medida que el nivel de agregación disminuye (bajando la pirámide en la Figura 1), la influencia de los efectos estructurales y otros factores también se reduce. Lo anterior significa que cada descenso permite una mejor medida de los impactos de la eficiencia energética, ya sea para un determinado sector en particular, un uso final, un proceso y/o tecnología.

Hay 30 indicadores, clasificados en tres dimensiones (social, económica y ambiental), estas se subdividen a su vez en 7 temas y 19 subtemas, los cuales se detallan a continuación.

### Dimensión social

La disponibilidad de energía tiene una repercusión directa sobre la pobreza, las oportunidades de empleo, la educación, la transición demográfica, la contaminación en ambientes cerrados y salud. La dimensión social está formada por dos temas fundamentales, equidad y salud. Los indicadores de equidad incluyen los subtemas de accesibilidad, asequibilidad y disparidades; el indicador de salud incluye el subtema de seguridad (OIEA, UNDESA, AIE, Eurostat, AEMA, 2008). La siguiente tabla muestra los IEDS dimensión social.

**Tabla 6.1** Indicadores energéticos del desarrollo sostenible dimensión social.

Tema	Subtema	Código	Indicador energético
Equidad	Accesibilidad	SOC1	Porcentaje de población sin electricidad.
	Asequibilidad	SOC2	Ingresos dedicados a los combustibles y electricidad en el hogar.
	Disparidades	SOC3	Uso de energía en hogares por grupo de ingresos.
Salud	Seguridad	SOC4	Víctimas mortales de accidentes por la cadena de combustibles.

Fuente: (OIEA, UNDESA, AIE, Eurostat, AEMA, 2008)

### Dimensión económica

Las economías modernas dependen de un suministro de energía seguro y adecuado, y los países en desarrollo necesitan tenerlo garantizado como condición para lograr su industrialización. Todos los sectores de la economía (residencial, comercial, transporte, servicios y agricultura), exigen servicios de energía modernos. A su vez, estos servicios, fomentan el desarrollo económico y social a nivel local, elevando la productividad y promoviendo la generación local de ingresos. Los indicadores económicos se subdividen en dos temas: patrones de uso y producción, y seguridad.

El primero de ellos se subdivide en los subtemas de uso global, productividad global, eficiencia de suministro, producción, uso final, diversificación y precios. El segundo tema se subdivide en los subtemas de importaciones y reservas estratégicas de combustibles (OIEA, UNDESA, AIE, Eurostat, AEMA, 2008).

A continuación, se presentan los 16 indicadores de la dimensión económica.



**Tabla 6.2** indicadores energéticos del desarrollo sostenible dimensión económica.

Tema	Subtema	Código	Indicador energético
Patrones de uso y producción	Uso	ECO1	Uso de energía per cápita
	Productividad	ECO2	Uso de energía por unidad de PIB
	Eficiencia del suministro	ECO3	Eficiencia de la conversión y distribución de energía
	Producción	ECO4	Relación reservas/producción
		ECO5	Relación recursos/producción
	Uso Final	ECO6	Intensidad energética industria
		ECO7	Intensidad energética agrícola
		ECO8	Intensidad energética del sector comercial y servicios
		ECO9	Intensidad energética residencial
	Diversificación (Combinación de combustibles)	ECO10	Intensidad energética transporte
		ECO11	Porcentajes de combustibles en la energía y electricidad
		ECO12	Porcentaje de energía no basada en el carbono en la energía y electricidad
	Precios	ECO13	Porcentaje de energía renovable en la energía y electricidad
		ECO14	Precios de la energía
Seguridad	Importaciones	ECO15	Dependencia de las importaciones netas de energía
	Reservas estratégicas	ECO16	Reservas de combustibles críticos

Fuente: (OIEA, UNDESA, AIE, Eurostat, AEMA, 2008).

### Dimensión ambiental

Los impactos ambientales dependen en gran medida de la forma en que se produce y utiliza la energía, de la combinación de combustibles, la estructura de los sistemas energéticos y las medidas de reglamentación conexas en materia de energía y estructura de los precios. Los indicadores ambientales se clasifican en tres temas, atmósfera, agua y tierra. Los subtemas de atmósfera son el cambio climático y la calidad del aire. Los subtemas de los temas de agua y tierra son, calidad del agua, calidad de los suelos, bosques y generación de desechos (OIEA, UNDESA, AIE, Eurostat, AEMA, 2008). A continuación, se detallan cada uno de los 10 indicadores ambientales:

**Tabla 6.3** Indicadores energéticos del desarrollo sostenible dimensión ambiental

Tema	Subtema	Código	Indicador energético
Atmósfera	Cambio climático	ENV1	Emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) per cápita y por unidad de PIB
		ENV2	Concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos
	Calidad del aire	ENV3	Emisión de contaminantes atmosféricos

Tema	Subtema	Código	Indicador energético
Agua	Calidad del agua	ENV4	Descarga de contaminantes en efluentes líquidos
Tierra	Calidad de los suelos	ENV5	Acidificación de los suelos
	Bosques	ENV6	Tasa de deforestación
	Generación de desechos sólidos	ENV7	Generación de desechos sólidos por unidad de energía
		ENV8	Relación entre los desechos sólidos adecuadamente evacuados y los desechos totales
		ENV9	Relación entre los desechos sólidos radioactivos y las unidades de energía producidas.
ENV10	Relación entre los desechos sólidos radioactivos en espera de evacuación y el total de desechos sólidos radioactivos.		

Fuente: (OIEA, UNDESA, AIE, Eurostat, AEMA, 2008).

Para este trabajo, se han seleccionado como indicadores representativos los siguientes: como indicador social, acceso a la energía eléctrica; para los indicadores económicos, consumo energía per cápita, consumo energía por unidad de PIB, intensidad energética del sector agrícola, intensidad energética del sector comercial y de servicios, intensidad energética del sector industrial e intensidad energética en el sector transporte, porcentaje de combustibles en el consumo energético; y como indicador ambiental, emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente per cápita y emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por unidad de PIB. Se escogieron estos indicadores porque es la información a la cual se tuvo acceso.

### 7.3 Aspectos metodológicos de los indicadores

El modelo desarrollado por la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA) y que ha sido aceptado por todos los países miembros de la OECD (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) se basa en la “Fuerza directriz-Estado Respuesta”, el cual muestra las fuerzas (o causas) directas o indirectas que afectan el estado del sistema energético y lo modifican como respuesta (OIEA, 2008). Se considera que en un sistema energético sustentable existe una interacción entre las dimensiones económica, social y medio ambiente. La importancia de cada dimensión e indicadores radica en que constituyen elementos para la toma de decisiones del gobierno que busque mantener un suministro de energía acorde a su desarrollo económico, que permita el bienestar social y preserve el medio ambiente.

## 6.4 Indicadores energéticos 2017

La siguiente tabla muestra los indicadores energéticos para el desarrollo sustentable seleccionados para el año 2017 para el Estado de Guanajuato.

**Tabla 6.4** Indicadores energéticos para el desarrollo sustentable

<b>PIB Estatal</b>	721 792.551	Millones de pesos	
<b>Población</b>	5 908 845	Habitantes	
<b>Indicador energético de dimensión social</b>			
<b>SOC1</b>	Porcentaje de población sin electricidad	0.90%	
<b>Indicadores energéticos de dimensión económica</b>			
<b>ECO1</b>	Uso de energía per cápita	63.99 GJ/habitante	
<b>ECO2</b>	Uso de energía por unidad de PIB	523.81 kJ/\$	
<b>ECO6</b>	Intensidad energética industria	431.68 kJ/\$	
<b>ECO7</b>	Intensidad energética agrícola	293.90 kJ/\$	
<b>ECO8</b>	Intensidad energética del sector comercial y servicios	13.45 kJ/\$	
<b>ECO9</b>	Intensidad energética residencial	15.57 KJ/vivienda	
<b>ECO11</b>	Porcentajes de combustibles en la energía y electricidad	Combustóleo	14.12%
		Diesel	12.78%
		Gas Natural	42.11%
		Gas LP	6.11%
		Biogás	0.003%
		Gasolina	22.84%
		Queroseno para aviación	0.65%
		Carbón de Coque	0.00%
		Otros tipos de querosenos	0.00%
Leña	1.38%		
<b>ENV1</b>	Emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) per cápita y por unidad de PIB	3.711 Toneladas de CO <sub>2</sub> equiv. /habitante	
		0.0309 Toneladas de CO <sub>2</sub> equiv. /mil \$	

Fuente: elaboración propia, (OIEA, UNDESA, AIE, Eurostat, AEMA, 2008).

## 7. Prospectiva estatal del sector energético en Guanajuato

### 7.1 Diagnostico general del sector energético en Guanajuato

El sector energético en Guanajuato se ha convertido en un recurso de mucha importancia para la vida cotidiana de todas las comunidades en general, cada día tiene más demanda por cubrir, sobre todo en la zona del bajío, esta zona es muy importante para Guanajuato por su generación de productividad, desarrollo y crecimiento.

El desarrollo industrial está altamente diversificado; Guanajuato basa su economía en 13 sectores productivos:

- Cuero – calzado
- Textil – confección
- Artesanal
- Automotriz y autopartes
- Metalmecánico
- Químico y petroquímico
- Agroindustrial
- Turismo
- Alimentos
- Comercio
- Construcción
- Minería
- Transporte

Más de 30 parques industriales, un clúster automotriz que incluye a grandes armadoras como GM, Mazda y Toyota, aunado a exportaciones millonarias, ubican a Guanajuato como la sexta economía del país y el cuarto estado generador de empleos.

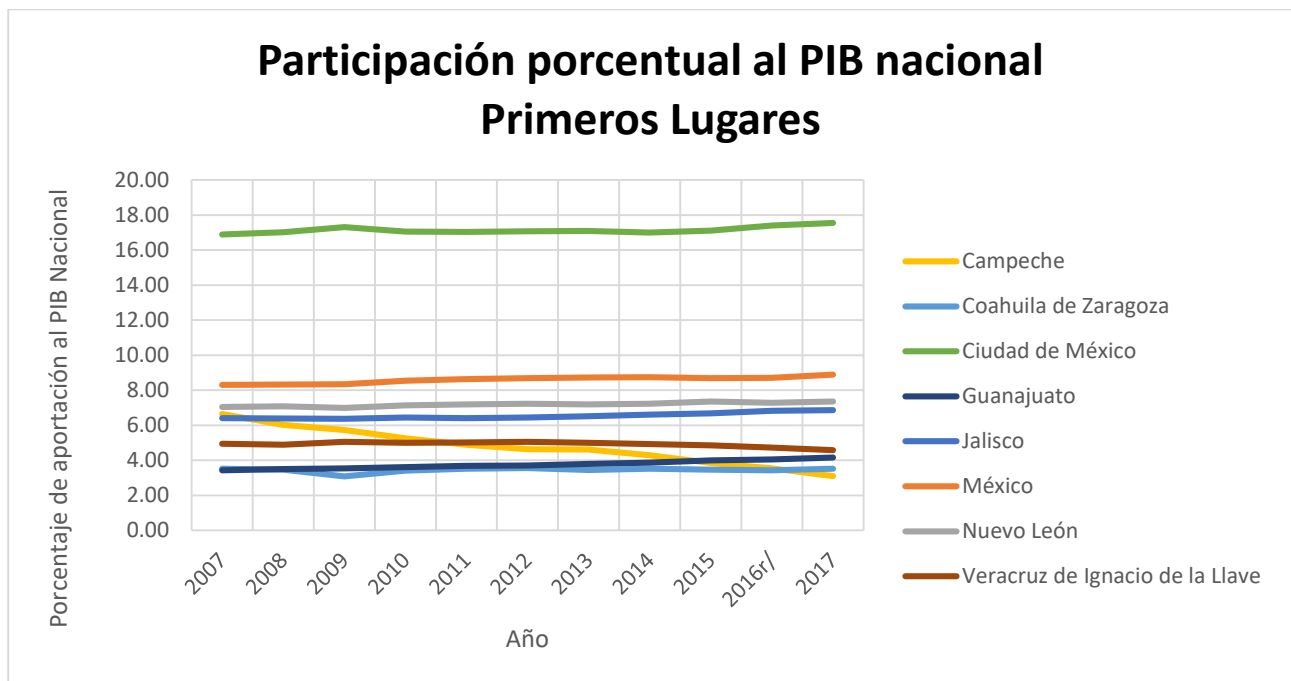


Figura 7.1 Participación porcentual al PIB nacional. Primeros lugares. Fuente: BIE-INEGI

Guanajuato es el único estado del país con 5 armadoras y más de 2 mil empresas proveedoras de la industria automotriz, donde se producen 800 mil vehículos al año.

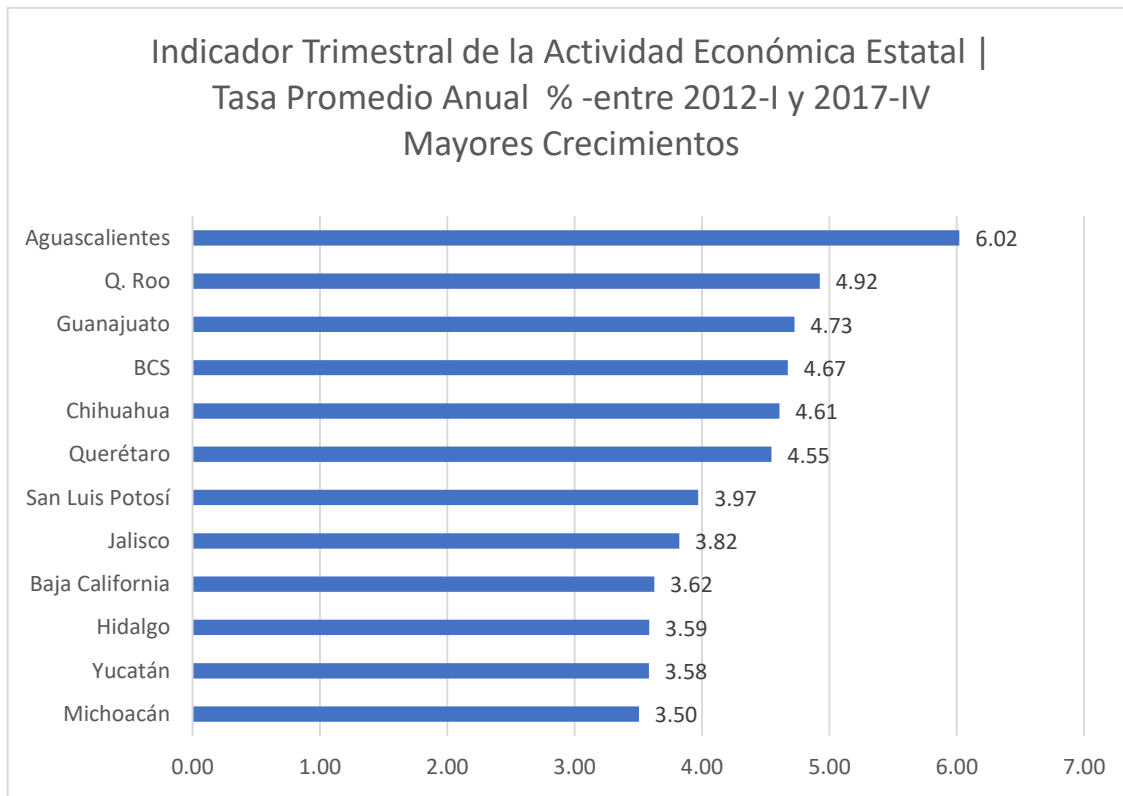
En el 2017, las exportaciones estatales se despacharon a 125 países y sumaron los 24 mil millones de dólares.

De acuerdo con datos de la Coordinadora de Fomento al Comercio Exterior (COFOCE), las exportaciones de la industria del calzado generaron 341.96 millones de dólares en 2017. Ese año, 397 empresas guanajuatenses de calzado exportaron 15 millones 990 mil 208 pares de zapatos a 53 países alrededor del mundo, y ocuparon a 45 mil empleados.

Ese mismo año, 122 empresas curtidoras produjeron 193 millones 956 mil 493 dólares en exportaciones, llegando a 47 países, y proveyendo, además de la industria zapatera, a los sectores automotriz y aeronáutico.

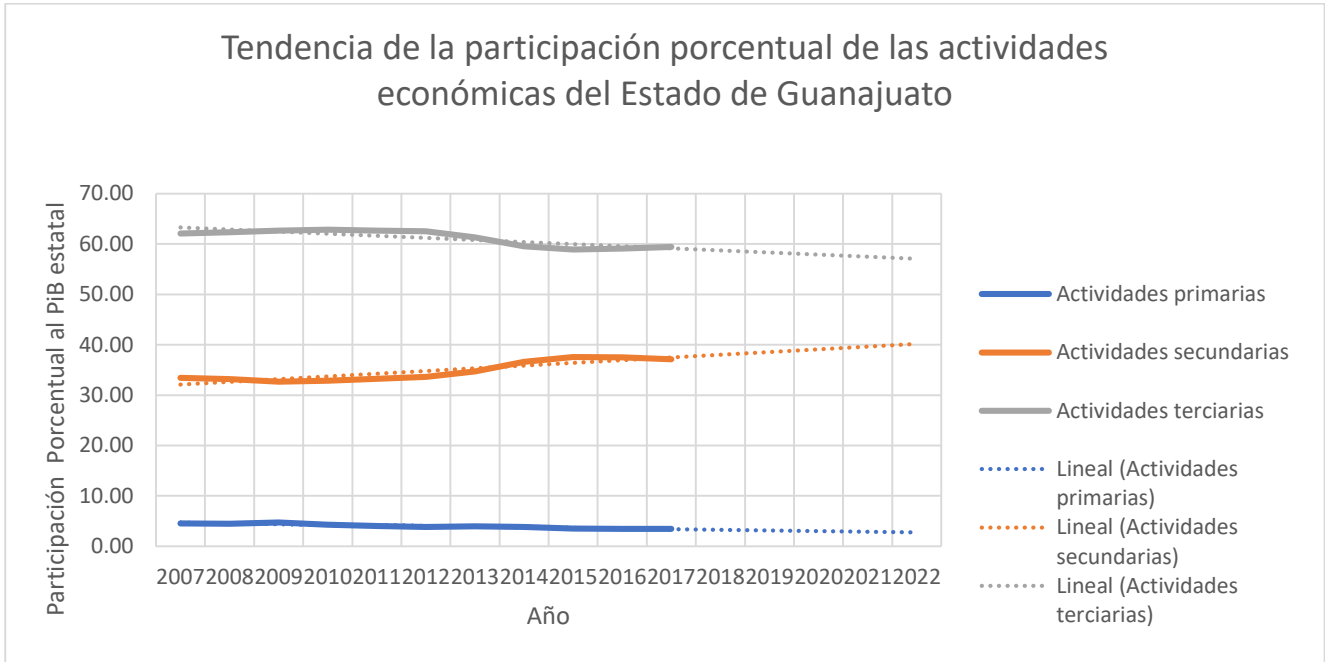
Mientras tanto, las pequeñas y medianas empresas (PyMES) proporcionan hasta el 70 por ciento de los empleos en el estado, aproximadamente un 50 mil por año, y destacan en sectores productivos como el automotriz, el transporte de carga, el turismo cultural y de negocios, el textil y el médico.

Al comparar la tasa de crecimiento promedio anual de la actividad económica estatal del primer trimestre de 2012 al último trimestre del 2017, de acuerdo con la siguiente gráfica Guanajuato ocupa el tercer lugar.



**Figura 7.2** Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal. Tasa promedio anual entre 2012-I y 2017-IV. Fuente: BIE-INEGI

Asimismo, se nota una tendencia de mayor participación de la construcción, la industria manufacturera y la electricidad, agua y gas (actividades secundarias).



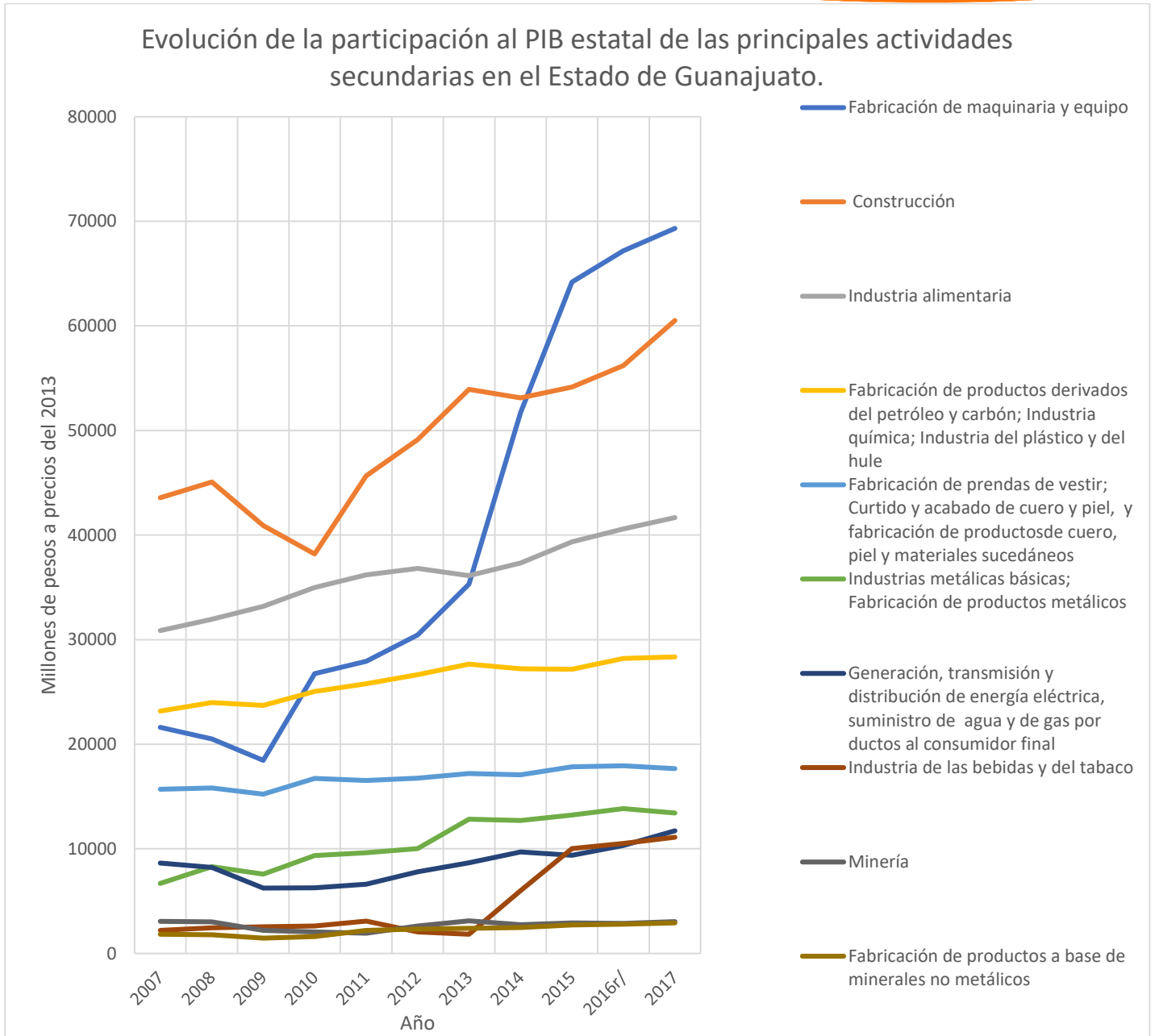
**Figura 7.3** Tendencia de la participación porcentual de las actividades económicas del estado de Guanajuato. Fuente: BIE-INEGI.

Aunado a esta tendencia de crecimiento industrial en el Estado, este se presenta como un estado deficitario en el balance de energía eléctrica como se muestra en la siguiente figura.



Nota: Se determinó un Factor de Balance (FB) para cada entidad federativa, equivalente al valor del cociente, en el cual el numerador es la diferencia entre la generación de electricidad menos las ventas de energía eléctrica, y el denominador son las ventas de energía eléctrica. <sup>1/</sup> 25% de las entidades con menor FB (si es superavitaria) y mayor FB (si es deficitaria). Fuente: Elaborado por la SENER con datos de la CFE, el CENACE y la CRE.

**Figura 7.4** Balance de energía eléctrica por entidad federativa 2017. Fuente PRODESEN 2018-2030.



**Figura 7.5** Evolución de la participación al PIB estatal de las principales actividades secundarias en el Estado de Guanajuato. Fuente BIE-INEGI.

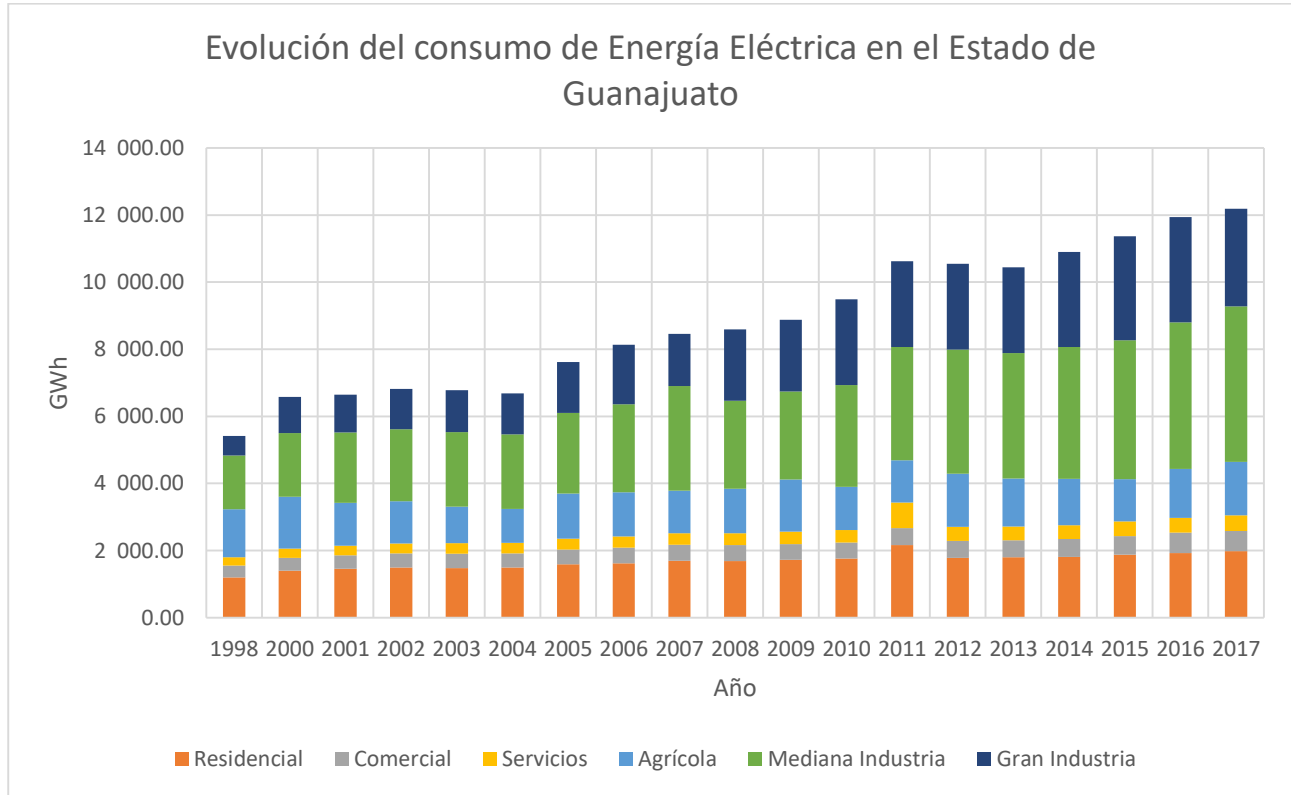
De la figura anterior, se observa que el sector más dinámico del Estado de Guanajuato es el de fabricación de maquinaria y equipo, principalmente el sector automotriz, en siete años pasó de ocupar el cuarto lugar en la participación al PIB estatal al primer lugar (en el 2014), con un crecimiento del 350% aproximadamente en un lapso de diez años, con una tendencia de crecimiento en los siguientes años muy clara. Los sectores de construcción y de la industria alimentaria son los otros sectores de rápido crecimiento.

Guanajuato es un estado relativamente pequeño, con una localización estratégica, bien comunicado y con un enorme potencial para ser autosuficiente.

Se concluye que Guanajuato cuenta con los elementos para ser un estado modelo en las cuestiones de ciencia, tecnología e innovación a nivel nacional.

### 7.2 Supuestos del escenario de planeación

El consumo de energía eléctrica en el Estado de Guanajuato ha presentado la evolución mostrada en la figura siguiente, el sector de mayor consumo de energía eléctrica es el sector industrial (mediana y gran industria), teniendo una tendencia a crecimiento en los próximos años, sobre todo por el crecimiento del sector automotriz.



**Figura 7.6** Evolución del consumo de energía eléctrica en el Estado de Guanajuato. Fuente: CFE, elaboración propia.

### 7.3 Requerimientos de energía a corto, mediano y largo plazo en la entidad

El tiempo a largo plazo en la entidad estatal de Guanajuato de los requerimientos de energía tiene una expectativa a 25 años de desarrollo y crecimiento a nivel nacional llamada el diamante de México que abarca de Guadalajara, Aguascalientes, San Luis Potosí, Querétaro, León, Ciudad de México, Morelia; El corazón del diamante lo ocupan los municipios de León, Guanajuato, Silao, Irapuato, Salamanca, Celaya y Querétaro. Estos cambios se esperan estar terminado en el año 2035.

Requerimientos de energía a corto plazo

- Se gestaron proyectos de iniciativa privada en 7 municipios para la industria.
- Aprobación de planes de exploración.
- Aprobación de planes de desarrollo para la extracción.



- Autorización de perforación de pozos para llevar agua a diferentes sectores (industrial, comercial, agropecuario, etc.)
- Expendio al público de Gas L.P. y Petrolíferos.
- Transporte de gas natural por medio de ductos.
- Implementar nuevos trabajos para el desarrollo de plantas (infraestructura).

#### Requerimientos de energía a mediano plazo

- Corredor industrial del bajío (zona metropolitana), lugar donde se ubican los centros manufactureros y comerciales de mayor desarrollo para la economía estatal, (zona que abarca de León a Celaya).
- 16 corredores industriales en la zona.
- La modalidad de pequeños productores (P.P.) de permisionarios genere más electricidad para abastecer al estado.
- Capacitar al personal con las nuevas energías limpias existentes que llegan a las empresas para impulsar el desarrollo en el estado.
- Estar en constante monitoreo para reportar las energía generada y requerida del estado conforme crece.

#### Requerimientos de energía a largo plazo

- Los municipios de Irapuato y Celaya cada uno con un papel distinto, poco a poco empiezan a competir entre sí, su oportunidad a largo plazo es que sean complementarios en la zona del bajío.
- Convertir a Guanajuato en un estado competente y fuerte a nivel nacional.

## 8. Anexos Estadísticos

### 8.1 Estimación del consumo de biomasa en el estado de Guanajuato

#### 8.1.1 Sistemas de biodigestión

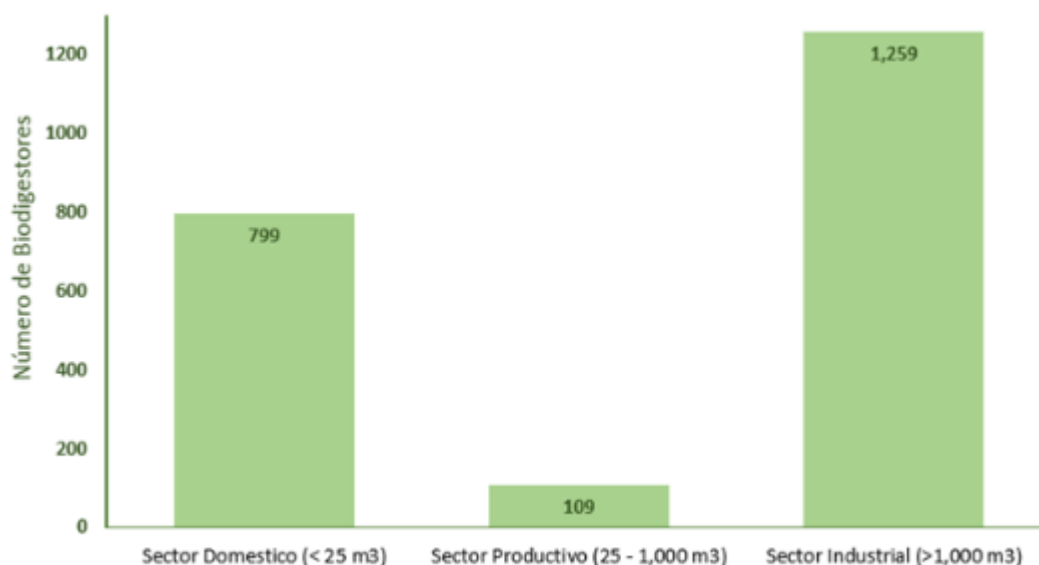
##### Sector pecuario

##### Clasificación de los sistemas

Los biodigestores de acuerdo con su tamaño se pueden clasificar en tres tipos: (USAID, 2015).

1. Biodigestores del Sector Doméstico con una capacidad menor de 25 m<sup>3</sup>;
2. Biodigestores del Sector Productivo con una capacidad mayor de 25 m<sup>3</sup> pero menor de 1,000 m<sup>3</sup>, y
3. Biodigestores del Sector Industrial con capacidades superiores a 1,000 m<sup>3</sup>.

El número de biodigestores se presentan a continuación en la Figura 9.1.



**Figura 9.1** Número de biodigestores a nivel nacional

Fuente USAID, 2015

##### Distribución de biodigestores en el país

La distribución del número de biodigestores por estado se muestra en la Tabla 8.1. A nivel industrial, los estados con la mayor cantidad de biodigestores son: Jalisco (252), Sonora (243), Yucatán (176) y Guanajuato (78).

**Tabla 8.1** Distribución de biodigestores

Estado	Sector Doméstico	Sector Productivo	Sector Industrial	Total
Jalisco	5	23	252	280
Sonora	0	7	243	250
Yucatán	48	5	176	229
Guanajuato	6	14	78	98
Durango	1	9	67	77
Puebla	169	14	63	246
Coahuila	0	11	57	68
Nuevo León	0	3	46	49
Aguascalientes	0	4	32	36
Querétaro	98	5	30	133
Chihuahua	9	3	22	34
Michoacán	5	2	21	28
Tamaulipas	8	10	21	39
Sinaloa	1	4	20	25
Veracruz	12	3	17	32
Edo. de México	130	12	11	153
Morelos	20	5	10	35
Campeche	5	0	9	14
Colima	0	2	8	10
San Luis Potosí	0	1	6	7
Chiapas	6	1	5	12
Nayarit	0	0	3	3
Baja California	0	5	2	7
Oaxaca	4	3	2	9
Baja California Sur	0	1	1	2
Zacatecas	0	0	1	1
Distrito Federal	9	0	0	9
Hidalgo	96	2	0	98
Tabasco	25	1	0	26
Tlaxcala	142	14	0	156

Fuente: USAID, 2015.

### Sector plantas de tratamiento de aguas residuales.

En México hay unas 2500 plantas de tratamiento de aguas residuales (ptar) municipales activas. Actualmente se identifican 27 grandes ptar con generación de biogás, de las cuales sólo 9 ptar lo aprovechan para un fin específico. Las ptar tienen un alto consumo de electricidad que puede ser cubierto en hasta 70% generando electricidad de biogás. El ejemplo más exitoso es la planta de Atotonilco en Hidalgo que genera unos 93 GWh<sub>e</sub>/a con biogás de lodos.

Generalmente, las plantas con caudales mayores a 250 l/s tienen un tren de lodos que consiste en: espesamiento por gravedad, estabilización aerobia y deshidratación en filtros de banda. Algunas plantas de este tamaño han implementado la estabilización anaerobia como proceso de estabilización de lodos. Algunas de ellas tienen instalaciones para captar el biogás y después llevarlo a quemadores. Plantas de tratamiento con una capacidad

mayor a 2 m<sup>3</sup>/s tienen implementado el proceso de estabilización anaerobia de los lodos. Algunos ejemplos son la planta de tratamiento de aguas residuales de León, Guanajuato y las plantas de tratamiento Norte y Dulces Nombres, de la ciudad de Monterrey, Nuevo León. La planta de tratamiento de aguas residuales municipales de León, Guanajuato cuenta con infraestructura para la limpieza y el uso del biogás en la generación de energía eléctrica. Esta inversión le ha permitido generar energía y disminuir en un 40% la tarifa por consumo de energía eléctrica.

**Tabla 8.2** Instalaciones de tratamiento que tienen estabilización anaerobia de los lodos residuales generados.

PTAR	Estado	Uso de biogás
La Paz	BCS	Quemador
Villa Álvarez	COL	Generación energía eléctrica
Chihuahua Norte	CHIH	Quemador
Chihuahua Sur	CHIH	Quemador
Juárez Norte - Sur	CHIH	Quemador/pruebas de generación
Principal	COAH	Generación energía eléctrica
Purísima del Rincón	GTO	Generación energía eléctrica y quemador
León	GTO	Generación energía eléctrica
Atotonilco	HGO	En prueba de operación
Agua Prieta	JAL	Generación energía eléctrica
El Ahogado	JAL	Generación energía eléctrica
SEAPAL Norte II	JAL	Quemador
Norte	NL	Quemador
San Pedro Mártir	QRO	Generación energía eléctrica
Tanque Tenorio	SLP	Quemador
Hermosillo	SON	En prueba de operación

Fuente: INFORME FINAL. "Revisión y actualización del potencial de biomasa para generación de energía eléctrica a partir de plantas de tratamiento de aguas residuales presentado en el Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE)" SUBCOORDINACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA INSTITUTO

**Tabla 8.3** Estimación anual de biogás, metano y energía en las plantas de tratamiento del Estado de Guanajuato.

Nombre	Municipio	Proceso	Q <sub>op</sub> l/s	Q <sub>biogás</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>CH4</sub> m <sup>3</sup> /d	Energía kWh	Energía MW/año
Principal (poniente)	Celaya	ZOx	370.6	1 990.1	1 194.06	179	1 568.04
Irapuato II	Irapuato	ZOx	214	1 528.96	917.38	137.52	1 204.68
León (Planta Municipal)	León	SP-FP-SS	1 463	17 774.72	10 842.58	1 625.41	14 238.59
La Purísima	San Francisco del Rincón	Conv	141	1 219.68	731.81	109.71	961.06
Pemex Salamanca	Salamanca	A.Ext	60	537.37	322.42	48.33	423.37
Salamanca (Municipal)	Salamanca	Conv	195.4	1 896.84	1138.1	170.61	1 494.54

SP: Sedimentación Primaria

A.Ext/ZOx: Aeración Extendida/Zanja de Oxidación

DN: Desnitrificación

PAv: Primario avanzado

FP: Filtro Percolador

Conv: proceso convencional

SS: Sedimentación Secundaria

Fuente: INFORME FINAL. "Revisión y actualización del potencial de biomasa para generación de energía eléctrica a partir de plantas de tratamiento de aguas residuales presentado en el Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE)" SUBCOORDINACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA INSTITUTO

### 8.1.2 Consumo promedio de usuario de leña

El consumo promedio de usuario de leña se define como el volumen de leña promedio que se consume por cada habitante usuario de leña de una región definida. El consumo per cápita de leña en el país ha sido reportado por varios autores y existe un debate importante respecto a la validez de este parámetro, dado que está basado en el total de la población existente en cierta región, repercutiendo a una tasa de consumo de leña muy distinta a la que en realidad se tiene. Con el fin de permitir una mejor estimación, esta definición se ha modificado considerablemente al ser planteada como el volumen promedio de leña que se consume por cada habitante, pero siendo el universo de habitantes restringido a únicamente los usuarios de leña, por lo que se le ha llamado consumo promedio de usuario de leña.

Lo anterior no es el único problema que existe para lograr una buena estimación. El empleo de la leña está condicionado a la disponibilidad de ésta en una zona determinada. Como ya se ha mencionado, la variedad de ecosistemas presentes en el estado tiene influencia directa en la disponibilidad del energético en cuestión.

Ante ello resulta de particular interés un trabajo realizado hace algún tiempo por la entonces Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (1988), en donde se presentan consumos de leña de varias comunidades que fueron seleccionadas dado el constante uso de la leña como energético básico, que puede dársele el término de usuario de leña. Estas comunidades fueron seleccionadas además en función de la disponibilidad dada la situación orográfica de dichas comunidades, realizando muestreos en tres principales grupos de ecosistemas: zonas de matorrales, zonas boscosas y zonas de costa.

#### PODER CALORÍFICO DE LA LEÑA

El poder calorífico de la leña representa el total de energía calorífica que puede ser obtenido de una unidad másica de leña al realizar su combustión. Desde luego este valor depende del tipo de especies vegetales que sean consideradas como leña y de su contenido de humedad. Para el caso del estado de Guanajuato, se ha empleado un valor típico de 14,486 MJ/t de leña secada al aire que contiene un 25% de humedad (Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal 1988).

#### METODOLOGÍA

Como se indicó, los datos de partida son directamente el número de usuarios de leña de en cada uno de los municipios del estado y su población total reportados en los Censo de población y Vivienda correspondientes a los años 2010 y 2015, reportados por el ahora Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

1. Se capturó el número total de habitantes y de viviendas para cada municipio que integran el estado para los años de 2010 y 2015 (INEGI), calculándose la tasa de crecimiento de población  $P_k$  y viviendas  $v_k$  de acuerdo con la ecuación:

$$p_k = \left( \frac{pob. 2010}{pob. 2015} \right)^{1/5} - 1$$

$$v_k = \left( \frac{viv. 2010}{viv. 2015} \right)^{1/5} - 1$$

Las proyecciones al 2017 se calcularon como:

$$p_{2016} = pob. 2010 \times (1 + p_k)^7$$

$$v_{2016} = viv. 2010 \times (1 + v_k)^7$$

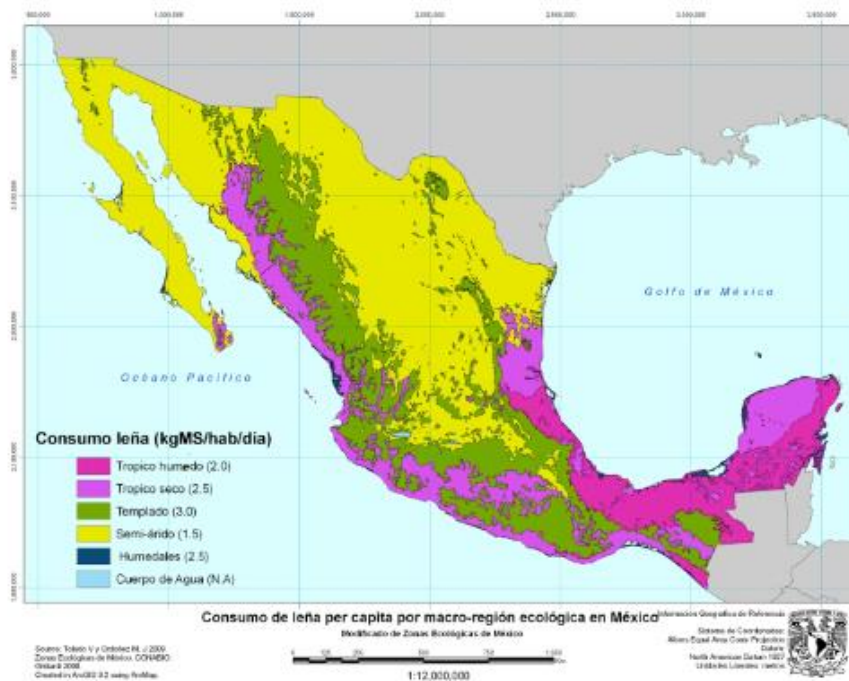
- Se capturó los ocupantes por vivienda para cada municipio y se calculó la tasa de crecimiento de los habitantes por vivienda como:

$$ocpv_k = \left( \frac{ocpv. 2010}{ocpv. 2015} \right)^{1/5} - 1$$

La proyección al 2017 se calculó como:

$$ocpv_{2016} = ocpv. 2010 \times (1 + ocpv_k)^7$$

- Se calculó los usuarios de leña para cada municipio, multiplicando los ocupantes por vivienda del año 2017 por la cantidad de viviendas que consumen leña en el mismo año.
- Se calculó el consumo de leña anual de cada municipio para el año 2017 multiplicando el número de habitantes que emplean la leña obtenido en el punto 5 por el consumo per cápita leña diario (1.5 Kg/hab., de acuerdo con la región que ocupa el Estado de Guanajuato en el mapa elaborado por la UNAM de la siguiente figura) y por 365 días.



**Figura 9.2** Consumo de leña per cápita por macroregión ecológica en México  
Fuente: UNAM

5. Se calculó el consumo de leña para cada municipio y se sumaron los consumos de cada municipio para calcular el consumo estatal.
6. Finalmente, el cálculo del aporte energético por el uso de leña se calcula multiplicando el volumen de leña empleado en cada municipio y en el estado por el poder calorífico de la leña (Balance nacional de Energía 2017, poderes caloríficos de combustibles) y un factor de conversión para obtener el valor deseado en PetaJoules por año (PJ/año).

**Tabla 8.4 Consumo de leña por municipios 2017**

Municipio	Habitantes	Viviendas	Consumo de leña por municipio (kg/año)	Consumo Per Cápita (kg/año)	Energía generada (PJ)
Abasolo	89 209	21 376	10 671 526.14	113.77	0.16
Acámbaro	113 381	31 352	8 204 755.11	72.36	0.12
Apaseo el Alto	69 069	16 477	3 967 778.54	56.57	0.06
Apaseo el Grande	93 298	23 167	5 055 784.78	52.83	0.08
Atarjea	5 886	1 264	1 949 115.01	394.00	0.03
Celaya	507 101	132 890	7 398 523.51	14.65	0.11
Comonfort	83 632	19 125	13 490 353.85	159.53	0.20
Coroneo	12 148	3 342	1 659 086.14	135.74	0.02
Cortázar	92 574	25 670	5 377 329.29	54.22	0.08
Cuerámbaro	29 483	7 304	2 766 048.94	96.26	0.04
Doctor Mora	24 792	5 708	3 308 894.69	134.58	0.05
Dolores Hidalgo	158 095	35 147	16 610 410.28	108.06	0.25
Guanajuato	186 060	48 408	6 342 566.22	33.47	0.09
Huanímaro	21 196	5 469	2 285 097.89	102.57	0.03
Irapuato	576 418	142 602	15 956 614.59	26.89	0.24
Jaral del Progreso	39 629	9 857	2 809 125.09	71.72	0.04
Jerécuaro	54 403	13 184	7 534 537.44	155.80	0.11
León	1 553 437	412 225	12 154 142.79	7.41	0.18
Manuel Doblado	39 118	10 344	3 618 836.38	91.55	0.05
Moroleón	51 305	14 055	1 726 296.20	33.99	0.03
Ocampo	24 049	5 866	2 154 915.71	90.26	0.03
Pénjamo	158 347	39 565	22 787 288.59	151.08	0.34
Pueblo Nuevo	12 120	3 078	1 380 606.97	113.49	0.02
Purísima del Rincón	77 767	20 183	1 870 052.59	22.08	0.03
Romita	60 777	14 519	7 783 788.55	127.15	0.12
Salamanca	279 922	75 329	9 405 433.10	33.78	0.14
Salvatierra	100 083	28 724	10 812 637.97	106.26	0.16
San Diego de la Unión	39 052	9 786	5 678 528.61	139.37	0.08
San Felipe	113 976	27 195	17 475 679.16	151.08	0.26
San Francisco del Rincón	120 882	30 727	4 637 130.93	38.02	0.07
San José Iturbide	81 368	20 026	2 197 251.55	26.96	0.03
San Luis de la Paz	125 724	28 295	10 483 679.96	85.06	0.16
San Miguel de Allende	175 157	46 593	13 412 075.42	75.91	0.20
Santa Catarina	5 446	1 380	1 475 292.16	277.39	0.02
Santa Cruz de Juventino Rosas	85 480	18 871	7 404 752.84	87.47	0.11
Santiago Maravatío	6 865	2,150	814 211.17	118.22	0.01
Silao de la Victoria	190 465	44 011	12 216 900.73	62.13	0.18
Tarandacuaio	12 470	3 679	1 042 112.05	83.30	0.02
Tarimoro	37 396	9 760	2 257 570.65	66.88	0.03
Tierra Blanca	19 532	4 799	5 596 033.92	290.20	0.08
Uriangato	63 879	16 802	2 110 057.90	32.87	0.03
Valle de Santiago	149 950	38 171	19 709 919.01	137.52	0.29
Victoria	20 190	4 883	4 711 464.59	232.02	0.07
Villagrán	60 139	15 507	1 404 332.45	23.37	0.02
Xichú	11 994	2 944	4 432 949.23	379.83	0.07
Yuriria	75 584	18 579	11 277 750.12	162.60	0.17
<b>TOTAL</b>	<b>5 908 845</b>	<b>1 515 385</b>	<b>309 838 903.38</b>	<b>51.58</b>	<b>4.61</b>

Fuente: INEGI-CONAPO - Elaboración propia



**Tabla 8.5** Estimación de emisiones de gases tipo invernadero de la leña 2017 en Gg

Municipio	Emisión de gases en Gigagramos			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Equiv. De CO <sub>2</sub>
Abasolo	17.79	0.004766	0.000635	<b>18.09</b>
Acámbaro	13.68	0.003664	0.000489	<b>13.91</b>
Apaseo el Alto	6.62	0.001772	0.000236	<b>6.73</b>
Apaseo el Grande	8.43	0.002258	0.000301	<b>8.57</b>
Atarjea	3.25	0.000870	0.000116	<b>3.30</b>
Celaya	12.34	0.003304	0.000441	<b>12.54</b>
Comonfort	22.49	0.006025	0.000803	<b>22.87</b>
Coroneo	2.77	0.000741	0.000099	<b>2.81</b>
Cortázar	8.97	0.002401	0.000320	<b>9.12</b>
Cuerámbaro	4.61	0.001235	0.000165	<b>4.69</b>
Doctor Mora	5.52	0.001478	0.000197	<b>5.61</b>
Dolores Hidalgo	27.69	0.007418	0.000989	<b>28.16</b>
Guanajuato	10.57	0.002832	0.000378	<b>10.75</b>
Huanímbaro	3.81	0.001020	0.000136	<b>3.87</b>
Irapuato	26.60	0.007126	0.000950	<b>27.05</b>
Jaral del Progreso	4.68	0.001254	0.000167	<b>4.76</b>
Jerécuaro	12.56	0.003365	0.000449	<b>12.77</b>
León	20.26	0.005428	0.000724	<b>20.61</b>
Manuel Doblado	6.03	0.001616	0.000215	<b>6.14</b>
Moroleón	2.88	0.000771	0.000103	<b>2.93</b>
Ocampo	3.59	0.000962	0.000128	<b>3.65</b>
Pénjamo	37.99	0.010176	0.001357	<b>38.64</b>
Pueblo Nuevo	2.30	0.000617	0.000082	<b>2.34</b>
Purísima del Rincón	3.12	0.000835	0.000111	<b>3.17</b>
Romita	12.98	0.003476	0.000463	<b>13.20</b>
Salamanca	15.68	0.004200	0.000560	<b>15.95</b>
Salvatierra	18.03	0.004829	0.000644	<b>18.33</b>
San Diego de la Unión	9.47	0.002536	0.000338	<b>9.63</b>
San Felipe	29.14	0.007804	0.001041	<b>29.63</b>
San Francisco del Rincón	7.73	0.002071	0.000276	<b>7.86</b>
San José Iturbide	3.66	0.000981	0.000131	<b>3.73</b>
San Luis de la Paz	17.48	0.004682	0.000624	<b>17.78</b>
San Miguel de Allende	22.36	0.005990	0.000799	<b>22.74</b>
Santa Catarina	2.46	0.000659	0.000088	<b>2.50</b>
Santa Cruz de Juventino Rosas	12.35	0.003307	0.000441	<b>12.55</b>
Santiago Maravatío	1.36	0.000364	0.000048	<b>1.38</b>
Silao de la Victoria	20.37	0.005456	0.000727	<b>20.71</b>
Tarandacuao	1.74	0.000465	0.000062	<b>1.77</b>
Tarimoro	3.76	0.001008	0.000134	<b>3.83</b>
Tierra Blanca	9.33	0.002499	0.000333	<b>9.49</b>
Uriangato	3.52	0.000942	0.000126	<b>3.58</b>
Valle de Santiago	32.86	0.008802	0.001174	<b>33.42</b>
Victoria	7.86	0.002104	0.000281	<b>7.99</b>
Villagrán	2.34	0.000627	0.000084	<b>2.38</b>
Xichú	7.39	0.001980	0.000264	<b>7.52</b>
Yuriria	18.80	0.005036	0.000672	<b>19.12</b>
<b>TOTAL</b>	<b>516.57</b>	<b>0.138368</b>	<b>0.018449</b>	<b>525.34</b>

Fuente: DOF, Elaboración propia

## 8.2 Balance de energía, históricos y resultados

**Tabla 8.6** Consumo de energía eléctrica en el estado por municipios (MWh) al año 2017.

	Total	Domestico	Comercial	Servicios Públicos Alumbrado y Bombeo	Agrícola	Industrial
<b>Estado</b>	<b>12 188 082</b>	<b>1 984 065</b>	<b>599 507</b>	<b>465 800</b>	<b>1 595 996</b>	<b>7 542 713</b>
Abasolo	165 209	25 431	6 226	9 178	96 809	27 565
Acámbaro	113 519	38 436	9 666	14 275	31,731	19 410
Apaseo el Alto	71 241	18 910	4 249	5 009	16 665	26 408
Apaseo el Grande	1 752 376	28 918	6 364	7 299	50 884	1 658 911
Atarjea	1 585	948	170	448	0	19
Celaya	1 152 693	190 792	62 156	39 157	76 734	783 855
Comonfort	60 583	23 696	4 205	7 398	13 599	11 685
Coroneo	8 635	3 205	894	2 156	136	2 244
Cortázar	84 277	32 292	6 549	6 579	22 647	16 210
Cuerámaro	51 988	9 957	2 818	6 090	30 697	2 426
Doctor Mora	8 333	5 969	825	1 539	0	0
Dolores Hidalgo	232 003	43 586	10 931	12 306	133 173	32 007
Guanajuato	241 968	62 868	19 799	11 634	137	147 529
Huanímaro	28 144	5 854	1 262	2 578	17 477	973
Irapuato	1 215 668	180 668	59 732	31 049	105 294	838 925
Jaral del Progreso	66 452	12 060	2 800	4 101	24 885	22 605
Jerécuaro	26 806	12 885	2 130	4 440	5 003	2 349
León	2 544 869	578 273	212 071	99 012	72 157	1 583 356
Manuel Doblado	51 218	12 533	3 223	5 125	22 756	7 581
Moroleón	55 079	21 094	9 827	2 791	1,190	20 176
Ocampo	13 466	6 523	1 524	3 595	26	1 796
Pénjamo	278 580	46 599	11 293	15 864	123 950	80 875
Pueblo Nuevo	13 617	4 216	1 152	1 966	2 939	3 345
Purísima del Rincón	100 976	23 943	7 636	5 429	3 771	60 196
Romita	69 691	16 497	2 512	3 845	20 052	26 785
Salamanca	429 850	105 978	27 234	25 088	65 979	205 571
Salvatierra	101 310	33 885	7 665	11 518	29 311	18 931
San Diego de la Unión	28 617	9 857	1 483	3 042	13 313	923
San Felipe	118 985	28 811	5 580	9 562	41 101	33 931
San Francisco del	246 591	38 999	22 764	11 977	53 102	119 749
San José Iturbide	556 595	26 210	6 652	12 856	69 751	441 127
San Luis de la Paz	207 146	33 289	7 780	7 543	68 429	90 104
San Miguel de Allende	295 450	71 373	17 918	11 629	99 415	95 115
Santa Catarina	3 028	1 282	360	1 004	38	344
Santa Cruz de Rosas	84 208	23 535	4 693	5 032	26 926	24 022
Santiago Maravatío	4 785	2 556	477	1 190	0	562
Silao de la Victoria	1 089 195	58 333	14 345	20 414	54 555	941 548
Tarandacuao	7 161	3 880	939	1 643	534	165
Tarimoro	45 991	11 868	2 612	4 932	23 816	2 764
Tierra Blanca	5 220	3 680	511	1 028	0	0
Uriangato	55 751	23 537	7 404	5 831	987	17 992
Valle de Santiago	198 216	49 952	10 459	12 192	100 563	25 050
Victoria	7 314	4 479	677	1 800	163	195
Villagrán	215 764	20 101	4 185	5 440	51 207	134 832
Xichú	3 574	2 263	416	872	22	1
Yuriria	74 353	24 045	5 335	8 345	24 070	12 558

Fuente: CFE (PNT)

**Tabla 8.7** Balance de consumo de energía eléctrica en el Estado de Guanajuato 2017.

ENERGÍA	GWh	PJ
<b>CFE</b>		
Energía Primaria	—	19.33
Pérdidas de Conversión	—	13.65
Generación Bruta	1 549.70	5.58
Consumos Propios	149.00	0.54
Generación Neta	1 400.70	5.04
<b>PERMISIONARIOS</b>		
Energía Primaria	—	97.51
Pérdidas de Conversión	—	61.70
Generación Bruta	9 948.48	35.81
Consumos propios	156.18	0.56
Generación Neta	9 792.30	35.25
Importaciones PEMEX	8.82	0.03
Importación CFE	5 585.73	20.11
Oferta Neta	11 193.00	40.29
Pérdidas de Transmisión y Distribución	1 390.44	5.01
Ventas totales	12 188.08	43.88
<b>CONSUMOS</b>		
Residencial	1 984	7.14
Comercial	599.51	2.16
Servicios Públicos	465.80	1.68
Agrícola	1 596.00	5.75
Mediana Industria	4 631.86	16.67
Gran Industria	2 910.86	10.48
Gran Industria (Autoabastecimiento)	2 792.90	10.05
Transporte	0.00	0.00
Autoabastecimiento PEMEX Salamanca	416.13	1.50
Consumo Final Total	<b>16 787.55</b>	<b>60.44</b>
Consumo Total Eléctrico	<b>17 092.73</b>	<b>61.53</b>

Fuente: SIE – CRE - CFE - PEMEX (PNT)

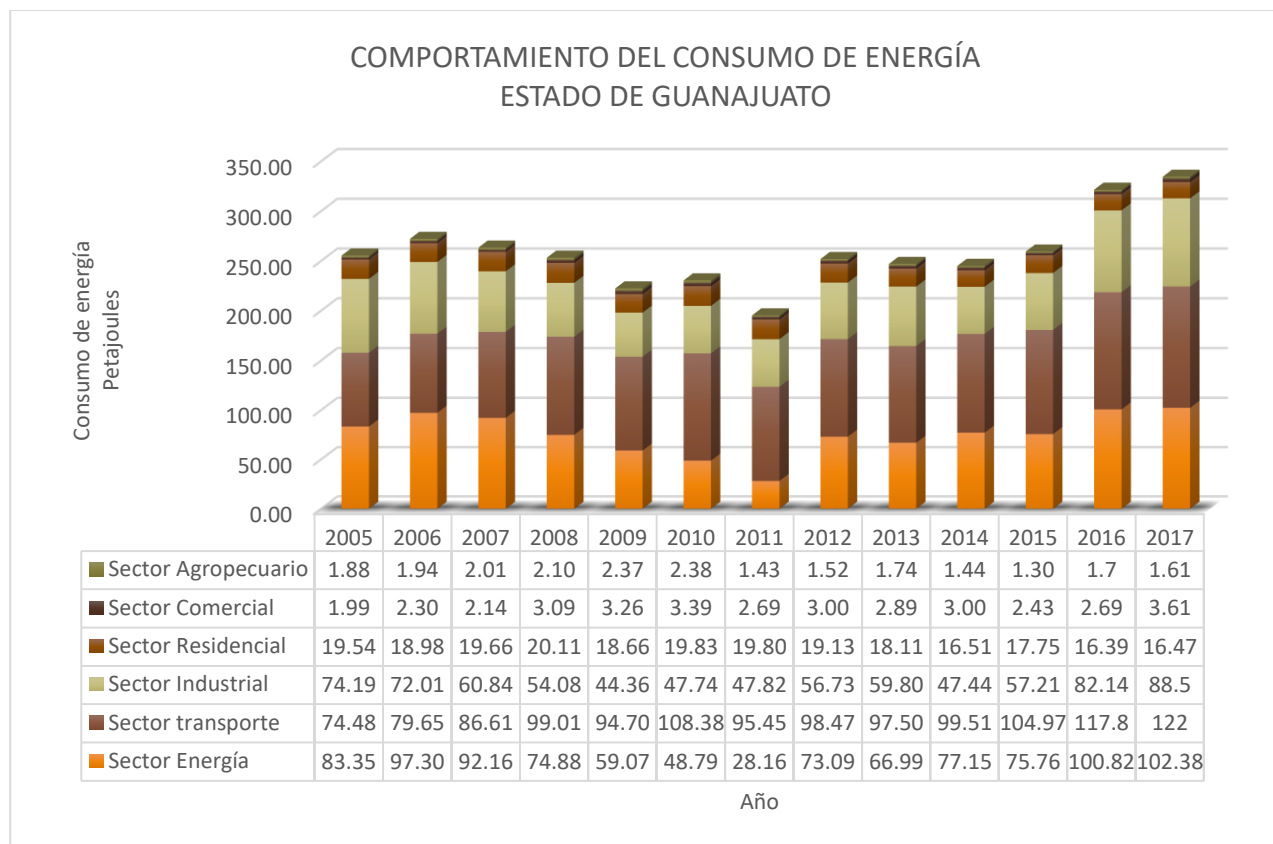
Desde el año 2005 y hasta el año 2017 el consumo histórico de energía ha sido como muestra la tabla 8.8.

**Tabla 8.8** Comportamiento histórico del consumo de energía en el Estado de Guanajuato.

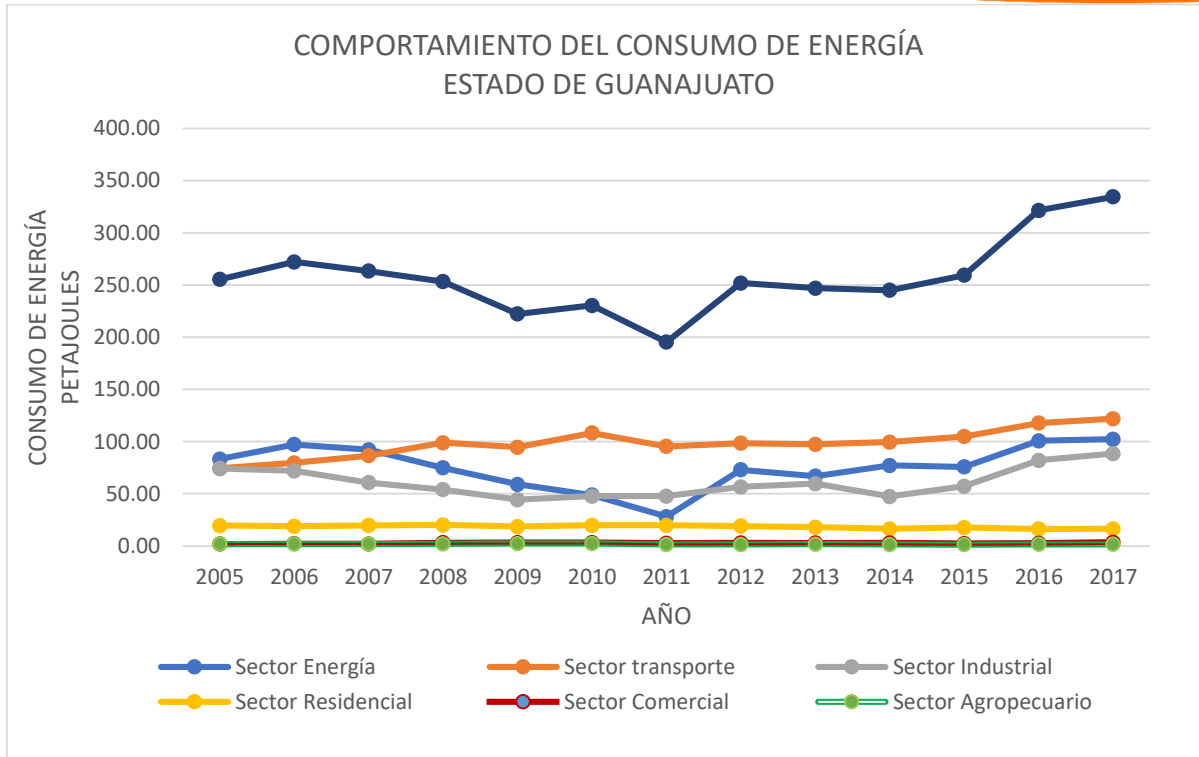
CONSUMO DE ENERGÍA ESTADO DE GUANAJUATO							
Año	Sector Energía	Sector transporte	Sector Industrial	Sector Residencial	Sector Comercial	Sector Agropecuario	Consumo total de Energía
2005	83.35	74.48	74.19	19.54	1.99	1.88	<b>255.43</b>
2006	97.30	79.65	72.01	18.98	2.30	1.94	<b>272.18</b>
2007	92.16	86.61	60.84	19.66	2.14	2.01	<b>263.41</b>
2008	74.88	99.01	54.08	20.11	3.09	2.10	<b>253.27</b>
2009	59.07	94.70	44.36	18.66	3.26	2.37	<b>222.42</b>
2010	48.79	108.38	47.74	19.83	3.39	2.38	<b>230.51</b>
2011	28.16	95.45	47.82	19.80	2.69	1.43	<b>195.35</b>
2012	73.09	98.47	56.73	19.13	3.00	1.52	<b>251.94</b>
2013	66.99	97.50	59.80	18.11	2.89	1.74	<b>247.03</b>
2014	77.15	99.51	47.44	16.51	3.00	1.44	<b>245.05</b>
2015	75.76	104.97	57.21	17.75	2.43	1.30	<b>259.40</b>
2016	100.84	117.80	82.14	16.39	2.69	1.70	<b>321.55</b>
2017	102.38	122.00	88.50	16.47	3.61	1.61	<b>334.56</b>

FUENTE: Elaboración propia.

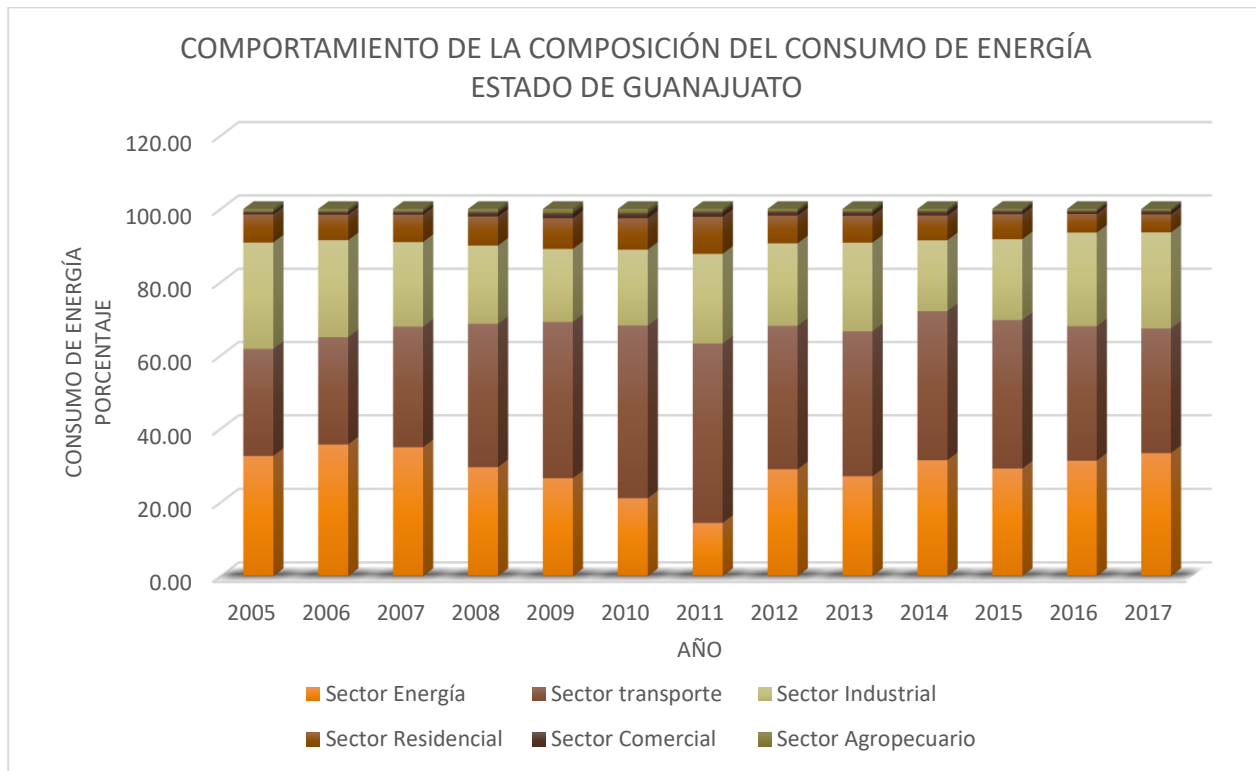
Las siguientes figuras muestran gráficamente este comportamiento histórico.



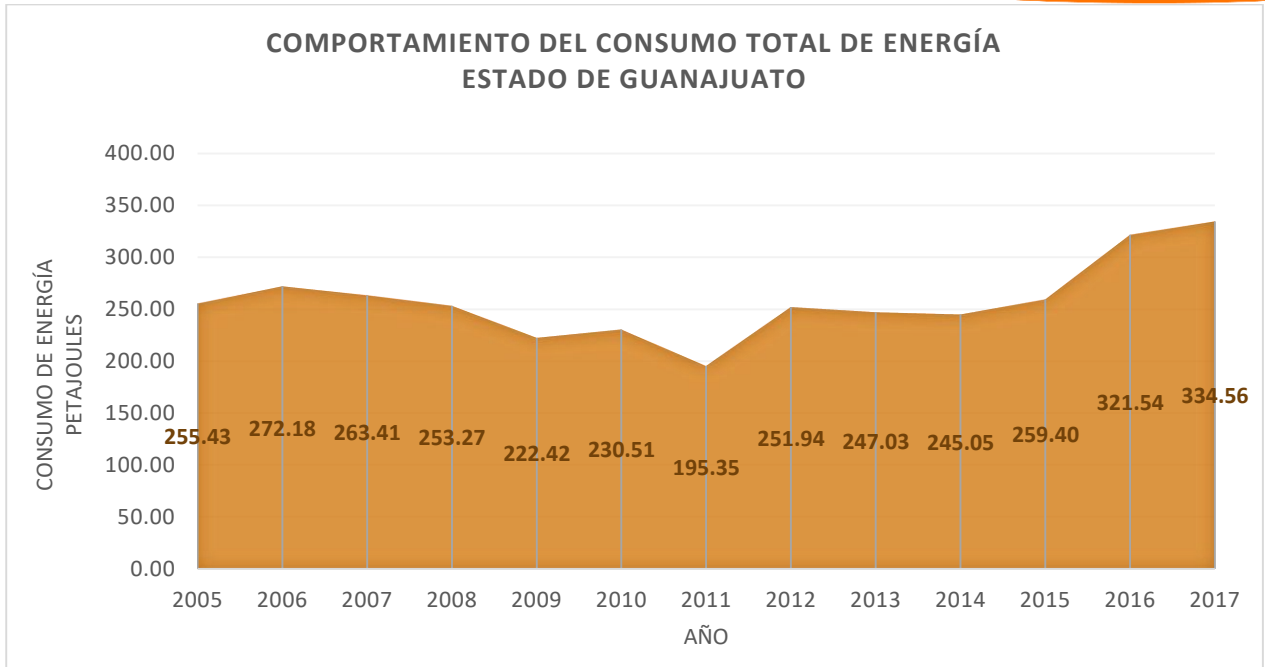
**Figura 8.2** Comportamiento del consumo de energía de Estado de Guanajuato, distribución sectorial.



**Figura 8.3** Gráfica del comportamiento del consumo de energía sectorial y total del Estado de Guanajuato.



**Figura 8.4** Gráfica de la composición porcentual del consumo de energía sectorial del Estado de Guanajuato



**Figura 8.5** Gráfica del comportamiento del consumo total de energía del Estado de Guanajuato.

### 8.3 Perspectivas del consumo energético del Estado de Guanajuato.

Para la realización de los pronósticos de cinco y quince años se utilizó el cálculo de previsión de Excel que utiliza la función de pronóstico, que calcula o predice valores futuros en base a valores (históricos) existentes mediante la versión AAA del algoritmo de suavizado exponencial triple (ETS). El valor pronosticado es una continuación de los valores históricos a la fecha de destino especificada que debería ser la continuación de la línea de tiempo. Esta función es recomendable para la realización de tendencias de los consumidores.

#### PRONÓSTICO A CINCO AÑOS.

Las siguientes gráficas muestran el pronóstico del consumo energético por sector.

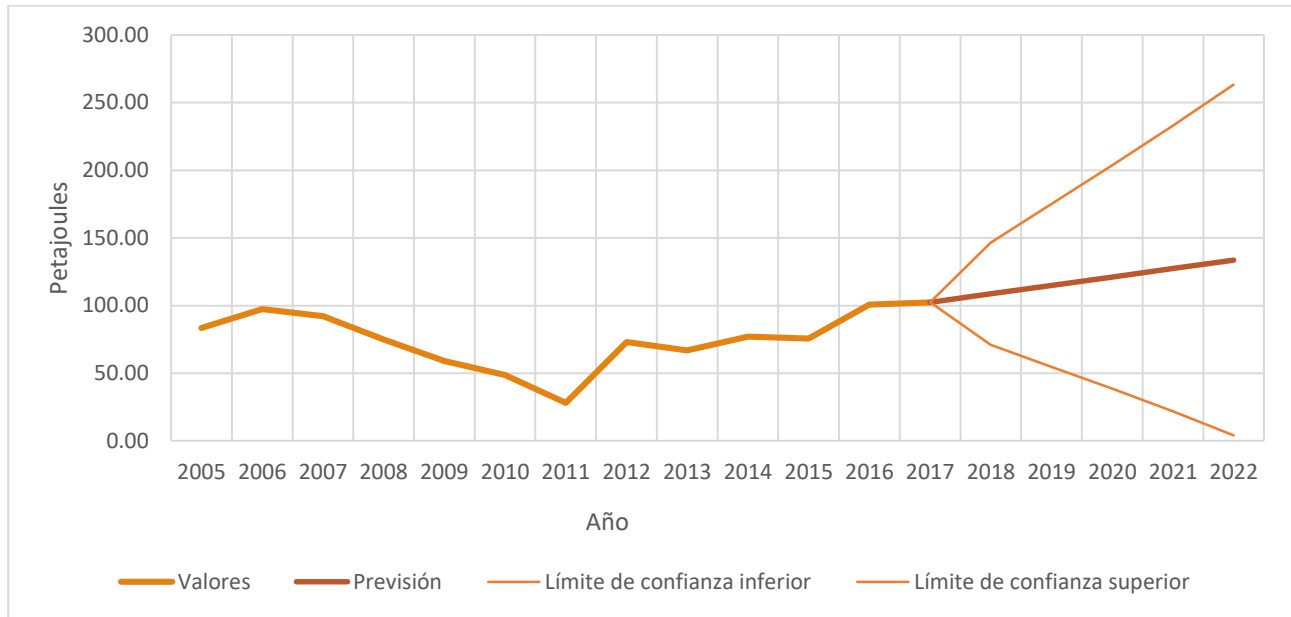


Figura 8.6 Pronóstico a cinco años del consumo de energía del sector energía del Estado de Guanajuato.

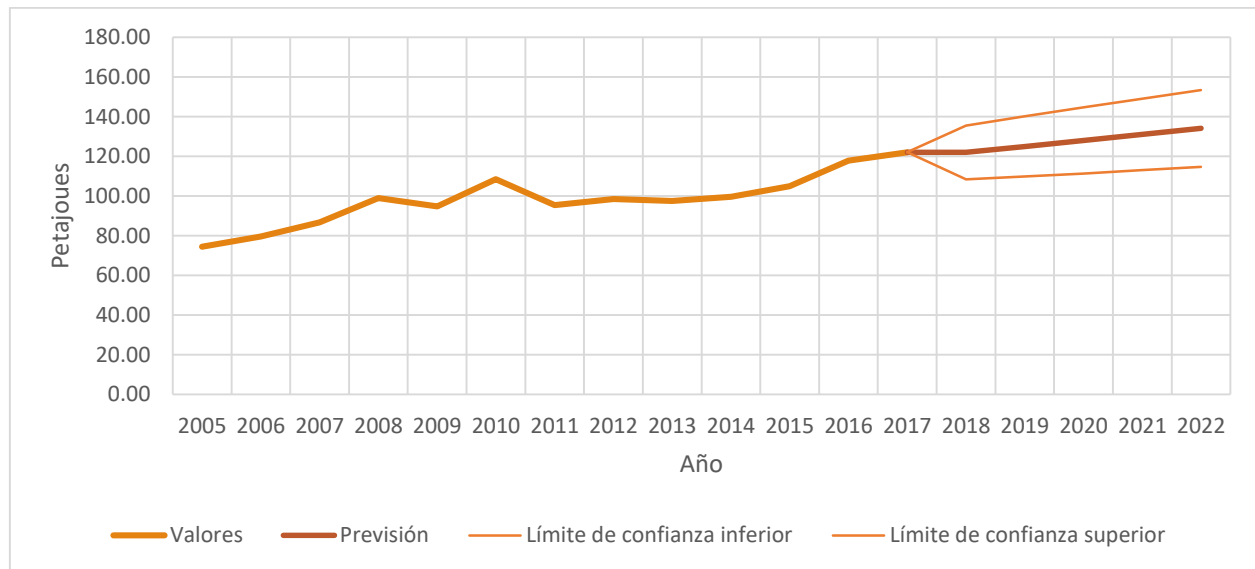
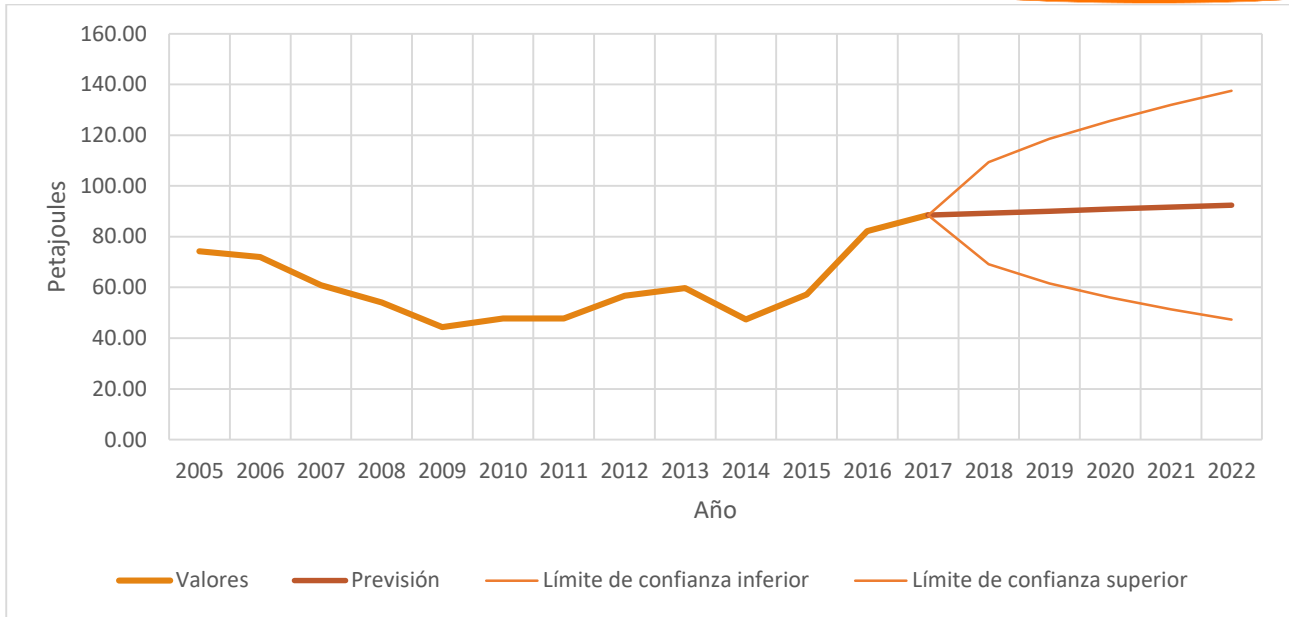
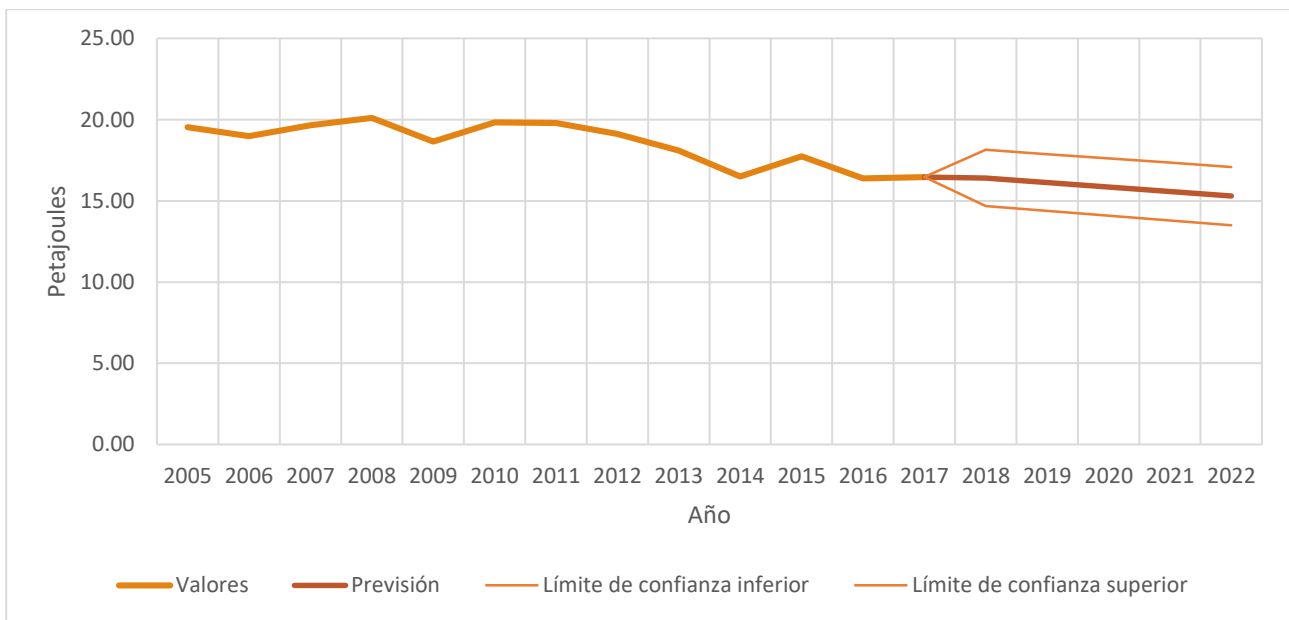


Figura 8.7 Pronóstico a cinco años del consumo de energía del sector transporte del Estado de Guanajuato.

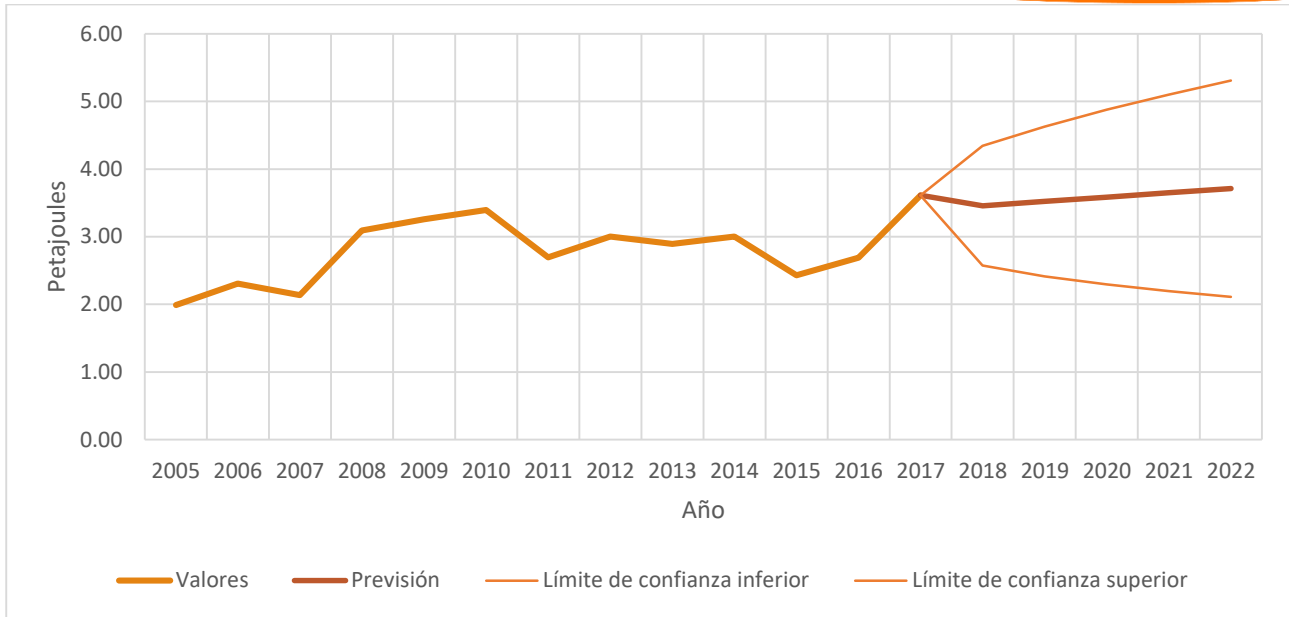


**Figura 8.8** Pronóstico a cinco años del consumo de energía del sector industrial del Estado de Guanajuato.

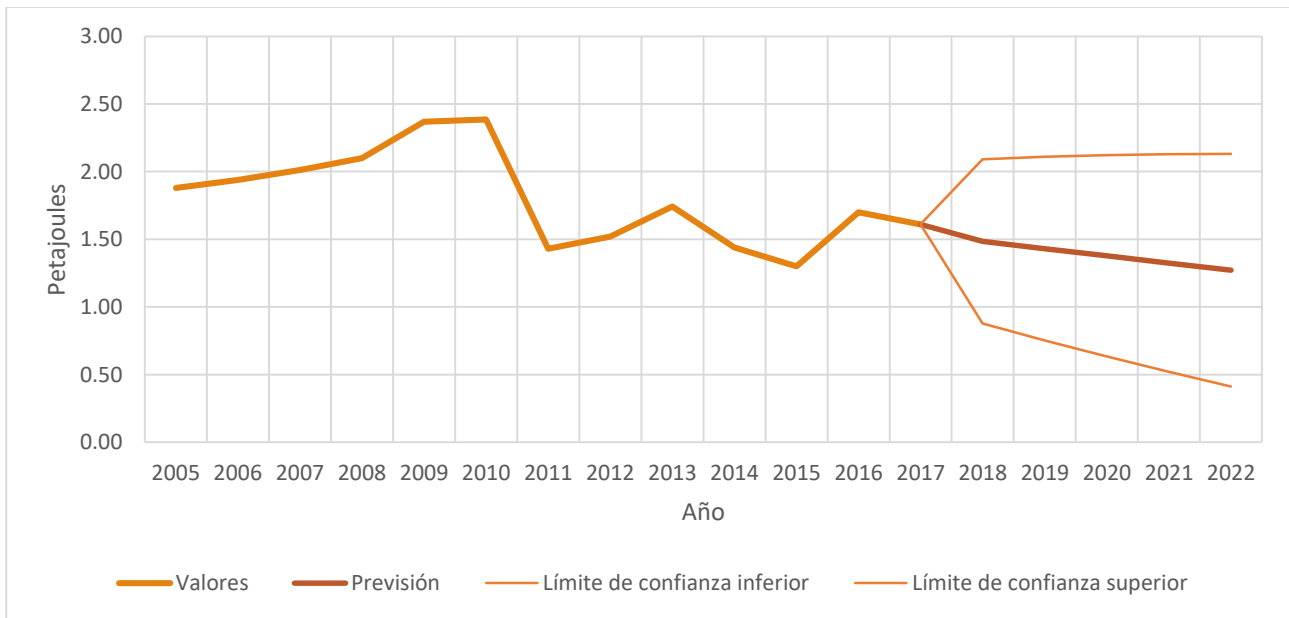


**Figura 8.9** Pronóstico a cinco años del consumo de energía del sector residencial del Estado de Guanajuato.

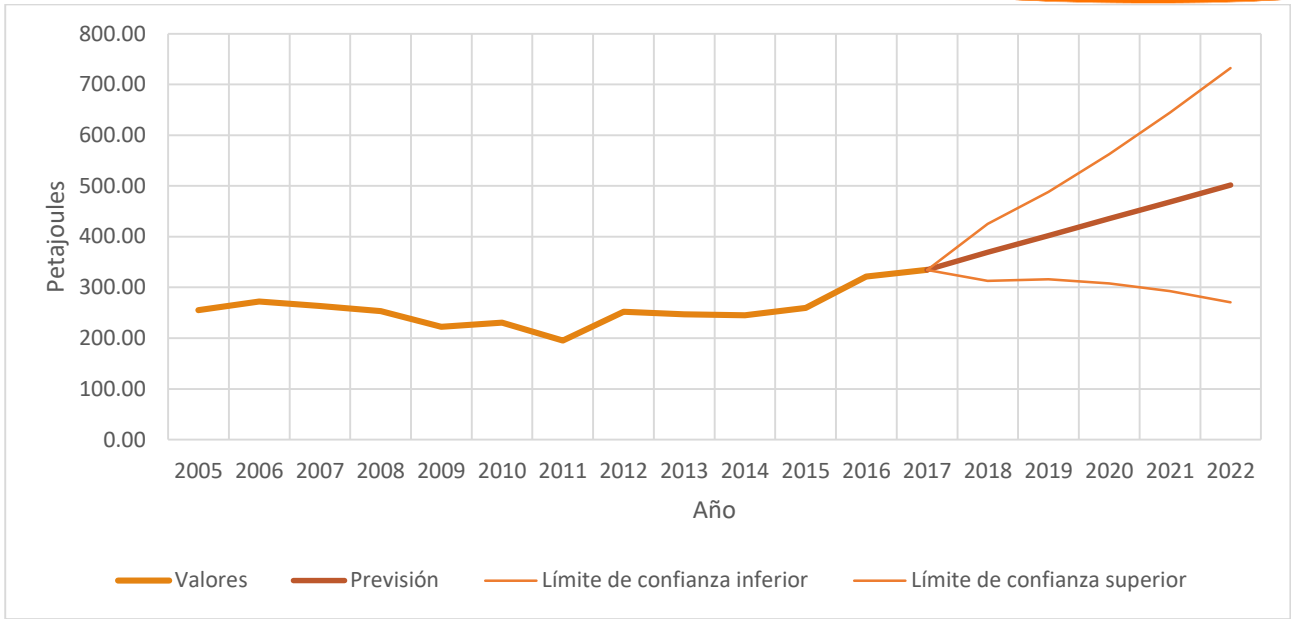




**Figura 8.10** Pronóstico a cinco años del consumo de energía del sector comercial y de servicios del Estado de Guanajuato.



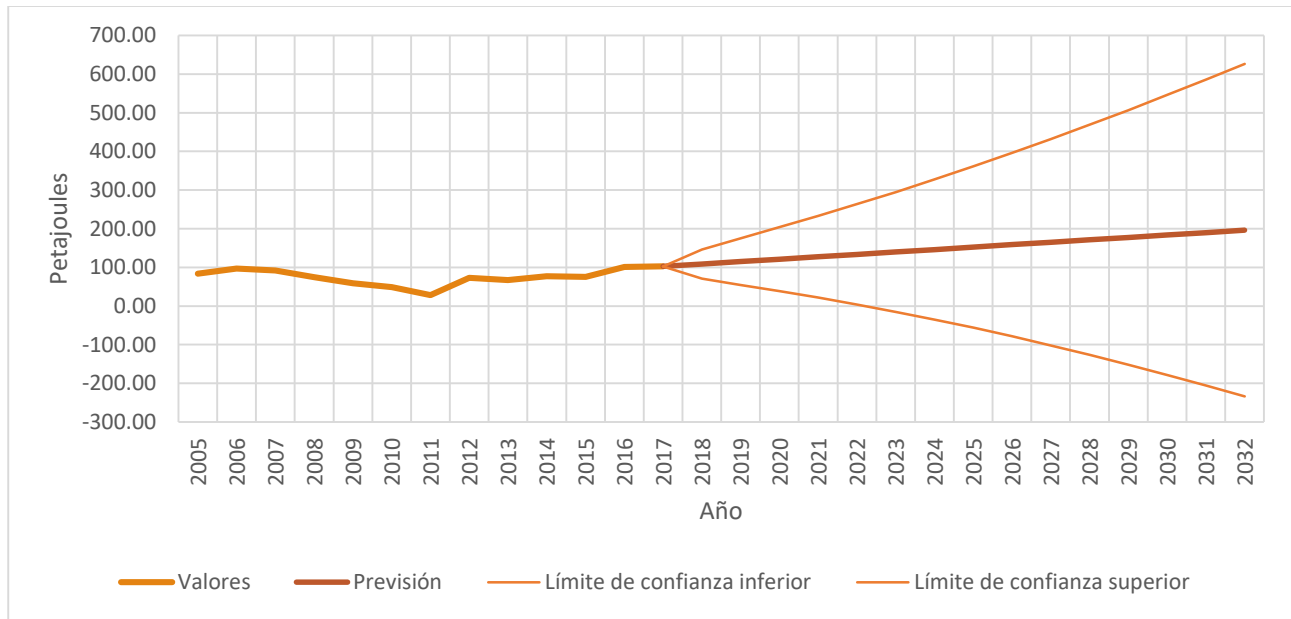
**Figura 8.11** Pronóstico a cinco años del consumo de energía del sector agropecuario del Estado de Guanajuato.



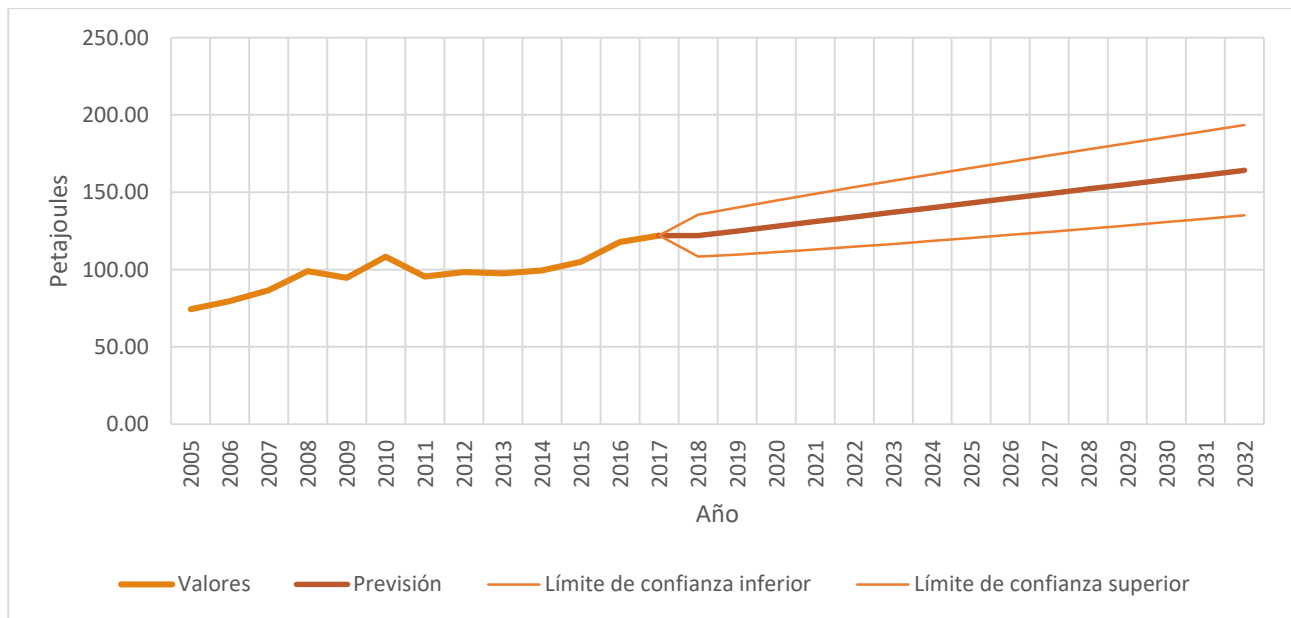
**Figura 8.12** Pronóstico a cinco años del consumo de energía del Estado de Guanajuato.

## PRONÓSTICO A QUINCE AÑOS.

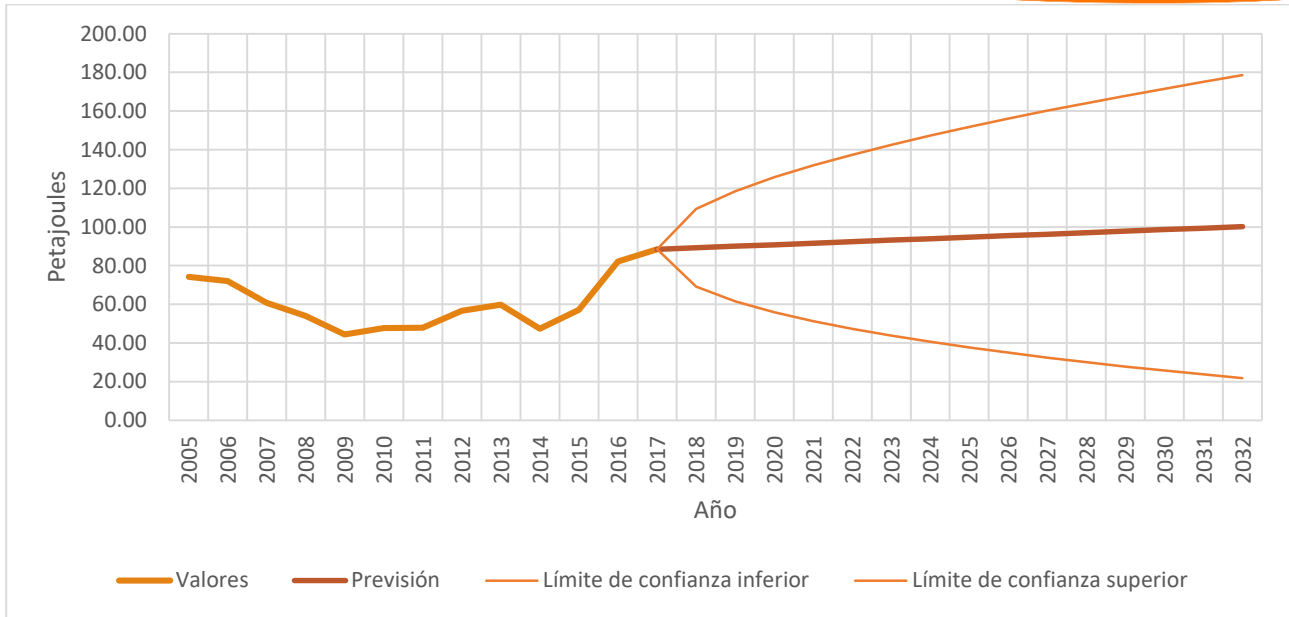
Las siguientes gráficas muestran el pronóstico del consumo energético por sector.



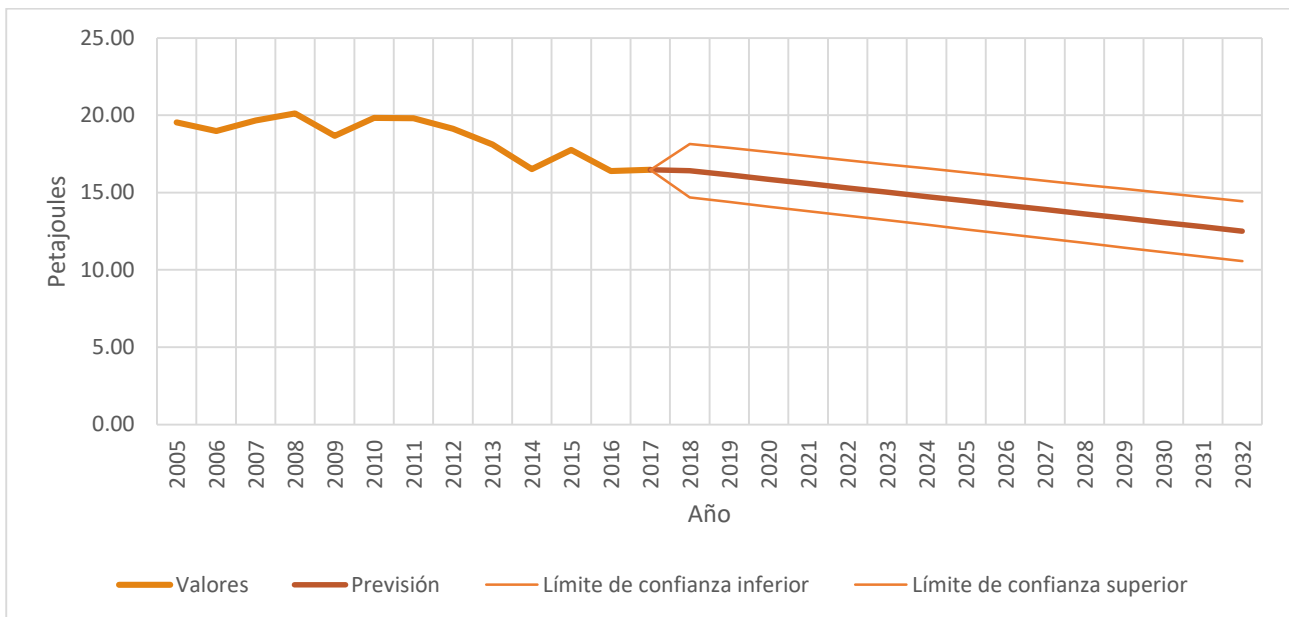
**Figura 8.13** Pronóstico a quince años del consumo de energía del sector energía del Estado de Guanajuato.



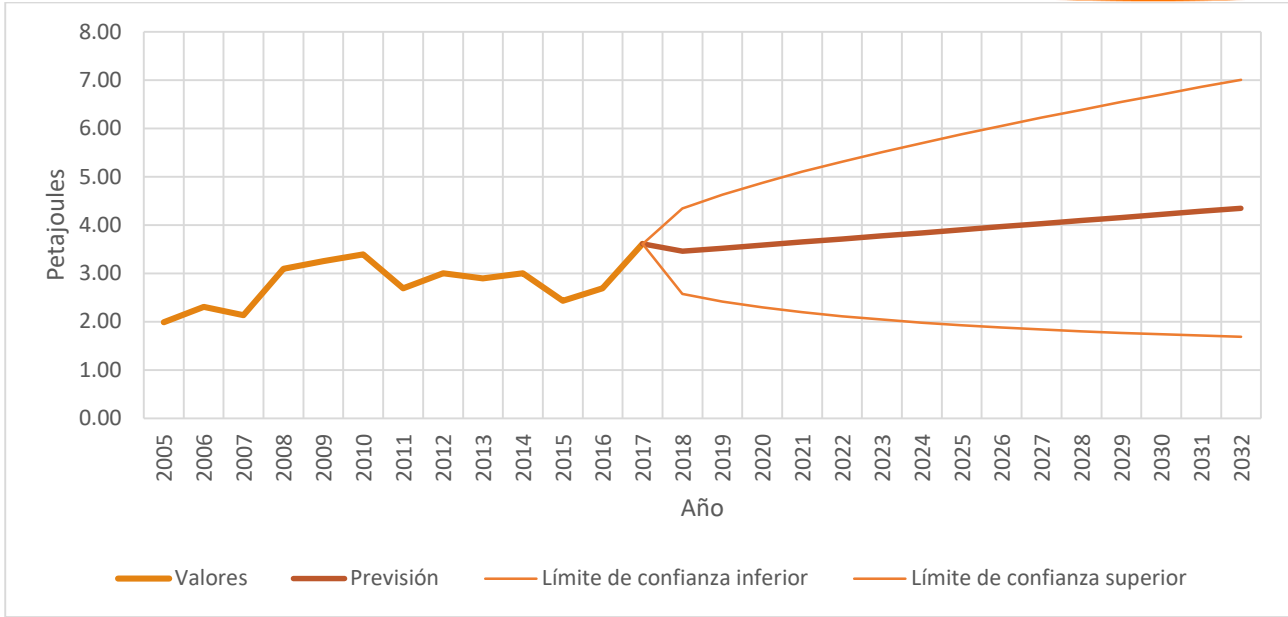
**Figura 8.14** Pronóstico a quince años del consumo de energía del sector transporte del Estado de Guanajuato.



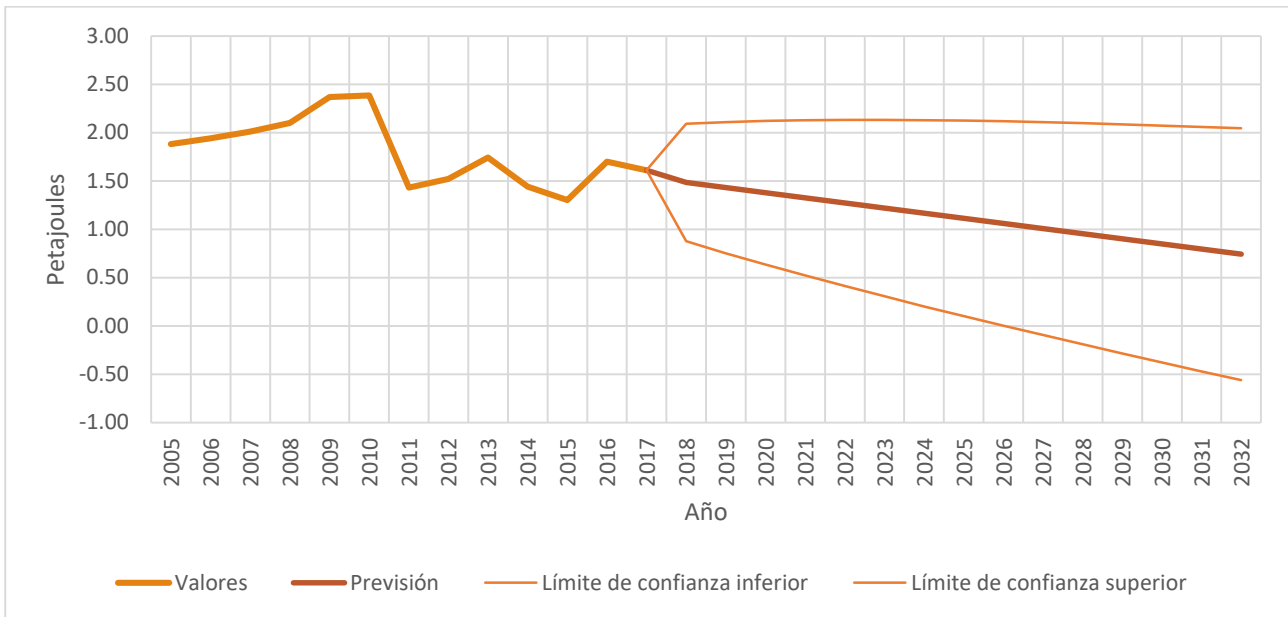
**Figura 8.15** Pronóstico a quince años del consumo de energía del sector industrial del Estado de Guanajuato.



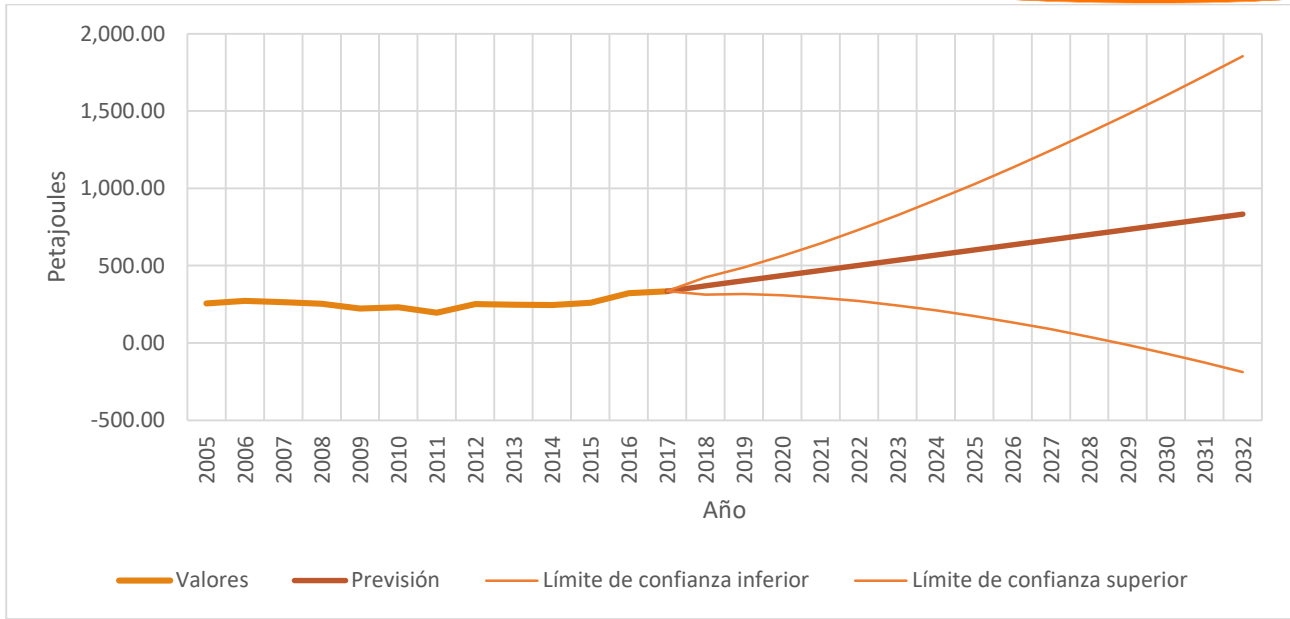
**Figura 8.16** Pronóstico a quince años del consumo de energía del sector residencial del Estado de Guanajuato.



**Figura 8.17** Pronóstico a quince años del consumo de energía del sector comercial y de servicios del Estado de Guanajuato.



**Figura 8.18** Pronóstico a quince años del consumo de energía del sector agropecuario del Estado de Guanajuato.



**Figura 8.19** Pronóstico a quince años del consumo de energía del Estado de Guanajuato.

Tabla 8.9 Registro vehicular por municipio 2017.

Nombre	Total	Automóviles	Camiones para pasajeros	Camiones para carga	Motocicletas
Abasolo	25 173	9 940	232	11 560	3 441
Acámbaro	36 585	18 551	423	13 903	3 708
San Miguel de Allende	50 574	26 318	708	16 517	7 031
Apaseo el Alto	21 110	9 338	313	9 248	2 211
Apaseo el Grande	21 043	9 930	385	7 751	2 977
Atarjea	592	187	15	383	7
Celaya	190 623	118 863	2 678	44 591	24 491
Manuel Doblado	15 616	6 001	116	7 251	2 248
Comonfort	16 019	6 915	211	6 284	2 609
Coroneo	3 827	1 705	45	1 929	148
Cortázar	28 653	14 175	331	8 325	5 822
Cuerámbaro	8 881	3 620	86	3 788	1 387
Doctor Mora	7 404	3 144	130	3 364	766
Dolores Hidalgo	44 464	18 236	628	19 273	6 327
Guanajuato	75 169	46 314	1 316	20 706	6 833
Huanímaro	5 808	2 410	63	3 041	294
Irapuato	200 303	115 099	3 515	42 987	38 702
Jaral del Progreso	9 605	4 328	109	3 912	1 256
Jerécuaro	13 618	5 101	278	7 264	975
León	571 755	373 069	7 582	123 423	67 681
Moroleón	32 363	13 172	346	5 195	13 650
Ocampo	5 631	2 326	61	2 805	439
Pénjamo	56 054	22 438	954	23 278	9 384
Pueblo Nuevo	6 011	1 884	72	2 657	1 398
Purísima del Rincón	26 536	11 307	290	7 307	7 632
Romita	15 593	6 728	356	6 940	1 569
Salamanca	107 466	64 392	1 701	23 020	18 353
Salvatierra	29 366	13 302	307	11 330	4 427
San Diego de la Unión	9 133	3 020	98	5 065	950
San Felipe	21,894	7,900	251	10 602	3 141
San Francisco del Rincón	54 343	24 836	834	15 853	12 820
San José Iturbide	26 399	14 446	559	9 617	1 777
San Luis de la Paz	39 822	15 639	778	16 622	6 783
Santa Catarina	1 412	486	29	858	39
Santa Cruz de Juventino Rosas	19 882	8 959	274	8 207	2 442
Santiago Maravatío	2 587	1 229	46	1 044	268
Silao de la Victoria	57 238	30 704	905	15 201	10 428
Tarandacua	4 157	1 779	42	1 876	460
Tarimoro	11 140	4 640	158	4 845	1 497
Tierra Blanca	2 657	1 094	39	1 447	77
Uriangato	29 909	11 062	551	5 597	12 699
Valle de Santiago	41 904	17 390	899	16 539	7 076
Victoria	4 679	1 829	168	2 431	251
Villagrán	17 322	9 538	378	4 947	2 459
Xichú	264	57	7	187	13
Yuriria	24 401	9 890	295	10 134	4 082
<b>TOTAL EN EL ESTADO</b>	<b>1 994 985</b>	<b>1 093 291</b>	<b>29 562</b>	<b>569 104</b>	<b>303 028</b>

Fuente: INEGI

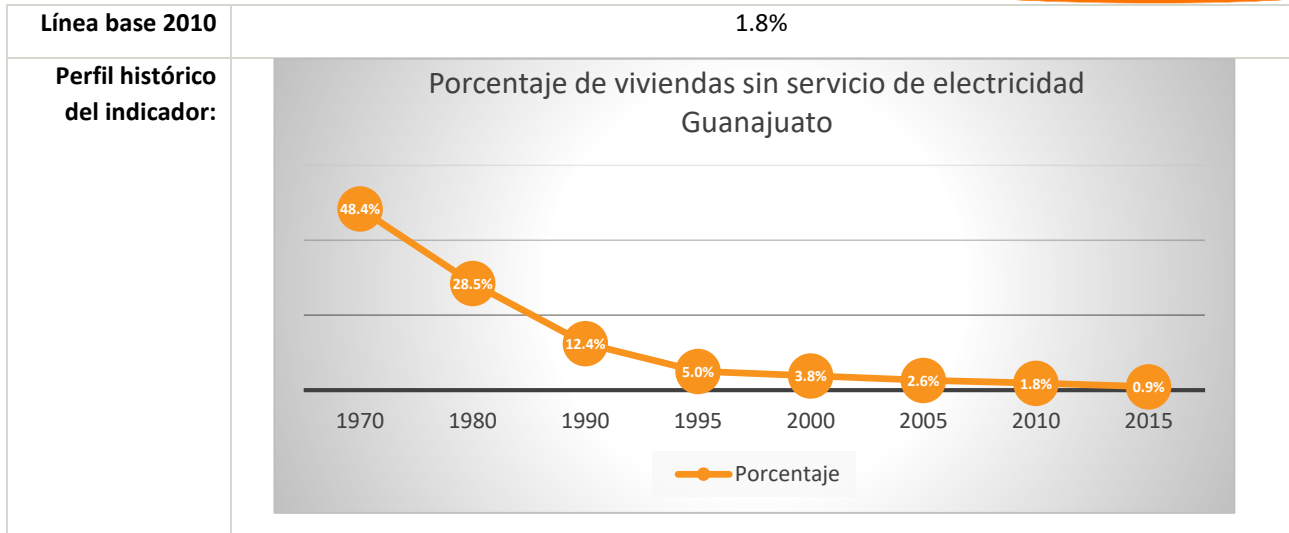
## 8.4 Fichas descriptivas de indicadores energéticos

### 8.4.1 Indicadores energéticos de dimensión social

SOC1

<b>Nombre del indicador:</b>	<b>Porcentaje de hogares (o de población) sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales</b>
<b>Descripción general del indicador:</b>	Porcentaje de hogares (o de población) sin acceso a servicios de energía comercial incluida la electricidad, o muy dependientes de variantes de la energía 'tradicional' no comercial, como la leña, los residuos agrícolas y el estiércol animal
<b>Interpretación:</b>	En el consumo energético total de los hogares tienen cabida tanto la energía comercial como los combustibles tradicionales (no comerciales). Las familias eligen, entre las opciones de que disponen, la modalidad de energía sobre la base de la accesibilidad y la asequibilidad, las características y actitudes socioeconómicas de los hogares y las cualidades de los diferentes combustibles. La falta de acceso a la energía comercial implica que hay exigencias energéticas no satisfechas o que se emplean combustibles tradicionales. Si se dispone de servicios de energía comercial y de electricidad, los ingresos constituyen la variable principal que parece influir en la elección del combustible hecha por el hogar. Diferentes grupos de ingresos utilizan distintos combustibles y, en muchos países en desarrollo, los pobres satisfacen, en gran medida, su demanda de energía mediante el uso de combustibles tradicionales derivados de la biomasa ya sea por falta de acceso a los servicios comerciales de energía o porque sus ingresos son limitados.
<b>Política actual que mide:</b>	Supervisar los progresos en la esfera de la accesibilidad y la asequibilidad de los servicios comerciales de energía, incluida la electricidad.
<b>Unidades</b>	Porcentaje
<b>Estimación:</b>	A partir de la consulta al INEGI del porcentaje de viviendas con electricidad se obtiene el porcentaje de las viviendas sin acceso a la electricidad.
<b>Periodicidad:</b>	Quinquenal
<b>RELEVANCIA</b>	
<b>Propósito del Indicador:</b>	Este indicador guarda relación con el uso de combustibles no comerciales, con los precios de la energía y con varios indicadores de la dimensión social, como las disparidades en los ingresos, el porcentaje de ingresos de los hogares gastado en energía y electricidad, el consumo de energía en relación con el nivel de ingresos, la urbanización, etc. El indicador puede reflejar, indirectamente, el empleo conexo de recursos forestales como la leña, lo que, a su vez, puede provocar deforestación.
<b>Relevancia al desarrollo sostenible:</b>	Los servicios de energía comercial son decisivos para facilitar alimentos, vivienda, agua, saneamiento, atención a la salud, educación y acceso adecuados a las comunicaciones. La falta de acceso a los servicios modernos de energía contribuye a la pobreza y a las privaciones y obstaculiza el desarrollo económico. Además, se requieren unos servicios de energía apropiados, asequibles y fiables para garantizar un desarrollo económico y humano sostenible





### 8.4.2 Indicadores energéticos de dimensión económica

ECO1

<b>Nombre del indicador:</b>	<b>Índice de uso de energía per cápita</b>
<b>Descripción general del indicador:</b>	Uso de la energía en términos de suministro total de energía per cápita
<b>Interpretación:</b>	A mayor uso de energía per cápita, refleja el desarrollo económico del Estado, la calidad de vida de sus habitantes, aunque también se incrementa la contaminación ambiental y destrucción de recursos.
<b>Política actual que mide:</b>	Este indicador mide el nivel de utilización de la energía sobre una base per cápita y refleja las pautas de uso de la energía y la intensidad energética agregada de una sociedad.
<b>Unidades</b>	Energía: GJ per cápita
<b>Estimación:</b>	$EPCi = \frac{CEi}{Habi}$ <p>EPCi = Intensidad energética para el período i [GJ/habitantes]  CEi = Consumo energético total en el período i [GJ]  Habi = población del estado en el período i [habitantes]</p>
<b>Periodicidad:</b>	Anual
<b>RELEVANCIA</b>	
<b>Propósito del Indicador:</b>	El objetivo a largo plazo consiste en mantener el ritmo de desarrollo y la prosperidad, gracias más bien al aumento de la eficiencia energética que a la intensificación de su uso y merced a la transición hacia la utilización de opciones energéticas respetuosas con el medio ambiente
<b>Relevancia al desarrollo sostenible:</b>	La energía es un factor esencial en el desarrollo económico y en el suministro de servicios vitales que mejoran la calidad de vida. Aunque la energía es una condición clave para el progreso económico, su producción, consumo y subproductos han repercutido en graves presiones sobre el medio ambiente, no sólo por el agotamiento de los recursos que provoca, sino también por la

	contaminación que genera. Por otro lado, las limitaciones que dificultan el acceso a la energía constituyen una grave restricción en el mundo en desarrollo, donde el uso de energía per cápita no llega ni a la sexta parte del que le corresponde al mundo industrializado.																												
Línea base 2012	44.45 GJ/habitante																												
Perfil histórico del indicador:	<p style="text-align: center;"><b>Índice de uso de energía per cápita</b> <b>Guanajuato</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>AÑO</th> <th>GJ/HAB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2005</td><td>44.32</td></tr> <tr><td>2006</td><td>55.60</td></tr> <tr><td>2007</td><td>60.06</td></tr> <tr><td>2008</td><td>60.85</td></tr> <tr><td>2009</td><td>56.47</td></tr> <tr><td>2010</td><td>41.47</td></tr> <tr><td>2011</td><td>34.79</td></tr> <tr><td>2012</td><td>44.45</td></tr> <tr><td>2013</td><td>60.55</td></tr> <tr><td>2014</td><td>52.75</td></tr> <tr><td>2015</td><td>51.80</td></tr> <tr><td>2016</td><td>63.97</td></tr> <tr><td>2017</td><td>63.99</td></tr> </tbody> </table>	AÑO	GJ/HAB	2005	44.32	2006	55.60	2007	60.06	2008	60.85	2009	56.47	2010	41.47	2011	34.79	2012	44.45	2013	60.55	2014	52.75	2015	51.80	2016	63.97	2017	63.99
AÑO	GJ/HAB																												
2005	44.32																												
2006	55.60																												
2007	60.06																												
2008	60.85																												
2009	56.47																												
2010	41.47																												
2011	34.79																												
2012	44.45																												
2013	60.55																												
2014	52.75																												
2015	51.80																												
2016	63.97																												
2017	63.99																												

## ECO2

<b>Nombre del indicador:</b>	ÍNDICE DE INTENSIDAD ENERGÉTICA
<b>Descripción general del indicador:</b>	Este indicador mide la dependencia del crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) con respecto al consumo de energía y en qué medida se usa eficientemente. La medida se establece como cantidad de energía consumida por cada peso producido del PIB.
<b>Interpretación:</b>	<p>El descenso del valor del indicador puede llevar al desacoplamiento del crecimiento económico y el uso de la energía. Actualmente se considera que desacoplar el desarrollo económico del uso de energía, y en particular de la obtenida a partir de los combustibles fósiles, es un paso esencial para avanzar hacia el desarrollo sustentable.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Intensidad energética elevada:</b> indica un costo alto en la "conversión" de energía en riqueza (se trata de una economía energéticamente voraz). Se consume mucha energía obteniendo un PIB bajo.</li> <li>• <b>Intensidad energética baja:</b> indica un coste bajo. Se consume poca energía, obteniendo un PIB alto.</li> </ul> <p>A mayor intensidad energética, se incrementa la contaminación ambiental y destrucción de recursos, y disminuye la competitividad de la economía, con un mayor déficit exterior.</p>
<b>Política actual que mide:</b>	Con el fin de promover el desarrollo sostenible, es necesario asegurar la mejora de la eficiencia energética en los sectores relevantes de la economía.
<b>Unidades</b>	kJ/\$

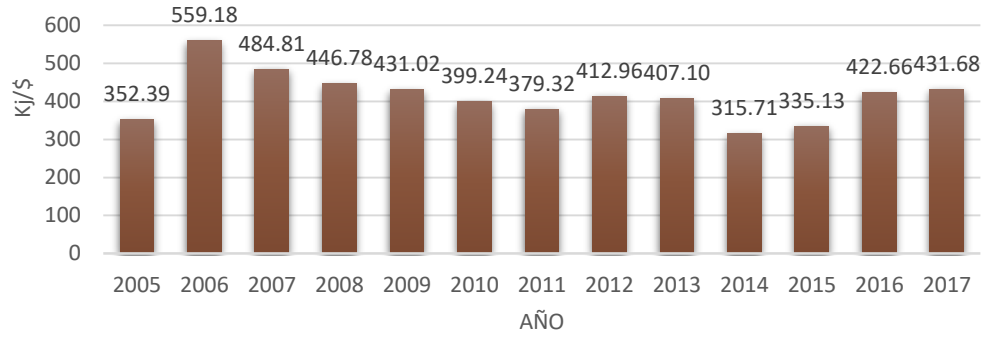
<b>Estimación:</b>	$IE_i = \frac{CE_i}{PIB_i}$ <p>IE<sub>i</sub> = Intensidad energética para el período i [kJ/\$]  CE<sub>i</sub> = Consumo energético total en el período i [kJ]  PIB<sub>i</sub> = Producto interno bruto del estado en el período i [\$]</p>																												
<b>Periodicidad:</b>	Anual																												
<b>RELEVANCIA</b>																													
<b>Propósito del Indicador:</b>	<p>Uno de los principales retos que enfrenta el estado es mantener el crecimiento de la economía reduciendo el consumo energético a través de la eficiencia energética, asegurando un suministro y servicio de energía en los próximos años, por ello es importante medir el nivel de intensidad energética.</p> <p>El indicador mide la capacidad que tienen el estado de mantener un crecimiento económico sin ver comprometidos sus recursos energéticos a través de acciones de ahorro y uso eficiente de la energía.</p>																												
<b>Relevancia al desarrollo sostenible:</b>	La disponibilidad y seguridad del suministro de combustibles energéticos son aspectos clave de la sostenibilidad. Este indicador sienta las bases para estimar los posibles suministros futuros de energía con respecto a la disponibilidad actual de recursos energéticos y los niveles de producción.																												
<b>Línea base 2012</b>	441.29 kJ/\$																												
<b>Perfil histórico del indicador:</b>	<div style="text-align: center;"> <h3>Índice de Intensidad Energética Guanajuato</h3> <table border="1"> <thead> <tr> <th>AÑO</th> <th>Índice de Intensidad Energética (kJ/\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2005</td><td>517.46</td></tr> <tr><td>2006</td><td>620.81</td></tr> <tr><td>2007</td><td>660.76</td></tr> <tr><td>2008</td><td>657.78</td></tr> <tr><td>2009</td><td>645.16</td></tr> <tr><td>2010</td><td>445.72</td></tr> <tr><td>2011</td><td>356.38</td></tr> <tr><td>2012</td><td>441.29</td></tr> <tr><td>2013</td><td>582.50</td></tr> <tr><td>2014</td><td>490.08</td></tr> <tr><td>2015</td><td>455.78</td></tr> <tr><td>2016</td><td>544.22</td></tr> <tr><td>2017</td><td>523.81</td></tr> </tbody> </table> </div>	AÑO	Índice de Intensidad Energética (kJ/\$)	2005	517.46	2006	620.81	2007	660.76	2008	657.78	2009	645.16	2010	445.72	2011	356.38	2012	441.29	2013	582.50	2014	490.08	2015	455.78	2016	544.22	2017	523.81
AÑO	Índice de Intensidad Energética (kJ/\$)																												
2005	517.46																												
2006	620.81																												
2007	660.76																												
2008	657.78																												
2009	645.16																												
2010	445.72																												
2011	356.38																												
2012	441.29																												
2013	582.50																												
2014	490.08																												
2015	455.78																												
2016	544.22																												
2017	523.81																												

## ECO6

<b>Nombre del indicador:</b>	ÍNDICE DE INTENSIDAD ENERGÉTICA DE LA INDUSTRIA
<b>Descripción general del indicador:</b>	Este indicador mide el uso de energía por unidad de valor agregado en el sector industrial y para determinadas industrias de alto consumo de energía
<b>Interpretación:</b>	La energía es un factor clave para todos los productos manufacturados. Manteniendo todos los otros parámetros constantes, un aumento en la producción industrial generalmente dará lugar a un aumento en el consumo energético; dado que la mayoría de los procesos tienen componentes fijos y variables en su funcionamiento, cuando la demanda de productos de un cierto proceso disminuye, la intensidad energética aumentará. Esta relación entre la energía y la producción, estará influenciada por varios factores, como, por ejemplo: la antigüedad promedio de las plantas (las plantas nuevas o reconstruidas son por lo general más eficientes que otras más antiguas), las prácticas de mantenimiento, la calidad de la energía utilizada (p.ej.: el valor calorífico); la calidad del producto manufacturado, las materias primas utilizadas, la calidad requerida del producto (p.ej.: el nivel de pureza), el proceso o tecnología utilizada; y, a un nivel más agregado, la composición del sector industrial.
<b>Política actual que mide:</b>	Proporcionan una visión general de la evolución en la intensidad energética para los sectores de la industria. En países donde no ha habido grandes cambios estructurales en la economía o en los diferentes procesos tecnológicos/materias primas utilizadas, esto puede indicar una tendencia general de la eficiencia energética.
<b>Unidades</b>	kJ/\$
<b>Estimación:</b>	$IEI_i = \frac{CEI_i}{PIBS_i}$ <p>IEI<sub>i</sub> = Intensidad energética del sector industrial para el período i [kJ/\$]  CEI<sub>i</sub> = Consumo energético del sector industrial total en el período i [kJ]  PIBS<sub>i</sub> = Producto interno bruto del estado del sector secundario en el período i [\$]</p>
<b>Periodicidad:</b>	Anual
<b>RELEVANCIA</b>	
<b>Propósito del Indicador:</b>	El sector industrial es uno de los mayores consumidores de energía. La intensidad proporciona información sobre la utilización de energía por unidad de producto. El conjunto sirve para analizar las tendencias de la eficiencia energética y de los cambios en la composición del producto y la combinación de combustibles, en la medida en que afectan a la intensidad industrial, por sectores y productos.
<b>Relevancia al desarrollo sostenible:</b>	La mejora de la eficiencia energética y la reducción de la intensidad de los procesos industriales son objetivos importantes del desarrollo sostenible para todos los países del mundo. Las mejoras en la intensidad se traducen en un uso más efectivo de los recursos energéticos y en un descenso de los impactos ambientales negativos.
<b>Línea base 2012</b>	412.96 kJ/\$

Perfil histórico  
del indicador:

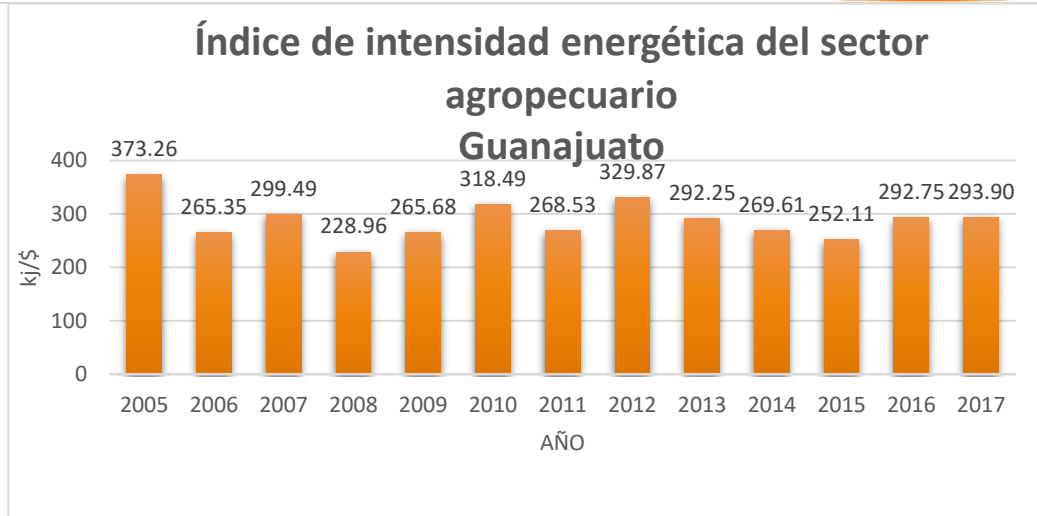
### Índice de intensidad energética de la industria Guanajuato



## ECO7

<b>Nombre del indicador:</b>	ÍNDICE DE INTENSIDAD ENERGÉTICA DEL SECTOR AGROPECUARIO
<b>Descripción general del indicador:</b>	Uso de energía final por unidad de valor agregado en el sector agrícola
<b>Interpretación:</b>	El uso total de la energía en la agricultura tiene su origen en los insumos energéticos de todas las etapas de la producción y en los procesos de elaboración del sector agrícola. Entre las actividades agrícolas hay que mencionar la preparación de la tierra, la mecanización, la fertilización, el riego, la cosecha, el transporte, la elaboración y el almacenamiento
<b>Política actual que mide:</b>	El indicador refleja la intensidad energética de todas las actividades agrícolas (producción agropecuaria, silvicultura, pesca, etc.). Las modificaciones en este indicador agregado pueden ser debidas a cambios tanto en la eficiencia energética como en la combinación de productos de la producción agrícola (estructura). Esto significa que las diferencias observadas entre países en ambas, no sólo a nivel absoluto sino también a lo largo de la evolución temporal de este indicador, no recogen necesariamente diferencias en la eficiencia energética. Además, la producción agrícola se ve afectada por otros factores, al margen de los insumos energéticos (por ejemplo, el clima, la disponibilidad de otros insumos, etc.).
<b>Unidades</b>	kJ/\$
<b>Estimación:</b>	$IEAi = \frac{CEAi}{PIBPi}$ <p>IEAi = Intensidad energética del sector agropecuario para el período i [kJ/\$]  CEAi = Consumo energético del sector agropecuario total en el período i [kJ]  PIBPi = Producto interno bruto del estado del sector primario en el período i [\$]</p>
<b>Periodicidad:</b>	Anual
<b>RELEVANCIA</b>	
<b>Propósito del Indicador:</b>	Este indicador es una medida de la intensidad energética agregada en el sector agrícola, que puede utilizarse para analizar tendencias, particularmente en el uso de energías no comerciales y renovables
<b>Relevancia al desarrollo sostenible:</b>	Este indicador se puede emplear para orientar las políticas y las decisiones en materia de inversión referentes a las necesidades de energía en todas las etapas de la producción agrícola y su eficiencia energética. Las modalidades de energía renovable como la solar, la eólica y la bioenergía pueden contribuir en gran medida a incrementar la eficiencia del trabajo y a diversificar las actividades económicas en las zonas rurales. Merece la pena señalar que las funciones específicas de la agricultura, como productor de energía y regenerador del ecosistema agropecuario, son elementos importantes de los programas de desarrollo sostenible de algunos países.
<b>Línea base 2012</b>	329.87 kJ/\$

Perfil histórico del indicador:



#### ECO8

<b>Nombre del indicador:</b>	ÍNDICE DE INTENSIDAD ENERGÉTICA DEL SECTOR COMERCIAL Y DE SERVICIOS
<b>Descripción general del indicador:</b>	Uso de energía final por unidad de valor agregado en el sector comercial y de servicios.
<b>Interpretación:</b>	Incluye al sector de servicios públicos y comerciales, como oficinas, escuelas, hospitales, restaurantes, almacenes y puntos de venta al por menor. En este sector, la eficiencia energética está relacionada más directamente con la eficiencia de los servicios generales de energía (iluminación, ventilación, informática, ascensores, etc.) que con la eficiencia de las actividades sectoriales concretas
<b>Política actual que mide:</b>	Este indicador se emplea para supervisar las tendencias en el uso de energía en el sector servicios/comercial.
<b>Unidades</b>	kJ/\$
<b>Estimación:</b>	$IECi = \frac{CECi}{PIBTi}$ <p>IECi = Intensidad energética del sector comercial y de servicios para el período i [kJ/\$]            CECi = Consumo energético del sector comercial y de servicios total en el período i [kJ]            PIBTi = Producto interno bruto del estado del sector terciario en el período i [\$]</p>
<b>Periodicidad:</b>	Anual
<b>RELEVANCIA</b>	
<b>Propósito del Indicador:</b>	Este indicador es una medida de la intensidad energética agregada en el sector comercial y de servicios, que puede utilizarse para analizar tendencias, particularmente en el uso de energías no comerciales y renovables

<b>Relevancia al desarrollo sostenible:</b>	El sector de los servicios no requiere tanta energía como el sector de las manufacturas, y el crecimiento del sector en relación con el de las manufacturas contribuye al descenso a largo plazo de la ratio del uso total de energía respecto del producto interno bruto (PIB). Sin embargo, ese sector es un gran consumidor de electricidad. En general, el desarrollo sostenible exige una intensificación de la eficiencia energética en todos los sectores, con objeto de reducir la utilización global de energía y atenuar los impactos ambientales negativos.																												
<b>Línea base 2012</b>	13.49 kJ/\$																												
<b>Perfil histórico del indicador:</b>	<div style="text-align: center;"> <h3>Índice de intensidad energética del sector comercial y de servicios Guanajuato</h3> <table border="1"> <thead> <tr> <th>AÑO</th> <th>Índice (kJ/\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2005</td><td>13.11</td></tr> <tr><td>2006</td><td>13.53</td></tr> <tr><td>2007</td><td>12.69</td></tr> <tr><td>2008</td><td>15.34</td></tr> <tr><td>2009</td><td>16.47</td></tr> <tr><td>2010</td><td>15.79</td></tr> <tr><td>2011</td><td>13.08</td></tr> <tr><td>2012</td><td>13.49</td></tr> <tr><td>2013</td><td>12.94</td></tr> <tr><td>2014</td><td>13.28</td></tr> <tr><td>2015</td><td>11.34</td></tr> <tr><td>2016</td><td>11.93</td></tr> <tr><td>2017</td><td>13.45</td></tr> </tbody> </table> </div>	AÑO	Índice (kJ/\$)	2005	13.11	2006	13.53	2007	12.69	2008	15.34	2009	16.47	2010	15.79	2011	13.08	2012	13.49	2013	12.94	2014	13.28	2015	11.34	2016	11.93	2017	13.45
AÑO	Índice (kJ/\$)																												
2005	13.11																												
2006	13.53																												
2007	12.69																												
2008	15.34																												
2009	16.47																												
2010	15.79																												
2011	13.08																												
2012	13.49																												
2013	12.94																												
2014	13.28																												
2015	11.34																												
2016	11.93																												
2017	13.45																												

#### ECO9

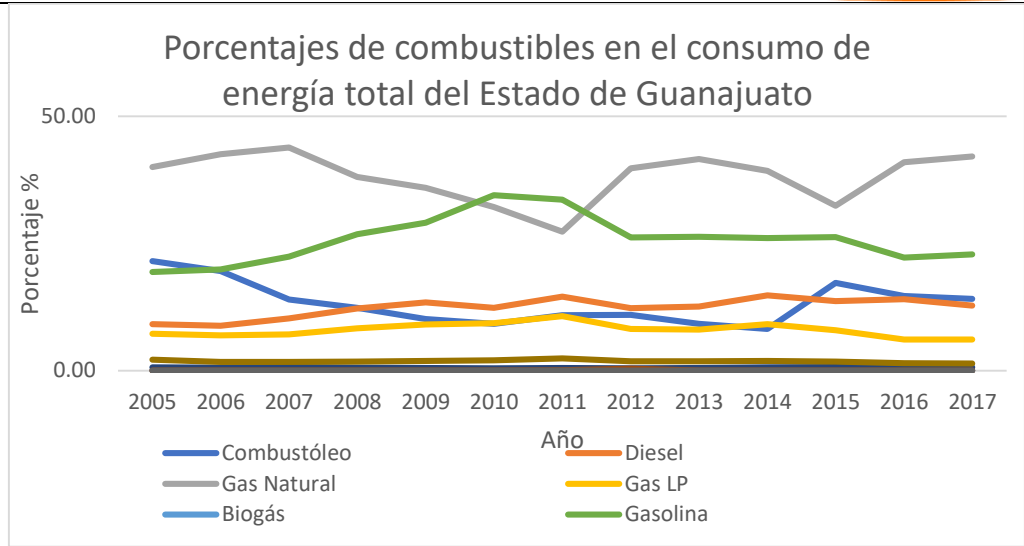
<b>Nombre del indicador:</b>	ÍNDICE DE INTENSIDAD ENERGÉTICA DE LOS HOGARES
<b>Descripción general del indicador:</b>	Cantidad de energía utilizada por uso final residencial por vivienda
<b>Interpretación:</b>	<p>El uso de energía depende tanto del tamaño físico como de las características de la vivienda, del número de personas y de la cantidad de aparatos electrodomésticos de la familia. A medida que desciende el número de personas que habitan en el hogar, disminuye el consumo energético de la familia, mientras que el uso de energía per cápita se eleva. La utilización de energía para el calentamiento de agua y preparación de alimentos, y para muchos aparatos electrodomésticos, tiende a variar con el tamaño del hogar, la tecnología utilizada y el número de personas que lo componen.</p> <p>Los cambios de intensidad se ven afectados por otros factores además de la eficiencia energética; por ello, el análisis de las tendencias de la intensidad proporciona una valiosa perspectiva de cómo la eficiencia energética y otros factores repercuten sobre el uso de la energía.</p>
<b>Política actual que mide:</b>	Este indicador se utiliza para supervisar el uso de la energía en el sector de los hogares.



<b>Unidades</b>	kJ/vivienda																												
<b>Estimación:</b>	$IEHi = \frac{CEHi}{VIVi}$ <p>IEHi = Intensidad energética de los hogares para el período i [kJ/vivienda]  CEHi = Consumo energético del sector residencial total en el período i [kJ]  VIVi = Número de viviendas para el período i [vivienda]</p>																												
<b>Periodicidad:</b>	Anual																												
<b>RELEVANCIA</b>																													
<b>Propósito del Indicador:</b>	Focalizar las políticas públicas existentes hacia objetivos más concretos y diseñar e implementar programas de eficiencia energética en los hogares.																												
<b>Relevancia al desarrollo sostenible:</b>	El sector de los hogares es un consumidor importante de energía con patrones de uso muy marcados. La mejora de las eficiencias energéticas en este sector constituye una prioridad esencial para muchos países, debido a que se traduce en una utilización más efectiva de los recursos energéticos y en una reducción de los impactos ambientales negativos. Se han formulado muchas políticas concebidas en función de la eficiencia energética y el ahorro de energía para este sector. Por ejemplo, en los países fríos, el componente de calefacción de los espacios cerrados ha estado en el punto de mira de numerosas políticas de ahorro de energía, mientras que, en casi todos los países, el componente de aparatos electrodomésticos e iluminación sigue siendo el eje de múltiples políticas.																												
<b>Línea base 2012</b>	19.15 kJ/vivienda																												
<b>Perfil histórico del indicador:</b>	<p style="text-align: center;"><b>Índice de intensidad energética de los hogares Guanajuato</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>AÑO</th> <th>Índice (kJ/\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2005</td><td>59.59</td></tr> <tr><td>2006</td><td>51.96</td></tr> <tr><td>2007</td><td>52.69</td></tr> <tr><td>2008</td><td>52.07</td></tr> <tr><td>2009</td><td>51.61</td></tr> <tr><td>2010</td><td>50.58</td></tr> <tr><td>2011</td><td>50.35</td></tr> <tr><td>2012</td><td>44.74</td></tr> <tr><td>2013</td><td>41.36</td></tr> <tr><td>2014</td><td>37.07</td></tr> <tr><td>2015</td><td>37.05</td></tr> <tr><td>2016</td><td>33.85</td></tr> <tr><td>2017</td><td>32.70</td></tr> </tbody> </table>	AÑO	Índice (kJ/\$)	2005	59.59	2006	51.96	2007	52.69	2008	52.07	2009	51.61	2010	50.58	2011	50.35	2012	44.74	2013	41.36	2014	37.07	2015	37.05	2016	33.85	2017	32.70
AÑO	Índice (kJ/\$)																												
2005	59.59																												
2006	51.96																												
2007	52.69																												
2008	52.07																												
2009	51.61																												
2010	50.58																												
2011	50.35																												
2012	44.74																												
2013	41.36																												
2014	37.07																												
2015	37.05																												
2016	33.85																												
2017	32.70																												

<b>Nombre del indicador:</b>	PORCENTAJES DE COMBUSTIBLES EN EL CONSUMO DE ENERGÍA.
<b>Descripción general del indicador:</b>	Estructura del suministro de energía en términos de porcentajes de los combustibles energéticos en el consumo final total (CFT).
<b>Interpretación:</b>	Ofrece los porcentajes de energía de los diferentes combustibles, aporta una perspectiva útil de la combinación del suministro primario de energía y refleja la extensión de la diversificación energética
<b>Política actual que mide:</b>	Este indicador facilita el porcentaje de combustibles en el CFT.
<b>Unidades</b>	%
<b>Estimación:</b>	$PC_{ji} = \frac{CE_{ji} \times 100}{CE_i}$ <p>PC<sub>ji</sub> = Porcentaje del consumo del combustible j en el CFT para el periodo i [%]  CE<sub>i</sub> = Consumo energético total en el período i [ kJ]  CE<sub>ji</sub> = Consumo energético del combustible j en el período i [kJ]</p>
<b>Periodicidad:</b>	Anual
<b>RELEVANCIA</b>	
<b>Propósito del Indicador:</b>	<p>En lo tocante a la dimensión económica, la composición del suministro energético es un factor clave en la seguridad energética.</p> <p>Por lo tanto, para un país dado, la combinación energética ‘correcta’ depende de una cartera muy diversificada de combustibles y fuentes de energía nacionales e importadas o comercializadas a escala regional. La combinación concreta de combustibles utilizados para el consumo de energía y generación de electricidad afecta también a las intensidades energéticas.</p>
<b>Relevancia al desarrollo sostenible:</b>	<p>Con respecto a la dimensión ambiental, la composición del suministro energético tiene unos efectos importantes, debido a que los impactos ambientales de cada fuente de energía difieren considerablemente e incluyen las siguientes posibilidades: i) contaminación atmosférica local o regional, relacionada tradicionalmente con la quema de combustibles; ii) cambio climático mundial, relacionado con las emisiones de gases de efecto invernadero, generadas por la producción, transporte y consumo de combustibles fósiles; iii) uso de la tierra para una serie de actividades energéticas y, sobre todo, para la minería y los embalses hidroeléctricos; y iv) riesgos atribuidos a varios ciclos de las cadenas de combustibles (incendios, explosiones, vertidos, emisiones radiactivas, etc.).</p>

Perfil histórico  
del indicador:



## 8.5 Nomenclatura de unidades y equivalencias

**Tabla 8.10** Nomenclatura de unidades usadas

Símbolo	Descripción
<b>Volumen (líquidos)</b>	
<b>b</b>	Barriles
<b>bd</b>	Barriles diarios
<b>Mb</b>	Miles de barriles
<b>Mbd</b>	Miles de barriles diarios
<b>MMb</b>	Millones de barriles diarios
<b>MMbd</b>	Millones de barriles diarios
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>m<sup>3</sup>d</b>	Metros cúbicos diarios
<b>Mm<sup>3</sup></b>	Miles de metros cúbicos
<b>Mm<sup>3</sup>d</b>	Miles de metros cubico diarios
<b>MMm<sup>3</sup></b>	Millones de metros cúbicos
<b>l</b>	Litros
<b>gal</b>	Galones
<b>Volumen (gases)</b>	
<b>pc</b>	Pies cúbicos
<b>pcd</b>	Pies cúbicos diarios
<b>Mpc</b>	Miles de pies cúbicos
<b>Mpcd</b>	Miles de pies cúbicos diarios
<b>MMpc</b>	Millones de pies cúbicos
<b>MMpcd</b>	Millones de pies cúbicos diarios
<b>MMMpc</b>	Miles de millones de pies cúbicos
<b>Peso</b>	
<b>t</b>	Tonelada
<b>td</b>	Toneladas diarias
<b>Mt</b>	Miles de toneladas
<b>Mtd</b>	Miles de toneladas diarias
<b>kg</b>	Kilogramos
<b>Energía</b>	
<b>J</b>	Joules
<b>PJ</b>	Petajoules
<b>W</b>	Watt
<b>kW</b>	Kilo Watt
<b>MW</b>	Mega Watt
<b>Wh</b>	Watts-hora
<b>kWh</b>	Kilo Watts-hora
<b>MWh</b>	Mega Watts-hora
<b>GWh</b>	Giga Watts-hora

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
<b>bcoe</b>	Barriles equivalentes de combustóleo
<b>bcoed</b>	Barriles equivalentes de combustóleo diarios
<b>Mbcoe</b>	Miles de barriles equivalentes de combustóleo
<b>Mbcoed</b>	Miles de barriles equivalentes de combustóleo diarios
<b>bpce</b>	Barriles equivalentes de crudo
<b>bpced</b>	Barriles equivalentes de crudo diarios
<b>Mbpce</b>	Miles de barriles equivalentes de crudo
<b>Mbpced</b>	Miles de barriles equivalentes de crudo diarios
<b>MMbpce</b>	Millones de barriles equivalentes de crudo
<b>MMbpced</b>	Millones de barriles equivalentes de crudo diarios
<b>Mbd</b>	Miles de barriles diarios

#### **Equivalencias de volumen**

1 galón = 3.7854 litros

42 galones = 1 barril

1 barril = 158.9873 litros

1 metro cúbico = 6.2898 barriles

1 metro cúbico = 35.31467 pies cúbicos

#### **Equivalencias caloríficas**

1 barril de crudo = 5,000 pies cúbicos de gas natural

1 barril de combustóleo = 6,783 pies cúbicos de gas natural

1 metro cúbico de gas natural = 35,420 kiloJoules (para efectos de facturación de gas seco)

1 barril de petróleo crudo = 0.139 TEP

1 barril de petróleo crudo = 141.6 m<sup>3</sup> de gas natural.

1 barril de petróleo crudo = 5,015.472 MJ (Nivel bajo)

Equivalencias de energía

1 caloría = 4.1868 Joules

1 MegaWatt-hora (MWh) = 3,600 MJoules

#### **Prefijos métricos Múltiplos**

E exa (10<sup>18</sup>)

P peta (10<sup>15</sup>)

T tera (10<sup>12</sup>)

G giga (10<sup>9</sup>)

M mega (10<sup>6</sup>)

K kilo ( $10^3$ )

## 8.6 Glosario de términos energéticos

**Energía Primaria.** Son las distintas fuentes de energía tal y como se obtienen de la Naturaleza, ya sea en forma directa o después de un proceso de extracción.

**Producción.** Es toda la energía extraída del subsuelo, o la explotada y producida dentro del territorio nacional con el propósito de ser consumida.

**Energía Primaria Renovable.** Son aquellas derivadas de procesos regenerativos continuos, que para la escala histórica del hombre son prácticamente inextinguibles, como la mareomotriz, geotérmica y solar, y sus manifestaciones indirectas como viento, oleaje, corrientes marinas, gradientes térmicos oceánicos, ciclo hidrológico y formación de biomasa por procesos fotosintéticos.

**Energía Solar.** Es la energía de la radiación solar que incide sobre la superficie terrestre, formada por dos componentes: la radiación directa más la radiación difusa, derivada de las reflexiones y dispersión de los rayos solares al atravesar la atmósfera. Además de presentar una periodicidad diaria, tiene variaciones estacionales por la inclinación del eje terrestre variando su densidad energética por unidad de superficie horizontal, la que se expresa como  $Mj/m^2$ -día.

**Energía Eólica.** Los procesos de transferencia de calor entre la atmósfera y el suelo o las superficies de agua, generan gradientes de presión atmosférica que da lugar al movimiento de masas atmosféricas, cuyo movimiento horizontal sobre la superficie terrestre se denomina viento, el que contiene energía cinética o de movimiento de la que puede extraerse una fracción, teóricamente el 60%, del flujo a través del área circunscrita por el rotor de un sistema conversor.

**Energía de Biomasa.** La biomasa es la materia de plantas y animales, que reaccionando con el oxígeno libera calor, y por tanto pueden ser “biocombustibles”. Comercialmente se refiere a formas más elaboradas, que se presentan como combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, a saber: carbón vegetal, briquetas comprimidas, pedacitos (chips), pellets, aserrín, etc. o como alcoholes, biodiesel, u otras mezclas, y finalmente como biogás, gas de gasógeno o de un proceso de pirolisis.

**Energía Hidráulica.** Es el contenido energético de una corriente de agua.

**Energía Geotérmica.** La energía geotérmica se define como el calor de origen geológico, que proviene básicamente del calor del centro de la tierra, como la energía térmica disponible en las rocas, agua y vapor contenidos en el subsuelo, hasta una profundidad explotable del orden de los 3000 metros. Esta manifestación energética renovable, se clasifica en dos tipos: de alta y baja entalpía. La primera se refiere a manifestaciones mayores a  $150\text{ }^\circ\text{C}$  en que se presentan flujos mixtos de agua y vapor, o incluso vapor seco, que previo tratamiento se alimenta a una turbina de vapor para generar electricidad. Las manifestaciones de baja entalpía corresponden a aguas termales con muchas aplicaciones industriales, médicas o de esparcimiento, e incluso de generación eléctrica en modalidades de microgeneración y generación distribuida mediante ciclos binarios.

**Energía Primaria no Renovable.** Las energías primarias no renovables son los combustibles de origen fósil, los combustibles fisionables de los minerales radioactivos de Uranio, la geotermia sin recarga, así como la leña cuando su explotación es irracional. Las principales son: Carbón Mineral, Petróleo crudo, Gas Natural libre, Gas Natural asociado y Combustible fisionable.

**Petróleo Crudo.** Petróleo en su estado natural. Es un líquido aceitoso de color café oscuro que se presenta como un fluido viscoso, en depósitos naturales en el interior de la corteza terrestre, se clasifican generalmente como pesados y ligeros.

**Condensados.** Compuestos líquidos que se recuperan en instalaciones de separación de los campos productores de gas asociado. Se incluyen líquidos recuperados en gasoductos, los cuales se condensan durante el transporte del gas natural asociado. Se componen básicamente de pentanos y líquidos más pesados. Por su contenido de azufre, los condensados se clasifican en: amargos y dulces.

#### **Gas Natural libre o Gas natural no asociado.**

Mezcla natural de vapores y gases de hidrocarburos formada principalmente por metano, que se encuentra en formaciones geológicas porosas bajo la superficie terrestre, no asociado a yacimientos de petróleo, es el apropiado para su utilización como materia prima. Se emplea en la petroquímica básica de Pemex, donde se produce principalmente metanol y amoníaco (producto básico en la industria de los fertilizantes); se usa como combustible en los sectores industrial y residencial, y en centrales eléctricas.

**Gas Natural Asociado.** Gas natural incluido en yacimientos de petróleo, en capas superiores y disueltas en el mismo. Es la causa de la presurización de los yacimientos y se extrae simultáneamente con el petróleo crudo. Para consumir este energético, es necesario separar los líquidos y el azufre que contiene en una planta de gas.

**Energía Secundaria.** Son energéticos derivados de las fuentes primarias, se obtienen en los centros de transformación, de los no renovables tenemos: coque, gas licuado, gasolinas y naftas, kerosenos, diésel, combustóleo, gas natural y electricidad. De los renovables, derivados sólidos, líquidos y gaseosos de biomasa, como carbón vegetal, briquetas, chips, biodiesel, alcoholes, biogás y gas de gasógeno y pirolisis. De la eólica: aire comprimido y electricidad. De la Hidráulica, energía mecánica y electricidad. De la geotermia: vapor y agua caliente para procesos y electricidad. De la solar: electricidad y calor, como fluidos calientes para procesos y calor de alta temperatura para procesos.

**Coque.** Combustible sólido, con alto contenido de carbono, obtenido de la destilación del carbón siderúrgico y del petróleo. En el Balance se contabilizan dos tipos, coque de carbón y coque de petróleo.

- Coque de carbón. Se clasifica de acuerdo con su tamaño en metalúrgico, nuez y fino; las tres variedades se obtienen en hornos de recuperación. El coque imperial es un producto especial obtenido en hornos de colmena a partir de la mezcla de carbón lavado, que a su vez contiene brea de alquitrán y un mínimo de cenizas. Es un producto que se utiliza en la industria siderúrgica.
- Coque de petróleo. Es un producto de la unidad de coquización en refinerías.

#### **Gas Licuado de Petróleo (gas LP)**

Combustible que se obtiene de la destilación del petróleo y del tratamiento del gas natural. Se compone de propano, butano o de una mezcla de ambos. Este combustible se utiliza fundamentalmente en el sector residencial y comercial.

#### **Gasolinas y naftas**

Combustible líquido liviano, con un rango de ebullición entre 30 y 200°C, que se 12 BALANCE DE ENERGÍA 2003 obtiene de la destilación del petróleo y del tratamiento del gas natural. Dentro de este rango se consideran las gasolinas de aviación, automotrices, naturales y las naftas.

- Gasolina de aviación. Mezcla de naftas reformadas de elevado octanaje, alta volatilidad y estabilidad, y un bajo punto de congelamiento. Se usa en aviones de motores de pistón.
- Gasolina automotriz. Mezcla de naftas relativamente volátiles para su uso en motores de combustión interna del tipo automotriz.
- Gasolina natural. Producto del procesamiento de gas natural. Sirve como materia prima en la industria petroquímica o se mezcla directamente con las naftas.
- Nafta. Es un producto del procesamiento del petróleo y del gas natural. Se emplea como materia prima en la industria petroquímica, como solvente en la manufactura de pinturas y barnices, y como limpiador en la industria.

### **Querosenos**

Combustible líquido compuesto por la fracción del petróleo que se destila entre 150 y 300 °C. Los querosenos, según su aplicación, se clasifican en dos grupos:

- Turbosina. Combustible con un grado especial de refinación que posee un punto de congelación más bajo que el querosén común y se utiliza en el transporte aéreo para motores de turbina.
- Otros querosenos. Querosén común, que se utiliza para cocción de alimentos, alumbrado, motores, equipos de refrigeración, como solvente para betunes e insecticidas de uso doméstico.

**Diésel.** Combustible líquido que se obtiene de la destilación del petróleo entre los 200 y 380 °C. Es un producto para uso automotriz e industrial; se emplea principalmente en motores de combustión interna tipo diésel. En este grupo se incluyen Pemex diésel, diésel desulfurado, diésel marino y gasóleo industrial.

**Combustóleo.** Combustible residual de la refinación del petróleo. Abarca todos los productos pesados; se utiliza principalmente en calderas, plantas de generación eléctrica y motores para navegación, y se divide en combustóleo pesado, ligero e intermedio.

**Productos no energéticos o materia prima.** Productos que se utilizan como materia prima, aun cuando poseen un considerable contenido de energía como asfaltos, lubricantes, grasas, parafinas, etano, propanopropileno, butano-butileno, azufre y materia prima para negro de humo.

**Gas natural.** Hidrocarburo gaseoso obtenido como subproducto del gas asociado en plantas de gas y refinerías después de extraer los licuables; se forma por metano y pequeñas cantidades de etano.

**Electricidad.** Energía transmitida por electrones en movimiento. Este rubro incluye la energía eléctrica generada por el SEN. El autoabastecimiento de electricidad y los excedentes entregados a la red del SEN.

**Consumo propio.** Es la energía primaria y secundaria que el propio sector de energía utiliza para el funcionamiento de sus instalaciones.

### **Consumo no energético.**

Este consumo se da en los procesos que emplean energéticos como materia prima para la elaboración de bienes no energéticos, por ejemplo:

- Petroquímica de Pemex. Gas natural y derivados de petróleo que se emplean para elaborar plásticos, solventes, polímeros, caucho, etcétera.



- Otras ramas económicas. Bagazo de caña utilizado para la fabricación de papel, tableros aglomerados y alimento para ganado.

**Exportación.** Es la cantidad de energía primaria y secundaria que el país/estado destina a su exterior.

**Importación.** Incluye las fuentes primarias y secundarias localizadas fuera de las fronteras, pero que ingresan al país/estado para formar parte de la oferta total de energía.

**No Aprovechada.** Energía que, por la disponibilidad técnica y/o económica de su explotación, actualmente no está siendo utilizada. Lo más común en este rubro son el petróleo crudo derramado y el gas natural que se pierde en el proceso de extracción.

**Oferta total.** Es la suma de la energía que resulta de la producción, la importación y la variación de inventarios tanto de energía primaria como secundaria.

#### **Oferta interna bruta (OIB) o Consumo nacional de energía**

Contabiliza la disponibilidad de energía para ser sometida a los procesos de transformación, distribución y consumo, y para ser destinada a las necesidades nacionales.

#### **Perdidas por transporte, distribución y almacenamiento**

Son mermas de energía que ocurren durante la serie de actividades que se dan desde la producción hasta el consumo final de la energía.

#### **Consumo final total de energía**

Son la energía y los energéticos usados como materia prima que se destinan a los distintos sectores de la economía.

#### **Consumo final de energéticos**

Este rubro se refiere a los energéticos primarios y secundarios utilizados para satisfacer las necesidades de energía de los sectores residencial, comercial y público, transporte, agropecuario e industrial.

#### **CONSUMOS SECTORIALES.**

**Sector industrial.** Consumo del conjunto de industrias en el que destacan 16 ramas identificadas como siderurgia, petroquímica de Pemex, química, azúcar, cemento, minería, celulosa y papel, vidrio, fertilizantes, cerveza y malta, automotriz, aguas envasadas, construcción, aluminio, hule y tabaco.

**Sector agropecuario.** Consumo energético asociado a actividades agrícolas y pecuarias, principalmente electricidad para el bombeo de agua para riego y diésel para la maquinaria agrícola. Así como otros usos para fines de sacado, calefacción y procesos.

#### **Sector residencial, comercial y público**

- Residencial. Es el consumo de combustibles en los hogares urbanos y rurales del país. La demanda principal es para cocción de alimentos, calentamiento de agua, calefacción, iluminación y esparcimiento.
- Comercial. Es el consumo de energía en locales comerciales, restaurantes, hoteles, etcétera.
- Servicio público. El consumo de energía para el alumbrado público y en el bombeo de aguas negras y potables.

#### **Sector transporte**

- Autotransporte. Incluye la energía consumida en los servicios de transporte de personas y carga en vehículos automotores terrestres.
- Aéreo. Se refiere al combustible que se consume en vuelos nacionales e internacionales. No se incluyen las compras que las líneas aéreas hacen en el extranjero.
- Ferroviario. Se refiere al consumo de combustibles realizado por los ferrocarriles.
- Marítimo. Incluye las ventas nacionales de combustibles a la marina mercante, la armada nacional, empresas pesqueras y embarcaciones en general.
- Eléctrico. Es el total de energía eléctrica consumida en el servicio de transporte eléctrico para la movilización de personas y carga, como el Metro y trenes eléctricos.

#### **Poder calorífico neto (PCN)**

Es la cantidad de calor que se produce en la combustión, con exclusión del calor no recuperable. Equivale al calor del proceso de combustión que se aprovecha en la práctica.

**Cogeneración.** Producción conjunta en una misma planta de energía eléctrica y térmica aprovechable.

**CO<sub>2</sub>.** Dióxido de carbono, es el principal de los gases de efecto invernadero, que en cantidades excesivas contribuye al calentamiento global del planeta. (Cambio climático).

#### **Distribución de energía**

Incluye el transporte de electricidad de bajo voltaje y la actividad de suministro de la electricidad hasta los consumidores finales.

## 8.7 Fuentes de información

### **Instituciones de apoyo.**

1. Comisión Federal de Electricidad
2. Secretaría de Energía.
3. Comisión Reguladora de Energía y empresas generadoras.
4. Pemex Refinación.
5. Pemex Gas y Petroquímica Básica.
6. Aeropuerto y Servicios Auxiliares.
7. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA
8. Fideicomiso de Riesgo Compartido, FIRCO.
9. Instituto Nacional de Estadística y geografía, INEGI
10. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.

### **Publicaciones de Apoyo.**

1. Balance nacional de energía del año 2017.
2. Sistema de Información Energética, SENER. <http://sie.energia.gob.mx/>.
3. Prospectiva Gas Natural y Gas LP 2014-2028. SENER 2017.
4. Prospectiva de Petróleo Crudo y Petrolíferos 2014-2028. SENER 2017.
5. Prospectiva del Sector Eléctrico 2014-2028. SENER 2017.
6. Censo General de Población y Vivienda, 1980, 1990, 2000, 2010. INEGI.
7. PIB y Cuentas nacionales en México. INEGI. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/>.
8. Directrices para los inventarios de gases de efecto invernadero, IPCC 1996.
9. Diarios Oficiales de la Federación, 24/11/2016, 14/08/2015, 03/09/2015.
10. Secretaría de Energía, 1988 -" Energía Rural en México, Región Pacífico Centro". Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal – Comisión de las Comunidades Europeas, México.
11. SEMARNAP-UNAM 1994 - "Mapa de Zonificación Forestal" Unidad del Inventario Nacional de Recursos Naturales, Dirección General Forestal, SEMARNAP. México.
12. IV.FI5.Tripp, M.J., Arriaga, G. 2001 - "Estudio de casos sobre combustibles forestales, México." Proyecto: "Información y análisis para el manejo forestal sostenible: integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América latina" FAO, Chile.
13. Informe Anual de PEMEX 2017.
14. Informe Anual CFE 2017.

15. Anuario estadístico y geográfico de Guanajuato 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017.
16. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2010.
17. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Encuesta Intercensal 2015.
18. Determinación de factores de emisión para emisiones fugitivas de la industria petrolera en México. Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). Noviembre 2012.
19. Estudio sobre la evolución nacional del consumo de leña y carbón vegetal en México, 1990-2024. UNAM Centro de Investigaciones en Ecosistemas.
20. INFORME FINAL “Revisión y actualización del potencial de biomasa para generación de energía eléctrica a partir de plantas de tratamiento de aguas residuales presentado en el Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE)”. SUBCOORDINACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA. INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA.2016.
21. Juan Pablo Gutiérrez, Ing. Quím., M. Sc. Situación actual y escenarios para el desarrollo del biogás en México hacia 2024 y 2030. RED MEXICANA DE BIOENERGIA A.C. RED TEMATICA DE BIOENERGIA DE CONACYT
22. REPORTE DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA Biocombustibles Gaseosos. F.61493. Mapas de Ruta Tecnológica para los Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIE’s). IMP.