



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ANÁLISIS PROSPECTIVO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA GUATEMALA  
POR SECTORES ECONÓMICOS DE CONSUMO PARA EL PERÍODO 2010 AL 2035**

**Santos Gabriel Salvador Ignacio**

Asesorado por el Ing. Marco Fabio Gudiel Sandoval

Guatemala, abril de 2014



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS PROSPECTIVO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA GUATEMALA  
POR SECTORES ECONÓMICOS DE CONSUMO PARA EL PERÍODO 2010 AL 2035**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**SANTOS GABRIEL SALVADOR IGNACIO**

ASESORADO POR EL ING. MARCO FABIO GUDIEL SANDOVAL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRICISTA**

GUATEMALA, ABRIL DE 2014



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez
EXAMINADOR	Ing. Jorge Luís Pérez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Marco Fabio Gudiel Sandoval
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ANÁLISIS PROSPECTIVO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA GUATEMALA  
POR SECTORES ECONÓMICOS DE CONSUMO PARA EL PERÍODO 2010 AL 2035**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 12 febrero de 2010

**Santos Gabriel Salvador Ignacio**



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por ser el creador de la vida, y quien me ha dotado de capacidades, aptitudes, inteligencia y perseverancia para lograr este tan importante título. Por siempre resguardarme y guiar mis pasos. Para Dios toda la honra y gloria. Gracias Dios mío! Por tu infinita compañía y por el éxito obtenido.

### **Mis Padres**

Flores sobres sus tumbas, que este mérito sea a sus honras. Por todos sus sacrificios, momentos especiales, las instrucciones y enseñanzas para guiarme por el buen camino y el temor a Dios.

### **Mis hermanos**

Gracias por sus apoyos incondicionales que siempre me brindaron.

### **Mis sobrinos**

En especial a Brenda Salvador Rodríguez, gracias por su apoyo.

### **Mi asesor**

Ing. Marco Fabio Gudiel Sandoval por los consejos oportunos.

### **La Facultad de Ingeniería**

Por lograr formarme como profesional.

**A mis amigos**

Ing. Rubén Hernández Chan, señor Carlos Alberto Oliva Paz y el señor Christian Omar Díaz, mis agradecimientos por acompañarme, motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba.

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Mil gracias por los conocimientos, que me permiten alcanzar este éxito en mi vida.

**Ministerio de Energía  
y Minas**

Gratitud por su incondicional apoyo.

**Usted especialmente**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. ANTECEDENTES DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS.....	1
1.1. Actividades del Ministerio de Energía y Minas .....	2
1.2. Funciones .....	4
1.3. Reglamentos .....	7
1.4. Estructura organizacional .....	8
1.5. Compromiso con la sociedad .....	9
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	11
2.1. Descripción del sector energético de Guatemala .....	11
2.1.1. Estructura del sector energético .....	11
2.1.2. Subsector eléctrico .....	12
2.1.3. Subsector hidrocarburos.....	15
2.1.4. Subsector energía renovable.....	17
2.2. Análisis de la demografía y economía .....	18
2.2.1. Perfil de Guatemala .....	18
2.2.1.1. Geografía.....	20
2.2.1.2. Clima .....	21

2.2.2.	Proyecciones de población con base al XI censo 2002 de población y VI de habitación 2002.....	23
2.2.3.	Economía .....	26
2.2.3.1.	Producto Interno Bruto .....	26
2.2.3.2.	Perspectivas económicas de Guatemala para 2010 al 2035 .....	33
2.3.	Análisis retrospectivo de la demanda de electricidad.....	34
2.3.1.	Evolución de la demanda de energía eléctrica.....	34
2.3.2.	Evolución de la demanda de la potencia.....	35
2.3.2.1.	Comportamiento mensual de la demanda máxima de potencia y energía eléctrica durante el 2009 .....	39
2.3.2.2.	Demanda de potencia y energía eléctrica para el 2010 .....	40
2.3.3.	Comportamiento del factor de carga .....	41
2.3.3.1.	Factor de carga .....	41
2.3.3.2.	Comportamiento del factor de carga por banda horaria y mensual, durante el 2009 .....	41
2.3.3.3.	Información de consumo por sectores.....	42
2.4.	Caracterización de la demanda eléctrica por sectores de consumo.....	43
2.4.1.	Interrelación entre demanda eléctrica y otras fuentes de energía .....	44
2.4.2.	Elección del año base de análisis .....	45
2.4.3.	Caracterización de la demanda del sector industria.....	45
2.4.3.1.	La agricultura.....	48

2.4.3.2.	La minería.....	50
2.4.4.	Caracterización de la demanda del sector transporte.....	59
2.4.4.1.	Clasificación de vehículos en Guatemala .....	60
2.4.4.2.	Transporte de pasajeros.....	61
2.4.4.3.	Carga en cada automotor de pasajeros .....	61
2.4.4.4.	Transporte de carga .....	62
2.4.4.5.	Estructura por modos del transporte de carga.....	63
2.4.4.6.	Transporte de pasajeros.....	64
2.4.4.7.	Intensidad energética de transporte ....	65
2.4.4.8.	Consumo de combustible .....	66
2.4.5.	Caracterización de la demanda del sector residencial.....	68
2.4.5.1.	Distribución sectorial del consumo .....	70
2.4.5.2.	Definición y clasificación energética de los hogares en Guatemala.....	71
2.4.5.3.	Eficiencias de métodos en usos finales .....	74
2.4.5.4.	La participación de energéticos en el sector residencial, urbano y rural.....	76
2.4.6.	Caracterización de la demanda del sector comercio y servicios .....	93
2.4.6.1.	Definición y clasificación energética de los hogares en Guatemala.....	96
2.4.6.2.	Uso de los energéticos para la calefacción.....	96

3.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	97
3.1.	Proyecciones de la demanda eléctrica a través de escenarios económicos.....	97
3.5.1.	Metodología para determinar la demanda eléctrica futura de Guatemala .....	98
3.2.	Escenario uno: crecimiento bajo .....	101
3.3.	Escenario dos: crecimiento medio .....	101
3.4.	Escenario tres: crecimiento alto .....	101
3.5.	Proyecciones de la demanda eléctrica a través de eficiencia energética y penetración respecto a otros energéticos .....	102
3.5.1.	Premisas de eficiencia energética.....	103
3.5.2.	Objetivo estratégico de la política energética.....	105
3.5.3.	Los objetivos específicos de la política .....	105
3.5.4.	Simulación de demanda aplicando políticas energéticas.....	107
3.5.5.	Implementación de políticas energéticas disminución del consumo de leña .....	109
3.5.6.	Política de eficiencia energética: ahorro de electricidad en el sector residencial.....	110
3.5.6.1.	Caracterización del consumo eléctrico de las viviendas.....	111
3.5.6.2.	Potenciales de ahorro en iluminación .....	111
3.5.7.	Prescribir la carga eléctrica y curva de duración de carga .....	113
3.5.7.1.	Duración de carga .....	114
3.5.7.2.	Cambio de matriz energética.....	115
3.5.8.	Propuestas para políticas de consumo eléctrico ...	115

3.5.8.1.	Educación continua .....	116
3.5.8.2.	Alumbrado domiciliar .....	117
4.	FASE DE CAPACITACIÓN .....	119
4.1.	Objetivo del método de capacitación .....	119
4.2.	Método magistral .....	119
4.3.	Período de capacitación .....	119
	CONCLUSIONES.....	121
	RECOMENDACIONES.....	123
	BIBLIOGRAFÍA.....	125
	APÉNDICE.....	127



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Marco institucional del subsector eléctrico .....	13
2.	Actores del subsector eléctrico .....	14
3.	Cadena de comercialización de hidrocarburos .....	17
4.	Mapa de Guatemala y los departamentos.....	19
5.	Mapa hidrológico de Guatemala .....	21
6.	Mapa de temperaturas medias en Guatemala .....	22
7.	Gráfica poblacional.....	25
8.	Comportamiento de la población de (1950 – 2035) .....	26
9.	Comportamiento del PIB a precios de año base 1958 .....	27
10.	Tasa de crecimiento de PIB .....	28
11.	Participación de los sectores PIB año 2006 .....	32
12.	Evolución de la demanda de energía .....	35
13.	Variación de potencia y energía período 1981 al 2009 .....	36
14.	Tendencia de la potencia y la energía período 1961 al 2009.....	37
15.	Paralelamiento de la potencia y el PIB.....	38
16.	Comportamiento de la potencia y el PIB .....	39
17.	Consumo total anual de energía (GWh) 2005-2010.....	40
18.	Demanda Máxima anual de potencia SIN (MW) 2005-2010 .....	42
19.	Consumo por sectores .....	43
20.	Demanda de energía eléctrica y otros energéticos .....	44
21.	Combustibles en sectores .....	55
22.	Estructura por modos del transporte de carga .....	63
23.	Comportamiento por modos del transporte de carga .....	68

24.	Porcentaje de viviendas en Guatemala .....	73
25.	Participación de combustibles en los hogares .....	86
26.	Participación de los combustibles en los hogares, rural .....	92
27.	Curva del sistema .....	114

## TABLAS

I.	Crecimientos quinquenales de la población .....	24
II.	El PIB y la participación de los sectores.....	30
III.	Participación de los sectores en porcentajes .....	32
IV.	Tipos de productos que se cosechan en Guatemala .....	48
V.	Área cosechada por productos .....	49
VI.	Minerales y rocas importantes en Guatemala .....	52
VII.	Mineras en Guatemala .....	53
VIII.	Energéticos en sectores agricultura construcción y minería .....	54
IX.	Eficiencia de los energéticos en sectores agricultura, construcción y minería .....	56
X.	Energéticos en agricultura manufactura.....	57
XI.	Hierro producido en Guatemala .....	57
XII.	Consumo de energéticos en la industria .....	59
XIII.	Tipos de vehículos en Guatemala .....	60
XIV.	Personas por tipo de vehículo.....	62
XV.	Rendimiento de transporte .....	66
XVI.	Combustible en transporte .....	67
XVII.	Consumo de energía en hogares.....	69
XVIII.	Metros cuadros de los ambientes en los hogares .....	73
XIX.	Eficiencia de los métodos.....	76
XX.	Porcentaje energéticos en el sector urbano .....	79
XXI.	Porcentaje de uso energético en el sector rural .....	80

XXII.	La electricidad en residenciales, apartamento urbano .....	82
XXIII.	GLP en casas formal urbano.....	83
XXIV.	La electricidad en casas formal urbano .....	83
XXV.	La leña en casas formal, urbano .....	84
XXVI.	GLP en casas formal, urbano.....	85
XXVII.	La electricidad en choza, urbano.....	85
XXVIII.	La leña en residenciales, chozas urbano .....	86
XXIX.	El GLP en casa formal rural .....	88
XXX.	La electricidad en casa formal rural.....	89
XXXI.	La leña en casas formal rural .....	90
XXXII.	GLP en choza rural .....	90
XXXIII.	La electricidad en chozas rural.....	91
XXXIV.	Demanda de energéticos en el sector residencial en GWh.....	93
XXXV.	Tipos de energéticos en los sectores .....	96



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>GWh</b>	Gigawatts hora
<b>°C</b>	Grado Celsius
<b>KW</b>	Kilo vatios o kilo watts
<b>MW</b>	Mega Watts
<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>MM</b>	Mil millones
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q</b>	Quetzales



## GLOSARIO

<b>Almacenadores</b>	Son empresas que proveen la infraestructura para realizar el almacenamiento de los productos derivados del petróleo importados.
<b>Autos</b>	Vehículos livianos de uso personal o familiar
<b>Buses</b>	Vehículos presta el servicio de transporte de pasajeros los cuales incluyen microbuses, autobuses, camionetas.
<b>Boca costa</b>	Región angosta. transversalmente se extiende desde el departamento de San Marcos hasta Jutiapa, situada en la ladera montañosa de la Sierra Madre, en el descenso desde el altiplano hacia la planicie costera del pacífico, con elevaciones de 300 a 1 400 msnm.
<b>Centros de transformación</b>	Instalaciones donde se producen cambios físicos o químicos de una fuente energética a otra u otras.
<b>Consumo propio</b>	Son agentes que compran los combustibles a gran escala y tienen sitios de almacenamiento secundario.
<b>Combustible motor</b>	Cantidad de combustible utilizado en el accionar de un motor.

<b>Demanda firme</b>	Demanda de potencia calculada por el administrador del mercado mayorista, que debe ser contratada por cada distribuidor o gran usuario, en el año estacional correspondiente.
<b>Expendio de Derivado petróleo</b>	Lugar en el cual el consumidor final realiza la compra derivado petróleo de los combustibles para su uso final.
<b>Energía útil</b>	Es la cantidad de energía que es aprovechada para el fin deseado (calor, vapor, movimiento, etc).
<b>Franja transversal norte Guatemala</b>	Definida por la Sierra de los Cuchumatanes y la Sierra de las Minas, norte de los departamentos de El Quiché, Huehuetenango, Alta Verapaz y cuenca del río Polochic. Las elevaciones oscilan entre los 300 hasta los 1 400 msnm.
<b>Importadores de Derivado petróleo</b>	Personas individuales o jurídicas que obtienen licencias por parte del Ministerio de Energía y Minas para traer los derivados del petróleo hasta un puerto de entrada en el país de Guatemala.
<b>IVA</b>	Impuesto al Valor Agregado
<b>Las planicies del norte Guatemala</b>	Región norte de los departamentos de Petén, El Quiché, Huehuetenango, Alta Verapaz e Izabal. Las elevaciones oscilan entre 0 a 300 msnm. El ascenso se realiza mientras se interna en el territorio de dichos

departamentos, en las estribaciones de las sierras de Chamá y Santa Cruz.

<b>MAED</b>	Modelo para el análisis de la demanda de energía
<b>MINECO</b>	Ministerio de Economía de Guatemala
<b>Meseta, altiplanos</b>	Territorio que comprende la mayor parte de los departamentos de Huehuetenango, El Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Guatemala, sectores de Jalapa y las Verapaces. Las montañas definen mucha variabilidad con elevaciones mayores o iguales a 1 400 msnm, generando diversidad de microclimas. Son regiones densamente pobladas por lo que la acción humana se convierte en factor de variación apreciable.
<b>Potencia contratada</b>	Los participantes consumidores tienen la obligación de cubrir sus requerimientos de potencia a través de contratos con generadores que tengan oferta firme eficiente.
<b>Planicie costera del pacifico</b>	Región que se extiende desde el departamento de San Marcos hasta Jutiapa, con elevaciones de 0 a 300 sobre el nivel del mar.
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto

<b>SEGEPLAN</b>	Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia.
<b>Transporte de carga</b>	Cabezales, camiones, picop, paneles, vehículos que soportan cargas de varias toneladas.
<b>Transporte combustible</b>	Son los encargados de distribuir los combustibles entre sitios de almacenamiento y los expendios de los mismos.
<b>Variación de inventarios</b>	La variación de inventarios es la diferencia entre las que existen (stocks) iniciales (1 de enero) menos las existencias finales (31 de diciembre) de un año determinado.

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene el análisis de la demanda de energía eléctrica para Guatemala por sectores económicos de consumo para el período 2010 a 2035.

En el capítulo primero, se hace una referencia de la historia de la creación del Ministerio de Energía y Minas. Lugar en el que fue realizada la investigación y actividades, etc.

El capítulo segundo se refiere a la fase de servicio técnico profesional, en esta etapa se describe el sector energético de Guatemala, análisis de la demografía y economía, población, economía.

Análisis retrospectivo de la demanda de electricidad, evolución de la demanda de energía eléctrica, evolución de la demanda de la potencia, comportamiento del factor de carga, información del consumo por sectores.

Asimismo la caracterización de la demanda eléctrica por sectores de consumo, interrelación entre demanda eléctrica y otras fuentes de energía, elección del año base de análisis, caracterización de la demanda del sector industrial, caracterización de la demanda del sector transporte, caracterización de la demanda del sector residencial, caracterización de la demanda del sector comercio y servicios.

En el tercer capítulo se desarrolla la fase de investigación plan de contingencia, el cual comprende la proyección de la demanda eléctrica a

través de escenarios económicos, metodologías para determinar la demanda eléctrica futura de Guatemala, escenario uno, crecimiento bajo; escenario dos, crecimiento medio; escenario tres, crecimiento alto.

Proyecciones de la demanda eléctrica a través de eficiencia energética y penetración respecto a otros energéticos, premisas de eficiencia energética, simulación de demanda aplicando políticas energéticas, implementación de políticas energéticas: disminución del consumo de leña, política de eficiencia energética ahorro de electricidad en el sector residencial, prescribir la carga eléctrica y la curva de duración de carga, propuesta para políticas de consumo eléctrico.

El cuarto capítulo se desarrolla la fase de Enseñanza-Aprendizaje: elaboración de material didáctico, desarrollo de clases magistrales, conclusiones y recomendaciones.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar una prospectiva de la de demanda de energía eléctrica para un periodo de 25 años para Guatemala de acuerdo a los sectores económicos de consumo.

### **Específicos**

1. Describir el sector energético a nivel nacional, aplicado por los diferentes sectores socioeconómicos tecnológicos de la población en Guatemala.
2. Determinar el comportamiento de la demanda energética actual en los sectores.
3. Caracterizar la demanda energética futura de acuerdo a las variables de crecimientos económicos (crecimiento bajo, medio y/o alto).
4. Simular el consumo energético a nivel nacional, aplicado por los diferentes sectores socioeconómicos de la población en Guatemala.
5. Formular estrategias para optimizar el uso de la energía.



## INTRODUCCIÓN

En el contenido del siguiente trabajo de graduación se describe el análisis prospectivo de los sectores económicos del país y que son dependientes directos de energéticos.

El sector económico de Guatemala está compuesto de la siguiente manera; sector comercio y servicio, industrial, transporte y residencial. Asimismo los energéticos participantes en estos sectores son los derivados del petróleo, electricidad, carbón, leña, agua.

El sector industria está compuesto por la agricultura, construcción, minería, manufactura. Dentro de este sector sobre salen las empresas tecnológicas textiles, empresas de procesamiento de alimentos, productores de cosméticos, construcción, viviendas y otros, explotación minera.

El sector comercio y servicio comprende centros comerciales, hoteles, bancos, edificios gubernamentales, restaurantes dependen claramente de insumos energéticos con el propósito de servir eficientemente a los clientes.

El sector residencial, se refiere a las viviendas que se encuentran en el área urbana y rural, sector en particular tiene varias variables de uso energético dado que el ser humano demanda varias actividades.

El sector transporte comprende en la actualidad en 2 389 240 siendo elemento el parque vehicular de mucha importancia para el desarrollo del país.



## **1. ANTECEDENTES DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**

La Dirección General de Minería, Industrias Fabriles y Comercio, adscrita a la Secretaría de Fomento, fue creada el 1 de julio de 1907, siendo nombrado el señor Manuel Lemus, como el primer Director.

En la década de los años cuarenta se creó el Instituto Nacional de Petróleo. Posteriormente en los años cincuenta, la Dirección General de Minería, Industrias Fabriles y Comercio, cambió de denominación a únicamente Dirección General de Minería, fusionándose con el referido instituto para llegar a formar la Dirección General de Minería e Hidrocarburos, adscrita al Ministerio de Economía.

Conforme la ley que regulaba las actividades del Organismo Ejecutivo correspondía al Ministerio de Economía conocer todo lo relativo a los hidrocarburos, minas y canteras, pero por lo creciente y complejo de tales actividades fue necesario separar de dicho Ministerio, la Dirección General de Minería e Hidrocarburos, dando vida mediante el Decreto-Ley 57-78 a la Secretaría de Minería, Hidrocarburos y Energía Nuclear, adscrita a la Presidencia de la República.

Ante el crecimiento e importancia de las actividades relativas al desarrollo de la industria petrolera y minera, y el aprovechamiento del uso pacífico de la energía nuclear y de las fuentes nuevas y renovables de energía, cambió la denominación de tal secretaría mediante el Decreto-Ley número 86-83, llamándose Secretaría de Energía y Minas. No obstante que la emisión de este decreto ley significó un avance para que dicha Secretaria cumpliera en mejor

forma las funciones se hizo necesario contar con un órgano más especializado que atendiera y dinamizara el desarrollo en el sector, dando lugar a que por medio del Decreto Ley No 106-83 de fecha 8 de septiembre de 1983, naciera a la vida política del país el Ministerio de Energía y Minas, tomando vigencia a partir del 10 de septiembre de ese mismo año.

La Dirección General de Energía, del Ministerio de Energía y Minas es la dependencia encargada del estudio, fomento, control, supervisión, vigilancia técnica y fiscalización del uso técnico de la energía, en la República de Guatemala. Y que actualmente está conformado de la siguiente manera.

- Despacho del Director
- Subdirección de Energía
- Departamento de Desarrollo Energético
- Departamento de Energía Renovables
- Departamento de Protección y Seguridad Radiológica
- Departamento de Radiaciones No Ionizantes
- Departamento Gestión Legal

### **1.1. Actividades del Ministerio de Energía y Minas**

En el marco de lo establecido en la Ley del Organismo Ejecutivo, el Ministerio de Energía y Minas tiene asignadas las siguientes funciones generales:

Estudiar y fomentar el uso de fuentes nuevas y renovables de energía; promover el aprovechamiento racional y estimular el desarrollo y aprovechamiento racional de energía en las diferentes formas y tipos,

procurando una política nacional que tienda a lograr la autosuficiencia energética del país.

Coordinar las acciones necesarias para mantener un adecuado y eficiente suministro de petróleo, productos petroleros y gas natural de acuerdo a la demanda del país, y conforme a la ley de la materia.

Cumplir y hacer cumplir la legislación relacionada con el reconocimiento superficial, exploración, explotación, transporte y transformación de hidrocarburos, la compraventa o cualquier tipo de comercialización de petróleo crudo o reconstituido, gas natural y otros derivados, así como los derivados de los mismos.

Formular la política, proponer la regulación respectiva y supervisar el sistema de exploración, explotación y comercialización de hidrocarburos y minerales.

Proponer y cumplir las normas ambientales en materia energética.

Emitir opinión en el ámbito de la competencia sobre políticas o proyectos de otras instituciones públicas que incidan en el desarrollo energético del país.

Ejercer las funciones normativas y de control y supervisión en materia de energía eléctrica que le asignen las leyes.

La Dirección General de Energía, del Ministerio de Energía y Minas es la dependencia encargada del estudio, fomento, control, supervisión, vigilancia técnica y fiscalización del uso técnico de la energía, en la República de Guatemala.

## **1.2. Funciones**

El Ministerio de Energía y Minas basa su mandato en leyes, convenios y reglamentos, los cuales constituyen la base jurídica para el desarrollo de las actividades que comprenden el sector energético.

La Constitución Política de la República de Guatemala define en el artículo 121 los bienes del estado y en el 129 declara de urgencia nacional la electrificación del país con base a planes formulados por el Estado y Municipalidades.

Decreto Ley número 106-83 a través del cual se creó el Ministerio de Energía y Minas, con el propósito de estructurar y ejecutar debidamente la política general de Gobierno en el sector de los recursos energéticos y mineros del país.

De conformidad con el artículo 34, Decreto 114-97 del Congreso de la República (Ley del Organismo Ejecutivo), al Ministerio de Energía y Minas le corresponde atender lo relativo al régimen jurídico aplicable a la producción, distribución y comercialización de la energía; para ello, tiene las siguientes funciones:

- Estudiar y fomentar el uso de fuentes nuevas y renovables de energía; promover el aprovechamiento racional en las diferentes formas y tipos, procurando una política nacional que tienda a lograr la autosuficiencia energética del país.

- Cumplir las normas y especificaciones ambientales que en materia de recursos no renovables establezca el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- Emitir opinión en el ámbito de competencia sobre políticas o proyectos de otras instituciones públicas que incidan en el desarrollo energético del país.
- Ejercer las funciones normativas de control y supervisión en materia de energía eléctrica que le asignen las leyes.
- En el aspecto administrativo del MEM con el objeto de establecer una estructura, por medio de la cual se cumpla a cabalidad con las funciones y atribuciones que le competen, tiene un Reglamento Orgánico Interno y la reforma No.631-2 007.
- Ley General de Electricidad (Decreto No. 93-96 del Congreso de la República).
- Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (Decreto No.52-2003).
- Ley Nuclear (Decreto Ley 11-86)
- Normas emitidas por la CNEE
- Normativas emitidas por el AMM
- Tratados Internacionales

- Convención sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer conforme lo estipulado en artículo 14, numeral 2, literal h de la resolución emitida.
- Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas, según lo acordado dentro del artículo 23.
- La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) y su dimensión política, dentro del contexto de La Lucha Contra La Erosión de la Tierra, merece un compromiso claro y general por parte de los parlamentarios, conforme el párrafo que literalmente establece:

Los países afectados por la degradación de la tierra, la erosión del suelo y la pérdida de la capa superficial del suelo deben potenciar el desarrollo rural e integrar las medidas de lucha contra la desertificación en sus políticas y programas de desarrollo de la tierra, del agua, de la energía y de desarrollo en general.

- Declaración Universal de los Derechos Humanos de la ONU, según lo establecido en el artículo 25, numeral 23 del documento.
- Acuerdos de Paz sobre Identidad y Derechos de los Pueblos Indígenas, de acuerdo a lo indicado en el capítulo IV, Derechos Civiles, Políticos, Sociales y Económicos, literal F, derechos relativos a la tierra de los pueblos indígenas, dentro del sub título referente a la Tenencia de la tierra y uso y administración de los recursos naturales, y la declaración emitida en literal c.

- Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, según lo acordado en artículo 2, numeral 1, literal a, inciso III.
- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación adoptado por la Conferencia de Plenipotenciarios del 22 de marzo 1989, conforme a lo contenido en totalidad.
- Política Nacional de Promoción y Desarrollo Integral de las Mujeres (PNPDIM) Eje De Recursos Naturales, Tierra y Vivienda, literales, b), c) y d); Eje De Mecanismos Institucionales, literal a).
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) respecto a cooperación técnica para atender políticas de desarrollo e inversión en el tema de energía nuclear. Asesoría para la adquisición de equipos, materiales, servicios, instalaciones y el fomento de la transferencia tecnológica.
- Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) referente a la integración y al desarrollo sostenible de la eficiencia energética en los países miembros.

### **1.3. Reglamentos**

- Reglamento de la Ley General de Electricidad (Acuerdo Gubernativo No. 68-2007).

- Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista (Acuerdo Gubernativo 299-98 y sus modificaciones AG No. 69-2007).
- Reglamento a Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (Acuerdo Gubernativo No. 211-2005). Abarca proyectos en el campo de los combustibles derivados de residuos sólidos urbanos y biomasa, y en el campo solar.

#### **1.4. Estructura organizacional**

El Ministerio de Energía y Minas está formado por tres viceministerios y cada uno con equipos altamente profesionales. Por lo que la mayoría tienen títulos a nivel superior y con experiencia en cada una de las áreas de Energía, Minería e hidrocarburos.

Además el Viceministerio Desarrollo Sostenible es el ente encargado de promover el enfoque socioambiental responsable en la ejecución de los proyectos de los sectores de las industrias extractivas (minas, petróleo y gas) y del sector energético. Asimismo, ante el contexto de conflictividad social generada por la implementación de las actividades económicas descritas es el enlace del Ministerio de Energía y Minas, para coordinar acciones con actores del sector público y privado, que coadyuven a la resolución de la problemática social.

Por lo que este ministerio es una pieza fundamental para el desarrollo del país ya que vela todo lo relacionado con la energía del país.

## **1.5. Compromiso con la sociedad**

Al ser declarada de urgencia nacional la electrificación en Guatemala (según el artículo 129 de la Constitución Política de Guatemala), y el artículo tres de la Ley General de Electricidad, donde indica que el Ministerio de Energía y Minas es el órgano del Estado responsable de formular y coordinar los programas indicativos relativos del subsector eléctrico, actividad que ha sido encomendada a la Dirección General de Energía de este ministerio.

Además, en el artículo 47 de la Ley y el artículo 77 del reglamento establece que esta institución emitirá un informe favorable de evaluación socioeconómica para proyectos de electrificación rural, de beneficio social o de utilidad pública, que se desarrollen fuera de una zona territorial delimitada.

En términos generales, la competencia del Ministerio de Energía y Minas referente a la electrificación rural se circunscribe a:

- Participar en el desarrollo de la energización rural en el país
- Efectúa evaluaciones socioeconómicas emitiendo los informes correspondientes para la búsqueda de financiamiento de proyectos de electrificación rural. Realiza el análisis de expedientes de proyectos de electrificación rural; solicitudes de INDE, municipalidades, diputados, etc.
- Elaboración de estudios para proyectos de electrificación rural

En tal sentido, se trabaja coordinadamente con INDE, las distribuidoras de energía eléctrica en el país, así como otras entidades e instituciones afines o que tienen relación con el subsector eléctrico.

El Ministerio de Energía y Minas labora estrechamente con INDE que ejecuta el Plan de Electrificación Rural PER constituyendo una obligación de parte de las empresas distribuidoras, el construir los proyectos de electrificación rural incluidos en el PER.

Por otra parte las autorizaciones para uso Bienes de Dominio Público; Registro de Agentes y grandes usuarios así como información a los inversionistas sobre energía hidráulica, energía geotérmica, energía eólica, energía solar, energía biomásica, incentivos a las energías renovables

De conformidad con las funciones establecidas en el reglamento interno del MEM, los Departamentos de Protección y Seguridad Radiológica y Radiaciones no Ionizantes cumplen con la emisión de licencias y realización de monitoreo a los usuarios que por solicitud y cumplimiento de la legislación vigente constituyen el medio para ejercer el control efectivo sobre el buen uso de la radiación.

Se desarrollarán programas anuales de inspección y licenciamiento para instalaciones y trabajadores, como también el desarrollo de un programa de monitoreos, en los 22 departamentos de la República, actuando dentro del marco del mandato institucional.

Se ha considerado para el trienio 2013-2015 alcanzar la meta de 2150 licenciamientos que representan el 65 % de cobertura de la unidad de Protección Radiológica y en relación con los monitoreos, realizar 60 muestreos de subestaciones de energía eléctrica y torres de telefonía celular móvil que representan el 30 %.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Descripción del sector energético de Guatemala**

El sector energético ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo económico de los países, ya que los avances tecnológicos y las capacidades productivas se han dado gracias a la evolución de la producción energética, es por ello, que la energía sigue siendo clave para el desarrollo socioeconómico de los países.

#### **2.1.1. Estructura del sector energético**

Esta clasificación obedece a que conforme se han ido desarrollando y perfeccionando materiales aislantes, el nivel de tensión que se puede manejar ha ido en aumento y el uso de las subestaciones ha sido bastante importante en el referido desarrollo, ya que éstas permiten poder manejarlos de acuerdo a las necesidades.

El sector energético de Guatemala se divide en tres subsectores siendo estos: el eléctrico, hidrocarburos y energías renovables.

Actualmente el Ministerio de Energía y Minas (MEM) ejerce la rectoría del sector energético, de acuerdo a las funciones establecidas en el artículo 34 del Decreto número 114-97, Ley del Organismo Ejecutivo, en el que se define que este Ministerio atenderá lo relativo al régimen jurídico aplicable a la producción, distribución y comercialización de la energía, los hidrocarburos y la explotación de los recursos mineros.

En este sentido, el MEM es el responsable de aplicar la Ley General de Electricidad y el reglamento para dar cumplimiento a sus obligaciones.

- Formular y coordinar las políticas, planes de Estado y programas Indicativos relativos al subsector eléctrico.
- Otorgar autorizaciones para la instalación de centrales generadoras y para prestar los incentivos de transporte y de distribución final de electricidad.
- Elaborar informe de evaluación socioeconómica para costear total o parcialmente proyecto de electrificación rural.
- Inscripción y actualización de Grandes Usuarios y Agentes del Mercado Mayorista
- Promover el desarrollo de proyectos de energía renovable
- Calificar proyectos de fuentes renovables de energía, al amparo de la Ley de Incentivos

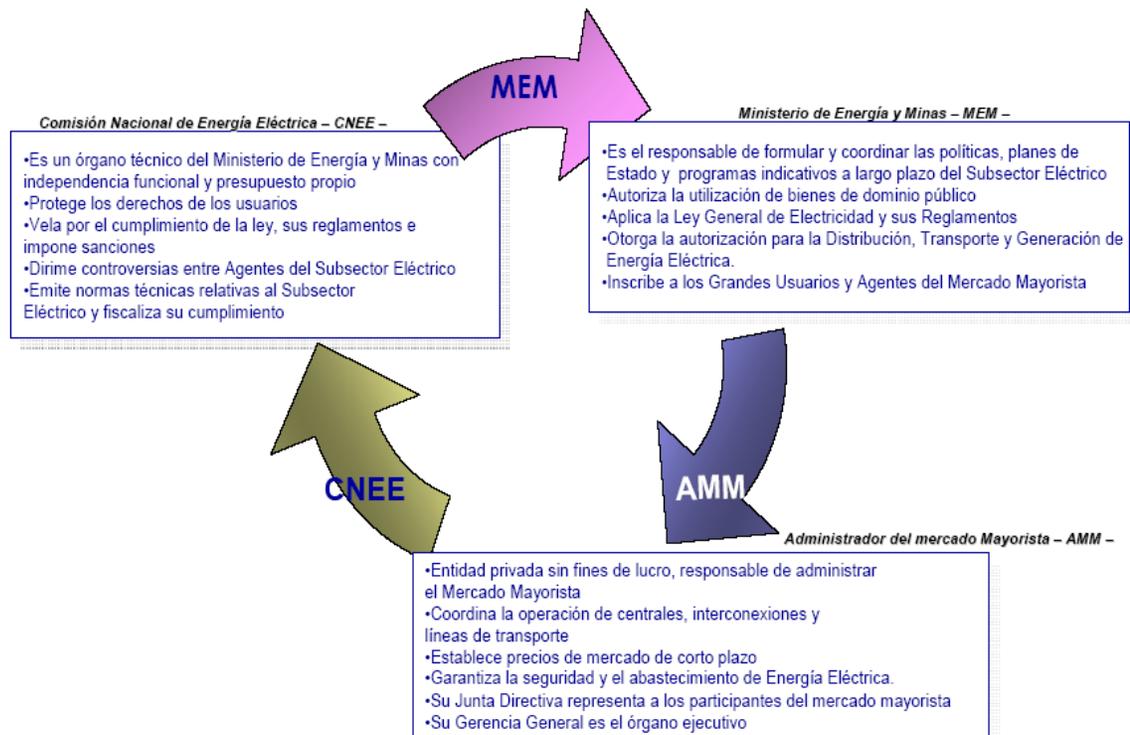
### **2.1.2. Subsector eléctrico**

En el subsector eléctrico se encuentran enmarcadas todas las actividades de generación, transporte, distribución, comercialización y consumo de energía eléctrica y los distintos actores e infraestructura utilizada para realizar estas actividades.

El marco institucional del subsector eléctrico guatemalteco está conformado por tres instituciones, siendo estas: Ministerio de Energía y Minas

(ente rector), la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (ente regulador), el Administrador del Mercado Mayorista (ente operador).

Figura 1. **Marco institucional del subsector eléctrico**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Energía. Guía del inversionista. p.5.

El mercado mayorista está constituido por agentes y participantes siendo estos los generadores, distribuidores, transportistas, comercializadores y grandes usuarios, tal y como se muestra en el figura siguiente.

Figura 2. **Actores del subsector eléctrico**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Energía. Guía del inversionista 2011. p.12.

El marco legal del subsector eléctrico en Guatemala está regulado por la Ley General de Electricidad, Decreto número 93-96 y los reglamentos que norman el desarrollo del conjunto de actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad, de acuerdo a principios y enunciados que son aplicables a todas las personas individuales o jurídicas, con participación privada, mixta o estatal, independientemente del grado de autonomía y régimen de constitución. Los principios de la Ley son los siguientes:

- Es libre la generación de electricidad y no se requiere para ello autorización o condición previa por parte del Estado, más que las reconocidas por la Constitución Política de la República de Guatemala y las leyes del país.
- Es libre el transporte de electricidad, cuando para ello no sea necesario, se utiliza bienes de dominio público; también es libre el servicio de distribución privada de electricidad.
- En los términos a que se refiere esta ley, el transporte de electricidad que implique la utilización de bienes de dominio público y el servicio de distribución final de electricidad, estarán sujetos a autorización.
- Son libres los precios por la prestación del servicio de electricidad, con la excepción de los servicios de transporte y distribución sujetos a autorización. Las transferencias de energía entre generadores, comercializadores, importadores y exportadores, que resulten de la operación del mercado mayorista, estarán sujetas a regulación en los términos a que se refiere la presente ley.

### **2.1.3. Subsector hidrocarburos**

En el subsector de hidrocarburos, el Ministerio de Energía y Minas (MEM) aplica la legislación a través de la Dirección General de Hidrocarburos (DGH), la que tiene a cargo el estudio, fomento, control, supervisión y fiscalización de todo lo relacionado a las operaciones en materia de hidrocarburos.

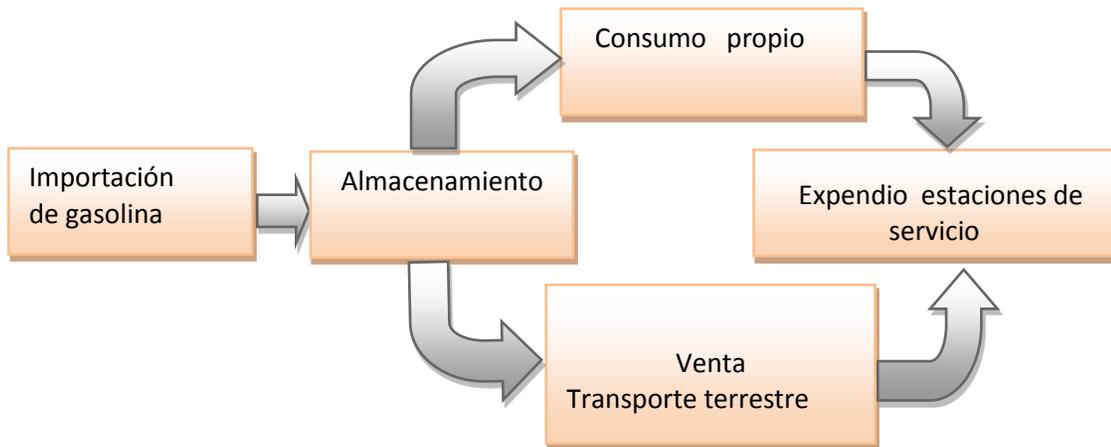
Se rige por la Ley de Comercialización de Hidrocarburos, Decreto número 109-97 y el reglamento Acuerdo Gubernativo número 522-99, y la exploración y

explotación de hidrocarburos se rige por la Ley de Hidrocarburos Decreto número 109-83, y su Reglamento Acuerdo Gubernativo número 1034-83, sin embargo, existen otros reglamentos que regulan actividades específicas.

Dicha normativa creó los mecanismos para estimular la inversión en operaciones petroleras en el país. Esta ley de comercialización tiene por objeto:

- Propiciar el establecimiento de un mercado de libre competencia en materia de petróleo y productos petroleros, que provea beneficios máximos a los consumidores y a la economía nacional; agilizar los procedimientos relativos a las autorizaciones y funcionamiento de las diversas actividades que conllevan la refinación, transformación y la comercialización de petróleo y productos petroleros.
- Velar por el cumplimiento de las normas que fomenten y aseguren la comercialización, evitando las conductas contrarias a la libre y justa competencia.
- Velar por el cumplimiento de las normas que protejan la integridad física de las personas, los bienes y el medio ambiente, y
- Establecer parámetros para garantizar la calidad, así como el despacho de la cantidad exacta del petróleo y productos petroleros.

Figura 3. **Cadena de comercialización de hidrocarburos**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

La cadena de comercialización de combustibles está descentralizada, lo cual indica que las funciones de comercialización de derivados del petróleo no pueden realizarse por una misma persona jurídica. La cadena de comercialización se divide en: importadores, almacenadores, consumo propio, transporte y expendio.

#### **2.1.4. Subsector energía renovable**

En materia de energía renovable se tiene la Ley de Incentivos para el desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, contenida en el Decreto No. 52-003 y el Acuerdo Gubernativo No. 211-2005 (Reglamento de la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable), que tienen por objeto promover el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto. estos incentivos se refieren a:

Exención de derechos arancelarios para las importaciones, incluyendo el Impuesto al Valor Agregado IVA, cargas y derechos consulares sobre la importación de maquinaria y equipo, utilizados, exclusivamente para la generación de energía en el área donde se ubiquen los proyectos de energía renovable, para los períodos de pre inversión y de construcción, el cual no excederá de diez años.

Exención del Impuesto sobre la Renta ISR, por diez años. Este incentivo tendrá vigencia exclusiva a partir de la fecha en que el proyecto inicia la operación comercial.

## **2.2. Análisis de la demografía y economía**

La extensión superficial de Guatemala es de 108 889 km<sup>2</sup> y la moneda oficial es el Quetzal; por otro lado la tasa de cambio con respecto al dólar americano es variable. El PIB en el 2006 a precios de 1950 fue de Q.6009,80 millones.

### **2.2.1. Perfil de Guatemala**

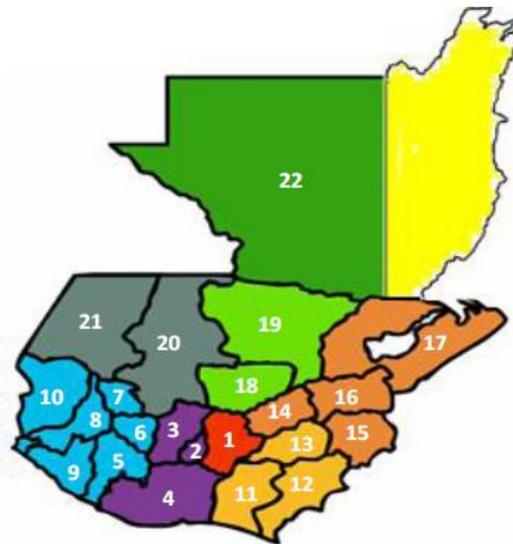
Nombre oficial: República de Guatemala, el día nacional 15 de septiembre fecha de la independencia nacional junto con Centroamérica. De acuerdo con la constitución vigente el gobierno recae en un presidente que es elegido democráticamente para un período de cuatro años, asistido por vicepresidente y un consejo de ministro; no es posible la reelección, además está constituido por un Congreso de Diputados y el Organismo judicial.

El idioma oficial es el español, aunque se hablan unas 30 lenguas étnicas mayenses, principalmente quiché (lengua en la que se escribió el Popol Vuh), mam, cakchiquel (o cachiquel), pokomam y kekchi, sakapulteco.

Guatemala se organiza en 22 departamentos administrativos, cuyo gobierno está a cargo de un gobernador, las principales ciudades están situadas en la parte sur del país, ciudad de Guatemala, Quetzaltenango, Escuintla y la Antigua Guatemala

Figura 4. **Mapa de Guatemala y los departamentos**

1 Guatemala	12 Jutiapa
2 Sacatepéquez	13 Jalapa
3 Chimaltenango	14 El Progreso
4 Escuintla	15 Chiquimula
5 Suchitepéquez	16 Zacapa
6 Sololá	17 Izabal
7 Totonicapán	18 Baja Verapaz
8 Quetzaltenango	19 Alta Verapaz
9 Retalhuleu	20 El Quiché
10 San Marcos	21 Huehuetenango
11 Santa Rosa	22 Petén



Fuente: Guía del subsector y de las energías renovables 2011.

La moneda de Guatemala es el Quetzal, que se divide en 100 centavos. El Banco de Guatemala (fundado en 1945) es el banco central y el emisor de moneda, además de ser miembro fundador del Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos.

### **2.2.1.1. Geografía**

Guatemala se encuentra localizada en América Central limita al oeste y norte con México, al este con Belice, el golfo de Honduras y Honduras, al sureste con El Salvador, y al sur con el océano Pacífico. Tiene una extensión territorial de 108,889 km<sup>2</sup> de tierra y 460 km<sup>2</sup> marítimos.

Guatemala está ubicada en la región subtropical del hemisferio norte con un relieve marcadamente montañoso en casi el 60 % de su superficie. El país es bastante montañoso salvo en el norte, El Petén, una región baja y selvática.

Aproximadamente dos terceras partes del territorio de Guatemala están ocupadas por montañas, muchas de ellas de origen volcánico. La cumbre más elevada del país es el Volcán Tajumulco (4,220 msnm), le sigue el Volcán Tacana (4,030 msnm) que se ubica entre la frontera con México; se destacan también el Volcán Santa María (3,772 msnm), el Volcán de Agua (3,766 msnm), el Volcán de Fuego (3,763 msnm), el Volcán Atitlán (3,537 msnm) y el Volcán Pacaya (2,552 msnm).

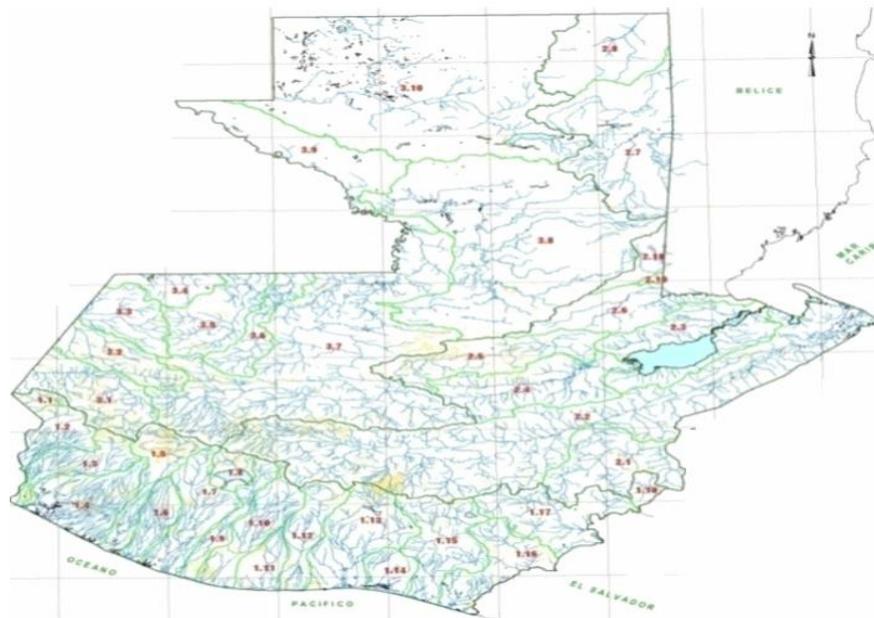
Los sistemas montañosos determinan dos grandes regiones hidrográficas, la de los ríos que desembocan en el océano Pacífico, y los que lo hacen en el Atlántico, que a la vez se dividen en dos vertientes la del Caribe, por el golfo de Honduras, y la del golfo de México, atravesando Yucatán.

Los ríos que desembocan en el golfo de Honduras son extensos y profundos, entre los más importantes el Motagua o río Grande y el río Dulce, desagüe natural del lago Izabal.

De la cuenca hidrográfica del golfo de México sobresalen el río de la Pasión y Chixoy o Negro. Otros ríos destacados del país marcan fronteras limítrofes con otros países como:

Suchiate, Polochic, Dulce y Sarstún. Los ríos de mayor longitud son: Motagua, Usumacinta, Polochic, Dulce y Sarstún. Además se cuenta con numerosos lagos: el de Izabal, localizado en el litoral atlántico, es el mayor del país; otros lagos son el de Atitlán, Petén - Itzá y el de Amatitlán.

Figura 5. **Mapa hidrológico de Guatemala**



Fuente: INSIVUMEH.

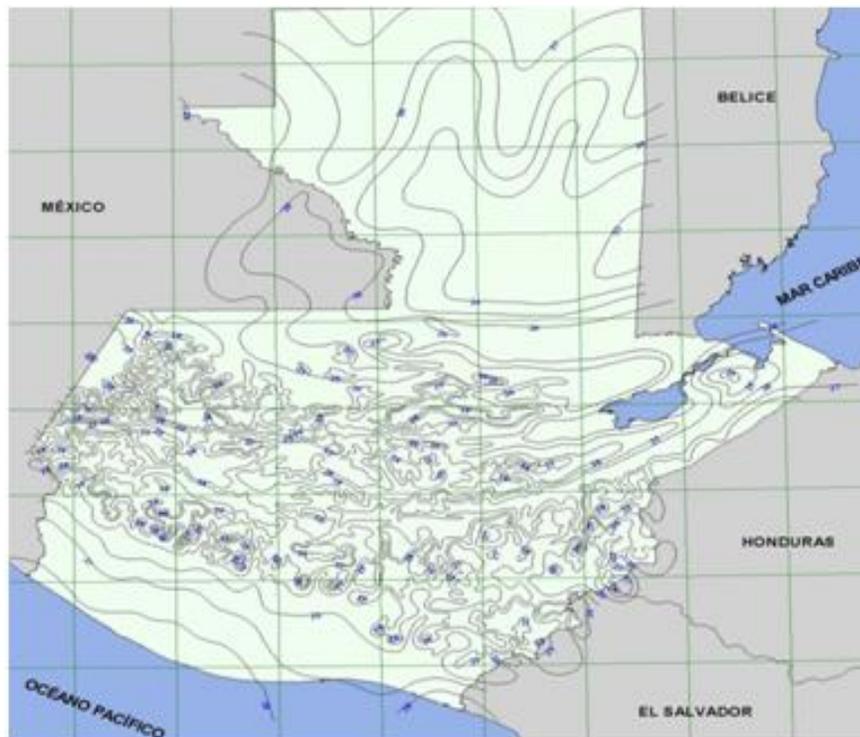
### 2.2.1.2. **Clima**

El clima geográfico y meteorológico adquiere características particulares por la posición geográfica y topográfica del país, climáticamente se ha

zonificado al país en seis regiones. Las planicies del norte, franja transversal del norte, meseta y altiplanos, la Boca Costa planicie, costera del Pacífico y la zona oriental.

Desde el nivel del mar hasta alturas superiores a los 4,000 metros existen dos estaciones; la estación seca de noviembre a abril y la estación lluviosa de mayo a octubre; la temperatura varía de acuerdo a la elevación y posición geográfica de la región, de 25 a 38 °C para alturas entre los 800 y 2 000 msnm y de 5 a 20 °C en el altiplano.

Figura 6. **Mapa de temperaturas medias en Guatemala**



Fuente: INSIVUMEH.

### **2.2.2. Proyecciones de población con base al XI censo 2002 de población y VI de habitación 2002**

Las estimaciones y proyecciones de población constituyen un instrumento importante en la planificación y en la toma de decisiones de un país. La institución encargada de realizar los censos en Guatemala es el Instituto Nacional de Estadística INE, el último censo nacional fue realizado en 2002; y en 2006, se realizó la Encuesta Nacional de condiciones de vida, ENCOVI 2006.

La población del país desde los años cincuenta se ha aumentado, aunque la velocidad de este crecimiento ha disminuido la cual se demuestra en la figura 7 con datos de 1950 a 2035.

La población en 1950 era de 3 millones aproximadamente. En el período 1950 a 1955 la tasa de crecimiento medio anual fue 2,84 %; el crecimiento medio anual ha disminuido hasta que en el quinquenio pasado de 2000 a 2005 fue de 2,5 %; entre 2005 a 2008 fue de 2,5 % y en entre 2008 a 2010 fue del 2,47 %.

La población estimada para el 2006 fue de 13 018 759 de habitantes, la figura 7 muestra la población del país desde 1950 hasta 2034 y la tabla I muestra los crecimientos medio anuales por períodos y la población estimada durante los años límites de estos períodos.

Guatemala tiene una población estimada para el 2008 de 131 677 815 de habitantes, con una densidad demográfica de 126 hab/km<sup>2</sup>. El 51 % de los habitantes de Guatemala vive en áreas rurales y la tasa promedio de crecimiento de la población es de 2,5 % interanual.

En la tabla.I, se muestra claramente que en dichos períodos quinquenales el crecimiento promedio es de 2,53 %; cabe resaltar que también en los años 1981, 994 y 2002, son los años bases para las proyecciones ya que fueron los años en que se realizaron los censos.

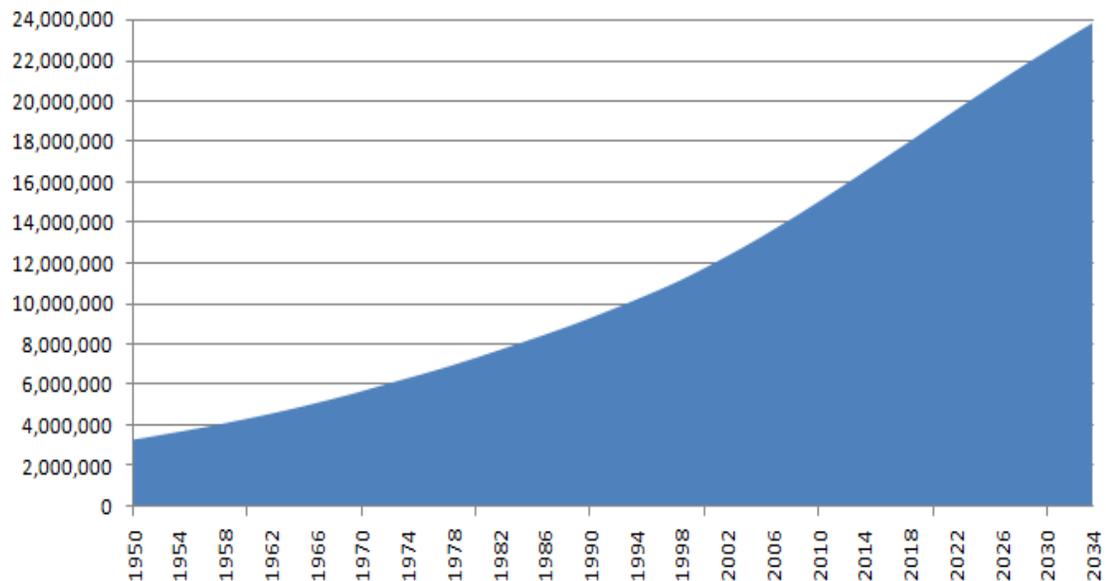
Tabla I. **Crecimientos quinquenales de la población**

<b>Años</b>	<b>Población Total</b>	<b>período</b>	<b>Tasa de crecimiento media anual</b>
1950	3 146 072		
1955	3 618 791	1950-1955	2,84 %
1960	4 139 996	1955-1960	2,73 %
1965	4 736 431	1960-1965	2,73 %
1970	5 418 939	1965-1970	2,73 %
1975	6 204 243	1970-1975	2,74 %
1980	7 013 435	1975-1980	2,48 %
1985	7 934 530	1980-1985	2,50 %
1990	8 907 618	1985-1990	2,34 %
1995	10 003 739	1990-1995	2,35 %
2000	11 225 403	1995-2000	2,33 %
2005	12 700 611	2000-2005	2,50 %
2006	13 018 759	2005-2006	2,50 %
2008	13 677 815	2006-2008	2,50 %
2010	14 361 666	2008-2010	2,47 %
2011	14 713 763	2010-2011	2,45 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

En la figura 7, se observa el comportamiento del crecimiento de las poblaciones desde 1950 hasta 2034 proyectado a través de los censos realizados en los años bases mencionadas.

Figura 7. **Gráfica poblacional**

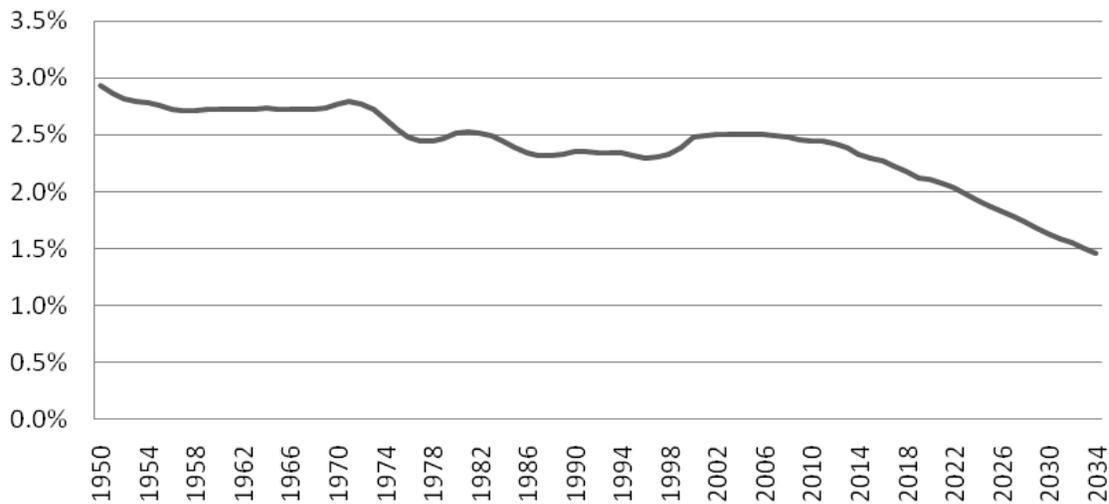


Fuente: Instituto Nacional de Estadística, calculo propio

A pesar que en la figura 7 demuestra que la población tiene una curvatura ascendente o que crece, sin embargo en la figura 8 se observa la tasa de crecimiento en decadencia por tres motivos:

- Las familias han recurrido a la planificación familiar
- El alto costo de la vida hace reflexionar a las personas en tener varios hijos.
- La cultura y las y los estudios hacen que las personas sean más precavidas.

Figura 8. **Comportamiento de la población de (1950-2035)**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.3. Economía**

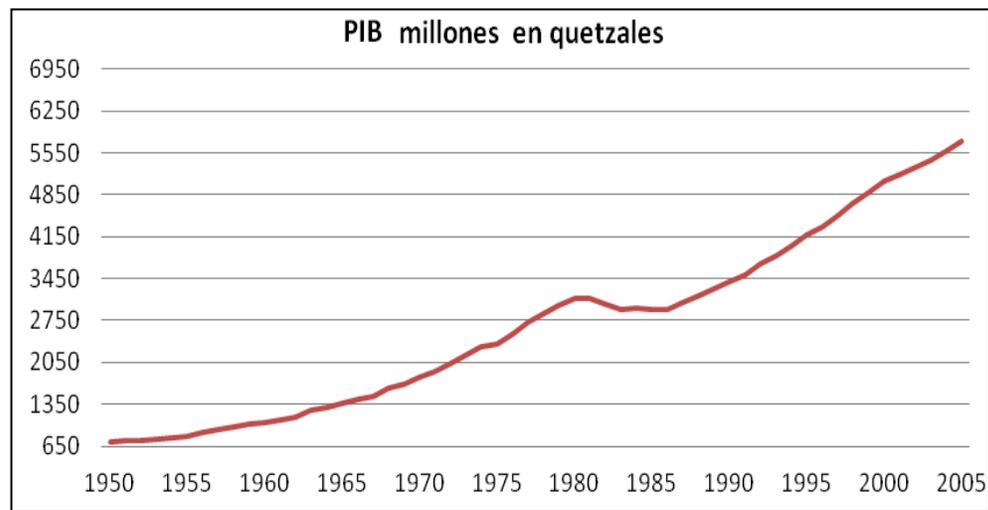
La economía de Guatemala durante la primera mitad de la década de los años ochenta sufrió una recesión, por lo que el PIB de Guatemala tuvo crecimientos negativos. A partir de 1987 la economía se recuperó y el PIB empezó a crecer a una tasa superior del 3 % hasta 1990.

#### **2.2.3.1. Producto Interno Bruto**

El comportamiento del PIB en la década de los noventa registró en promedio una tasa de crecimiento de 4,1 %, lo que permitió una relativa mejora en el ingreso per cápita de la población y general de la economía del país. Se puede observar altibajos en dicho crecimiento.

En 1992, 1995 y 1998 se registraron expansiones en la actividad económica con tasas de crecimiento de alrededor de 5 %, luego de esas expansiones en el crecimiento, se registraron desaceleraciones, lo que indica que las tasas de crecimiento alcanzadas durante estos años no fueron sostenibles, posiblemente porque excedieron a las capacidades reales de expansión de la economía.

Figura 9. **Comportamiento del PIB a precios de año base 1958**



Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por el Banco de Guatemala.

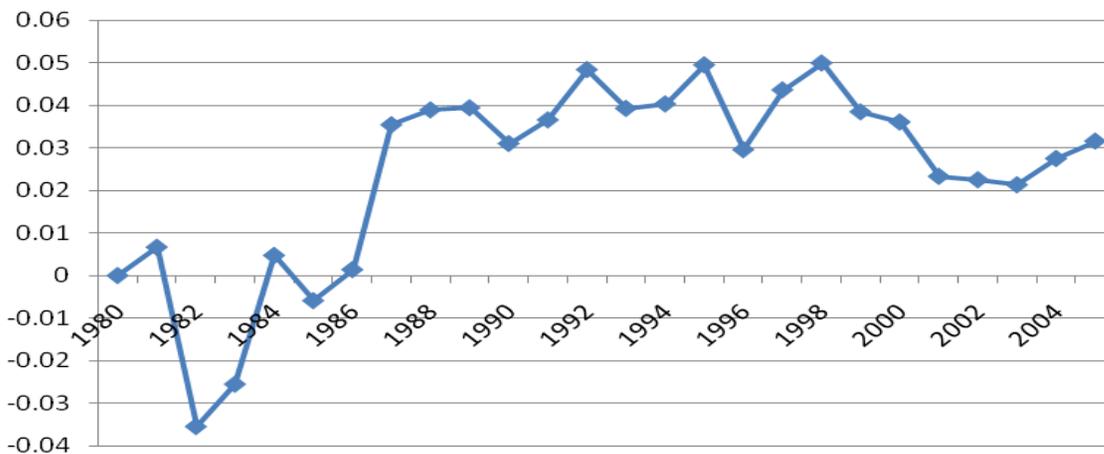
Se observa que el sector productivo del país fue evolucionando e incrementando la capacidad productiva, también se observan dos períodos de desaceleración económica durante la década de los años noventa y una reducción en el porcentaje de crecimiento económico, el primero en 1996 y el segundo en 1999, esta desaceleración se debió a la reducción del intercambio comercial de Guatemala con el resto del mundo durante esos años.

En el 2000 la economía de Guatemala continuó mostrando signos de la desaceleración que se había iniciado en 1999 con un 3,8 %, después de que en 1998 el PIB creció a 5,0 % en términos reales. La figura 10, muestra el comportamiento del PIB desde 1980 hasta 2006 a precios constantes desde 1958.

Por otro lado en el 2000 la economía de Guatemala registró un crecimiento de 3,6 %; la desaceleración económica continuó en los siguientes años hasta llegar al punto más bajo en el 2003 que fue de 2,1 %.

En los siguientes dos años hubo una recuperación en la economía, ya que el PIB mostró un crecimiento del 2,7 % para el año 2004 y de 3,2 % para el año 2005, estas variaciones en el crecimiento de la economía se pueden observar en la figura No.10 a precios constantes de 1958.

Figura 10. Tasa de crecimiento de PIB



Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por el Banco de Guatemala.

Durante el 2006 se realizó por parte del Banco de Guatemala el cambio de año base de 1958 a 2001, para las cuentas nacionales, con lo cual el país quedó incorporado al uso de una metodología estandarizada a nivel internacional.

Los resultados de las cuentas nacionales con el nuevo año base 2001 se presentaron en abril de 2007.

El año 2006 el PIB alcanzó 229 836,10 millones de quetzales, en el año 2007 el PIB fue de 261 760,10 millones de quetzales, en el 2008 el PIB fue de 295 731,60 millones de quetzales y en el año del 2009 el PIB fue de 304 438 millones de quetzales a precios constantes año base de 2001.

El Banco de Guatemala estimó que para el 2006 se tuvo un crecimiento del PIB en un 5,4 %; para los años 2007 y 2008 respectivamente se tiene 6,3 % y 3,3 %, y para el 2009 fue de 0,6 % año que registro el per capital bajo.

La causa que influyó en la crisis fue la económica de los Estados Unidos que afectó al mundo entero y a Guatemala influyendo considerable en el Producto Interno Bruto. Para el 2010 el Banco de Guatemala proyecta un crecimiento del 1,3 y 2,1 %.

**Tabla II. El PIB y la participación de los sectores**

PIB MEDIDO POR EL ORIGEN DE LA PRODUCCIÓN DE LOS AÑOS 2001 AL 2009									
(millones de quetzales constantes a precios de 2001)									
ACTIVIDADES ECONÓMICAS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008p/	2009e/
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	20 498,50	22 659,50	23 077,40	24 494,20	25 741,80	25 890,30	29 975,70	32 939,00	35 271,10
Explotación de minas y canteras	1 042,10	1 491,70	1,831,40	1 942,60	2 397,30	3,269,10	4 120,90	5 367,80	4 570,40
Industrias manufactureras	28 913,10	30 075,60	32 146,70	35 960,70	38 851,30	43 044,30	47 885 50	54 715,50	56 706,40
Suministro de electricidad y captación de agua	3 794,60	4 230,70	4 601,50	5 390,40	5 462,80	5 800,50	6 387,90	6 666,00	6 822,50
Construcción	5 797,60	7 669,40	8 439,10	8 947,70	9 681,70	11 812,20	13 429,30	15 144,90	13 243,30
Comercio al por mayor y al por menor	18 936,70	20 568,90	22 466,60	25 303,60	30 786,00	33 877,30	39 967,20	48 761,90	49 658,40
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	7 827,10	8 273,80	9 098,90	10 874,40	12 586,90	15 179,70	18 262,30	22 201,70	22 711,90
Intermediación financiera, seguros y actividades auxiliares	3 781,90	4 261,10	4 479,60	5 055,20	5 594,90	6 506,40	7 883,40	9 391,30	10 175,10
Alquiler de vivienda	15 044,90	16 357,10	17 620,80	19 042,70	20 513,70	22 286,00	24 174,60	26 121,80	27 465,00
Servicios privados	22 801,80	25 613,90	27 712,30	29 768,20	31 842,20	35 670,80	39 595,20	43 831,30	45 917,00
Administración pública y defensa	10 861,50	11 918,70	12 590,90	12 938,80	13 669,90	14 754,40	16 970,80	18 500,10	2 1887,50
Servicios de Intermediación Financiera Medidos Indirectamente -SIFMI-	3 429,60	3 699,40	3 737,50	4 337,10	4 789,30	5 618,70	7 030,10	8 219,10	9 101,80
(+) Impuestos netos de subvenciones a los productos	11 107,60	13 184,70	13 716,40	15 058,80	15 389,50	17 363,70	20 137,40	20 309,40	19 111,20
<b>PRODUCTO INTERNO BRUTO</b>	<b>146 977,80</b>	<b>162 506,80</b>	<b>174 044,10</b>	<b>190 440,10</b>	<b>207 728,90</b>	<b>229 836,10</b>	<b>261 760,10</b>	<b>295 731,60</b>	<b>304 438,00</b>

Fuente: Banco de Guatemala.

El monto total del PIB 2006 en millones de quetzales a precios de año base de 2001 y el monto por cada uno de los sectores se muestra en la figura 11.

La conformación de las diferentes actividades económicas del 2006 donde claramente se ve que el sector de mayor movimiento es el de explotación de minas posiblemente porque en los últimos años se han descubierto algunos de los minerales con que cuenta el país, aunque no todos han sido explotados.

Los minerales que posee el país se encuentran el hierro, petróleo, níquel, plomo, zinc y cromita; además se han descubierto depósitos de uranio y mercurio, por lo que los inversionistas ven rentables nuevas inversiones, ya que el valor de éstos son altos a nivel mundial.

Los sectores que tienen participación está constituido de la siguiente manera: agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca.

En la agricultura no se produce cantidades grandes para exportación, básicamente la mayor parte de los agricultores cultivan sólo para el consumo propio.

En la pesca las fuentes manantiales están contaminadas; en la ganadería no cuenta con políticas de crecimiento del comercio sino que sólo para el consumo propio y la mayor parte de la carne es importada, la silvicultura es un negocio poco conocido en Guatemala.

Figura 11. **Participación de los sectores PIB año 2006**



Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por el Banco de Guatemala.

En la tabla III se muestra el comportamiento de los sectores y los grados de participación con relación a otros, se observan que las industrias manufactureras son las que tienen mayor participación.

Tabla III. **Participación de los sectores en porcentajes**

ACTIVIDADES ECONÓMICAS	2006	participación
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	25 890,3	11,26 %
Explotación de minas y canteras	3 269,1	1,42 %
Industrias manufactureras	43 044,3	18,73 %
Suministro de electricidad y captación de agua	5 800,5	2,52 %
Construcción	11 812,2	5,14 %
Comercio al por mayor y al por menor	33 877,3	14,74 %
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	15 179,7	6,60 %
Intermediación financiera, seguros y actividades auxiliares	6 506,4	2,83 %

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por el Banco de Guatemala.

### **2.2.3.2. Perspectivas económicas de Guatemala para 2010 al 2035**

Después de que la economía mundial experimentó un período recesivo que se acentuó durante el primer semestre de 2009, las perspectivas de estabilización en los indicadores macroeconómicos de las economías avanzadas mejoraron, dando indicios de alguna recuperación; no obstante, existe el consenso por parte de los organismos financieros internacionales de que el proceso de recuperación se perfila moderado.

De acuerdo con las últimas estimaciones del Fondo Monetario Internacional (FMI), se prevé que América Latina muestre una tasa de crecimiento económico de 2,9 % en 2010 (-2,5 % en 2009) y que la economía de los Estados Unidos de América crezca 1,5 % en 2010 (-2,7 % en 2009).

Para el año 2011 se espera un crecimiento económico real de 2,5 %, un déficit de cuenta corriente de la balanza de pagos de 3,4 % del PIB, un flujo de remesas familiares equivalente al 12 % del PIB, un flujo de inversión extranjera directa equivalente al 1,8 % del PIB, un déficit fiscal del 2,7 % del PIB (con un déficit primario del 1,1 % del PIB), una carga tributaria del 10,6 % del PIB y una tasa de inflación del 4,0 %.

Para diciembre de 2012 consideran que este podría alcanzar 6,77 %, con un valor máximo de 9 % y un mínimo de 5,50 %. Por otra parte, estimaron que para abril de 2012, la inflación estaría situándose en 6,07 %; mientras que para abril de 2013, ésta podría situarse en 6,19 %. De acuerdo con el reporte de la misión del FMI que efectuó la segunda revisión correspondiente al Acuerdo Stand-By alcanzado con dicho organismo.

## **2.3. Análisis retrospectivo de la demanda de electricidad**

La retrospectiva de la demanda de electricidad permite conocer el crecimiento histórico de la demanda en el país, la cual ayudará a prever, proyectar el comportamiento de la demanda futura

### **2.3.1 Evolución de la demanda de energía eléctrica**

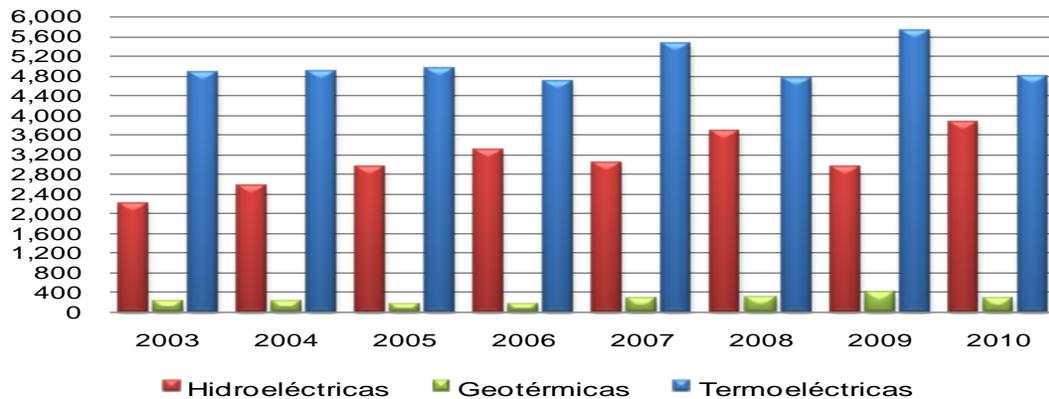
En la siguiente figura se muestra el comportamiento de la generación bruta en GWh para el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), así como, el comportamiento de la generación en el Sistema Nacional Interconectado, en la autoproducción y en la generación aislada.

La generación de energía en el período 2003 al 2010 para las termoeléctricas (turbina de vapor, turbina de gas y motores C.I) la generación máxima fue en el 2009 con 5 717,5 GWh, seguido por hidroeléctricas con 3 849,1 GWh en el año 2010 y las geotérmicas con 386 GWh en el 2009.

La generación de energía mínima para los mismo años las termoeléctricas (turbina de vapor, turbina de gas y motores C.I) alcanzaron a generar 4 699,4 GWh en el 2006, seguido por hidroeléctricas con 2 186,5 GWh en el 2003 y las Geotérmicas con 163,2 GWh en el 2006.

Para el 2006 las generación de energía a través de de las termoeléctricas y geotermias tendieron a la baja sin embargo las hidroeléctricas registraron 3 302,5 GWh ocupado el tercer lugar en generación durante el período de 7 años.

Figura 12. Evolución de la demanda de energía



Fuente: Dirección General de Energía.

### 2.3.2 Evolución de la demanda de la potencia

Registros históricos de la demanda máxima de potencia y energía eléctrica del país. La demanda máxima de potencia y la energía eléctrica en Guatemala ha evolucionado, desde 1961 con 46 MW hasta el 2009 con 1 472,47 MW, lo que significa que en medio siglo, la evolución de la demanda eléctrica se ha multiplicado por un factor de 32.

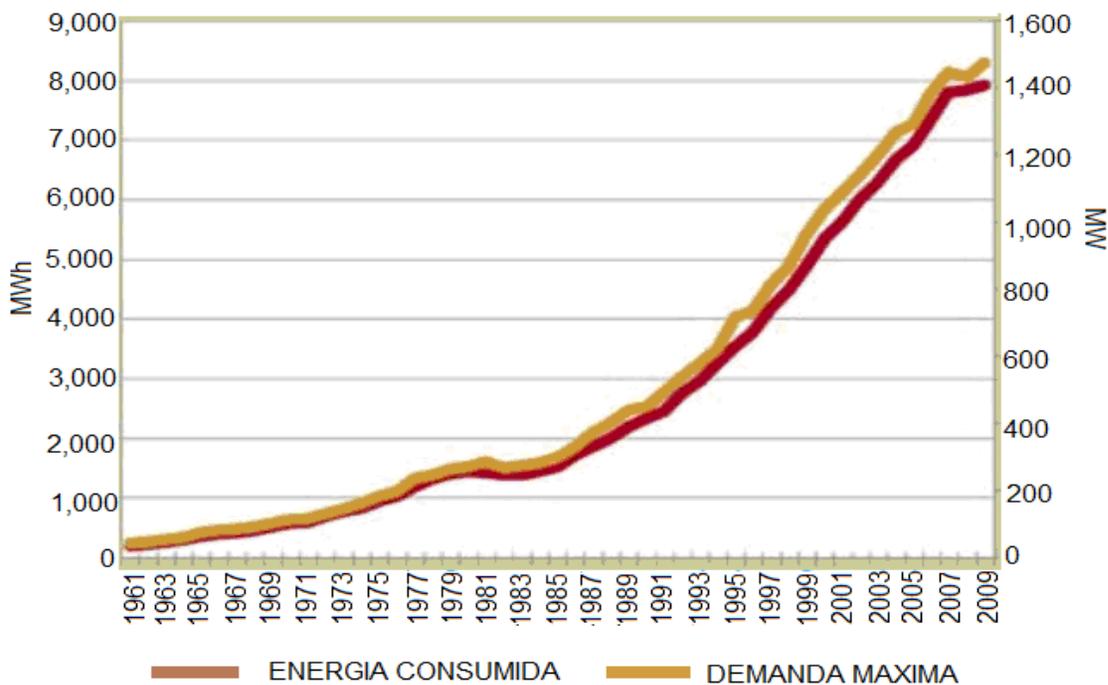
Dentro del período mencionado se distinguen tres tendencias claramente diferenciadas en cuanto al ritmo de crecimiento de la demanda máxima de potencia y la energía. La primera tendencia comprende al período de años 1961 al 1978 donde se tuvo un crecimiento promedio de 11 % para la demanda máxima de potencia y para la demanda de la energía fue del 12 %.

La segunda tendencia fue el período de años 1979 al 1983 demostrando crecimientos promedio de 2 % para la demanda máxima de potencia y el 1 % para la demanda de energía. La tercera tendencia correspondió al período de

1984 al 2009, con un crecimiento promedio para la demanda máxima de potencia y de la energía con el 7 %.

La figura 13 representa las demandas máximas históricas de potencia y consumos de energía que han sido registradas en el Sistema Nacional Interconectado desde 1961 hasta 2009, donde se puede apreciar las diferencias en los ritmos de crecimiento antes descritos.

Figura 13. **Variación de potencia y energía período 1981 al 2009**

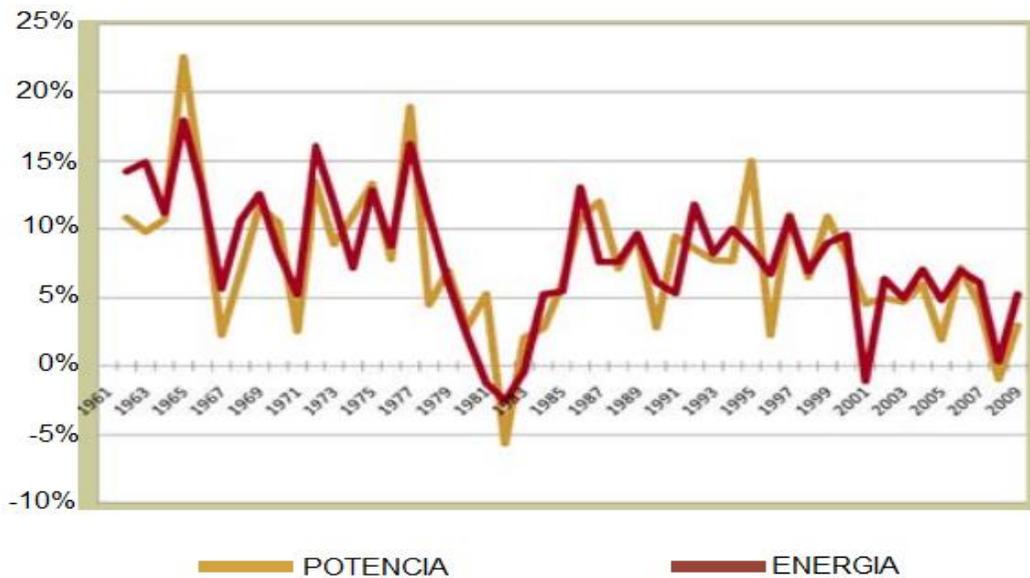


Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

Dentro del período 1961-2009 se presentaron años con estancamiento o decremento de la demandas.

Los crecimientos interanuales porcentuales de demanda máxima de potencia y energía del Sistema Nacional Interconectados (SIN) del período 1961 a 2009, son mostrados en la figura 14.

Figura 14. **Tendencia de la potencia y la energía período 1961 al 2009**



Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

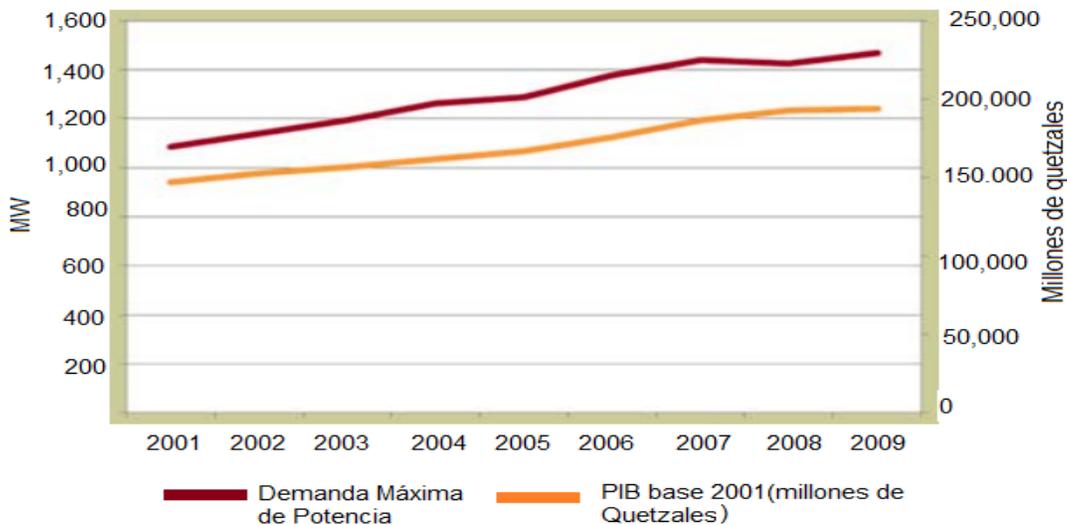
En 2008 fue atípico en la evolución de la demanda máxima de potencia y energía; tanto la demanda máxima de potencia como la de energía se vieron afectadas a la baja, por los efectos a nivel nacional de la crisis financiera que incidió sobre la actividad económica global (dicho efecto sobre la economía nacional se acentuó en el 2009).

Siendo el 2008 atípico en los términos antes descritos es conveniente observar el comportamiento de la demanda máxima de potencia y de energía con base en el año previo al inicio de las condiciones económicas y acciones de reducción de demanda del año 2008. El paralelismo del Producto Interno Bruto

(PIB) con la demanda máxima de potencia y energía eléctrica para el período 2001 al 2009.

Por esa razón la figura 15 presenta el comportamiento entre las magnitudes del PIB, la demanda máxima de potencia y la demanda de energía durante el período del 2001 al 2009, respectivamente.

Figura 15. **Paralelamiento de la potencia y el PIB**



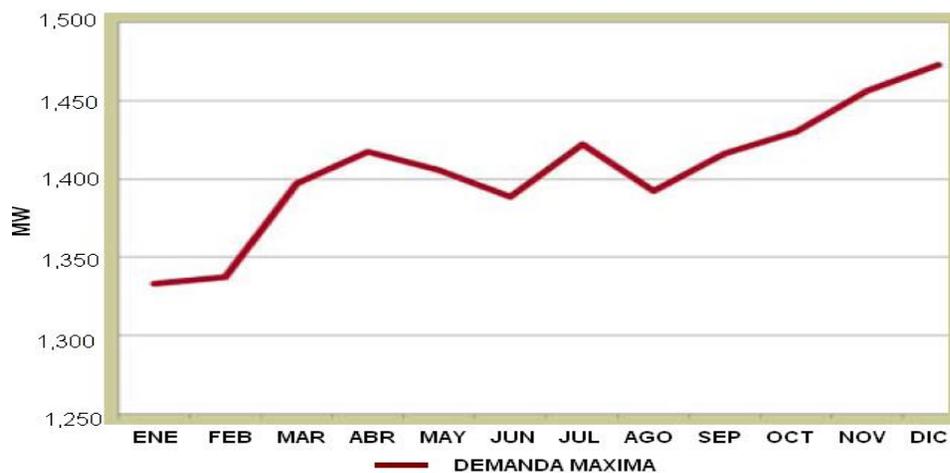
Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

Dentro del período mostrado, tanto la demanda máxima de potencia como la demanda de energía tuvieron su menor tasa de crecimiento (incluso decremento) en el 2008, y el PIB fue en el 2009. El comportamiento observado entre la demanda máxima de potencia, la energía, y el PIB, durante el período mostrado pero especialmente en el año 2009 sugiere que la demanda eléctrica (de potencia y energía) se anticipa un año a los efectos que se observan en el desempeño económico del país.

### 2.3.2.1. Comportamiento mensual de la demanda máxima de potencia y energía eléctrica durante el 2009

Durante el año 2009 se observó una recuperación de la demanda máxima de potencia y energía, respecto al 2008. A continuación se muestra la evolución mensual de dicha recuperación durante el 2009. La figura 16 representa la demanda mensual de potencia del SNI registrada durante el 2009.

Figura 16. Comportamiento de la potencia y el PIB



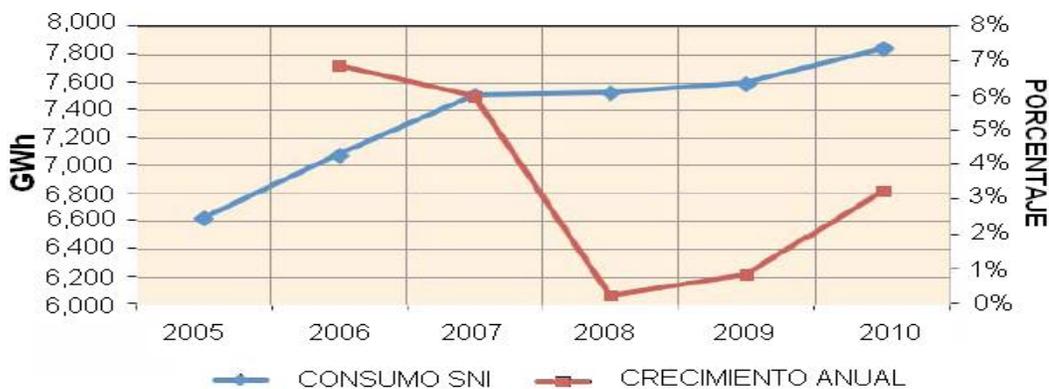
Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

Se observa en dicha gráfica que con excepción de los meses de mayo, junio y agosto, el resto del año mantuvo una tendencia al incremento de la demanda máxima de potencia, de esa cuenta la demanda máxima de potencia durante el 2009 correspondió a 1 472,47 MW y se registró en el mes de diciembre.

### 2.3.2.2. Demanda de potencia y energía eléctrica para el 2010

En términos generales, durante el 2010 el consumo de energía del SIN manifestó una tendencia al alza, alcanzando un crecimiento del 3,29 % con relación año anterior. No obstante la tendencia mostrada, se observa un crecimiento moderado que si bien supera el crecimiento de los años de las crisis económicas global (2008, 2009), apenas alcanza a superar el 50 % del crecimiento observado en los años previos a la referida crisis. Para el año 2010 el consumo de energía del SIN fue de 7 847,89 GWh. La gráfica 18 muestra los resultados del consumo de energía del periodo 2005-2010 y los porcentajes de crecimientos observados con relación al año anterior

Figura 17. Consumo total anual de energía (GWh) 2005-2010



Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

En relación a la demanda máxima de potencia, durante el 2010 que fue de 1 467,88 MW, que significó una reducción de 4,59 MW y una variación del 0,31 % en comparación al año 2009 que registró una demanda máxima de potencia de 1 472,47MW.

### **2.3.3. Comportamiento del factor de carga**

El factor de carga del Sistema Nacional Interconectado (SIN) define la relación entre la energía total de anual dividida la cantidad total de horas en un año, este resultado dividido entre la potencia máxima durante este período de un año.

#### **2.3.3.1. Factor de carga**

El factor de carga indica el uso de los sistemas del Sistema Nacional Interconectado (SIN) en este caso las plantas de generación de energía eléctrica. Con el propósito de indicar el porcentaje de potencia máxima utilizado en promedio durante un año o el porcentaje de la energía total anual producida en relación, con la capacidad máxima de energía que puede producir el sistema y a potencia máxima.

La ecuación del factor de carga se expresa de la siguiente forma

$$F_c = \frac{\text{(Energía total anual/ horas al año)}}{\text{Potencia máxima (al año)}} = \frac{\text{Potencia Promedio}}{\text{Potencia máxima (al año)}}$$

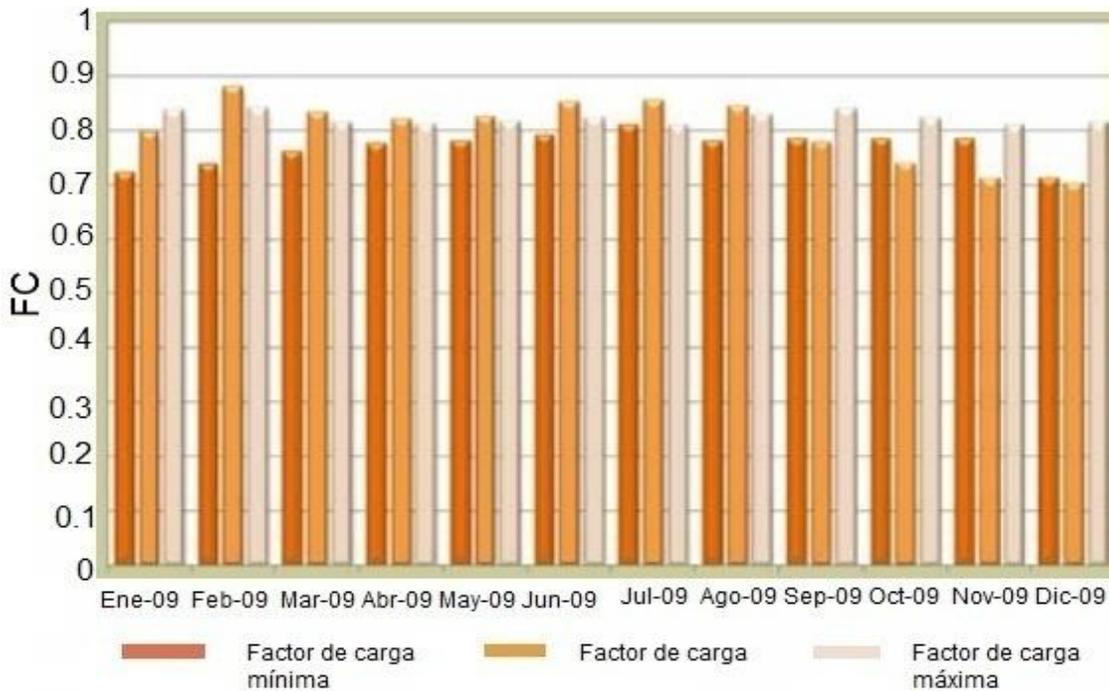
#### **2.3.3.2. Comportamiento del factor de carga por banda horaria y mensual, durante el 2009**

El factor de carga que se presenta a continuación, está referenciado al máximo valor de demanda ocurrido en cada banda horaria y en cada mes, respectivamente. De esa cuenta, las gráficas 18 presenta tanto el factor de

carga para las bandas horarias mínima, media y máxima, así como el factor de carga mensual del SNI durante el 2009.

La figura 18 muestra los registros históricos de la demanda máxima de potencia del período 2005 al 2010.

Figura 18. **Demanda máxima anual de potencia SIN (MW) 2005-2010**



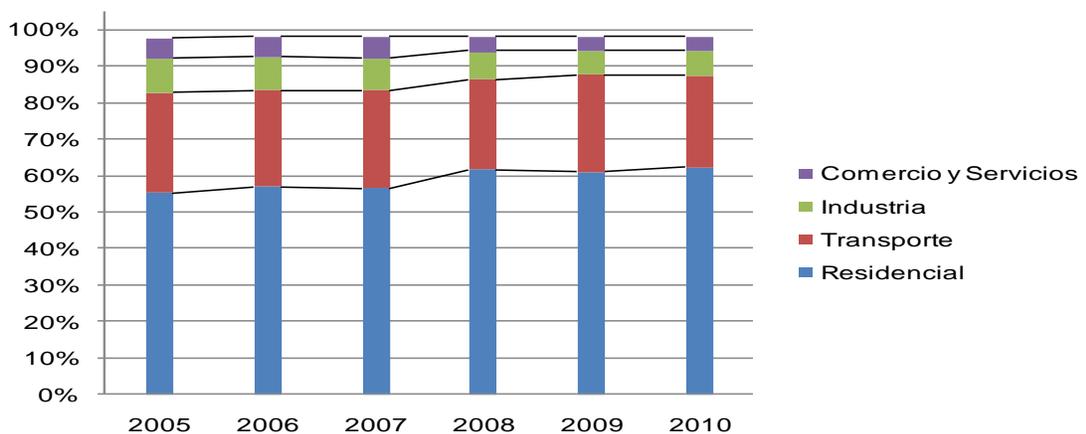
Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

### 2.3.3.3. Información de consumo por sectores

El consumo de energéticos por sector de consumo a nivel nacional alcanzó para el 2010 los 99 799,52 GWh y en consumo propio y pérdidas de 1 844,67 GWh, lo que representa un crecimiento de 5,67 % con relación al año 2009.

El consumo del sector residencial tuvo una participación en el consumo del 62,51 % del total de la energía consumida, seguido por el sector transporte con el 25,16 % y por últimos los sectores industrial y comercio y servicios con el 6.% y 3,9 %, respectivamente.

Figura 19. Consumo por sectores



Fuente: Dirección General de Energía.

#### 2.4. Caracterización de la demanda eléctrica por sectores de consumo

La electricidad es el energético que tiene participación en el, comercio y servicios, industria y en el sector residencial y no, así, en el sector transporte dado que dicho sector es dependiente de energéticos derivados de petróleo aunque en el 2011 se introdujeron automotores que demanda electricidad y que actualmente este grupo de automotores no son tan significativos.

En la figura 19 la industria es el sector con mayor demanda de energía eléctrica en comparación con el sector residencial. Dado que la demanda inicial

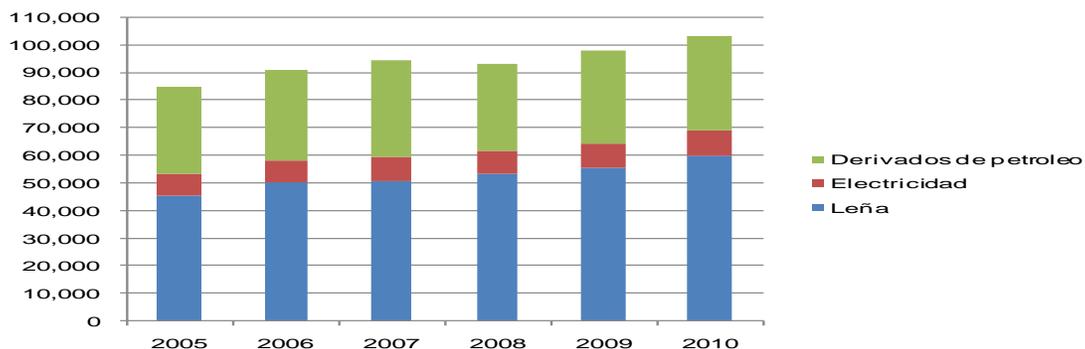
fue de 2 691 GWh que corresponde al 2010. El consumo de este tipo de energético ha sido constante durante el período de 5 años.

Además el consumo de la electricidad en el sector residencial tuvo un crecimiento significativo del período 2005 al 2006 de 1 731 a 2 271 GWh con un crecimiento porcentual del 24 % manteniéndose constante desde el 2006 al 2010 con un crecimiento porcentual del 8 %

### 2.4.1. Interrelación entre demanda eléctrica y otras fuentes de energía

La electricidad es el tercer energético que tiene una participación importante en los sectores de comercio y servicios, industria, transporte y residencial y a pesar que el sector transporte utiliza energéticos derivados de petróleo y cierto porcentaje en la industria dichos energéticos ocupan el segundo lugar ya que la leña es el energético de mayor de manda y la mayor participación tiene en los sectores comercio y servicios y residencial. La figura 20 muestra el comportamiento de de la demanda energética para el 2006.

Figura 20. Demanda de energía eléctrica y otros energéticos



Fuente: Dirección General de Energía.

#### **2.4.2. Elección del año base de análisis**

El año base es el año que se toma como inicio en la elaboración de una referencia, generalmente un índice. Los índices son instrumentos que resumen en un solo dato el comportamiento de múltiples magnitudes homogéneas o agregables (cotizaciones, etc.) a partir de un momento dado (año base), al que se asigna un valor inicial. Por lo tanto, un índice es un instrumento que resume de forma agregada el comportamiento de un conjunto de variables (cotizaciones de valores, precios de bienes o servicios, etc.) en un período determinado, a partir de un valor que se toma como base en una fecha dada.

La selección del año base de este estudio se fundamentó tomando en cuenta el cambio de base del PIB del período de 1958 a 2001 que realizó el Banco de Guatemala, para las Cuentas Nacionales, con que el país quedó incorporado al uso de una metodología estandarizada a nivel internacional.

En el 2006 es uno de los años más dinámicos en lo que se refiere al PIB del período de 2000 al 2010, según el Banco de Guatemala las dos actividades económicas más representativas, son Comercio e Industria donde se recaudó el 57 % desde el 2001 hasta el 2011. A partir de estas variables se crea la Ley General de Electricidad que mediante, Acuerdo Gubernativo No. 256-97, y reformado mediante Acuerdo Gubernativo No. 68-2007.

#### **2.4.3. Caracterización de la demanda del sector industria**

La industria es el sector que está compuesto por cuatro grandes sectores económicos del país: agricultura, construcción, minería y manufacturero. Existen diferentes tipos de industrias, según los productos que fabrican. Para el

desarrollo, la industria necesita materias primas, maquinarias y equipos para transformarlas.

La manufactura es la forma más elemental de la industria; la palabra significa hacer a mano pero en economía significa transformar la materia prima en un producto de utilidad concreta. Casi todo lo que usamos es fruto de este proceso, y casi todo lo que se manufactura se elabora en grandes fábricas. Aunque los artesanos también fabrican mercancías, bien solos o en pequeños grupos.

La industria guatemalteca posiciona al país como el centro de producción más atractivo para invertir de Mesoamérica, gracias a que se caracteriza por las entregas a tiempo, la proximidad a los mercados más grandes del mundo, la innovación de informática, el abundante y eficiente capital humano.

Anteriormente el sector de manufactura y ensamble en Guatemala estaba en la mayoría compuesto por las industrias relacionadas con vestuario, textiles y la fabricación de otros productos en los cuales la base no era la tecnología de punta.

Actualmente el objetivo posicionar a Guatemala como destino de inversión de clase mundial atractivo para empresas del sector manufacturero de alto valor agregado, desarrollando subsectores estratégicos como electrónicos, autopartes y dispositivos médicos. Los principales socios comerciales de Guatemala actualmente son: Centroamérica, USA, México, Caribe, Sudamérica, Unión Europea.

El sector de manufacturas representó el 30 % de las exportaciones totales de Guatemala en el 2007, siendo estas US\$2 000 millones reflejando así el

dinamismo y el crecimiento de este sector en el país, con un ininterrumpido crecimiento a la fecha.

Guatemala es la perfecta plataforma para entrar al mercado más grande del mundo directamente. Posee una posición única y la más privilegiada para hacer negocios con los principales proveedores de USA, y por al puesto el mismo mercado Mexicano es muy atractivo por si mismo ya que es el número 14 a nivel mundial.

Algunas de las ventajas de Guatemala es la disponibilidad de mano de obra, ya que cuenta con el recurso humano, siendo un país altamente competitivo para procesos intensos en mano de obra. Cuenta con la PEA (Población Económicamente Activa), más grande de la región Centroamericana. El Salvador y Honduras tienen la PEA y poblaciones similares mientras que Nicaragua es el país con menor oferta en cuanto a esta variable.

Adicionalmente, el recurso humano guatemalteco es reconocido mundialmente por su destreza y productividad. Adicionalmente es bien sabido que los costos de mano de obra son mayores en la parte norte de México que en Guatemala. (la fuerza de trabajo Guatemalteca tiene habilidades naturales que permiten con mucha facilidad el rápido adiestramiento en tareas de ensamble).

Los sectores principales que rigen la industria del país son: agricultura, construcción, minería, manufactura y servicios.

### 2.4.3.1. La agricultura

Según el IV Censo Nacional Agropecuario 2003, el 61,4 % del área cosechada se centra en 7 departamentos a nivel nacional entre ellas está Quiché con el 16,1 %, San Marcos con el 9,7 %, Sololá con el 8 %, Totonicapán con el 7,4 %, Chimaltenango con el 6,8 %, Huehuetenango con el 6,7 % y Guatemala con el 6,7 %.

El resto de los departamentos la cosecha es muy cara cultivarlas porque hay que invertir en bombas de agua que funcionen con electricidad y/o con gasolina o diésel por tal razón la mayoría de personas de escasos recursos les es difícil cultivar de esta forma. Las diferentes producciones agrícolas que tiene actualmente Guatemala se listan en la tabla IV.

Tabla IV. **Tipos de productos que se cosechan en Guatemala**

Maíz	Piña	Café Oro
Sorgo o Maicillo	Caña de Azúcar	Brócoli
Frijol	Banano	Limón
Aguacate	Cardamomo	Ajonjolí
Melón	Melocotón	Arveja China
Papa	Mango	Manzana
Tomate	Zanahoria	Chile pimiento
Plátano	Arroz	Cacao
Naranja	Repollo	Cebolla
Trigo		

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).

En la tabla V se detallan las cosechas por hectáreas, la producción por toneladas métricas, medidas que se utilizan en este sector. Además se detallan las toneladas de productos por hectáreas sembradas.

Con base en la época estacional la producción nacional varía derivando oferta y precios bajos o altos, por otra parte los precios también pueden mostrar variaciones debido a que dependen en buena parte de materia prima del mercado internacional. Para determinar la demanda de energía que utiliza este sector, es necesario identificar los diferentes portadores energéticos (combustibles tradicionales, biomasa moderna, electricidad, calefacción centralizada, solar térmica, combustibles fósiles, combustible motor, coque y materias primas.

Las energías finales que participan en la agricultura son la electricidad con el 10 % donde este tipo de energético es utilizado en los grandes riegos a través de bombas de agua y los energéticos derivados del petróleo es del 10 %. Tal como se muestra en la tabla V las producciones desde el 2005 al 2010 la tendencia ha sido de crecimiento y en el 2006 la producción fue de crecimiento

Tabla V. **Área cosechada por productos**

Actividades	Área cosechada (hectáreas)	Producción	Rendimiento
		(Toneladas métricas)	(Toneladas/hectáreas)
2005	7 28000	58,967.30	8.1
2006	7,280.00	95,066.50	13.1
2007	9,310.00	96,524.90	10.4
2008	9,450.00	94,914.70	10
2009 p/	9,380.00	98,656.80	10.5
2010 e/	9,380.00	104,898.30	11.2

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA.

### **2.4.3.2. La minería**

A pesar que Guatemala no ha realizado suficiente investigación geológica para cuantificar y caracterizar sus recursos minerales, se sabe que tiene potencial energético minero y debido a estudios realizados durante décadas. El mapa del potencial minero en Guatemala muestra 4 regiones, teniendo cada una características distintas de acuerdo al componente de su suelo. Estas regiones son:

Tierras bajas del Petén: representan un área de bosque tropical húmedo con elevaciones promedio de 100 metros sobre el nivel del mar. Aquí se localizan depósitos de yeso, carbonatos y petróleo.

Cordillera Central: parte central de Guatemala, cubriendo 1/3 del territorio nacional. Forma parte del sistema que se desarrolla desde Chiapas, México hasta las Islas del Golfo de Honduras. Los minerales no metálicos de mayor presencia en esta zona son; barita, mármol de serpentinita y calcáreo, esquistos, jade, talco, y rocas industriales. En el caso de los minerales metálicos encontrados están plomo, cobre, antimonio, zinc, plata, oro y níquel.

- Provincia Volcánica: abarca un área aproximada de 25,000 km<sup>2</sup>, conteniendo 40 volcanes principales. La elevación sobre el nivel del mar está entre los 50 a 300 metros. En esta región se hallan extensos depósitos de pómez, tobas y coladas de lavas, entre los minerales no metálicos. También se encuentra plomo, zinc, plata y oro, entre minerales metálicos.

- Planicie Costera del Pacífico: comprende una planicie de unos 50 km de ancho formada a lo largo del litoral del Pacífico por productos de material derivado de las tierras altas volcánicas.

Los minerales que se pueden encontrar incluyen arenas, gravas y pómez. Se hallan también, sedimentos de arena con gran contenido de hierro y titanio (arenas negras titaníferas de las playas del Pacífico).

La región con mayor concentración de minerales metálicos es la denominada Cordillera Central, que contiene suelos de vocación forestal que tienden a ser menos aptos para la agricultura.

Si se observa el mapa de pobreza a continuación, se observa que el potencial minero del país coincide en gran medida con las regiones con mayor incidencia de pobreza y pobreza extrema, caracterizadas por suelos rocosos con poco o nada de suelo vegetal, así como zonas apartadas con poco desarrollo y sin fuentes de trabajo.

Guatemala tiene un alto potencial de explotación de minerales metálicos y no metálicos por la alta variedad de materiales disponibles en el suelo, los cuales en la mayoría se encuentran inexplorados. Los principales usos para los minerales encontrados en Guatemala son las que se muestran en la tabla VI

Tabla VI. **Minerales y rocas importantes en Guatemala**

No.	Mineral	Uso Potencial
1	Arcillas	cerámica, loza, porcelana
2	Jadeíta	Joyería, ornamentación
3	Arena y grava	Materiales de construcción
4	Mármol	Monumentos, decoración, pisos
5	Bentonita	Filtros, lubricante lodos de perforación
6	Pómez	Abrasivos, detergentes, insecticidas
7	Caliza	Cal, fundente de hornos, calcio, cemento
8	Serpentina	Mármol verde, decoración
9	Caolín	Cerámica, papel, medicinas
10	Yeso	Molduras, enlucidos, construcción, agricultura
11	Cuarzo	Joyería, radares, radios, vidrio, abrasivos
12	Plomo	Aleaciones, municiones, marchamos, baterías
13	Talco	Pinturas, papel, aislante, cosméticos
14	Plata	Espejos, alhajas, broches
15	Feldespato	Cerámica, esmaltes, vidrio, abrasivos
16	Oro	Alhajas, monedas

Fuente: Dirección General de Minería.

- Potencial minero no metálico: arcillas férricas, arenas y gravas, caliza, caolín, cuarzo, feldespato, filita, mármol, magnesita, serpentina y talco.
- Materiales no metálicas: barita, calcita, caliza, dolomita, feldespato, yeso, talco y azufre.
- Potencial minero metálico: cobre, níquel, cromo, cobalto, oro, plata, cinc y plomo.

- **Minerales metálicas:** antimonio, cobre, oro, hierro, plomo y titanio

Estos minerales y rocas pueden ser procesados para conformar distintos materiales que son utilizados en otras industrias manufactureras y de construcción. En el tabla VII se en listan las empresas que están instaladas en los diferentes departamentos de la República.

**Tabla VII. Mineras en Guatemala**

Empresas Mineras Extranjeras que Operan en Guatemala			
No.	Empresa Registrada	Casa Matriz	País
1	Aurora Gold, S.A.	Aurora Gold Corp.	Canadá
2	Compañía Internacional Minera	El Cóndor Resources	Bahamas
3	Compañía Minera El Cóndor, S.A.	El Cóndor Resources	Bahamas
4	Empresa Eléctrica Internacional, S.A.	El Cóndor Resources	Bahamas
5	Entre Mares de Guatemala, S.A.	Glamis Gold, Ltda.	USA
6	Exploraciones Mineras de Guatemala, S.A.	Tombstone Exploration Co.	Canadá
7	Mayan Minerals, S.A.	El Oro Resources	Canadá
8	Minera Mayamérica, S.A.	Chesbar Resources Inc.	Canadá
09	Minerías del Quetzal, S.A.	Gifford Co.	Canadá
10	Montana Exploradora de Guatemala, S.A.	Montana Gold Corp.	USA

Fuente: Dirección General de Minería.

En la tabla VII se detalla la participación de los portadores energéticos en los diferentes sectores así como agricultura donde la gasolina y e Diesel tiene una participación del 90 % esto se debe a que se utilizan motores para bombas de agua utilizado en la actividad de riego y en el transporte para el traslado del producto.

La electricidad tiene una participación del 10 %, la aplicación de este energético es muy limitado porque se utiliza mayormente en siembras cerca de las áreas urbanas y en siembras en fincas donde se tienen grandes producciones. La gasolina y el diesel tienen una participación del 95 %. Porque en el sector de construcciones se utiliza este tipo para el transporte de los materiales de construcción, y en las maquinarias de construcciones.

La electricidad tiene una participación del 5 % en el sector construcción, tomando en cuenta que solo se pueden de utilizar cuando ya se haya instalado la acometida y en el proyecto de la construcción y el uso se limita a la iluminación y la alimentación en herramienta pequeñas de construcción.

Tabla VIII. **Energéticos en sectores agricultura construcción y minería**

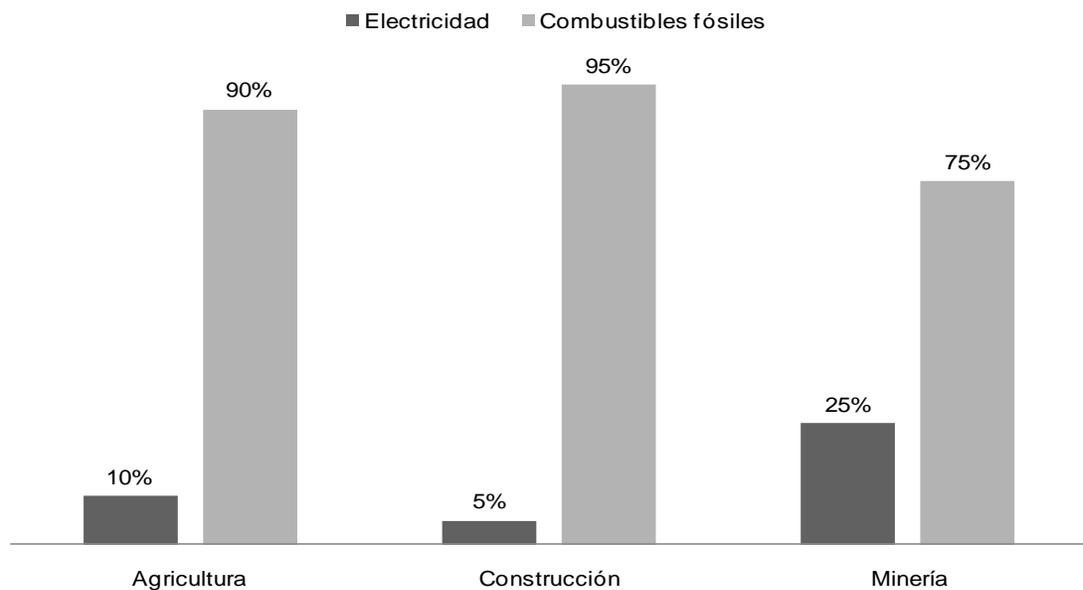
Portadores Energéticos	Sectores		
	Agricultura	Construcción	Minería
Combustibles tradicionales	0%	0%	0%
Biomosas modernas	0%	0%	0%
Electricidad	10%	5%	25%
Solar	0%	0%	0%
Combustibles fósiles	90%	95%	75%

Fuente: Dirección General de Energía.

En minería la gasolina y el diesel tienen una participación del 75 % esto se debe que las actividades es similar con el sector de la construcción utilizando en transporte de materiales construcción y en maquinaria de perforaciones y otros. La electricidad con una participación del 25 % que es utilizado para la iluminación y alimentación en herramienta pequeña para la perforación.

En la figura 22 se muestra que los derivados de petróleo son los que tienen mayor participación en el sector de agricultura, construcción y minería, en comparación con los otros energéticos. Y el que le sigue en participación es la electricidad y la mayor participación la tiene en el sector minería.

Figura 21. **Combustibles en sectores**



Fuente: Dirección General de Energía.

La energía útil en manufactura y en los sectores de agricultura, construcción y minería depende del PIB del sector, la intensidad térmica del portador energético y el grado de aceptación.

Para los diferentes portadores energéticos que se mencionan en la siguiente tabla IX se muestran las eficiencias promedios de cada portador energético en cada sector donde tienen participación.

Tabla IX. **Eficiencia de los energéticos en sectores agricultura, construcción y minería**

Portadores energéticos	Sectores		
	Agricultura	Construcción	Minería
Combustible tradicional	10	40	30
Biomasa moderna	10	30	30
Combustible Fósil	40	65	40

Fuente: Dirección General de Energía/Balance.

Las energías finales se refieren a los portadores energéticos que ayudan en las actividades que el hombre por sí solo no las podría realizar y que son requeridas en la agricultura, construcción y minería, la manera de aceptación de cada portador varía en cada sector por la forma en que realizan las actividades.

La energía final depende del PIB, de la intensidad energética, de la eficiencia del portador energético y del grado de aceptación del mismo. en Tabla .X se detalla cada aportación de los portadores:

La electricidad con 32 %, combustible fósil 24 % y el combustible motor 44 % este último no se refiere a un portador energético, sino al combustible derivado de petróleo que el motor necesita para el funcionamiento.

Tabla X. **Energéticos en agricultura manufactura**

Portadores energéticos	porcentaje
Electricidad	32%
Solar	0%
Combustibles fósiles	24%
Combustibles motor	44%

Fuente: Dirección General de Energía.

La energía final en manufactura la proporcionan principalmente tres de los portadores energéticos: la electricidad con 34 %, combustible fósil el 36 % y coque con 30 %. En nuestro país la chatarra es la materia prima utilizada para la obtención del acero a través de hornos eléctricos y no eléctricos.

Tabla XI. **Hierro producido en Guatemala**

Actividades	Exportaciones
	Peso en kg
Fundición hierro y acero	136,135,371
Fundición, hierro o acero, lingotes de chatarra de hierro o acero	4,893,687
Hierro o acero para materia prima en industria	131,241,684
Las manufacturas, tubos, líneas, férreas, estructuras, muebles y otros	67,343,336
Total	339,614,078

Fuente: SIDEGUA.

La Corporación Aceros de Guatemala: cuenta con un parque de chatarra donde se lleva un estricto control de la clasificación de la misma de acuerdo a su densidad y análisis químico, también cuenta con una planta trituradora de chatarra shredded que le permite triturar y procesar hasta convertirla en una chatarra de mayor densidad. Las exportaciones de hierro se muestran en la tabla XII.

Actualmente existen 646 empresas funcionando en Guatemala de diversas actividades en la que se puede clasificar en:

- Productos de alimentos, bebidas y tabaco
- Textiles, prendas de vestir
- Industria de la madera y productos de la madera (incluye muebles)
- Fabricación de papel y productos de papel; imprentas y editoriales
- Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos, derivados del petróleo y del carbón, de caucho y de plástico.
- Fabricación de productos minerales no metálicos exceptuando los derivados de petróleo y carbón.
- Industrias metálicas básicas
- Ingenios
- Industria que se dedican a la manufactura
- Industria que se dedican a la fabricación de materiales de la construcción

En la tabla XII detalla el comportamiento del consumo de la industria en Guatemala desde el 2005 hasta 2010 donde se observa que los mejores años para la industria fueron los 2006, 2007, 2008, 2009 y el 2010 se experimenta un decrecimiento en las demandas del combustible derivado de petróleo pero incrementa la demanda de la electricidad. A continuación se muestran el consumo de los energéticos en la industria desde el 2005 hasta el 2010.

Tabla XII. **Consumo de energéticos en la industria**

Energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Electricidad	2 691,00	2 678,10	2 923,60	2 803,90	3 014,10	3 054,00
Derivados de petróleo	3 612,30	3 779,80	4 906,50	3 749,30	2 753,40	3 358,10
Coque	1 522,80	1 649,20	1 677,90	1 733,90	1 757,50	1 558,90

Fuente: Dirección General de Energía.

Finalmente los energéticos de mayor utilización son los derivados de petróleo tales como; GLP, GAS, KEROSENE, DOIL, FOIL, ORIM. Seguidamente por la electricidad finalmente el tercer energético que tiene una participación es el coque.

#### **2.4.4. Caracterización de la demanda del sector transporte**

El sector transporte en el país contribuye en gran medida al desarrollo de las actividades diarias de las personas que utilizan este medio para trasladarse de un lugar a otro. Asimismo, es una herramienta fundamental en la traslación de todo tipo de mercancía.

El transporte propicia la interculturización de las diferentes poblaciones llevando a las comunidades en vías de desarrollo instrumentos y tecnología en automotores novedosos fabricados por los países desarrollados o industrializados, las poblaciones en vías de desarrollo las adoptan como parte del mejoramiento de sus vidas. Este sector todavía presenta una diversificación energética reducida, ya que los derivados del petróleo cubren el 100 % de todas las necesidades energéticas del sector transporte. En la tabla XIII se detalla el

parque de automotores que circulan en Guatemala, en los departamentos y el incremento considerable de cada año.

Tabla XIII. **Tipos de vehículos en Guatemala**

Transporte	Entre ciudad	Dentro ciudad	Total
Buses	30,512.82	54,571.48	85,084.30
Autos	372,056.93	480,178.77	852,235.70
Carga	58.573	25.103	83.676
Motos	5,190.82	254,350.18	259,541.00
Total	466,333.77	814,203.23	1,280,537.00

Fuente. Superintendencia Administración Tributaria.

#### **2.4.4.1. Clasificación de vehículos en Guatemala**

Buses y autos son utilizados para transportar personas y los camiones, Picop, paneles estos automotores tienen diseños robustos y con poca comodidad para las personas por lo que es esencialmente en el traslado de mercancías además la soportan pesos demasiados grandes (toneladas).

El transporte por la distancia que recorre en la realización de las actividades se pueden dividir dentro de la ciudad donde el recorrido es en el área urbana o ciudad, entre ciudades es el que tiene que recorrer varios kilómetros de una ciudad a otra.

#### **2.4.4.2. Transporte de pasajeros**

El transporte de pasajeros está diseñado para trasladar personas de un punto a otro, ya sea para el lugar de trabajo, centros de recreación, lugares de

habitación. Estos automotores tienen un diseño específico para que las personas estén cómodas y sobre todo con mucha seguridad en prevención de accidentes y las más utilizadas son los buses y microbuses.

Los buses son automotores grandes que tiene capacidad de aproximadamente 60 personas con dos filas de asientos y cada sillón caben 3 personas como máximo, además pueden ir personas paradas entre filas, otras características que poseen este vehículo son las ventanas en ambos lados para una ventilación adecuada para los usuarios y también posee en cada lado una ventana o puerta especial en caso de emergencia.

#### **2.4.4.3. Carga en cada automotor de pasajeros**

En la mayoría de los casos los automóviles, camionetas (autobuses), microbuses y motos son utilizados en la actividad de trasladar personas, y las capacidades de cada automotor están establecidas por el fabricante sin embargo el factor de carga en el país, depende directamente del conductor por carecer de normas y si existe no es cumplida, en la mayoría sobrecargan los buses o microbús sobrepasando la capacidad máxima y arriesgando la vida de los pasajeros.

Los automóviles particulares y motos son de uso particular y familiar ya que regularmente en las familias salen a trabajar fuera del seno del hogar por lo que les es más cómodo trasladarse utilizando los propios vehículos o motos.

Los automóviles en la mayoría de los casos en la ciudad son utilizados por uno, dos y tres pasajeros en promedio diariamente; este tipo de transporte se utiliza cotidianamente para ir al trabajo. En Guatemala los automotores utilizan en su mayoría el combustible para su funcionamiento el diesel y la gasolina.

Los transportes turísticos, furgonetas, camiones, aviones, transportes de combustibles y de pasajeros hacia el interior del país son de consumo energético del cien por ciento de diesel ya que este tipo de carburantes es más barato en comparación de la gasolina.

Tabla XIV. **Personas por tipo de vehículo**

Tipos de transporte	Cantidad/Personas
Automóvil con combustible gasolina	2
Automóvil con combustible diesel	1
Buses con combustible Diesel	40
Motos con combustible gasolina	1
Microbús con combustible GLP y Diesel	13

Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energéticos.

#### **2.4.4.4. Transporte de carga**

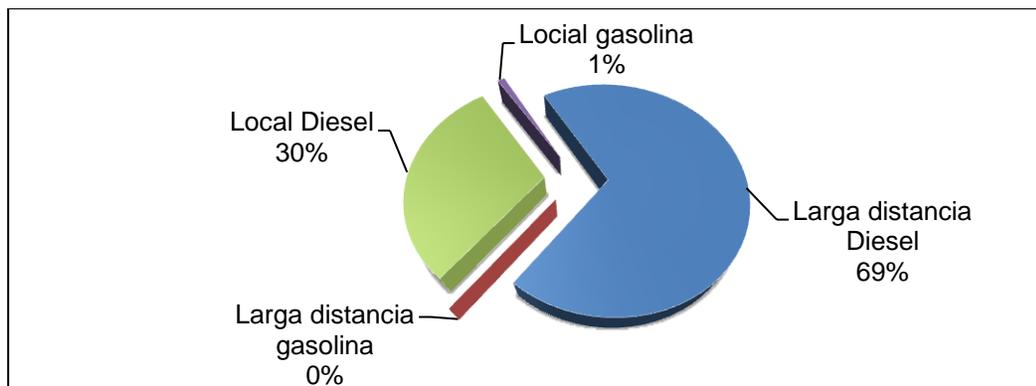
Estos tipos de vehículos son en la mayoría de gran tamaño y con capacidades exorbitantes en trasladar toneladas de mercaderías a distancias cortas y largas sin sufrir consecuencias desastrosas porque están diseñadas a soportar pesos de gran cantidad, la mayoría de carga a transportar consiste en materiales de construcción, equipo básico de industria, minería, agricultura, ganadería, insumos para manufactura, textiles, repuestos de automóviles, papelería y otros.

Para el traslado de carga se requiere de un transporte adecuado para el producto indicado porque en algunos casos la mercadería requiere de calefacción, aire acondicionado, refrigeración, y otras, por las características propias de los materiales frágiles o perecederos que se transportan. Estos

automotores por ser transportes pesados tienen que ser reglamentados para poder circular y prestar los servicios y para ello se clasifican en cabezales, camiones, picop y paneles.

Como se observa en la figura 22, el 69 % de transportes de carga que tienen un recorrido de larga distancia utiliza Diésel, el 1 % en la ciudad en la que los paneles, camiones de 10 toneladas, y el 30 % de transporte de carga utiliza gasolina para su funcionamiento entre ellas el picop.

Figura 22. **Estructura por modos del transporte de carga**



Fuente: cálculos propios, con base a datos del Balance Energéticos.

#### **2.4.4.5. Estructura por modos del transporte de carga**

El transporte de personas y mercancías se ha convertido en el principal consumidor de combustibles diésel entre ciudades. El sector de transporte entre ciudades, los buses, camiones, picop y paneles que circulan, son los que realmente mantienen en movimiento las cargas de las industrias y comercios.

También existe otro tipo de transporte, el aéreo y marítimo. El aéreo es el transporte más rápido y su costo puede ser bastante razonable cuando se trata de mercancías de peso liviano. Este medio se recomienda cuando se trata de productos perecederos cuyos volúmenes son relativamente pequeños y que no necesita un contenedor.

El transporte marítimo, este tipo de transporte se utiliza cuando se manejan productos no perecederos, que no sean urgentes o bien que sean demasiados pesados o muy voluminosos. Los contenedores completos se manejan por esta vía.

#### **2.4.4.6. Transporte de pasajeros**

En la estructura de los transporte de pasajeros que van de una ciudad a otra el automóvil de gasolina tiene una aceptación del 48 % y el de automóvil diesel con el 52 %, esto se debe a que los dos son aceptados por los usuarios ofreciendo los mismo servicios con la única diferencia de costo del combustible que utilizan para accionar el motor.

En relación de los grandes, y tipos de transporte de pasajeros, el avión representa el 45 % y los buses grandes con el 55 % de la preferencia de los usuarios.

El transporte aéreo desde el 2002 hasta 2010 demandó 16,44 mil de barriles de combustible anuales en promedio; los años que hubo mayor demanda fue en los años 2002 (18,9 miles barriles) y 2006 (19,6 miles, barriles) y las demandas bajas se dieron en los años 2004, 2009, con un promedio de 12,65 miles de barriles.

Entre el 2002 y 2006 la demanda alta se debió básicamente al hecho de los precios de los derivados del petróleo en Guatemala no aumento, también al mayor ingreso de divisas al país, y por ultimo hubieron políticas de esfuerzos en la consolidación y estabilidad macroeconómica, que contribuyó a crear un ambiente de certidumbre y confianza para los agentes económicos para decisiones adecuadas en materia de inversión.

En los años 2004 y 2009, se observó un comportamiento en el alza de los precios internacionales del petróleo que influyó de manera directa en nuestro país; para el 2009 fue el peor año para Guatemala la cual se refleja directamente en la tasa del PIB por tormentas tropicales y a la incertidumbre de las políticas monetarias.

#### **2.4.4.7. Intensidad energética de transporte**

La intensidad energética del transporte dentro de la ciudad es el más representativo por las largas colas que se realizan, y el motor sigue consumiendo combustible, el cual hace que se gaste más combustible por kilómetro recorrido, que la que se consume en carreteras.

El motor de los automóviles se caracterizan por utilizar combustible gasolina o diesel, los buses utilizan regularmente diesel, y un porcentaje mínimo utiliza electricidad sin embargo no es tan representativo en el medio de transporte. Sin embargo en la actualidad existe otro medio de transporte que ha evolucionado y está abriéndose mercado en todo el país, siendo esta la moto que utiliza gasolina para su funcionamiento. Los autobuses y microbuses que utilizan el gas licuado de petróleo combustible de GLP, también forman parte de este servicio, sin embargo los expendios de este tipo de combustible se encuentran en la capital y en muy pocos lugares en el interior del país.

En la tabla XV se muestra la intensidad por cada tipo de transporte y su rendimiento, tomando como base un litro de combustible (1litro = 0,2642 galón) aunque en nuestro medio la unidad de medición en todas las distribuidoras de combustible se utiliza el galón pero para efecto de análisis se utiliza el litro/100km.

Tabla XV. **Rendimiento de transporte**

Tipo Transporte	Intensidad	Valor dentro ciudad	Valor entre ciudad
Auto –Gasolina	Litros/100km	6	8
Auto- Diesel	Litros/100km	5	4.5
Buses – Diesel	Litros/100km	8	9
Motos - Gasolina	Litros/100km	1.5	0
Autobuses y Microbús-GLP	Litros/100km	14	0

Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

#### **2.4.4.8. Consumo de combustible**

El transporte dentro y fuera de la ciudad la motocicleta (moto) es la que ofrece un mejor rendimiento de combustible por kilometro recorrido. Seguido por los vehículos que consumen diésel, que se caracterizan por el ahorro de combustible que representa, esto debido a las características del motor. El rendimiento de los vehículos automotores es mejor en carreteras que en la ciudad. El rendimiento del avión se toma como base 100 litros de combustible por 1 000 asientos esto indica que el avión necesita grandes cantidades de litros de combustible para su funcionamiento.

El consumo de combustible depende del tipo de transporte y los kilómetros recorridos diariamente en las calles y carreteras del país, el consumo anual de

gasolina del 2006 al 2009 fue de 12 594,954 barriles, a un promedio anual de 3 148,739 barriles.

Tabla XVI. **Combustible en transporte**

Energético	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GAS	9 851,30	10 261,30	10 778,60	10 532,50	11 673,40	11 474,30
DOIL	12 563,40	12,826,60	13 619,90	11 905,40	13 529,90	13 621,10
KER	863,9	857,3	323,8	279,2	253,4	444,2
GLP	29,2	30,1	30,7	31,5	29,2	30,4

Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

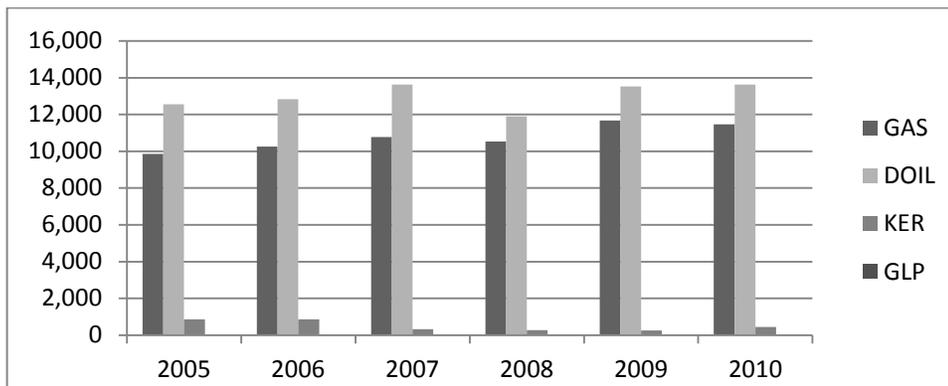
En el cuadro anterior se observan los tipos de energéticos derivados de petróleo que son demandados por el sector transporte y el de mayor uso es el Doil (diésel) seguido por el GAS (gasolina). GLP es el combustible que tiene una participación mínima esto se debe porque son pocos los automotores que utilizan este tipo de energéticos para funcionar.

La demanda del kerosene se deben a gran medida del combustible que utilizan los aviones y que el uso varía en gran medida porque el transporte aéreo depende del comercio extranjero y a medida que Guatemala intercambie utilidades con los países vecinos o con Estados Unidos, Europa y otros. Sin embargo en la actualidad el comercio internacional ha tenido una recesión que implica una caída en demanda del kerosene en nuestro país observándose un bajo consumo en 2008 y 2009.

La figura 23 muestra los dos combustibles de mayor demanda en el sector transporte desde el 2005 hasta el 2010. Donde DOIL es el de mayor uso, debido que en el país existen una gran cantidad de automotores que utilizan

este tipo de energéticos, además la demanda ha sido constante durante los 5 años. La gasolina es el energético, que ocupa el segundo lugar en demanda para el sector transporte porque se limita al uso en automotores de pequeños tonelajes. Kerosene es el tercer energético que tiene una participación en el sector transporte y específicamente en el uso de combustible en los aviones.

Figura 23. **Comportamiento por modos del transporte de carga**



Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

#### 2.4.5. **Caracterización de la demanda del sector residencial**

El consumo de energéticos en los hogares esta dado principalmente por las necesidades de utilizar cierta cantidad de aparatos eléctricos y no eléctricos en el hogar, el consumo específico de energía y el tiempo que son utilizados.

Es importante conocer el consumo de los diferentes equipos y aparatos electrodomésticos que se utilizan en el hogar, así como su potencia y de cuánto tiempo se utilice. En la siguiente tabla se observa algunos consumos promedios mensuales de aparatos electrodomésticos:

Tabla XVII. **Consumo de energía en hogares**

Aparato electrodoméstico	Potencia (vatios)	Consumo promedio mensual (kWh)
Calentador de ducha	2 400	72
Hornos de microondas	1 520	45,6
Plancha doméstica	1 300	20,8
Hornos de eléctrico	1 200	2,88
Licuadaora	450	2,03
Lavadora	330	5,28
secador a de ropa	270	4,32
refrigeradora domestico	250	60
Minicomponente	110	6,6
monitor 14" computadora	75	13,5
tv normal	53	12,72
computadora personal(CPU)	50	52,5

Fuente: Dirección General de Energía, consejos para el ahorro de energía.

#### **2.4.5.1. Distribución sectorial del consumo**

La cobertura eléctrica a nivel nacional para el 2010, fue de 82,7 %. Actualmente el 86,2 % en los hogares a nivel nacional, en las áreas rural y urbano y a través del gobierno (Instituto Nacional de Electrificación (INDE)) subsidian a las familias de escasos recursos.

La clasificación de las viviendas se obtiene del Instituto Nacional de Estadística a través de los censos realizados por esta institución y de las empresas distribuidoras de energía eléctrica la cantidad de usuarios que cuenta con el servicio de energía eléctrica, siendo esta de 2 197 476 y la cantidad total de hogares es de 2 578 265, por lo que, los hogares que no cuentan con el servicio de energía eléctrica es de 380 789 hogares.

Los diferentes tipos de viviendas en Guatemala tienden a tener diferentes formas de construcción y material de constitución y para poder clasificar el sector residencial se necesitó conocer la cantidad de usuarios que las distribuidoras de energía eléctrica les presta el servicio, por lo que, existen apartamentos, casas formales y chozas.

Por lo que se hace necesario conocer el consumo de cada uno de estos sectores, con el fin de cuantificar las demandas de los diferentes tipos de energéticos que se utilizan para satisfacer las necesidades de las familias, comodidades, las necesidades fisiológicas, necesidades alimenticias, necesidad higiénicas, y otros.

#### **2.4.5.2. Definición y clasificación energética de los hogares en Guatemala**

Las dimensiones de las viviendas se clasifican en: apartamentos, casas formales y chozas; estas construcciones están influenciadas por varios factores: el diseño de parte de la constructora encargada del proyecto, las necesidades propias de la familia que quiere construir y/o las características del terreno donde se va a construir, la capacidad económica es un factor determinante en las edificaciones de cada uno de los hogares de los guatemaltecos.

Apartamentos: es una unidad de vivienda que comprende varias habitaciones diseñadas bajo normas de construcción para proporcionar, seguridad, ambiente agradable, y las instalaciones bien distribuidas dentro de las mismas por lo que hace un hogar muy completa para personas exigentes (por ejemplo edificios, condominios, hoteles de categoría, etc.). El nivel de ingreso familiar tiene que satisfacer los costos de estos tipos de construcciones para poder obtenerlos y mantenerlos y sobre todo poder adquirir los insumos energéticos, para cubrir las necesidades propias y actividades de recreación. Y que representan el 10 % como se observa en la figura 25 y las características que poseen son: sala, comedor, salón de estudio, gimnasio, dormitorio o cuarto principal, para cada integrante de la familia, cuarto de visitas.

El promedio aproximado de áreas construidas tomando como referencia los distintos ambientes que se detallan en la tabla XXVIII que cada construcción tienen un área aproximado de 166,4 m<sup>2</sup> más el espacio del pasillo con un ancho de alrededor de un 1 metros por lo que suma un área total aproximada de 172 m<sup>2</sup> en el sector apartamento.

Casas formal: son edificaciones de material de concreto sin acabados finos y que tienen varios ambientes sin especificar nombres de cada uno de ellos; cocina, dormitorio, sala, comedor etc. Dichas habitaciones pueden ser utilizadas indistintamente según las necesidades de la familia. La capacidad económica de las personas de adquirir los servicios, básicos es limitado, sin embargo tienen la posibilidad de obtener lo necesario para vivir y recrearse aunque no con grandes espacios y comodidades.

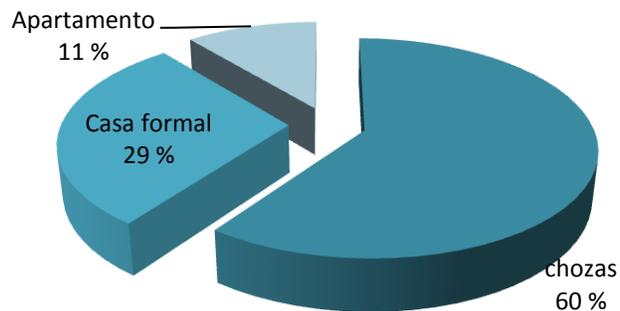
Las ciudades principales tales como cabecera departamental y municipal la mayoría de edificaciones las llamaremos casas formales y que representan el 28 % de los hogares en el país y sus características de construcción ya mencionado son; un comedor, una sala, dos dormitorio, un baño, garaje, sumando una área aproximadamente de 120 m<sup>2</sup> de construcción, teniendo en consideración que no poseen habitación para gimnasio, salón de estudio, baño de servicio y otros.

Chozas: son construcciones que carecen de infraestructuras sólidas y de servicios básicos muy limitados, representan a la mayoría hogares en el área rural y un porcentaje mínimo en las ciudades localizándose en los barrios marginales asentamientos humanos en laderas, barrancos etc. Se diseñan a partir de un cuarto grande rectangular (una sola habitación), donde todos los miembros de la familia, realizan modificaciones a la construcción dividiéndolos a veces con paredes de; adobe, lamina y hasta con cartones.

En el sector chozas hay familias que no cuentan con el servicio eléctrico, determinado por varios factores, como la falta de dinero, la distancia con se tiene con la red eléctrica, no ofrece beneficio hacia las empresas constructoras de carreteras, construcciones de redes eléctricas, empresas de telecomunicaciones, y otros. Chozas son las construcciones que representan el

60 % de la sociedad guatemalteca. La cocina y el dormitorio generalmente están ubicados en la misma habitación o al lado, el baño casi siempre se localiza afuera de la casa, ocupando un área aproximado de 50 m<sup>2</sup>

Figura 24. **Porcentaje de viviendas en Guatemala**



Fuente: elaboración propia, con base en información de la Dirección General de Energía.

Tabla XVIII. **Metros cuadrados de los ambientes en los hogares**

Cantidad	Ambientes	área(m <sup>2</sup> )	área total(m <sup>2</sup> )
3	Dormitorio	4*3	36
1	Comedor	4*7	28
1	Baño privado	3*2	6
1	Baño Servicio	3*2	6
1	sala de visita	4*5	20
1	Salón de estudio	4*4	16
1	Gimnasio	4*4	16
1	Garaje	3*8	24
1	Lavandería	1,2*2	2,4
1	Cocina	4*3	12

Fuente: elaboración propia, con base en datos de la Cámara de la Construcción.

### **2.4.5.3. Eficiencias de métodos en usos finales**

Las actividades de calentamiento de agua y de cocción; dependen de herramientas que influyen en la utilización del energético, como el método de uso del mismo y del equipo que se utiliza para llevar a cabo estos fines.

Las características especiales de estos usos finales de los energéticos se encuentran en el calentamiento de agua y cocción en los que se utilizan los mismos pasos para obtener los resultados deseados, por lo que se puede observar lo siguiente:

Una estufa o cocina es un artefacto para calentar alimentos mediante hornillos (salidas de gas, protegidas por una parrilla metálica). La estufa funciona comúnmente con gas doméstico (gas butano) aunque también puede funcionar por medio de electricidad o leña. Los alimentos se calientan por lo general a través de utensilios de cocina (como ollas, sartenes y cazuelas).

Según la técnica con que los alimentos sean calentados, una estufa es capaz de hervir, cocer, freír, azar o fundir. Una estufa doméstica moderna común funciona a base de gas y tiene 4 parrillas redondas llamadas hornallas en el Cono Sur, hornillos en Centroamérica y quemadores en algunos países de Latinoamérica), e incluye un horno y un asador.

En algunos países de Latinoamérica tiene también una parrilla grande y alargada al centro destinada para uso de un comal. El método moderno de encendido es a base de una chispa eléctrica aunque siempre ha estado disponible hacerlo mediante una fuente externa de ignición como cerillas o un encendedor. Normalmente una estufa incorpora perillas giratorias de control para cada una de sus hornillas.

El horno y el asador tienen perillas adicionales con marcas de graduación relacionadas a la temperatura deseada. El horno incluye además una lámpara así como una ventana para poder observar el interior sin abrirla

La estufa artesanal es el método que la mayoría de hogares tienen, y utilizan gracias a la facilidad de uso, la característica de esta estufa artesanal consiste en una construcción que se sitúa aproximadamente a un metro del suelo para la facilidad de la persona que la utiliza, se fabrica además una plancha de concreto, que se coloca a unos 15 cm sobre la construcción inicial utilizando para ello ladrillos y terminada con una plancha de metal diseñada con moldes para que se puedan utilizar ollas, sartenes y otros utensilios de cocina y sólo se deja una cavidad para introducir leña o carbón.

El calor que va directamente al objeto a cocinar o el calentamiento del mismo no llega en su totalidad, sino que, sufre pérdidas de calor, las que van hacia las paredes o que se fugan de la misma estufa ya que no está sellada en un la totalidad.

La estufa domestica para la cocción y calentamiento de agua, se utiliza este electrodoméstico más en los hogares urbanos que en el área rural. Tienen diferentes diseños para que funcionen con gas y electricidad y lo más importante es la eficiencia, según el manual de las mismas detallan una eficiencia alta en las que utilizan gas que es del 65 % del calor, pues el resto se pierde en menor cantidad, mientras que las que funcionan con electricidad tienen una eficiencia de un 98 % de calor directo al objeto.

Método de las tres piedras: este método es el más simple y que tienen una pérdida de calor muy representativo pues el calor que se aprovecha es de un

12 % mientras que el resto se pierde. La característica principal consiste en tres piedras puestas sobre alguna plancha pero que en la mayoría son colocadas sobre el suelo.

Tabla XIX. **Eficiencia de los métodos**

Métodos de cocción	Eficiencia
Estufa domestico (gas)	65 %
Estufas domestico(eléctrico)	85 %
Estufa artesanal (leña)	25 %
Métodos de las tres piedras(leña)	10 %

Fuente: Dirección General de Energía.

#### **2.4.5.4. La participación de energéticos en el sector residencial, urbano y rural**

Para el sector residencial se toman en cuenta las condiciones de vida de la población del área urbana y rural porque estos dos formas de vivir son diferentes en lo cultura, el idioma y la economía de las personas.

En toda residencia es necesario que las personas puedan satisfacer sus necesidades del diario vivir. Por lo que toda actividad que realicen para satisfacerlas se les denomina forma de uso (el calentamiento de agua, calefacción, aire acondicionado, iluminación y cocción de alimentos) regularmente se utiliza: gas, electricidad, kerosene y la leña que se les denominan energías finales, y para obtener eficiencias altas dependen mucho de los equipos que se utilizan para dichas actividades.

Las formas energéticas consisten en el grado de aceptación o de usos que tienen los energéticos en los hogares. Casi siempre se utiliza uno más que otro, todo depende de las necesidades de las personas. En las siguientes tablas XX y XXI se detallan las penetraciones que sufren los energéticos en los sectores urbano y rural.

Para observar el grado de aceptación de los energéticos se necesita conocer los usos finales que se les dan, tales como: la cocción, el calentamiento de agua, la iluminación, el aire acondicionado y la calefacción.

La cocción se puede realizar a través de varios energéticos como el GLP, la electricidad, la leña y el kerosene. El de mayor aceptación es el GLP con una participación del 72 % ésta aceptación se debe a la facilidad de obtenerlo y las características de las estufas que se utilizan y por último el espacio que ocupa el cilindro de GLP dentro de la vivienda.

La electricidad tiene una participación del 20 % esto se debe al valor que tiene el kWh de energía y las estufas que utilizan este tipo de energía tienen un precio muy elevado. La leña con una participación del 8 % debido a lo difícil de obtener este tipo de insumo energético y que para su almacenamiento ocupa mucho espacio en las viviendas, por lo que tiene muy poca participación en el área urbana.

El calentamiento de agua principalmente para el uso higiénico (baño diario) necesita de los diferentes energéticos detallados en la tabla XX. El GLP es utilizado en un 50 %, este tipo de energético aporta una eficiencia alta y la facilidad y comodidad de utilizarlo hace que tenga una participación muy frecuente en la mayoría de los hogares.

La electricidad se utiliza en el 40 % de hogares, comportamiento basado en que la mayoría de familias utiliza algún tipo de ducha o calentador de agua, motivo por el cual tiene una menor participación en comparación al gas como se observa en la tabla XX.

La leña con el 10 % de utilización ya que son pocos los hogares que utilizan este insumo por los inconvenientes que presenta en su combustión siendo unos de los principales el humo a la hora de utilizarla, la eficiencia calorífica es muy poca ya que se pierde la mayor parte en el ambiente y el número de leño a utilizar es demasiado.

La iluminación y equipos electrodomésticos (televisores, licuadoras, secadores de pelo, equipos de sonido, tostadoras, batidoras y otros) demandan energéticos con participaciones diferentes tal como se muestran en la tabla XX y de los cuales para el GLP corresponde el 1 %, ya que también hay una cantidad pequeña de lámparas que funcionan con este tipo de energético, sin embargo la mayoría funcionan con electricidad (lámparas fluorescentes incandescentes) con una penetración del 98 % y la leña cuenta con el 1 % debido a que hay comunidades que utilizan este tipo de energía para su iluminación (ocote, el pino colorado con trementina).

Aire acondicionado, actividad de uso ambiental con equipos de diseño establecido, que utiliza un solo tipo de energético la electricidad aportando una participación del 100 % de penetración esto se debe al diseño de los equipos de aire acondicionado según la tabla XX. Calefacción, en el área residencial no es utilizable por lo que no demanda el uso de energético y por lo tanto ningún tipo de penetración energética.

Tabla XX. **Porcentaje energéticos en el sector urbano**

Energético	Cocción	Calentamiento/agua	Iluminación	Aire acondicionado.	Calefacción
Gas	65 %	46 %	1 %	0	50 %
Electricidad	13 %	27 %	98 %	100 %	2 %
Leña	22 %	27 %	1 %	0	48 %

Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

Por otro lado la participación de los energéticos en este sector varían los usos por varias razones: el ambiente, las condiciones de vida y la economía de las personas en el hogar. Cocción, actividad principal en los hogares para satisfacer sus necesidades de alimentación y para eso se necesita de varios energéticos por lo que se cuenta con el GLP que tiene una participación del 4 %, la electricidad el 1 % y la leña el 95 % según tabla XX.

Además el calentamiento de agua en este sector cumple varias actividades como el uso higiénico (baño diario) y para bebidas que también necesita de los diferentes energéticos.

El GLP tiene una participación de 8 %, la electricidad con el 2 % y por último la leña con el 90 %. Este último energético de mayor uso en las comunidades lejanas tiene sus ventajas en lo económico, y la disponibilidad de la misma. La iluminación, esta actividad tiene importancia para los hogares, en la iluminación y en algunos equipos por lo que demandan penetraciones según tabla XXI, la electricidad con el 75 % y la leña con el 0 %, y el kerosene el 10 %.

Tabla XXI. **Porcentaje de uso energético en el sector rural**

Energético	Cocción	Calentamiento/agua	Iluminación	Calefacción	Aire acondicionado
GLP	1,6 %	1,5 %	0	0	0
Electricidad	0,4 %	0,5 %	75 %	0	100 %
Leña	98 %	98 %	0	100 %	0
Kerosene	0	0	10 %	0	0

Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

Aire acondicionado y calefacción son actividades dirigidos específicamente a la obtención de una temperatura adecuada para el ser humano y para ello se necesitan equipos especiales para obtener un ambiente agradable y para su funcionamiento necesitan energías finales y la mayoría de estos aparatos funcionan con electricidad, sin embargo en el área rural no utilizan este tipo de energético, el porcentaje que aparece es porque solo este tipo energético se utilizaría.

- Demanda de los energéticos en el sector residencial urbano

La demanda de los energéticos depende de las actividades y la capacidad adquisitiva de las personas. Para satisfacer sus necesidades propias por lo que se hace importante su análisis en los diferentes usos.

Las actividades que demandan energía final en este sector son: calefacción, calentamiento de agua, cocción, aire acondicionado, Iluminación, calefacción: La regulación de las condiciones ambientales dentro de una vivienda, industria o comercio, son procesos que implican sistema de ventilación o calefacción.

Un sistema de calefacción permite elevar la temperatura de un determinado espacio en relación con la temperatura ambiental exterior para generar condiciones cómodas para la habitación de los seres humanos.

Con el objetivo esencial de combatir el frío y permitir un grado elevado de calidad de vida se ha desarrollado diversos sistemas de calefacción. Y para resultados eficientes, la zona geográfica donde está ubicado el espacio debe tomarse muy en cuenta.

- o Demanda del GLP en el sector apartamentos

La participación del GLP en los apartamentos es del 29 % en la demanda de calefacción y el 71 % en cocción de alimentos por ser una actividad del diario vivir de cada integrante de la familia, y las actividades de calentamiento de agua, aire acondicionado e iluminación no demandan este tipo de energético.

En la tabla XXII se detalla la participación del gas en cada actividad 124 GWh al año que corresponde a 44,287 hogares y 298 GWh al año que corresponde a 106 288 hogares.

- o Demanda de electricidad en el sector apartamentos

La participación de la electricidad es del 0 % en calefacción, el 1 % en calentamiento de agua, el 13 % en cocción de alimentos, el 7 % en aire acondicionado el 14 % y en iluminación con 66 % este último es más utilizado en lugares donde la luz solar no tiene acceso y en horas de la noche. En la tabla XXII se detalla la participación de la electricidad en cada actividad.

Tabla XXII. **La electricidad en residenciales, apartamento urbano**

Actividades	GWh-hogar/año	Cantidad hogar	GWh al año
Calefacción	0,0028	44 287	124
Calentamiento de agua	0	0	0
Cocción	0,0028	106 288	298

Fuente: cálculos propios con base a datos del Balance Energético.

o **Demanda de la leña en el sector apartamentos**

La demanda de este combustible tradicional (leña) en chimenea es la única donde se podría utilizarse sin embargo nuestro país no tiene clima frío extremo por lo que el uso de este tipo de combustible no es representativo en los hogares.

o **Demanda del GLP en el sector casas formal**

La participación del gas en las casas formal es del 29 % en calentamiento de agua y el 71 % en cocción de alimentos, finalmente el 0 % en las actividades de calefacción, aire acondicionado e iluminación tal como se detalla en la tabla XXIII que la demanda de energía al año es de 150 GWh al año que corresponde a 75 227 hogares y 361 GWh al año que corresponde a 180 544 hogares

Tabla XXIII. **GLP en casas formal urbano**

Actividades	GWh-hogar/año	Cantidad hogar	GWh al año
Calefacción	0	0	0
Calentamiento de agua	0,002	75 227	150
Cocción	0,002	180 544	361

Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

o **Demanda de electricidad en el sector casas formal**

La participación de la electricidad es del 31 % en calentamiento de agua, el 15 % en cocción de alimentos y el 52 % en iluminación donde éste último es de vital importancia en las actividades donde la luz solar no puede llegar durante del día y en horas de la noche en la tabla XXIV se detalla la aportación de la electricidad en las diferentes actividades y el número de viviendas que demandan este tipo de energético.

Tabla XXIV. **La electricidad en casas formal urbano**

Actividades	GWh-hogar/año	Cantidad hogar	GWh al año
Calefacción	0	0	0
Calentamiento de agua	0,00114	100 302	114
Cocción	0,001136	50 151	57
Iluminación	0,0011	176 417	194

Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

o Demanda de la leña en el sector casas formal

La demanda de éste tipo de combustible tradicional (leña) en el sector casas formal es del 55 % en calentamiento de agua y el 44 % en cocción de alimentos esto se debe que este sector combina este tipo de energético con el gas para la misma actividad.

Tabla XXV. **La leña en casas formal, urbano**

Actividades	MWh-hogar/año	Cantidad hogar	MWh al año
Calentamiento de agua	0,00085454	25 076	21
Cocción	0,00085454	20 060,43	17

Fuente: cálculos propios con base en datos del balance energético.

o Demanda de GLP en el sector chozas

La participación del GLP en las casas formal es del 29 % en calentamiento de agua y el 71 % en cocción de alimentos, finalmente el 0 % en las actividades de calefacción, aire acondicionado e iluminación tal como se detalla en la tabla XXVI que la demanda de energía al año es de 54 GWh al año que corresponde a 45 116 hogares y 130 GW al año que corresponde a 108 278 hogares.

Tabla XXVI. **GLP en casas formal, urbano**

Actividades	MWh-hogar/año	Cantidad hogar	MWh al año
Calentamiento de agua	0,0012	45 116	54
Cocción	0,0012	108 278	130

Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

o **Demanda de electricidad en el sector chozas**

La participación de la electricidad es del 33 % en calentamiento de agua, el 16% en cocción de alimentos y el 50 % en iluminación donde éste último es de vital importancia en las actividades de cada integrante de la familia, en la tabla XXVII se detalla la aportación de la electricidad en las diferentes actividades y el número de viviendas que demandan este tipo de energético.

Tabla XXVII. **La electricidad en chozas, urbano**

Actividades	MWh-hogar/año	Cantidad hogar	MWh al año
Calentamiento de agua	0,0003	60 155	18
Cocción	0,000297	30 077	9
Iluminación	0,0003	91 571,01	27

Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

o Demanda de la leña en sector chozas

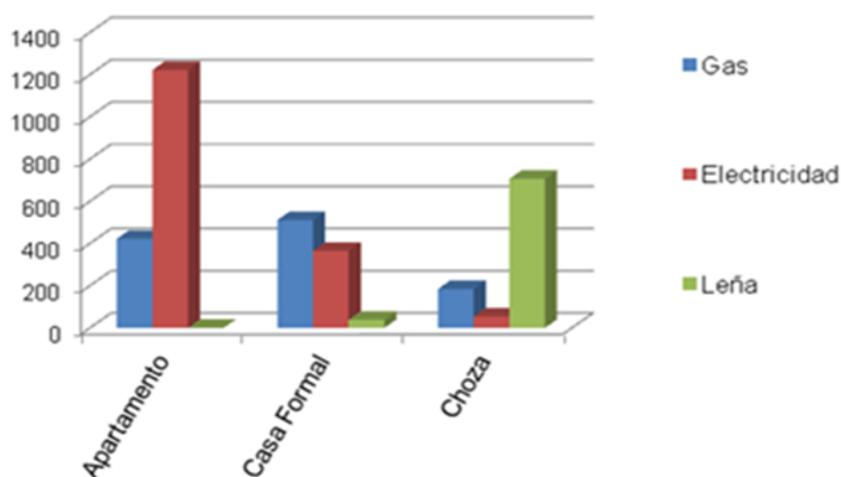
La demanda de la leña en el sector chozas es del 55 % en calentamiento de agua y el 44 % en cocción de alimentos, esto se debe que este sector combina este tipo de energético con el GLP para la misma actividad en la tabla XXVIII donde se observa que la leña no tiene participación en el sector apartamentos.

Tabla XXVIII. **La leña en residenciales, chozas urbano**

Actividades	MWh-hogar/año	Cantidad hogar	MWh al año
Calentamiento de agua	0,00085454	25 076	21
Cocción	0,00085454	20 060,43	17

Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

Figura 25. **Participación de combustibles en los hogares**



Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

En la figura 25 se muestran los usos de los energéticos finales en cada sector utilizados en las diferentes actividades que se realizan en los hogares para la convivencia familiar.

Por lo que se observa que la electricidad tiene una mayor participación en el sector apartamento. El gas propano su mayor uso es en el sector casa formal seguidamente por el sector apartamento y la leña tiene un mayor uso en el sector de choza.

Finalmente se puede decir que la electricidad es la que tiene mayor participación en el sector apartamento seguidamente en casa formal y la mínima participación la tiene en el sector choza y en este sector en particular está tomando una buena participación y que posiblemente en el futuro este tipo energético tome mayor participación en los tres sectores por la particularidad de que aquí se genera o se produce.

El comportamiento del gas propano es estable en los sectores apartamento y casa formal y el mínimo se da en el sector choza pero con mayor aceptación que la electricidad. La leña es el energético que tiene una mayor participación en el sector choza seguidamente de del gas y la electricidad tiene cierta participación aunque mínima porque su uso se limita en la iluminación.

- Demanda de los energéticos en el sector residencial rural

La demanda de los energéticos depende de las actividades que realice la persona y para obtenerlos depende de la capacidad adquisitiva de las personas que viven en el área rural con el fin de satisfacer las necesidades como: calefacción, calentamiento de agua, cocción, aire acondicionado e iluminación

o Calefacción en el sector residencial y rural

Los departamentos considerados en nuestro país con temperaturas frías son Quetzaltenango, Huehuetenango, Sololá, Chimaltenango, algunos municipios de los departamentos de Alta Verapaz y Quiché; generalmente en los meses de noviembre, diciembre y enero se experimentan temperaturas bajas en la mayor parte del país. Pero no es clima extremo, que demande equipos especiales y ende los combustibles como el gas propano, electricidad y otro tipo de energético para la calefacción y que solo es suficiente con abrigarse bien el cuerpo.

o El gas propano en el sector casa formal rural

Cocción actividad que se tiene a diario en los hogares guatemalteco para el cocimiento de verduras, carnes, y otros, para que sean aptos para la digestión de los alimentos. Como se mencionó en el área urbana los métodos de cocción más usados y conocidos son la de tres piedras, el pollo y las estufas comerciales.

Tabla XXIX. **El GLP en casa formal rural**

Actividades	MWh-hogar/año	Cantidad hogar	MWh al año
Calentamiento de agua	0,003	18 570,297	74,094
Cocción	0,023	118 849,902	2 735,294

Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

El gas propano como energía final en cocción de alimentos aporta el 97 % y en calentamiento de agua con el 3 % elemento energético que tiene una

participación significativa en estos tipo de actividades porque la leña y la electricidad no tienen ningún uso en estos tipo de actividades.

o Demanda de electricidad en el sector casas formal, rural

La participación de la electricidad en cocción, aire acondicionado es del 0 % mientras que en calentamiento de agua es del 4 %, e iluminación con el 99,6 % de donde refleja la importancia de este tipo energético en este sector para la convivencia familiar en los hogares.

Tabla XXX. **La electricidad en casa formal rural**

Actividades	MWh-hogar/año	Cantidad hogar	MWh al año
Calentamiento de agua	0,0019999	2 507	5
Iluminación	0,0059999	188 066,60	1 128,39

Fuente: Balance energético, cálculos propio

o Demanda de la leña en el sector casas formal, rural

La participación de la leña en cocción es del 77 % y en calentamiento de agua es del 23 % mientras en aire acondicionado e iluminación es del 0 % .mientras que en calentamiento de agua e iluminación con el 0 % de donde refleja la importancia de este tipo energético en este sector para la convivencia familiar en los hogares.

Tabla XXXI. **La leña en casas formal rural**

Actividades	MWh-hogar/año	Cantidad hogar	MWh al año
Calentamiento de agua	0,018986	313 269	5 947,730
Cocción	0,018986	451 108	8 564,731

Fuente: cálculos propios, con base en datos del Balance Energético.

o El gas propano en el sector choza rural

El gas propano como energía final en cocción de alimentos aporta el 69 % y en calentamiento de agua con el 31 % elemento energético que tiene una participación significativa en estos tipo de actividades porque en las demás actividades ninguna participación.

Tabla XXXII. **GLP en choza rural**

Actividades	MWh-hogar/año	Cantidad hogar	MWh al año
Calentamiento de agua	0.6	133 706,14	533
Cocción	0.6	451 108	1 800

Fuente: cálculos propios con base en datos del Balance Energético.

o Demanda de electricidad en el sector choza, rural

La participación de la electricidad en cocción, aire acondicionado es del 0 % mientras que en calentamiento de agua es del 1 % finalmente en iluminación con el 99 % de donde refleja la importancia de este tipo energético en este sector para la convivencia familiar en cada hogar.

Tabla XXXIII. **La electricidad en chozas rural**

Actividades	MWh-hogar/año	Cantidad hogar	MWh al año
Iluminación	0.6	12 530,7697	7518.462

Fuente: cálculos propios con base en datos del Balance Energético.

o Demanda de la leña en choza, rural

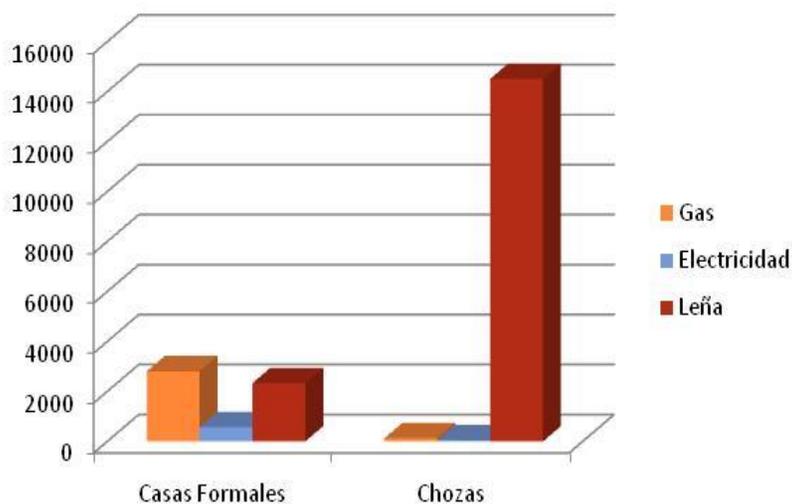
La participación de la leña en cocción es del 59 % y en calentamiento de agua es del 41 % mientras en aire acondicionado e iluminación es del 0 % por lo que este tipo de energético sigue y seguirá siendo una parte fundamental en la vida de las personas que viven en el área rural.

En la figura 26 se muestran los usos de los energéticos finales en los sectores casa formal y choza, en la que se observa que la leña es el que tiene una mayor participación en el sector choza; seguido por el gas propano en el sector casa formal sin embargo la leña y el gas compiten en la mayoría de actividades en este sector.

Finalmente se puede decir que la electricidad y el gas en el sector choza tienen una participación casi nula porque las personas prefieren más la leña que estos energéticos debido varios factores, entre ellos:

La disponibilidad de la leña, la distancia del pueblo para trasladar al gas hasta la vivienda, la distancia de la vivienda a la cobertura de las líneas de alta tensión de energía eléctrica, el alto costo de la introducción de la energía eléctrica, el costo del cilindro de gas propano.

Figura 26. **Participación de los combustibles en los hogares, rural**



Fuente: Dirección General de energía, Balance Energético.

De acuerdo al balance energético nacional se observan las tendencias de los energéticos utilizados en el sector residencial, entre los cuales la leña, la electricidad, y derivados de petróleos tienen participaciones importantes en este sector.

La leña siendo como energía primaria y de mayor uso por parte de la población específicamente en el área rural, y en la tabla XXXIV se demuestra las demandas más significativas.

En el 2006 la demanda fue del 10 % en relación al año anterior, en los 2008 y 2010 la demanda en estos años fue del 8 % en comparación a los años anteriores. Asimismo en el año 2007 fue del 1 %, siendo el consumo más bajo en comparación a los demás años.

La electricidad, GLP y kerosene son los energéticos secundarios que tienen participación importante, la electricidad es utilizado en las actividades de iluminación, calentamiento de agua, cocción y fuerza; GLP, kerosene son energético derivados de petróleo pero el GLP es utilizado para cocción de alimentos, finalmente el kerosene es utilizado para iluminación y es más utilizado en los hogares rurales.

Tabla XXXIV. **Demanda de energéticos en el sector residencial en GWh.**

ACTIVIDADES	2005	2006	2007	2008	2009	2010
LEÑA	42 738	46 964	47 634	51 655	53 876	58 320
ELEC	1 731	2 271	2 332	2 407	2 447	2 471
GLP	2 247	2 318	2 362	2 426	2 250	2 340
KER	62	57	96	83	75	407
Total Derivados de Petróleo	2 309	2 375	2 459	2509	2 325	2 747
Total Secundarias	4 040	4 646	4 791	4 916	4 771	5 217
TOTAL	46 778	51 610	52 425	56 571	58 648	63 537

Fuente: Balance Energético

#### **2.4.6 Caracterización de la demanda del sector comercio y servicios**

EL comercio es la actividad socioeconómica consistente en el intercambio de algunos materiales que sean libres en el mercado compra y venta de bienes y servicios, ya sea para uso, venta o transformación.

Es el cambio o transacción de alguna cosa (bien material por ejemplo.) por otra de igual valor. Por actividades comerciales o industriales entendemos tanto intercambio de bienes o de servicios que se afectan a través de un comerciante. (relación vendedor- comprador).

El sector servicios tiene importancia clave para la economía de Guatemala, en la que representa el 61 % del PIB y el empleo. Esta predominancia del sector se traslada lógicamente a este sector y es especialmente detectable en el caso de la inversión directa de las empresas, principalmente en los servicios financieros, las telecomunicaciones, el turismo y otros.

El panorama es distinto en el caso de la exportación de servicios porque, la naturaleza de los servicios, se prestan menos que las mercancías a su compraventa internacional y también porque resulta más difícil contabilizar esa compraventa cuando se produce.

Desde el punto de vista cualitativo cabe apuntar que, siendo los servicios parte fundamental de la infraestructura en que se desenvuelven otros sectores e incluso para ellos en muchos casos, cuanto mayor sea su nivel de intercambio con el resto del mundo, mayor será el nivel de competitividad y, por derivación, el de la economía en su conjunto. Y, aplicada desde el punto de vista de la cooperación al desarrollo, esta misma idea permite darse cuenta de que el comercio y servicios puede desempeñar un papel fundamental en la mejora de las infraestructuras (por ejemplo en el transporte, las telecomunicaciones o los servicios financieros) que necesitan para su despegue económico los países en desarrollo. La fuerza laboral activa, que se encuentra laborando en este sector es del 55 % de la fuerza potencial del país, el personal que participa en este tipo de trabajo es amplio requiriendo persona de ambos sexo y de mano calificada o no.

Área de calefacción en el comercio representa el 10 % del total ya que este tipo de actividad no es muy utilizado, porque nuestro país tiene un clima

agradable que oscila entre 70°F/21°C en promedio durante el año, en la mayoría de los lugares del interior. Un mínimo porcentaje utiliza este tipo de servicio que representa el 2 % que se utiliza en los laboratorios clínicos biológicos para cultivo de microorganismos, preservación de células, sensibilidad antibiótica de bacterias y otros microorganismos.

El aire acondicionado como bien se sabe es utilizado en restaurantes, bancos, pisos en los edificios, donde preste los servicios alguna oficina jurídica o del gobierno, oficina postal, oficina de transporte, y otros por lo que la participación de aire acondicionado es del 50 % en todos los servicios y comercios del país.

Las intensidades energéticas están dadas en (kWh/Q) y en las actividades de calefacción y aire acondicionado, depende de la participación de los combustible motor, electricidad y usos térmicos, en los sectores comercio y servicios, administración pública, finanzas y negocios los valores de las de las intensidades varían por la frecuencia de uso en diferentes sectores mencionados.

En la tabla XXXV se muestran los energéticos derivados de petróleo, electricidad y la actividad de combustible de motor y que el sector comercio y servicios, el dato significativa se refiere a la energía útil en usos térmicos, esto se debe a que el tipo de actividad es más rentable, dado que esta actividad se da en los laboratorios clínicos y farmacéuticas.

En administración pública, la electricidad es la más rentable, debido por el tipo de actividad, depende directamente de este tipo de energético. Seguido por combustible motor que se utiliza en principalmente en la mensajería de papelería y otros (transportes).

Y, por último finanzas y negocios; que también es una actividad que depende directamente de la electricidad puesto que la actividad se realiza desde una oficina, y que depende también de la mensajería y por ende el traslado de la mismas requiriendo combustible motor.

Tabla XXXV. **Tipos de energéticos en los sectores**

Combustible	Comercio y servicios (KWh/Q)	Administración pública (KWh/Q)	Finanzas y negocios (KWh/Q)
Combustible. motor	0,02	0,01	0,01
Electricidad	0,42	0,61	0,02
Usos Térmicos	0,48	0	0

Fuente: Dirección General de Energía, Balance Energético

#### **2.4.6.1 Uso de los energéticos para la calefacción**

Los diferentes tipos de energéticos que posee nuestro país y la disponibilidad que ellos tienen como: combustible tradicional (leña), electricidad, combustible fósil (gasolina, diésel, glp.etc.), hacen que la aceptación de estos energéticos varíe, sin embargo en lo que se refiere el sector servicio y comercio la leña ocupa solo el 30 % de aceptación mientras la electricidad con el 67 % y por último combustible fósil con el 3 %.

La penetración de las energías en aire acondicionado la electricidad es la que aporta un 95 %, mientras que el no eléctrico puede ser de cualquier otro tipo de energético con una participación en total del 5 %.

### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Proyecciones de la demanda eléctrica a través de escenarios económicos**

Para la proyección de la demanda eléctrica a través de escenarios económicos se utilizará el método con el nombre: Modelo para el Análisis de la Demanda de Energía (MAED) el cual permite estructurar la demanda de energía según las necesidades y/o disponibilidad de datos.

Unas de las cualidades del MAED es la desagregar la demanda de energía en cada uno de los sectores económicos. En este caso se continúa con la desagregación que presenta el Banco de Guatemala por ejemplo, agricultura, residencial, construcción, minería, manufacturero, comercio y Servicios.

En el sector residencial se desagrega en grupos rurales y urbanos y en varias categorías de uso final en cada grupo de viviendas, en el sector servicios tiene algunas categorías de uso final adicionales; igualmente se agregaron modos y combustibles adicionales para el sector transporte.

Se pueden definir hasta diez subsectores en cada uno de sectores principales de la economía, es decir, desde el sector agricultura hasta sector comercio y servicios mencionados arriba, pueden definir hasta quince modos de transporte para cada transporte de pasajeros interurbano y urbano predefinido y el transporte de carga.

### **3.1.1. Metodología para determinar la demanda eléctrica futura de Guatemala**

El modelo calcula la demanda de energía a nivel de subsector y de actividad.

Los aspectos técnicos del modelo MAED y los supuestos importantes que están detrás del marco teórico del modelamiento que evalúa la demanda futura de energía con base en escenarios de desarrollo socioeconómico, tecnológico y demográfico a mediano y largo plazo.

El modelo relaciona sistemáticamente la demanda de energía específica para producir varios bienes y servicios identificados en el modelo, con los factores tecnológicos, económicos y sociales correspondientes que afectan esta demanda.

La demanda de energía se desagrega en un gran número de categorías de uso final; cada una corresponde a un servicio dado o a la producción de cierto bien.

Además incluye la demanda de bienes y servicios en función de varios factores determinantes, en los que se incluyen el crecimiento de la población, el número de habitantes por vivienda, el número de equipos electrodomésticos usados en la hogares, la movilidad de la población y los diferentes de modos de transporte, las prioridades nacionales para el desarrollo de ciertas industrias o sectores económicos, la evolución de la eficiencia de ciertos tipos de equipamiento, la penetración de nuevas tecnologías o formas de energía en el mercado. Las tendencias futuras que se esperan para estos factores determinantes, que en su conjunto constituyen los escenarios.

Estos factores determinantes permiten evaluar varias categorías de demanda de energía para cada sector económico considerado en el MAED. La demanda total de energía para cada categoría de uso final se agrega en cuatro sectores principales consumidores de energía.

Industria (que incluye agricultura, construcción, minería y manufacturero), transporte, residencial y comercio y servicios. El modelo proporciona un sistema de contabilidad sistemático para evaluar el efecto que tendrían en la demanda de energía, un cambio en la economía o en el nivel de vida de la población.

El punto de partida para usar el modelo MAED es la construcción del patrón de consumo de energía del año base dentro del modelo. Esto requiere la recopilación y conciliación de los datos necesarios de las diferentes fuentes, deducir y calcular varios parámetros de entrada y ajustarlos para reproducir el balance energético en el año base. Este proceso ayuda a ajustar el modelo a la situación específica del país.

El paso siguiente es desarrollar los escenarios específicos para la situación y objetivos futuros del país. Los escenarios pueden ser subdivididos en dos subescenarios:

El primero se refiere a un sistema socioeconómico describiendo las características fundamentales de la evolución económica y social del país.

El segundo se refiere a los factores tecnológicos que afectan el cálculo de la demanda, por ejemplo, la eficiencia y el potencial de penetración en el mercado de cada forma de energía disponible.

La clave para obtener escenarios creíbles y útiles está en la consistencia interna de los supuestos, especialmente para la evolución tecnológica, económica y social.

La demanda se calcula primero en términos de energía útil y después se convierte a energía final, teniendo en cuenta la penetración en el mercado y la eficiencia de cada fuente de energía que compite, que se especifican como parámetros de entrada en los escenarios.

Los usos de energía no sustituible como el combustible motor para los vehículos, o la electricidad para usos específicos (electrólisis, iluminación, etc.) se calculan directamente en términos de energía final.

Para la demanda de combustibles fósiles no se separa en términos de carbón, gas o petróleo, debido a que este suministro de energía depende principalmente de las posibilidades tecnológicas del suministro y los precios relativos de estos combustibles, aspectos que están fuera del alcance del análisis del modelo.

La sustitución de combustibles fósiles por nuevas formas de energías alternativas (es decir, solar, calefacción centralizada, etc.), debido a que, en el futuro, éstas formas de energía pueden introducir importantes cambios estructurales en la demanda de energía. Dado que estas sustituciones serán determinadas fundamentalmente por decisiones políticas.

El uso de las energías no sustituibles tales como combustible motor para autos, electricidad para usos específicos (electrólisis, alumbrado, etc.) se calculan directamente en términos de energía final.

### **3.2. Escenario uno: crecimiento bajo**

En el escenario bajo el consumo para el 2035 será del 3 % ya que los ingresos económicos de la población seguirán siendo bajos, haciendo que las familias no puedan demandar más insumos de los necesarios para sobrevivir. Y que dependerán de energías de bajo costo.

### **3.3. Escenario dos: crecimiento medio**

En el escenario medio el consumo para el 2035 será del 4 % donde las condiciones económicas de las familias serán mejores y que las industrias que están funcionando actualmente sigan demandando energéticos y que los precios de los derivados de petróleo no aumenten para que tengan una producción en igual cantidad o más. La cantidad de bosques por hectáreas crezcan.

### **3.4. Escenario tres: crecimiento alto**

En el escenario alto, el crecimiento de los consumos será de 5 % donde las personas demanden más energéticos debido a un mayor ingreso familiar que conlleva a la dependencia de más equipos electrodomésticos así como, el crecimiento del número de industrias, el aumento de producción de las industrias existentes y la cantidad de personas finalmente los precios de los derivados de petróleo bajen y que aumente la cantidad de bosque en el país para que sea más barata la leña y que las energías renovables tengan una mayor participación que actualmente.

### **3.5. Proyecciones de la demanda eléctrica a través de eficiencia energética y penetración respecto a otros energéticos**

La política energética de Guatemala contempla tres ejes de proyección de la demanda eléctrica a través de eficiencia energética y la penetración respecto a otros energéticos las cuales son: el eje de alumbrado público, el eje industrial y el eje de programa de etiquetado.

En el panorama general nacional se contempla la sustitución de 9 millones de bombillas incandescente, la cual se tiene proyectado un ahorro en la demanda eléctrica de 200 MW equivalentes a 772 GWh-año.

Ahora en el eje de alumbrado público y que esta representa en la mayoría de facturas de los usuarios más del 50 %. En este proyecto se tiene contemplado el cambio de alumbrado público de las lámparas de mercurio por la lámpara de sodio con esto se espera ahorrar en la demanda de energía 25 MW.

Además este proyecto pretende involucrar el Instituto Fomento Municipal (INFOM), ya que es el actor beneficiado con este proyecto la cual trae beneficios económicos para los municipios de la República puesto que disminuye la factura de energía.

El proyecto de alumbrado público contempla la sustitución de 300,000 luminarias de mercurios por tecnologías de vapor de sodio con la que se proyecta un ahorro de 25 MW, con la que se espera ahorra el 25 % de la factura y que representa un costo aproximado del proyecto de U\$\$12 MM.

Por otro lado respecto al eje de Eficiencia Industrial la política energética contempla las siguientes particularidades:

- Crear la oficina de Ahorro y Eficiencia Energética Industrial
- Brindar asesoría en el área industrial sobre eficiencia
- Diseño de planes de sustitución de equipo

El tercer eje se refiere al Programa de Etiquetado que contempla identificar la eficiencia de los consumos eléctricos de los diferentes equipos de importación que serán utilizados en los diferentes sectores de consumo energético en el país la cual tiene contemplado lo siguiente.

Colaborar con MINECO para la creación de la normativa sobre el etiquetado de carácter obligatorio para los productos que demanden electricidad.

### **3.5.1. Premisas de eficiencia energética**

¿Qué energía se requiere? Si bien es indudable que el país requiere más energía, requiere de energías que además sean limpias y renovables, que además se encuentran en abundancia en el país, como es la generación hídrica y la generación geotérmica. Pero muchas de ellas requieren de desarrollo y apoyo suficiente para permitir que la participación en la matriz sea cada vez más apreciable. Por otra parte, no se puede prescindir de la energía térmica que permite contar con energía estable y segura para el suministro. Pero al igual como lo establece la política energética que es fundamental seguir incorporando los máximos estándares ambientales y fomentando el ingreso de energías renovables a la matriz.

Los países se enfrentan a varios desafíos para definir una política energética que facilite el proceso hacia un desarrollo sostenible, dentro de éstos desafíos se encuentran siguientes:

- Altos precios de los energéticos y su volatilidad
- Cambio climático y reducción de contaminación ambiental
- Promover la seguridad y el autoabastecimiento energético
- Acceso a recursos para inversión
- Uso eficiente y racional de los recursos energéticos

Guatemala se enfrenta al desafío de contar con recursos energéticos suficientes y competitivos para alcanzar el anhelado desarrollo en las próximas décadas, siendo unos de los objetivos y aspiraciones de cualquier gobierno esperar beneficiará a todos los guatemaltecos, por esta razón el Gobierno ha proyectado el crecimiento de definiendo políticas a largo plazo en materia energética.

Bajo esta premisa, nace la Política Energética para el período 2012- 2027 como, un documento guía para los distintos sectores involucrados, está coordinado por el Ministerio de Energía y Minas, como institución rectora del sector energético y minero con la finalidad de adoptar una posición clara con respecto del desarrollo futuro y de la matriz energética, junto con las principales orientaciones y medidas para la materialización.

La política energética implementada por el Ministerio de Energía y Minas tiene un alto componente de desarrollo humano, social y económico; además de convertir al país en productor y exportador de energía para los países vecinos, atracción de inversión, generación de empleo y cambiar la matriz de generación eléctrica en el país, para reducir en el mediano y largo plazo el

impacto de la variación de los precios del crudo en el mercado internacional, el cual repercute en los costos de la generación de electricidad.

La composición geográfica del país, además de elementos culturales, recursos limitados, no ha permitido aún que miles de guatemaltecos que viven en el área rural cuenten con energía eléctrica, lo que ha frenado el desarrollo de los habitantes y de el nivel de vida.

### **3.5.2. Objetivo estratégico de la política energética**

Asegurar que nuestra población tenga acceso a suministros de energía suficientes, costeables y confiables en términos y condiciones que respalden el crecimiento económico y la prosperidad de todos los guatemaltecos y guatemaltecas.

### **3.5.3. Los objetivos específicos de la política**

- Evitar la crisis mejorando las condiciones del futuro eléctrico del país, respetando las políticas ambientales, sociales, económicas y de transparencia, generadas por el Gobierno.
- Cubrir el crecimiento de la demanda de energía actual y futura, de manera que el sector eléctrico sea confiable y cuente con las reservas técnicas que debe tener, evitando posibles futuros racionamientos de energía eléctrica.
- Fortalecer el sistema de transmisión de energía eléctrica, de manera que sea más confiable y tenga la capacidad para transmitir la nueva

generación de energía que se requiere para cubrir la demanda creciente del país.

- Modificar la matriz energética del país, a fin de hacerla más eficiente, al reducir la dependencia del petróleo e impulsar las fuentes renovables de energía. Con esta diversificación se pretende priorizar el desarrollo de los proyectos con energías renovables, optimizando la utilización de los recursos naturales del país, para que en el año 2022 la generación de energía eléctrica sea como mínimo el 60 % con recursos renovables, así como, minimizar el impacto en el medio ambiente al reducirse las emisiones de gases de efecto invernadero a través del cambio de la matriz energética.
- Impulsar la integración energética regional considerando la oferta de generación y la demanda de consumo provenientes de las interconexiones internacionales para la evaluación y optimización económica, dentro del proceso de planificación.
- Implementación de medidas de eficiencia energética, como un pilar importante para garantizar la seguridad energética es el ahorro en el consumo, ya que el uso eficiente de la energía eléctrica permitirá cubrir la demanda con menor oferta, generando ahorros para la población en materia de alumbrado domiciliar y alumbrado público. En este sentido, se está impulsando el programa de eficiencia en alumbrado público y domiciliar que permita, en el corto plazo, bajar el monto de la factura de energía para la población.

#### **3.5.4. Simulación de demanda aplicando políticas energéticas**

Haciendo referencia a los datos estadístico de los balances energéticos de los años 2002 al 2006 se tiene que la oferta y la demanda de electricidad a nivel nacional, el primero mostró un incremento del 20,3 % mientras que la demanda se ubicó en un 25 % durante dicho período. Pese a dicha demanda interna, si se pudo cubrir con la producción nacional.

Haciendo que Guatemala haya mantenido un superávit entre 361,8 y 562,8 GWh. Por otro lado la oferta de Guatemala crece entre 90 y 100 MW anualmente y la demanda crece actualmente en un 7 %, por lo que el país está utilizando las reservas que todo sector eléctrico confiable debe tener una reserva del 15 %.

Al tener la demanda en crecimiento a niveles mayores que la oferta, genera costos variables más altos, lo que trae consecuencias serías para la economía nacional, puesto que las empresas que ya están instalados en el país pierden competitividad y las que quieren invertir ven con mucha preocupación los altos precios.

Al no existir nuevas inversiones en el sistema de transporte, la energía al usuario final es más cara pues se incrementan las pérdidas de transmisión y por restricciones en el sistema de transporte se tiene que generar con máquinas más caras cuando hay otras de menor costo.

Para alcanzar este objetivo de la demanda aplicando las políticas energéticas, se deberá ejecutar un plan de trabajo, que permita incrementar el parque generador actual en al menos 1 000 MW de potencia instalada, con base en los siguientes lineamientos.

- Promoción de nuevos proyectos de generación térmica, con base en carbón.
- Promoción de nuevos proyectos de generación hidroeléctrica, con particular énfasis en grandes proyectos del INDE y pequeños proyectos con participación comunitaria.
- Implementación de proyectos de generación para comunidades aisladas del Sistema Nacional Interconectado (SNI), mediante el uso de energía solar y/o otros renovables.
- Apoyar la ejecución de proyectos hidroeléctricos binacionales con México y El Salvador.
- Promover y apoyar el desarrollo geotérmico en el país con potencial de 1 000 MW.
- Convertir generación de alto costo por bunker a generación por carbón, donde sea factible.
- De esta forma, se debe alcanzar la matriz energética objetivo de mediano y largo plazo, para el 2012 y 2022.

### **3.5.5. Implementación de políticas energéticas disminución del consumo de leña**

Las estufas mejoradas fueron diseñadas con el propósito de ahorrar leña, desde 1976 cuando se creó la estufa *de Lorena*, a la fecha se han difundido en Guatemala por lo menos una veintena de modelos, los cuales varían en materiales, tamaño, costos, siempre enfocado al ahorro de leña.

Dentro de los modelos difundidos, las estufas de plancha metálica con hornillas de discos y aros desmontables, son los que mayor aceptación han tenido en la población del área rural.

Estas estufas protegen la salud de los moradores de las viviendas, ya que el humo se evacua por la chimenea hacia fuera; permite cocinar varios alimentos a la vez, ya que cuenta con varias hornillas de distintos tamaños, además, puede ser utilizada para el asado de carne o para cocer tortillas, y por la noche para el secado de leña, aprovechando el calor residual; ahorra leña, ya que la cámara de combustión encierra el calor generado por la leña; no presenta ningún riesgo para los niños, por estar la estufa por encima del suelo; y comodidad, ya que las señoras no tiene que arrodillarse para preparar los alimentos.

Las estufas ahorradoras de leña tipo plancha metálica se han diseñado para ser construidas sobre un pollo, el pollo puede ser construido con blocks, adobes o de ladrillos. La estufa cuenta con una cámara de combustión, que es el lugar donde se quema la leña.

Es indudable que en materia de estufas mejoradas en los últimos años han habido avances significativos; el despertar de las comunidades rurales en

la búsqueda de manejar sus recursos naturales de una forma sostenida, ha sido la principal motivación para el éxito de las más recientes iniciativas en el campo del uso eficiente de la leña como energético.

No puede decirse que el proceso esté concluido, o que el deterioro de los bosques se haya detenido, quizá sea este el momento preciso para reforzar los programas exitosos y reformular aquellos de poco éxito. El ahorro de la energía y el manejo adecuado de los recursos naturales renovables es sin duda un proceso continuo cuya dinámica es paralela al crecimiento de la población y a su búsqueda constante de satisfactores.

Existen muchos aspectos que deben continuarse trabajando, como el promover el uso masivo de los modelos más eficientes de estufas mejoradas y trabajar en el tema de la sustitución de la leña por otros combustibles.

### **3.5.6. Política de eficiencia energética: ahorro de electricidad en el sector residencial**

Para la caracterización de los consumos residenciales en iluminación, refrigeración y otros, desde el presente año hacia el 2035, es necesario considerar el crecimiento de las viviendas en dicho período, como consecuencia del crecimiento de la población. Para ello se hará, en primera instancia, una proyección de la cantidad de hogares, para luego proyectar los consumos respectivos

Para la proyección demográfica se utilizó información del Instituto Nacional de Estadística (INE), en base a las encuestas realizadas por dicha institución en los años 1981,1994 y 2002 las cuales se cree que al año 2035 la población

ascenderá a 23 546,402. Siendo necesario desagregar la población total en urbana y rural.

Para el presente trabajo se hará con la población desagregada en urbana y rural, pues las políticas de eficiencia energética suelen tener una mejor aceptación y por lo tanto mayor penetración en la primera que en la segunda, debido a distancia, la falta de recursos o simple desinformación.

#### **3.5.6.1. Caracterización del consumo eléctrico de las viviendas**

Las viviendas a nivel nacional y censo 2002 detallan que las viviendas ascienden a 2 200,608 a nivel nacional. Y si se considera solo los que están conectados al Sistema Nacional Interconectado (SNI) que asciende a 1 024 306 y según la Dirección General de Energía el índice de cobertura eléctrica en el país es de 84,6 %.

En cuanto al consumo eléctrico del sector residencial, esta desagregado por bloques de 0 a 50kWh, 51 a 1000kWh, 101 a 300kwh y los grandes usuarios de 300kw para arriba.

Durante los últimos 6 años, el consumo residencial ha tenido un crecimiento lineal. La proyección de la demanda (línea base año 2006), la cual se cree que la demanda se mantendrá de esta forma.

#### **3.5.6.2. Potenciales de ahorro en iluminación**

Las actividades que de mayor importancia en las viviendas son calentamiento de agua, cocción e iluminación.

En cuanto a la iluminación en los hogares, existen en la actualidad varios tipos de lámparas que permiten un ahorro de energía eléctrica:

Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC): Conocidas también como bombillas o circulares de bajo consumo, existen en diferentes formas y Características. Comparativamente con las bombillas incandescentes, las LFC consumen 20 % de la energía y el resto la convierte en iluminación mientras que las incandescentes el 84 % la convierten en calor y el resto en la iluminación.

De esta forma, por ejemplo, una LFC de 20 W equivale en luminosidad a una incandescente de 100 W.

Tubos Fluorescentes T5: la eficiencia energética de los tubos fluorescentes también ha mejorado. En la actualidad los tubos de fluorescentes son del tipo

T10 o T8 ambos usando un balasto magnético. El tubo T8 es más eficiente que el T10, siendo, en ambos casos, los balastos magnéticos responsables de parte importante de las pérdidas energéticas.

En los últimos años se ha desarrollado balastos electrónicos de mejor calidad y menor costo, cuyo consumo eléctrico es mínimo, mejorando la eficiencia y el rendimiento del sistema de iluminación.

### **3.5.7. Prescribir la carga eléctrica y curva de duración de carga**

La curva es la representación de la forma en que el consumidor hace uso de la energía eléctrica además representa las potencias activas demandadas, donde es posible identificar algunos parámetros como lo son:

- Máxima demanda diaria del sistema, que por lo regular ocurre una vez al día y su abreviación es ( $P_m$ )
- Mínima demanda diaria del sistema y su abreviación es ( $P_{in}$ )

Tal como se muestra en la Figura XXVII, la demanda del Sistema Nacional Interconectado de Guatemala, en la cual se observa que la potencia requerida aumenta al iniciarse las primeras horas del día, este aumento se mantiene hasta cerca del medio día cuando ocurre la demanda máxima con un periodo de una hora, es decir, entre 11:00 a las 12:00 horas) para luego disminuir en horas de la tarde, aumentando sostenidamente hacia las primeras horas de la noche (18:00 horas), en que si bien la actividad industrial y comercial disminuye, aparece el alumbrado público y domiciliario, es en este periodo (18:00 a 21:00 horas) aparece el valor máximo de la demanda.

El siguiente período de las 21:00 horas hacia la media noche la potencia disminuye rápidamente para alcanzar el valor mínimo de potencia. En esta representación es posible encontrar el valor medio diario de potencia  $P_{med}$ .

Por otra parte el área encerrada bajo la curva y el eje de tiempo es la energía demandada a lo largo del día.

Figura 27. Curva del sistema

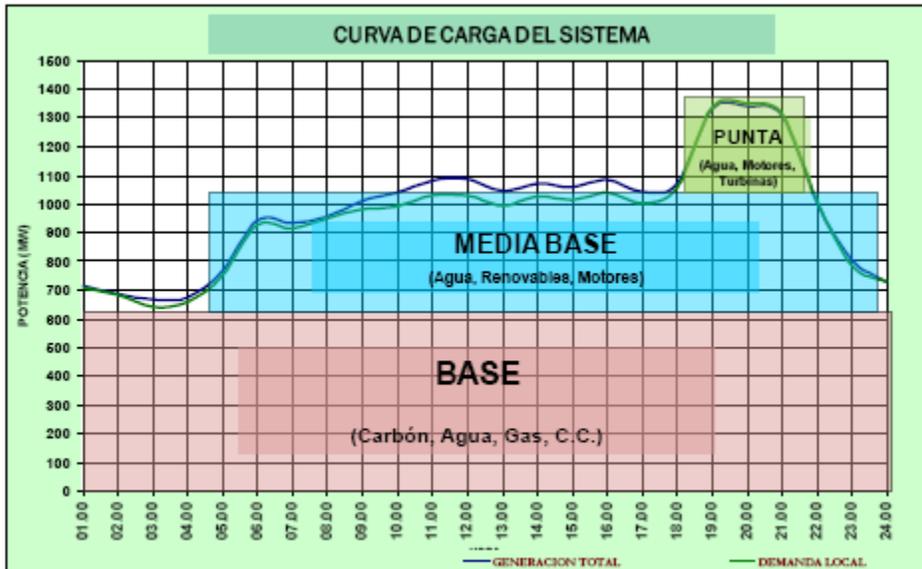


Ilustración 3. Curva de carga eficiente para el Sistema de Generación

Fuente: Asociación de Mercado Mayorista.

### 3.5.7.1. Duración de carga

Para cada día de la semana existe un perfil de carga determinado, así para el Sistema Nacional interconectado se pueden diferenciar los siguientes perfiles.

- Días laborales (lunes a viernes), sábado, domingo, feriados y asuetos

Por tal razón la punta de la demanda es cubierta por centrales hidráulicas de regulación, que podrían aumentar la potencia de generación y por consiguiente, disminuir sus horas medias de utilización.

Mientras que las variaciones en horas valles son cubiertas por las plantas hídricas o de carbón baratos. Para minimizar costos de la energía las plantas más baratas son las que generan más energías.

### **3.5.7.2. Cambio de matriz energética**

Este programa tiene como objetivo modificar la composición actual del parque generador de Guatemala, con una visión de corto, mediano y largo plazo, que permita en el año 2022, contar con el 58 % de la generación eléctrica del país a base de agua, de manera que se reduzca el precio de la tarifa eléctrica, tanto para usuarios residenciales como industriales.

Para alcanzar este objetivo se debe modificar la curva de carga actual del sistema de generación, de manera que se vuelva más eficiente y económica. Ilustración 3. Curva de carga eficiente para el Sistema de Generación Esta curva de carga, posible con una matriz energética eficiente, permitirá no sólo alcanzar mejores costos marginales del sistema nacional, sino también, disminuir el impacto ambiental de la generación de energía.

### **3.5.8. Propuestas para políticas de consumo eléctrico**

Existe varias propuestas uno de ellos es la normalización de cobro por tasa municipal el objetivo principal es que la CNEE en conjunto con ANAM Y MEM propongan a las alcaldías del país una metodología estandarizada para cobro de la tasa municipal.

Con el proyecto de interconexión Guatemala México se espera que apoye y permita introducir al sistema nacional 200 MW adicional de energía.

Por otro lado el Sistema de Integración Eléctrico para América Central SIEPAC a fin de alcanzar el objetivo de integración eléctrica centroamericana, impulsará la ejecución de las obras de las líneas Aguacapa-La Vega y Quetzaltenango-Sololá, con lo que Guatemala podrá, no sólo asegurar el suministro eléctrico, sino además, convertirse en un exportador de energía para la región.

Ante todos los proyectos que se tiene proyectados y otros ya ejecutados como la interconexión Guatemala-México, el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) tiene el programa de focalización del subsidio la cual tiene por objetivo focalizar el subsidio en los sectores de la población con menores ingresos que según un estudio socioeconómico realizado por SEGEPLAN refleja que el 47 % seguido por usuarios que ganan entre Q.2 000,00 y Q.5 000,00 mensuales por núcleo familiar de los usuarios ante tal situación.

De estos usuarios, se beneficiaría del subsidio los usuarios que consuman hasta 100 kWh. El 30 % de consumidores (603 mil contadores), que consumen más de 100 kWh, pero no rebasan los 300 kWh al mes, continuarán dentro de la tarifa social, sin subsidio adicional.

Además de este subsidio se tiene el plan ahorro y eficiencia energética que contempla educación continua, alumbrado domiciliar, alumbrado público, eficiencia industrial, programa de etiquetado.

#### **3.5.8.1. Educación continua**

Elaborar el material educativo dirigido a los maestros de educación primaria del país, para que a través de ellos, se cree una cultura de ahorro y uso eficiente de la energía y los combustibles, así como fomentar el

aprovechamiento sostenible de los recursos mineros y petroleros en las nuevas generaciones.

También incluye la implementación de campaña de divulgación para el ahorro de la energía en todo el país (incluye capacitación, anuncios de prensa, radio y televisión, así como calcomanías, volantes, y suplementos especiales con consejos prácticos), ahorro domiciliario, industrial y estatal, como el cambio de lámparas incandescentes a fluorescentes, uso de paneles solares, mejorar el factor de potencia en la industria, uso de *switch* de proximidad, etc. El esfuerzo debería ser realizado conjuntamente con las empresas del sector energético y la Secretaría de Comunicación Social de la Presidencia.

#### **3.5.8.2. Alumbrado domiciliario**

Dentro del programa de Ahorro Energético, el MEM impulsa el programa de sustitución de bombillas incandescentes de 75 W por bombillas ahorradoras de 15 W en a nivel domiciliario. El proyecto permitiría un ahorro de energía hasta de un 80 % con relación al consumo de las bombillas incandescentes.



## **4. FASE DE CAPACITACIÓN**

### **4.1. Objetivo del método de capacitación**

El objetivo primordial del método de capacitación es dar a conocer al personal de la institución el uso y aplicación que se le puede dar al modelo para el análisis de la demanda de energía para la formulación de proyectos energéticos y otros. La cual solo por esta herramienta se podría obtener resultados de indicadores confiables.

### **4.2. Método magistral**

Los métodos de capacitación son un conjunto de procedimientos orientados a lograr objetivos del proceso enseñanza-aprendizaje

El método que se uso para la capacitación fue el de clases magistrales referentes a la capacitación del uso del modelo para el Análisis de la Demanda de Energía (MAED). Por lo que fue muy necesario utilizar presentaciones en Microsoft Power Point, en dicha capacitación asistieron personal de la Dirección General de Energía la cual está representado en ingenieros, y trabajadores de los distintos departamentos.

### **4.3. Período de capacitación**

La duración de esta actividad fue de aproximadamente de dos horas e impartida en las instalaciones de la institución. Dado que el programa está elaborado en Excel y puede ser modificable y accesible de explicar las variables

que utiliza este método, entre las cuales se puede mencionar; el Producto Interno Bruto (PIB); Demografía Poblacional, es decir, el porcentaje de crecimiento poblacional anual, clasificación de viviendas rural y urbano, fuerza laboral potencial, fuerza laboral trabajadora y fuerza laboral activa, asimismo el porcentaje de población de grandes ciudades en este caso se utilizaron datos de la cabeceras de departamentales.

Otra de las variables importante es la intensidad energética que toma en cuenta la energía final por unidad monetaria para los combustible motor y los usos específico de la electricidad; la energía útil por unidad monetaria para los usos térmicos.

## CONCLUSIONES

1. En Guatemala se identificaron los sectores de consumo; industrial, comercio y servicios, residencial y transporte.
2. El crecimiento de las demandas de cada sector energético dependerá de dos factores, el crecimiento porcentual de la población y el PIB.
3. Según el consumo energético por sectores es de 62,51 %, por el sector residencial, 25,16 % el sector transporte, 6 % para la industria y para el sector comercio y servicio es de 3,9 % según La Dirección General de Energía.
4. Para el escenario bajo se determinó que el consumo para el 2035 será del 3 % ya que los ingresos económicos de la población seguirán siendo bajos, haciendo que las familias no puedan demandar más insumos de los necesarios para sobrevivir. Y que dependerán de energías accesibles.
5. Para el escenario medio se determinó que el consumo para el 2035 será del 4 % del año base donde las condiciones económicas de las familias, mejoren y que las industrias que están funcionando actualmente sigan demandando energéticos y que los precios de los derivados de petróleo no aumenten para que tengan una producción en igual cantidad o más. La cantidad de bosques por hectáreas crezcan.

6. En el escenario alto se determinó el crecimiento de los consumos será de 5 % donde las personas demanden más energéticos debido a un mayor ingreso familiar que conlleva a la dependencia de más equipos electrodomésticos así como, el crecimiento del número de industrias, el aumento de producción de las industrias existentes y la cantidad de personas finalmente los precios de los derivados de petróleo bajen y que aumente la cantidad de bosque en el país para que sea más barata la leña y que las energías renovables tengan una mayor participación que actualmente.

## RECOMENDACIONES

1. Es importante dirigir programas de estufas mejoradas al sector residencial dado que actualmente es el sector con una demanda de leña del 91 %, respecto los otros energéticos.
2. Que las industrias realicen periódicamente una auditoria energética a sus equipos eléctricos para determinar los gastos innecesarios de energía.
3. Que hayan más construcciones de hidroeléctricas, sistemas fotovoltaicos para uso domiciliario y comercial (paneles solares, crear un parque eólico).
4. En el sector transporte cambiar el tipo de automotor con miras a la eficiencia energética.
5. Debe existir una unidad de información en el MEM de datos históricos y actuales relacionados con el crecimiento de la población, PIB, desagregación de los sectores, datos de fuentes energética par realizar una prospectiva más apegada a la realidad.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Banco de Guatemala Sistema de Cuentas Nacionales. [en línea] <http://www.banguat.gob.gt>. [Consulta: agosto de 2012].
2. Instituto Nacional de Estadística. XI censo nacional de población y VI de habitación 2002. [en línea] [http:// www.ine.gob.gt](http://www.ine.gob.gt). [Consulta: abril de 2011].
3. Ministerio de Energía y Minas. *Guía del subsector eléctrico y de las energías renovables 2010*. [en línea] <http://www.mem.gob.gt>. [Consulta: abril de 2011].
4. Modelo para el análisis de la demanda de energía (MAED-2) OIEA VIENA, 2007, 201 p.
5. Superintendencia de Administración Tributaria. Parque vehicular. [en línea] <http://www.portal.sat.gob.gt>. [Consulta: septiembre de 2011].



## APÉNDICE

Tabla I. Demografía

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Población*	[millón]	13,02	13,68	14,36	16,18	18,055	19,96	21,804	23,546	25,164	27,929
Tasa de crec. Pob.*	[%p.a.]		2,200	2,469	2,408	2,222	2,029	1,781	1,549	1,338	1,048
Pob. Urbana	[%]	46,100	46,100	46,100	46,100	46,100	46,100	46,100	46,100	46,100	46,100
habitantes/casa	[cap]	4,054	4,054	4,054	4,054	4,054	4,054	4,054	4,054	4,054	4,054
Viviendas	[millón]	1,481	1,556	1,633	1,840	2,053	2,270	2,480	2,678	2,862	3,176
Pob. Rural	[%]	53,900	53,900	53,900	53,900	53,900	53,900	53,900	53,900	53,900	53,900
habitantes/casa	[cap]	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95
Viviendas	[millón]	1,179	1,239	1,301	1,465	1,636	1,808	1,975	2,133	2,280	2,530
Fuerza laboral pot.	[%]	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000
Fuerza laboral trab.	[%]	50,050	50,050	50,050	50,050	50,050	50,050	50,050	50,050	50,050	50,050
Fuerza laboral activa	[millón]	4,561	4,792	5,032	5,667	6,326	6,994	7,639	8,249	8,816	9,785
Porc. Pob. en grandes ciudades	[%]	34,320	34,320	34,320	34,320	34,320	34,320	34,320	34,320	34,320	34,320
Pob. en grandes ciudades	[millón]	4,468	4,694	4,929	5,552	6,196	6,851	7,483	8,081	8,636	9,585

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla II. Total y estructura del PIB por los principales sectores económicos

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
PIB*(mil millones)	US\$	30,199	32,188	34,308	40,237	47,192	55,349	64,916	76,136	89,295	122,831
Tasa crec. PIB*	[%]		3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240
PIB/cap	US\$	2 319,7	2 353,3	2 388,8	2 487,5	2 613,8	2 772,7	2 977,2	3 233,4	3 548,5	4 398,0
Agricultura	[%]	11,265	11,265	11,265	11,265	11,265	11,265	11,265	11,265	11,265	11,265
Construcción	[%]	5,139	5,139	5,139	5,139	5,139	5,139	5,139	5,139	5,139	5,139
Minería	[%]	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422
Manufactura	[%]	18,728	18,728	18,728	18,728	18,728	18,728	18,728	18,728	18,728	18,728
Servicios	[%]	60,780	60,780	60,780	60,780	60,780	60,780	60,780	60,780	60,780	60,780
Energía	[%]	2,666	2,666	2,666	2,666	2,666	2,666	2,666	2,666	2,666	2,666

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla III. Distribución del PIB por subsectores de la Construcción y minería

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Construcción	[%]	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
Infraestructura	[%]	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla IV. Distribución del PIB por subsectores de la Minería

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Minería	[%]	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
No metales	[%]	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
Otros	[%]	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla V. Distribución del PIB por subsectores de la Manufactura

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Materiales Básicos	[%]	87,480	87,480	87,480	87,480	87,480	87,480	87,480	87,480	87,480	87,480
Maquinaria y equipo	[%]	12,520	12,520	12,520	12,520	12,520	12,520	12,520	12,520	12,520	12,520

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla VI. Distribución del PIB por subsectores de la Manufactura

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Comercio y Servicios	[%]	80,800	80,800	80,800	80,800	80,800	80,800	80,800	80,800	80,800	80,800
Administración Pública	[%]	10,600	10,600	10,600	10,600	10,600	10,600	10,600	10,600	10,600	10,600
Financias y Negocios	[%]	<b>8,600</b>									

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla VII. Distribución del PIB por subsectores de la Manufactura

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Agricultura</b>	<b>[mil millones US\$]</b>	<b>3,4</b>	<b>3,6</b>	<b>3,9</b>	<b>4,5</b>	<b>5,3</b>	<b>6,2</b>	<b>7,3</b>	<b>8,6</b>	<b>10,1</b>	<b>13,8</b>
<b>Construcción</b>	<b>[mil millones US\$]</b>	<b>1,6</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	<b>2,1</b>	<b>2,4</b>	<b>2,8</b>	<b>3,3</b>	<b>3,9</b>	<b>4,6</b>	<b>6,3</b>
Construcción	[mil millones US\$]	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	1,7	2,0	2,3	2,8	3,8
Infraestructura	[mil millones US\$]	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8	2,5
<b>Minería</b>	<b>[mil millones US\$]</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>
Minería	[mil millones US\$]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
No metales	[mil millones US\$]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
Otros	[mil millones US\$]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6
<b>Manufactura</b>	<b>[mil millones US\$]</b>	<b>5,7</b>	<b>6,0</b>	<b>6,4</b>	<b>7,5</b>	<b>8,8</b>	<b>10,4</b>	<b>12,2</b>	<b>14,3</b>	<b>16,7</b>	<b>23,0</b>
Materiales Básicos	[mil millones US\$]	4,9	5,3	5,6	6,6	7,7	9,1	10,6	12,5	14,6	20,1
Maquinaria y equipo	[mil millones US\$]	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,1	2,9
<b>Servicios</b>	<b>[mil millones US\$]</b>	<b>18,4</b>	<b>19,6</b>	<b>20,9</b>	<b>24,5</b>	<b>28,7</b>	<b>33,6</b>	<b>39,5</b>	<b>46,3</b>	<b>54,3</b>	<b>74,7</b>
Comercio y Servicios	[mil millones US\$]	14,8	15,8	16,8	19,8	23,2	27,2	31,9	37,4	43,9	60,3
Administración Pública	[mil millones US\$]	1,9	2,1	2,2	2,6	3,0	3,6	4,2	4,9	5,8	7,9

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla VIII. Distribución del PIB por subsectores de la Manufactura

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Financias y Negocios	[mil millones US\$]	1,6	1,7	1,8	2,1	2,5	2,9	3,4	4,0	4,7	6,4
<b>Energía</b>	<b>[mil millones US\$]</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>2,0</b>	<b>2,4</b>	<b>3,3</b>
<b>PIB total</b>	<b>[mil millones US\$]</b>	<b>30,2</b>	<b>32,2</b>	<b>34,3</b>	<b>40,2</b>	<b>47,2</b>	<b>55,3</b>	<b>64,9</b>	<b>76,1</b>	<b>89,3</b>	<b>122,8</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla IX. Distribución del PIB por subsectores de la Manufactura

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Agricultura</b>	<b>[%]</b>		<b>3,240</b>								
<b>Construcción</b>	<b>[%]</b>		<b>3,240</b>								
Construcción	[%]		3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240
Infraestructura	[%]		3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240
<b>Minería</b>	<b>[%]</b>		<b>3,240</b>								
Minería	[%]		3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240
No metales	[%]		3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240
Otros	[%]		3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240
<b>Manufactura</b>	<b>[%]</b>		<b>3,240</b>								
Materiales Básicos	[%]		3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240
Maquinaria y equipo	[%]		3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240
<b>Servicios</b>	<b>[%]</b>		<b>3,240</b>								
Comercio y Servicios	[%]		3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240
Administración Pública	[%]		3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240
Financias y Negocios	[%]		3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240
<b>Energía</b>	<b>[%]</b>		<b>3,240</b>								
<b>PIB total</b>	<b>[%]</b>		<b>3,240</b>								
<b>PIB/cap</b>	<b>[%]</b>		0,722	0,752	0,812	0,996	1,187	1,433	1,665	1,877	2,169

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla X. Intensidades energéticas de combustibles Motor

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Agricultura</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,080</b>									
<b>Construcción</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,539</b>									
Construcción	[kWh/US\$]	0,859	0,859	0,859	0,859	0,859	0,859	0,859	0,859	0,859	0,859
Infraestructura	[kWh/US\$]	0,058	0,058	0,859	0,859	0,859	0,859	0,859	0,859	0,859	0,859
<b>Minería</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,095</b>									
Minería	[kWh/US\$]	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
No metales	[kWh/US\$]	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Otros	[kWh/US\$]	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
<b>Manufactura</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,006</b>									
Materiales Básicos	[kWh/US\$]	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Maquinaria y equipo	[kWh/US\$]	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XI. Intensidades energéticas de usos específicos de electricidad

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Agricultura</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,025</b>									
<b>Construcción</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,442</b>									
Construcción	[kWh/US\$]	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Infraestructura	[kWh/US\$]	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
<b>Minería</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,049</b>									
Minería	[kWh/US\$]	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
No metales	[kWh/US\$]	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029
Otros	[kWh/US\$]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
<b>Manufactura</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,157</b>									
Materiales Básicos	[kWh/US\$]	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Maquinaria y equipo	[kWh/US\$]	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XII. Intensidades energéticas de usos específicos de electricidad

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Agricultura</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,024</b>									
<b>Construcción</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,164</b>									
Construcción	[kWh/US\$]	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253
Infraestructura	[kWh/US\$]	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
<b>Minería</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,085</b>									
Minería	[kWh/US\$]	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
No metales	[kWh/US\$]	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Otros	[kWh/US\$]	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045
<b>Manufactura</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,380</b>									
Materiales Básicos	[kWh/US\$]	0,429	0,429	0,429	0,429	0,429	0,429	0,429	0,429	0,429	0,429
Maquinaria y equipo	[kWh/US\$]	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XIII. Demanda de energía útil para los combustible motor

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Agricultura</b>	<b>GWa</b>	<b>0,031</b>	<b>0,033</b>	<b>0,035</b>	<b>0,041</b>	<b>0,049</b>	<b>0,057</b>	<b>0,067</b>	<b>0,078</b>	<b>0,092</b>	<b>0,126</b>
<b>Construcción</b>	<b>GWa</b>	<b>0,095</b>	<b>0,102</b>	<b>0,108</b>	<b>0,127</b>	<b>0,149</b>	<b>0,175</b>	<b>0,205</b>	<b>0,241</b>	<b>0,282</b>	<b>0,388</b>
Construcción	GWa	0,091	0,097	0,104	0,122	0,143	0,167	0,196	0,230	0,270	0,371
Infraestructura	GWa	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,008	0,009	0,010	0,012	0,017
<b>Minería</b>	<b>GWa</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,006</b>	<b>0,007</b>	<b>0,009</b>	<b>0,010</b>	<b>0,012</b>	<b>0,014</b>	<b>0,019</b>
Minería	GWa	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006	0,007	0,009
No metales	GWa	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,007
Otros	GWa	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003
<b>Manufactura</b>	<b>GWa</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,005</b>	<b>0,006</b>	<b>0,007</b>	<b>0,008</b>	<b>0,010</b>	<b>0,011</b>	<b>0,016</b>
Materiales Básicos	GWa	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007	0,009	0,010	0,014
Maquinaria y equipo	GWa	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,135</b>	<b>0,144</b>	<b>0,153</b>	<b>0,180</b>	<b>0,211</b>	<b>0,247</b>	<b>0,290</b>	<b>0,340</b>	<b>0,399</b>	<b>0,549</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XIV. Demanda de energía útil para usos específicos de la electricidad

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Agricultura</b>	<b>GWa</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,011</b>	<b>0,013</b>	<b>0,015</b>	<b>0,018</b>	<b>0,021</b>	<b>0,024</b>	<b>0,028</b>	<b>0,039</b>
<b>Construcción</b>	<b>GWa</b>	<b>0,078</b>	<b>0,083</b>	<b>0,089</b>	<b>0,104</b>	<b>0,122</b>	<b>0,143</b>	<b>0,168</b>	<b>0,197</b>	<b>0,231</b>	<b>0,318</b>
Construcción	GWa	0,074	0,079	0,085	0,099	0,116	0,136	0,160	0,188	0,220	0,303
Infraestructura	GWa	0,004	0,004	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,010	0,011	0,016
<b>Minería</b>	<b>GWa</b>	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,005</b>	<b>0,006</b>	<b>0,007</b>	<b>0,010</b>
Minería	GWa	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,006
No metales	GWa	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003
Otros	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Manufactura</b>	<b>GWa</b>	<b>0,102</b>	<b>0,108</b>	<b>0,115</b>	<b>0,135</b>	<b>0,159</b>	<b>0,186</b>	<b>0,218</b>	<b>0,256</b>	<b>0,300</b>	<b>0,413</b>
Materiales Básicos	GWa	0,018	0,020	0,021	0,025	0,029	0,034	0,040	0,047	0,055	0,075
Maquinaria y equipo	GWa	0,083	0,089	0,094	0,111	0,130	0,152	0,179	0,210	0,246	0,338
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,192</b>	<b>0,205</b>	<b>0,218</b>	<b>0,256</b>	<b>0,300</b>	<b>0,352</b>	<b>0,412</b>	<b>0,484</b>	<b>0,567</b>	<b>0,780</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XV. Demanda de energía útil para los usos térmicos

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Agricultura</b>	<b>GWa</b>	<b>0,009</b>	<b>0,010</b>	<b>0,011</b>	<b>0,013</b>	<b>0,015</b>	<b>0,017</b>	<b>0,020</b>	<b>0,024</b>	<b>0,028</b>	<b>0,038</b>
<b>Construcción</b>	<b>GWa</b>	<b>0,029</b>	<b>0,031</b>	<b>0,033</b>	<b>0,039</b>	<b>0,045</b>	<b>0,053</b>	<b>0,062</b>	<b>0,073</b>	<b>0,086</b>	<b>0,118</b>
Construcción	GWa	0,027	0,029	0,031	0,036	0,042	0,049	0,058	0,068	0,080	0,109
Infraestructura	GWa	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005	0,005	0,006	0,009
<b>Minería</b>	<b>GWa</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,005</b>	<b>0,006</b>	<b>0,007</b>	<b>0,008</b>	<b>0,009</b>	<b>0,011</b>	<b>0,012</b>	<b>0,017</b>
Minería	GWa	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,009
No metales	GWa	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005
Otros	GWa	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003
<b>Manufactura</b>	<b>GWa</b>	<b>0,245</b>	<b>0,262</b>	<b>0,279</b>	<b>0,327</b>	<b>0,383</b>	<b>0,450</b>	<b>0,527</b>	<b>0,619</b>	<b>0,726</b>	<b>0,998</b>
Materiales Básicos	GWa	0,243	0,259	0,276	0,323	0,379	0,445	0,521	0,612	0,717	0,987
Maquinaria y equipo	GWa	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,011
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,288</b>	<b>0,307</b>	<b>0,327</b>	<b>0,384</b>	<b>0,450</b>	<b>0,528</b>	<b>0,619</b>	<b>0,726</b>	<b>0,852</b>	<b>1,172</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XVI. Demanda total de la energía útil en la industria

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Agricultura</b>	<b>GWa</b>	<b>0,050</b>	<b>0,053</b>	<b>0,057</b>	<b>0,067</b>	<b>0,078</b>	<b>0,092</b>	<b>0,108</b>	<b>0,126</b>	<b>0,148</b>	<b>0,204</b>
<b>Construcción</b>	<b>GWa</b>	<b>0,203</b>	<b>0,216</b>	<b>0,230</b>	<b>0,270</b>	<b>0,317</b>	<b>0,372</b>	<b>0,436</b>	<b>0,511</b>	<b>0,600</b>	<b>0,825</b>
Construcción	GWa	0,193	0,205	0,219	0,257	0,301	0,353	0,414	0,486	0,570	0,783
Infraestructura	GWa	0,010	0,011	0,012	0,014	0,016	0,019	0,022	0,026	0,030	0,041
<b>Minería</b>	<b>GWa</b>	<b>0,011</b>	<b>0,012</b>	<b>0,013</b>	<b>0,015</b>	<b>0,018</b>	<b>0,021</b>	<b>0,024</b>	<b>0,028</b>	<b>0,033</b>	<b>0,046</b>
Minería	GWa	0,006	0,006	0,007	0,008	0,009	0,011	0,013	0,015	0,018	0,024
No metales	GWa	0,004	0,004	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,010	0,011	0,016
Otros	GWa	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,006
<b>Manufactura</b>	<b>GWa</b>	<b>0,351</b>	<b>0,374</b>	<b>0,399</b>	<b>0,468</b>	<b>0,548</b>	<b>0,643</b>	<b>0,754</b>	<b>0,885</b>	<b>1,038</b>	<b>1,427</b>
Materiales Básicos	GWa	0,264	0,282	0,300	0,352	0,413	0,485	0,568	0,667	0,782	1,076
Maquinaria y equipo	GWa	0,086	0,092	0,098	0,115	0,135	0,158	0,186	0,218	0,256	0,352
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,615</b>	<b>0,655</b>	<b>0,699</b>	<b>0,819</b>	<b>0,961</b>	<b>1,127</b>	<b>1,322</b>	<b>1,550</b>	<b>1,818</b>	<b>2,501</b>
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,288</b>	<b>0,307</b>	<b>0,327</b>	<b>0,384</b>	<b>0,450</b>	<b>0,528</b>	<b>0,619</b>	<b>0,726</b>	<b>0,852</b>	<b>1,172</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XVII. Penetración de portadores energéticos en la energía térmica útil de la Agricultura

Agricultura	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	<b>[%]</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Biomásas modernas</b>	<b>[%]</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Electricidad</b>	<b>[%]</b>	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<b>Solar</b>	<b>[%]</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Combustibles fósiles</b>	<b>[%]</b>	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XVIII. Penetración de portadores energéticos en la energía térmica útil de la construcción

Minería	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Biomasa modernas</b>	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Electricidad</b>	[%]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
<b>Solar</b>	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Combustibles fósiles</b>	[%]	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XIX. Penetración de portadores energéticos en la energía térmica útil de la construcción

ACM	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Biomasa modernas</b>	[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Electricidad</b>	[%]	8,059	8,059	8,059	8,059	8,059	8,059	8,059	8,059	8,059	8,059
<b>Solar</b>	[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Combustibles fósiles</b>	[%]	91,941	91,941	91,941	91,941	91,941	91,941	91,941	91,941	91,941	91,941

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XX. Penetración de portadores energéticos en la energía térmica útil de la Agricultura, construcción y minería

ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Agricultura</b>	[%]	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<b>Construcción</b>	[%]	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
<b>Minería</b>	[%]	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXI. Eficiencia promedio de los combustibles tradicionales en los usos térmicos en la Agricultura, Construcción y Minería

ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Agricultura</b>	[%]	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<b>Construcción</b>	[%]	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
<b>Minería</b>	[%]	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXII. Eficiencia promedio de los combustibles tradicionales en los usos térmicos en la Agricultura, Construcción y Minería

ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Agricultura</b>	[%]	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
<b>Construcción</b>	[%]	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00
<b>Minería</b>	[%]	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXIII. Demanda total de energía final en la agricultura, estructura

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomásas modernas	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	[kWh/US\$]	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
Solar	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	[kWh/US\$]	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Combustibles motor	[kWh/US\$]	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
<b>Total AGR</b>	[kWh/US\$]	<b>0,162</b>									

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXIV. Demanda total de energía final por valor agregado en la agricultura

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomásas modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,080	0,085	0,091	0,106	0,125	0,146	0,171	0,201	0,236	0,324
Solar	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,042	0,045	0,048	0,057	0,066	0,078	0,091	0,107	0,126	0,173
Combustibles motor	GWa	0,095	0,102	0,108	0,127	0,149	0,175	0,205	0,241	0,282	0,388
<b>Total CON</b>	<b>GWa</b>	<b>0,218</b>	<b>0,232</b>	<b>0,247</b>	<b>0,290</b>	<b>0,340</b>	<b>0,399</b>	<b>0,468</b>	<b>0,549</b>	<b>0,644</b>	<b>0,885</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXV. Demanda total de energía final en la Construcción, absoluta

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomosas modernas	[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	[%]	36,641	36,641	36,641	36,641	36,641	36,641	36,641	36,641	36,641	36,641
Solar	[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	[%]	19,512	19,512	19,512	19,512	19,512	19,512	19,512	19,512	19,512	19,512
Combustibles motor	[%]	43,847	43,847	43,847	43,847	43,847	43,847	43,847	43,847	43,847	43,847

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXVI. Demanda total de energía final por valor agregado en la construcción

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	[kWh/US\$]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Biomosas modernas	[kWh/US\$]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Electricidad	[kWh/US\$]	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Solar	[kWh/US\$]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Combustibles fósiles	[kWh/US\$]	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Combustibles motor	[kWh/US\$]	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
<b>Total CON</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>1,228</b>									

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXVII. Demanda total de energía final por valor agregado en la construcción

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomasa modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007	0,009	0,010	0,014
Solar	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,008	0,008	0,009	0,010	0,012	0,014	0,017	0,020	0,023	0,032
Combustibles motor	GWa	0,005	0,005	0,005	0,006	0,007	0,009	0,010	0,012	0,014	0,019
<b>Total MIN</b>	<b>GWa</b>	<b>0,016</b>	<b>0,017</b>	<b>0,018</b>	<b>0,021</b>	<b>0,025</b>	<b>0,029</b>	<b>0,034</b>	<b>0,040</b>	<b>0,047</b>	<b>0,065</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXVIII. Demanda total de energía final en la Minería, estructura

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomasa modernas	[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	[%]	21,628	21,628	21,628	21,628	21,628	21,628	21,628	21,628	21,628	21,628
Solar	[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	[%]	49,065	49,065	49,065	49,065	49,065	49,065	49,065	49,065	49,065	49,065
Combustibles motor	[%]	29,306	29,306	29,306	29,306	29,306	29,306	29,306	29,306	29,306	29,306

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXIX. Demanda total de energía final por valor agregado en la Minería

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomásas modernas	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	[kWh/US\$]	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Solar	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	[kWh/US\$]	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159
Combustibles motor	[kWh/US\$]	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
<b>Total MIN</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,325</b>									

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXX. Demanda total de energía final por valor agregado en la ACM

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomásas modernas	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	[kWh/US\$]	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152
Solar	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	[kWh/US\$]	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116
Combustibles motor	[kWh/US\$]	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213
<b>Total ACM</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,482</b>									

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXXI. Estructura de la demanda total de energía térmica final en la manufactura

Materiales Básicos	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Hornos/Calor directo	[%]	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Calefacción y Cal. Agua	[%]	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXXII. Estructura de la demanda total de energía térmica final en manufactura

Maquinaria y equipo	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Generación de vapor	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hornos/Calor directo	[%]	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Calefacción y Cal. agua	[%]	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXXIII. Demanda de la energía útil en el sector Manufacturera

Materiales Básicos	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Generación de vapor	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Hornos/Calor directo	GWa	0,024	0,026	0,028	0,032	0,038	0,044	0,052	0,061	0,072	0,099
Calefacción y Cal. agua	GWa	0,218	0,233	0,248	0,291	0,341	0,400	0,469	0,550	0,646	0,888
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,243</b>	<b>0,259</b>	<b>0,276</b>	<b>0,323</b>	<b>0,379</b>	<b>0,445</b>	<b>0,521</b>	<b>0,612</b>	<b>0,717</b>	<b>0,987</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXXIV. Penetración de las formas energéticas

Portadores energéticos	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Electricidad	[%]	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Calefacción centralizada	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solar	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Combustibles fósiles	[%]	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXXV. Factores para producción de lingotes de hierro

Factores	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Producción de acero (constante)	[Mt]	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460	1,460
Producción de acero (variable)	[Mt/VAM an(1)]	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411
Acero en hornos no eléctricos	[%]	69,73	69,73	69,73	69,73	69,73	69,73	69,73	69,73	69,73	69,73
Consumo esp. de lingotes de hierro	[%]	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00
Uso de coque	[kg/ton]	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Prod. de materia prima (constante)	[Mt]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
prod. de materia prima (variable)	[Mt/VAM an(1)]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Producción de acero	[Mt]	3,492	3,626	3,768	4,167	4,635	5,184	5,828	6,583	7,468	9,725
Producción de materia prima	[Mt]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXXVI. Penetración de las formas energéticas

Portadores energéticos	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Electricidad gen. vapor	[%]	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
hornos/calor directo	[%]	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
calef./cal. agua	[%]	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Bomb. térm. gen. vapor	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
hornos/calor directo	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
calef./cal. agua	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calef. Centr. gen. vapor	[%]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
hornos/calor directo	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
calef./cal. agua	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solar térm. gen. vapor	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
hornos/calor directo	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
calef./cal. agua	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cogener. gen. vapor	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
hornos/calor directo	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
calef./cal. agua	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb. trad. gen. vapor	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
hornos/calor directo	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
calef./cal. agua	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bio. mod. gen. vapor	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
hornos/calor directo	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
calef./cal. agua	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb. fós. gen. vapor	[%]	54,99	54,99	54,99	54,99	54,99	54,99	54,99	54,99	54,99	54,99
hornos/calor directo	[%]	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
calef./cal. agua	[%]	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXXVII. Demanda total de energía final en la manufactura

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Comb. tradicionales	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomásas modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,212	0,226	0,241	0,283	0,331	0,389	0,456	0,535	0,627	0,862
Calefacción centralizada	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Solar	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Comb. Fósiles	GWa	0,225	0,240	0,256	0,300	0,352	0,412	0,484	0,567	0,665	0,915
Comb. Motor	GWa	0,004	0,004	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,010	0,011	0,016
Coque	GWa	0,188	0,195	0,203	0,225	0,250	0,280	0,314	0,355	0,403	0,524
Materia prima	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total MAN</b>	<b>GWa</b>	<b>0,629</b>	<b>0,665</b>	<b>0,704</b>	<b>0,812</b>	<b>0,939</b>	<b>1,087</b>	<b>1,262</b>	<b>1,466</b>	<b>1,706</b>	<b>2,317</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXXVIII. Demanda total de energía final

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Comb. tradicionales	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Biomásas modernas	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Electricidad	[%]	33,71	33,97	34,22	34,79	35,29	35,74	36,12	36,46	36,75	37,22
Calefacción centralizada	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solar	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb. Fósiles	[%]	35,75	36,03	36,29	36,91	37,44	37,91	38,32	38,67	38,98	39,48
Comb. Motor	[%]	0,62	0,62	0,63	0,64	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67	0,68
Coque	[%]	29,93	29,38	28,86	27,67	26,62	25,70	24,90	24,20	23,60	22,63
Materia prima	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XXXIX. Demanda total de energía final por valor agregado en la manufactura

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Comb. tradicionales	[kWh/US\$]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Biomásas modernas	[kWh/US\$]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Electricidad	[kWh/US\$]	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Calefacción centralizada	[kWh/US\$]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solar	[kWh/US\$]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb. Fósiles	[kWh/US\$]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Comb. Motor	[kWh/US\$]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coque	[kWh/US\$]	0,29	0,28	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20
Materia prima	[kWh/US\$]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total MAN</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,97</b>	<b>0,97</b>	<b>0,96</b>	<b>0,94</b>	<b>0,93</b>	<b>0,92</b>	<b>0,91</b>	<b>0,90</b>	<b>0,89</b>	<b>0,88</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XL. Demanda total de energía final en la Industria(absoluta)

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Comb. tradicionales	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomásas modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,306	0,326	0,347	0,407	0,478	0,560	0,657	0,771	0,904	1,244
Calefacción centralizada	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Solar	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Comb. Fósiles	GWa	0,296	0,316	0,337	0,395	0,463	0,543	0,637	0,747	0,877	1,206
Comb. Motor	GWa	0,135	0,144	0,153	0,180	0,211	0,247	0,290	0,340	0,399	0,549
Coque	GWa	0,188	0,195	0,203	0,225	0,250	0,280	0,314	0,355	0,403	0,524
Materia prima	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total IND</b>	<b>GWa</b>	<b>0,925</b>	<b>0,981</b>	<b>1,041</b>	<b>1,207</b>	<b>1,402</b>	<b>1,631</b>	<b>1,899</b>	<b>2,214</b>	<b>2,583</b>	<b>3,523</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XLI. Demanda total de energía final en la Industria(estructura)

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Comb. tradicionales	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Biomásas modernas	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Electricidad	[%]	33,04	33,21	33,38	33,75	34,08	34,36	34,61	34,82	35,01	35,30
Calefacción centralizada	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solar	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb. Fósiles	[%]	32,03	32,19	32,36	32,73	33,04	33,32	33,56	33,76	33,94	34,23
Comb. Motor	[%]	14,59	14,69	14,74	14,91	15,05	15,18	15,29	15,38	15,46	15,59
Coque	[%]	20,34	19,92	19,52	18,62	17,83	17,14	16,55	16,03	15,59	14,88
Materia prima	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XLII. Demanda total de la energía final por valor agregado en la industria

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Comb. tradicionales	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomásas modernas	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	[kWh/US\$]	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243
Calefacción centralizada	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Solar	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Comb. Fósiles	[kWh/US\$]	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235
Comb. Motor	[kWh/US\$]	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107
Coque	[kWh/US\$]	0,149	0,146	0,142	0,134	0,127	0,121	0,116	0,112	0,108	0,102
Materia prima	[kWh/US\$]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total IND</b>	<b>[kWh/US\$]</b>	<b>0,734</b>	<b>0,731</b>	<b>0,727</b>	<b>0,719</b>	<b>0,712</b>	<b>0,706</b>	<b>0,701</b>	<b>0,697</b>	<b>0,693</b>	<b>0,687</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XLIII. Generación de carga-Kilómetros

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Agricultura	[tkm/US\$]	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Construcción	[tkm/US\$]	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108
Infraestructura	[tkm/US\$]	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Minería	[tkm/US\$]	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108
No metales	[tkm/US\$]	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208
Otros	[tkm/US\$]	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408
Materiales Básicos	[tkm/US\$]	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Maquinaria y equipo	[tkm/US\$]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Comercio y Servicios	[tkm/US\$]	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Administración Pública	[tkm/US\$]	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Financias y Negocios	[tkm/US\$]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Energía	[tkm/US\$]	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
<b>Valor base</b>	<b>[10<sup>9</sup> tkm]</b>	<b>1,000</b>									

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XLIV. Carga-kilómetros total

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Carga-km	[10 <sup>9</sup> tkm]	9,577	10,142	10,744	12,428	14,404	16,720	19,437	22,624	26,362	35,887

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XLV. Estructura por modos del transporte de carga

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Local Diesel	[%]	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Larga Distancia Diesel	[%]	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000
Locales Gasolina	[%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XLVI. Intensidad energéticas del transporte de carga

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Local Diesel	[l/100tkm]	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
Larga Distancia Diesel	[l/100tkm]	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
Locales Gasolina	[l/100tkm]	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XLVII. Intensidades energéticas del transporte de carga

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Local Diesel	[kWh/100tkm ]	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09
Larga Distancia Diesel	[kWh/100tkm ]	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09
Locales Gasolina	[kWh/100tkm ]	84,32	84,32	84,32	84,32	84,32	84,32	84,32	84,32	84,32	84,32

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XLVIII. Consumo energético en el transporte de carga

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Local Diesel	GWa	0,230	0,243	0,258	0,298	0,346	0,401	0,467	0,543	0,633	0,861
Larga Distancia Diesel	GWa	0,529	0,560	0,593	0,686	0,795	0,923	1,073	1,249	1,455	1,981
Locales Gasolina	GWa	0,009	0,010	0,010	0,012	0,014	0,016	0,019	0,022	0,025	0,035
Total	GWa	0,768	0,813	0,861	0,996	1,155	1,341	1,558	1,814	2,114	2,877

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XLIX. Consumo energético en el transporte de carga

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Diesel	GWa	0,759	0,803	0,851	0,985	1,141	1,325	1,540	1,792	2,088	2,843
Gasolina	GWa	0,009	0,010	0,010	0,012	0,014	0,016	0,019	0,022	0,025	0,035
Total	GWa	0,768	0,813	0,861	0,996	1,155	1,341	1,558	1,814	2,114	2,877

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla L. Consumo energético en el transporte de carga

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Electricidad	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Carbón	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles motor	GWa	0,768	0,813	0,861	0,996	1,155	1,341	1,558	1,814	2,114	2,877
Total	GWa	0,768	0,813	0,861	0,996	1,155	1,341	1,558	1,814	2,114	2,877

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LI. Distancia recorrida

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Dist. dentro de la ciudad	km/prsn/día	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LII. Estructura por modos del transporte de pasajeros dentro de la ciudad

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Auto - gasolina	[%]	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000
Auto - diesel	[%]	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Auto - eléctrico	[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Buses Diesel	[%]	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Buses Electricos	[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Motos	[%]	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Microbus GLP	[%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LIII. Factores de carga

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Auto - gasolina	[prsn/Auto - gasolina]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Auto diesel	[prsn/Auto - diesel]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Auto - eléctrico	[prsn/Auto - electrico]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Buses diesel	[prsn/Buses diesel]	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Buses eléctricos	[prsn/Buses eléctricos]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Motos	[prsn/Motos]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
microbús GLP	[prsn/Buses GLP]	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LIV. Transporte de pasajeros dentro de la ciudad por modos de Transporte

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Total</b>	<b>[10<sup>9</sup> pkm]</b>	39,14	41,12	43,17	48,63	54,28	60,01	65,55	70,791	75,65	83,96
Auto - gasolina	[10 <sup>9</sup> pkm]	18,00	18,91	19,86	22,37	24,96	27,60	30,15	32,564	34,80	38,62
Auto - diesel	[10 <sup>9</sup> pkm]	5,871	6,168	6,477	7,295	8,142	9,002	9,833	10,619	11,34	12,59
Auto - eléctrico	[10 <sup>9</sup> pkm]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Buses diesel	[10 <sup>9</sup> pkm]	7,04	7,40	7,77	8,75	9,77	10,80	11,80	12,72	13,6	15,1
Buses eléctricos	[10 <sup>9</sup> pkm]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Motos	[10 <sup>9</sup> pkm]	7,828	8,224	8,635	9,726	10,85	12,00	13,11	14,158	15,13	16,79
microbús GLP	[10 <sup>9</sup> pkm]	0,391	0,411	0,432	0,486	0,543	0,600	0,655	0,708	0,756	0,840

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LV. Intensidades energéticas del transporte de pasajeros dentro de la ciudad (unidades físicas)

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Auto - gasolina	[l/100km]	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Auto - diesel	[l/100km]	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Auto - eléctrico	[kWh/100km]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Buses Diesel	[l/100km]	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Buses Eléctricos	[kWh/100km]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Motos	[l/100km]	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Microbus GLP	[l/100km]	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LVI. Intensidades energéticas del Transporte de pasajeros dentro de la Ciudad

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Auto - gasolina	[kWh/pkm]	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281
Auto -diesel	[kWh/pkm]	0,501	0,501	0,501	0,501	0,501	0,501	0,501	0,501	0,501	0,501
Auto - eléctrico	[kWh/pkm]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Buses Diesel	[kWh/pkm]	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Buses eléctricos	[kWh/pkm]	0,000	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Motos	[kWh/pkm]	0,141	0,141	0,141	0,141	0,141	0,141	0,141	0,141	0,141	0,141
microbús GLP	[kWh/pkm]	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LVII. Consumo de energía del transporte de pasajeros dentro de la ciudad

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Auto - gasolina	GWa	0,578	0,607	0,637	0,718	0,801	0,886	0,968	1,045	1,117	1,239
Auto - diesel	GWa	0,336	0,353	0,370	0,417	0,465	0,515	0,562	0,607	0,649	0,720
Auto - eléctrico	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Buses Diesel	GWa	0,016	0,017	0,018	0,020	0,022	0,025	0,027	0,029	0,031	0,035
Buses eléctrico	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Motos	GWa	0,126	0,132	0,139	0,156	0,174	0,193	0,210	0,227	0,243	0,269
microbús GLP	GWa	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>1,058</b>	<b>1,112</b>	<b>1,168</b>	<b>1,315</b>	<b>1,468</b>	<b>1,623</b>	<b>1,773</b>	<b>1,914</b>	<b>2,046</b>	<b>2,271</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LVIII. Consumo de energía el transporte de pasajeros dentro de la Ciudad

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Electricidad	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Diesel	GWa	0,352	0,369	0,388	0,437	0,488	0,539	0,589	1,908	0,680	0,754
Gasolina	GWa	0,703	0,739	0,776	0,874	0,975	1,078	1,178	1,272	1,359	1,509
GLP	GWa	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>1,058</b>	<b>1,112</b>	<b>1,168</b>	<b>1,315</b>	<b>1,468</b>	<b>1,623</b>	<b>1,773</b>	<b>3,186</b>	<b>2,046</b>	<b>2,271</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LIX. Consumo de energía en el transporte de pasajeros dentro de la ciudad

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Electricidad	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Carbón (na)	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	2,000	3,000	4,000
Combustibles motor	GWa	1,058	1,112	1,168	1,315	1,468	1,623	1,773	3,186	2,046	2,271
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>1,058</b>	<b>1,112</b>	<b>1,168</b>	<b>1,315</b>	<b>1,468</b>	<b>1,623</b>	<b>2,773</b>	<b>5,186</b>	<b>5,046</b>	<b>6,271</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LX. Distancia recorrida

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Dist. entre ciudades	[km/prsn/año]	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300
<b>Total</b>	<b>[10<sup>9</sup> pkm]</b>	<b>16,9</b>	<b>17,78</b>	<b>18,67</b>	<b>21,029</b>	<b>23,47</b>	<b>25,95</b>	<b>28,35</b>	<b>30,61</b>	<b>32,71</b>	<b>36,31</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXI. Factores para el transporte de pasajeros entre ciudades por autos

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Tenencia de autos	[personas/auto]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Autos-kilómetros	[km/auto/año]	16 080	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXII. Factores de Carga

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Avión	[%ocupado]	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Autos	[prsn/autto]	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Buses Grandes	[prsn/Buses Grandes]	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Microbus GLP	[prsn/Microbus GLP]	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXIII. Estructura por modos del transporte de pasajeros entre las ciudades

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Autos	[10 <sup>9</sup> pkm]	15,701	14,772	15,511	17,470	19,499	21,559	23,549	25,430	27,177	30,163
Público	[10 <sup>9</sup> pkm]	1,224	3,009	3,160	3,559	3,972	4,392	4,797	5,180	5,536	6,144

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXIV. Estructura por tipos de autos del transporte de pasajeros entre las Ciudades

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Auto - gasolina	[%]	48,000	48,000	48,000	48,000	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000
Auto - diesel	[%]	52,000	52,000	52,000	52,000	41,000	41,000	41,000	41,000	41,000	41,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXV. Transporte de pasajeros entre las ciudades por tipos de autos

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Auto - gasolina	[10 <sup>9</sup> pkm]	7,536	7,091	7,445	8,386	11,505	12,720	13,894	15,004	16,035	17,796
Auto - diesel	[10 <sup>9</sup> pkm]	8,164	7,681	8,066	9,085	7,995	8,839	9,655	10,426	11,143	12,367

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla LXVI. Estructura del transporte público de pasajeros entre las ciudades por modos de transporte

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Avión	[%]	45,000	41,000	41,000	41,000	41,000	41,000	41,000	41,000	41,000	41,000
Buses Grandes	[%]	55,000	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000
Microbus GLP	[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXVII. Transporte público de pasajeros entre las ciudades por modos de transporte

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Avión	[10 <sup>9</sup> pkm]	0,551	1,234	1,295	1,459	1,629	1,801	1,967	2,124	2,270	2,519
Buses Grandes	[10 <sup>9</sup> pkm]	0,673	1,775	1,864	2,100	2,344	2,591	2,830	3,056	3,266	3,625
Microbus GLP	[10 <sup>9</sup> pkm]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXVIII. Intensidades energéticas del transporte de pasajeros entre las ciudades

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Avión	[l/1000asientokm]	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Auto - gasolina	[l/100km]	8,000	13,143	13,143	13,143	13,143	13,143	13,143	13,143	13,143	13,143
Auto - diesel	[l/100km]	4,500	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Buses Grandes	[l/100km]	9,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
Microbus GLP	[l/100km]	9,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXIX. Intensidades energéticas del transporte de pasajeros entre las ciudades

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Avión	[kWh/pkm]	1,751	1,751	1,751	1,751	1,751	1,751	1,751	1,751	1,751	1,751
Auto - gasolina	[kWh/pkm]	0,500	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821	0,821
Auto - diesel	[kWh/pkm]	0,300	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001
Buses Grandes	[kWh/pkm]	0,023	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,050	0,050	0,050	0,050
Microbus GLP	[kWh/pkm]	0,052	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXX. Consumo energético del transporte de pasajeros entre las ciudades

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Avión	GWa	0,110	0,247	0,259	0,292	0,325	0,360	0,393	0,424	0,454	0,503
Auto - gasolina	GWa	0,430	0,664	0,698	0,786	1,078	1,192	1,302	1,406	1,503	1,668
Auto - diesel	GWa	0,280	0,878	0,922	1,038	0,914	1,010	1,104	1,192	1,274	1,414
Buses Grandes	GWa	0,002	0,013	0,013	0,015	0,017	0,019	0,016	0,017	0,019	0,021
Microbus GLP	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,822</b>	<b>1,802</b>	<b>1,892</b>	<b>2,131</b>	<b>2,334</b>	<b>2,581</b>	<b>2,815</b>	<b>3,040</b>	<b>3,249</b>	<b>3,606</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXI. Consumo energético del transporte de pasajeros entre las ciudades

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Diesel	GWa	0,282	0,891	0,935	1,053	0,931	1,029	1,120	1,209	1,292	1,434
Gasolina	GWa	0,430	0,664	0,698	0,786	1,078	1,192	1,302	1,406	1,503	1,668
Combustible de aviación	GWa	0,110	0,247	0,259	0,292	0,325	0,360	0,393	0,424	0,454	0,503
GLP	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,822</b>	<b>1,802</b>	<b>1,892</b>	<b>2,131</b>	<b>2,334</b>	<b>2,581</b>	<b>2,815</b>	<b>3,040</b>	<b>3,249</b>	<b>3,606</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXII. Consumo energético del transporte de pasajeros entre las ciudades

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Electricidad	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Carbón	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles motor	GWa	0,822	1,802	1,892	2,131	2,334	2,581	2,815	3,040	3,249	3,606
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,822</b>	<b>1,802</b>	<b>1,892</b>	<b>2,131</b>	<b>2,334</b>	<b>2,581</b>	<b>2,815</b>	<b>3,040</b>	<b>3,249</b>	<b>3,606</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXIII. Consumo de energía en el transporte internacional y militar

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Constante	GWa	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Variable	[kWh/US\$]	0,023	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,089</b>	<b>0,120</b>	<b>0,127</b>	<b>0,148</b>	<b>0,172</b>	<b>0,200</b>	<b>0,232</b>	<b>0,271</b>	<b>0,316</b>	<b>0,431</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXIV. Consumo de energía de transporte entre ciudades, dentro de la ciudades, internacional y militar

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Carbón</b>	<b>GWa</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	2,000	3,000	4,000
<b>Combustibles motor</b>	<b>GWa</b>	1,969	3,034	3,187	3,594	3,974	4,403	4,820	6,497	5,610	6,307
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>1,969</b>	<b>3,034</b>	<b>3,187</b>	<b>3,594</b>	<b>3,974</b>	<b>4,403</b>	<b>5,820</b>	<b>8,497</b>	<b>8,610</b>	<b>10,307</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXV. Demanda de energía final en el sector transporte

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Diesel</b>	<b>GWa</b>	1,392	2,064	2,174	2,475	2,559	2,893	3,249	4,909	4,060	5,032
<b>Gasolina</b>	<b>GWa</b>	1,142	1,413	1,484	1,672	2,067	2,286	2,499	2,700	2,887	3,211
<b>Combustible de aviación</b>	<b>GWa</b>	0,110	0,247	0,259	0,292	0,325	0,360	0,393	0,424	0,454	0,503
<b>GLP</b>	<b>GWa</b>	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007
<b>Comb. motor Milit&amp;Intern.</b>	<b>GWa</b>	0,089	0,120	0,127	0,148	0,172	0,200	0,232	0,271	0,316	0,431
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>2,737</b>	<b>3,847</b>	<b>4,048</b>	<b>4,590</b>	<b>5,129</b>	<b>5,744</b>	<b>6,378</b>	<b>8,311</b>	<b>7,724</b>	<b>9,184</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXVI. Estructura de los combustibles en el sector transporte

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Diesel</b>	<b>[%]</b>	50,86	53,64	53,70	53,91	49,90	50,36	50,93	59,07	52,56	54,78
<b>Gasolina</b>	<b>[%]</b>	41,73	36,73	36,65	36,41	40,31	39,80	39,17	32,48	37,38	34,96
<b>Combustible de aviación</b>	<b>[%]</b>	4,02	6,41	6,39	6,35	6,34	6,26	6,16	5,10	5,87	5,48
<b>GLP</b>	<b>[%]</b>	0,127	0,09	0,09,	0,09,	0,09,	0,09	0,09	0,07	0,08	0,08
<b>Comb. motor Milit&amp;Intern.</b>	<b>[%]</b>	3,252	3,12	3,14	3,22	3,34	3,47	3,64	3,25	4,08	4,68

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXVII. Demanda de energía final en el sector transporte

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Electricidad	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Carbón	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustible motor	GWa	2,737	3,847	4,048	4,590	5,129	5,744	6,378	8,311	7,724	9,184
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>2,737</b>	<b>3,847</b>	<b>4,048</b>	<b>4,590</b>	<b>5,129</b>	<b>5,744</b>	<b>6,378</b>	<b>8,311</b>	<b>7,724</b>	<b>9,184</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXVIII. Estructura de los grupos de combustibles en el sector transporte

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Electricidad	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbón	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Combustible motor	[%]	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXIX. Demanda de energía final en el sector transporte

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Carga	GWa	0,768	0,813	0,861	0,996	1,155	1,341	1,558	1,814	2,114	2,877
Pasajeros urbano	GWa	1,058	1,112	1,168	1,315	1,468	1,623	2,773	5,186	5,046	6,271
Pasajeros interurbano	GWa	0,822	1,802	1,892	2,131	2,334	2,581	2,815	3,040	3,249	3,606
Internacional & militar	GWa	0,089	0,120	0,127	0,148	0,172	0,200	0,232	0,271	0,316	0,431
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>2,737</b>	<b>3,847</b>	<b>4,048</b>	<b>4,590</b>	<b>5,129</b>	<b>5,744</b>	<b>7,378</b>	<b>10,311</b>	<b>10,724</b>	<b>13,184</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXX. Estructura de la demanda de energía final por subsectores del transporte

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Carga</b>	<b>[%]</b>	28,056	21,137	21,279	21,709	22,518	23,340	21,122	17,593	19,710	21,824
<b>Pasajeros urbano</b>	<b>[%]</b>	38,671	28,904	28,841	28,650	28,621	28,255	37,579	50,300	47,052	47,562
<b>Pasajeros interurbano</b>	<b>[%]</b>	30,020	46,834	46,731	46,422	45,514	44,931	38,151	29,482	30,293	27,348
<b>Internacional &amp; militar</b>	<b>[%]</b>	3,252	3,125	3,149	3,220	3,346	3,474	3,149	2,626	2,945	3,266

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXXI. Datos básicos para la demanda de energía útil en el sector Residencial Urbano

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Viviendas</b>	<b>[millón]</b>	1,481	1,556	1,633	1,840	2,053	2,270	2,480	2,678	2,690	2,710
<b>Por ciento de viviendas que requieren calefacción</b>	<b>[%]</b>	4,00	4,00	4,00	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60
<b>Grados-días</b>	<b>[días°C]</b>	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXXII. Factores de la vivienda para la calefacción y el aire acondicionado, residencial urbano

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Por ciento de: apartamento	[%]	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
Por ciento de: casa formal	[%]	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Por ciento de: Chozas	[%]	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Tamaño de la vivienda--apartamento	[m2]	172,00	172,00	172,00	172,00	172,00	172,00	172,00	172,00	172,00	172,00
Tamaño de la vivienda--casa formal	[m2]	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tamaño de la vivienda--Chozas	[m2]	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Área con calef.--apartamento	[%]	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Área con calef.--casa formal	[%]	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Área con calef.--Chozas	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pérd. Calor--apartamento	[Wh/m2/°C/h]	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Pérd. Calor--casa formal	[Wh/m2/°C/h]	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Pérd. Calor--Chozas	[Wh/m2/°C/h]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Viv. con aire acond.--apartamento	[%]	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Viv. con aire acond.--casa formal	[%]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Viv. con aire acond.--Chozas	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Req. esp. AC--apartamento	[kWh/viv/año]	2,00	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
Req. esp. AC--casa formal	[kWh/viv/año]	3,00	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500
Req. esp. AC--Chozas	[kWh/viv/año]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia, con base a datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXXIII. Factores de la vivienda, cocción, calentamiento de agua y el equipo, sector residencial urbanos

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Cocción	[kWh/viv/año]	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950
Viviendas con agua caliente	[%]	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Agua caliente per cápita	[kWh/cap/año]	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Consumo de electricidad en equipamiento	[kWh/viv/año]	1 160	1 160	1 160	1 160	1 160	1 160	1 160	1 160	1 160	1 160
Penetración de la electricidad	[%]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Combustibles fósiles para la iluminación	[kWh/viv/año]	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5

Fuente: elaboración propia, con base a datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXXIV. Calculo de la demanda de energía útil, sector residencial urbano

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Calefacción	GWa	0,016	0,017	0,018	0,023	0,026	0,029	0,031	0,034	0,034	0,034
Calentamiento de agua	GWa	0,031	0,032	0,034	0,038	0,043	0,047	0,052	0,056	0,056	0,056
Cocción	GWa	0,161	0,169	0,177	0,200	0,223	0,246	0,269	0,290	0,292	0,294
Aire acondicionado	GWa	0,034	0,035	0,037	0,042	0,047	0,052	0,056	0,061	0,061	0,061
Electricidad para equipamiento	GWa	0,157	0,165	0,173	0,195	0,218	0,241	0,263	0,284	0,285	0,287
Combustibles fósiles para la iluminación	GWa	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,400</b>	<b>0,420</b>	<b>0,441</b>	<b>0,500</b>	<b>0,558</b>	<b>0,617</b>	<b>0,674</b>	<b>0,727</b>	<b>0,731</b>	<b>0,736</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXXV. Penetración de las formas energéticas para la calefacción, residencial urbano

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	[%]	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
<b>Biomásas modernas</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Electricidad</b>	[%]	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<b>(de esto: bomba térmica)</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Calefacción centralizada</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Solar térmica</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Combustibles fósiles</b>	[%]	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXXVI. Eficiencia y otros factores para calefacción, residencial urbano

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Eficiencia de los combustibles tradicionales</b>	[%]	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
<b>Eficiencia de las biomásas modernas</b>	[%]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Eficiencia de los combustibles fósiles</b>	[%]	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
<b>COP de las bombas térmicas</b>	[razón]	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
<b>Participación de la solar térmica</b>	[%]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXXVII. Penetración de las formas energéticas en el calentamiento de agua, residencial urbano

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	[%]	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Biomasa modernas</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Electricidad</b>	[%]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<b>(de esto: bomba térmica)</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Calefacción centralizada</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Solar térmica</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Combustibles fósiles</b>	[%]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0

Fuente: elaboración propia, con base a datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXXVIII. Eficiencia y otros factores para el calentamiento de agua, residencial urbano

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Eficiencia de los combustibles tradicionales</b>	[%]	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
<b>Eficiencia de las biomasa modernas</b>	[%]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Eficiencia de los combustibles fósiles</b>	[%]	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
<b>COP de las bombas térmicas</b>	[razón]	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
<b>Participación de la solar térmica</b>	[%]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla LXXXIX. Penetración de las formas energéticas en la cocción, residencial urbano

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	[%]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b>Biomasa modernas</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Electricidad</b>	[%]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<b>Solar térmica</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Combustibles fósiles</b>	[%]	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XC. Eficiencia y otros factores para la cocción, residencial urbano

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Eficiencia de los combustibles tradicionales</b>	[%]	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
<b>Eficiencia de las biomasa modernas</b>	[%]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
<b>Eficiencia de los combustibles fósiles</b>	[%]	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
<b>Participación de la solar térmica</b>	[%]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XCI. Penetración por tecnología en el aire acondicionado de aire, Residencial urbano

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Eléctricas	[%]	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
No eléctricas	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XCII. Eficiencia de los aires acondicionados, residencial urbano

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
COP de los aires acondicionados eléctricos	[razón]	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
COP de los aires acondicionados no eléctricos	[razón]	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XCIII. Datos básicos para la demanda de energía útil en el sector residencial rural

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Viviendas	[millón]	1.179	1.239	1.301	1.465	1.636	1.808	1.975	2.133	2.135	2.135
Por ciento de viviendas que requieren calefacción	[%]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Grados-días	[days°C]	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XCIV. Factores de la vivienda para la calefacción y el aire acondicionado, residencial rural

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Por ciento de: casa	[%]	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Por ciento de: choza	[%]	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Tamaño de la vivienda--casa	[m <sup>2</sup> ]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tamaño de la vivienda--choza	[m <sup>2</sup> ]	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Área con calef.--casa	[%]	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Área con calef.--choza	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pérd. Calor--casa	[Wh/m <sup>2</sup> /°C/h]	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Pérd. Calor--choza	[Wh/m <sup>2</sup> /°C/h]	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
Viv. con aire acond.--casa	[%]	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Viv. con aire acond.--choza	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Req. esp. AC--casa	[kWh/viv/año]	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500
Req. esp. AC--choza	[kWh/viv/año]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XCV. Factores de la vivienda para la cocción, el calentamiento de agua y el equipamiento, sector residencial rural

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Cocción	[kWh/viv/año]	4 086	4 085	4 085	4 085	4 085	4085	4 085	4 085	4 085	4 085
Viviendas con agua caliente	[%]	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Agua caliente per cápita	[kWh/cap/año]	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Consumo de electricidad en equipamiento	[kWh/viv/año]	333,7	320	320	320	320	320	320	320	320	320
Penetración de la electricidad	[%]	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Combustibles fósiles para iluminación	[kWh/viv/año]	80	75	75	75	75	75	75	75	75	75

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XCVI. Cálculos de la demanda de energía útil, sector residencial rural

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Calefacción	GWa	0,011	0,012	0,012	0,014	0,015	0,017	0,018	0,020	0,020	0,020
Calentamiento de agua	GWa	0,012	0,013	0,013	0,015	0,017	0,018	0,020	0,022	0,022	0,022
Cocción	GWa	0,550	0,578	0,607	0,683	0,763	0,843	0,921	0,995	0,996	0,996
Aire acondicionado	GWa	0,016	0,017	0,018	0,020	0,023	0,025	0,028	0,030	0,030	0,030
Electricidad para equipamiento	GWa	0,031	0,032	0,033	0,037	0,042	0,046	0,051	0,055	0,055	0,055
Combustibles fósiles para iluminación	GWa	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,624</b>	<b>0,654</b>	<b>0,687</b>	<b>0,774</b>	<b>0,864</b>	<b>0,955</b>	<b>1,043</b>	<b>1,126</b>	<b>1,127</b>	<b>1,127</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XCVII. Penetración de las formas energéticas para la calefacción, residencial rural

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	[%]	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
<b>Biomasa modernas</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Electricidad</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>(de esto: bomba térmica)</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Calefacción centralizada</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Solar térmica</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Combustibles fósiles</b>	[%]	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XCVIII. Eficiencia y otros factores para calefacción, residencial rural

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Eficiencia de los combustibles tradicionales</b>	[%]	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
<b>Eficiencia de las biomasa modernas</b>	[%]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Eficiencia de los combustibles fósiles</b>	[%]	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
<b>COP de las bombas térmicas</b>	[razón]	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
<b>Participación de la solar térmica</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla XCIX. Penetración de las formas energéticas en el calentamiento de agua, Residencial rural

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	[%]	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
<b>Biomasa modernas</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Electricidad</b>	[%]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>(de esto: bomba térmica)</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Calefacción centralizada</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Solar térmica</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Combustibles fósiles</b>	[%]	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla C. Eficiencia y otros factores para el calentamiento de agua, residencial rural

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Eficiencia de los combustibles tradicionales</b>	[%]	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
<b>Eficiencia de las biomasa modernas</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Eficiencia de los combustibles fósiles</b>	[%]	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
<b>COP de las bombas térmicas</b>	[razón]	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
<b>Participación de la solar térmica</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla CI. Penetración de las formas energéticas en la cocción, residencial rural

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	[%]	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
<b>Biomasa modernas</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Electricidad</b>	[%]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Solar térmica</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Combustibles fósiles</b>	[%]	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla CII. Eficiencias de los aires acondicionados, residencial rural

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Eficiencia de los combustibles tradicionales</b>	[%]	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
<b>Eficiencia de las biomasa modernas</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Eficiencia de los combustibles fósiles</b>	[%]	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
<b>Participación de la solar térmica</b>	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia, con base a datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla CIII. Eficiencias de los aires acondicionados, residencial rural

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
COP de los aires acondicionados eléctricos	[razón]	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
COP de los aires acondicionados no eléctricos	[razón]	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

Tabla CIV. Residencial Urbano, calefacción

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	0,017	0,018	0,019	0,025	0,028	0,031	0,033	0,036	0,036	0,037
Biomasa modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Calefacción centralizada	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Solar térmica	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,016	0,017	0,018	0,023	0,026	0,029	0,031	0,034	0,034	0,034
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,035</b>	<b>0,036</b>	<b>0,038</b>	<b>0,050</b>	<b>0,055</b>	<b>0,061</b>	<b>0,067</b>	<b>0,072</b>	<b>0,072</b>	<b>0,073</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CV. Residencial urbano, calentamiento de agua

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	0,012	0,013	0,014	0,015	0,017	0,019	0,021	0,022	0,022	0,023
Biomasa modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,012	0,013	0,014	0,015	0,017	0,019	0,021	0,022	0,022	0,023
Calefacción centralizada	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Solar térmica	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,021	0,022	0,023	0,026	0,029	0,032	0,034	0,037	0,037	0,038
Total	GWa	0,045	0,048	0,050	0,056	0,063	0,069	0,076	0,082	0,082	0,083

Fuente: elaboración propia con base en datos proporcionado por la Dirección General de Energía

Tabla CVI. Residencial urbano, cocción

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	0,051	0,054	0,057	0,064	0,071	0,079	0,086	0,093	0,093	0,094
Biomasa modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,032	0,034	0,035	0,040	0,045	0,049	0,054	0,058	0,058	0,059
Solar térmica	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,154	0,162	0,170	0,192	0,214	0,236	0,258	0,279	0,280	0,282
Total	GWa	0,238	0,250	0,262	0,295	0,330	0,364	0,398	0,430	0,432	0,435

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionado, por la Dirección General de Energía

Tabla CVII. Residencial urbano, aire acondicionado

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Eléctrico	GWa	0,013	0,014	0,015	0,017	0,019	0,021	0,023	0,024	0,024	0,025
No eléctrico	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	GWa	0,013	0,014	0,015	0,017	0,019	0,021	0,023	0,024	0,024	0,025

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CVIII. Residencial urbano, equipamiento

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Electricidad para equipamiento	GWa	0,157	0,165	0,173	0,195	0,218	0,241	0,263	0,284	0,285	0,287
Comb. fósiles para iluminación	GWa	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,158</b>	<b>0,166</b>	<b>0,175</b>	<b>0,197</b>	<b>0,220</b>	<b>0,243</b>	<b>0,265</b>	<b>0,287</b>	<b>0,288</b>	<b>0,290</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CIX. Demanda total de energía final en sector, residencial urbano

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	0,081	0,085	0,089	0,104	0,116	0,128	0,140	0,151	0,152	0,153
Biomasa modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,216	0,227	0,238	0,268	0,299	0,331	0,362	0,390	0,392	0,395
Calefacción centralizada	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Solar térmica	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,193	0,202	0,212	0,242	0,270	0,299	0,327	0,353	0,354	0,357
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,489</b>	<b>0,514</b>	<b>0,540</b>	<b>0,615</b>	<b>0,686</b>	<b>0,758</b>	<b>0,828</b>	<b>0,895</b>	<b>0,899</b>	<b>0,905</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CX. Residencial rural, calefacción

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	0,087	0,092	0,096	0,108	0,121	0,134	0,146	0,158	0,158	0,158
Biomasa modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Calefacción centralizada	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Solar térmica	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,088</b>	<b>0,092</b>	<b>0,097</b>	<b>0,109</b>	<b>0,122</b>	<b>0,135</b>	<b>0,147</b>	<b>0,159</b>	<b>0,159</b>	<b>0,159</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXI. Residencial rural, calentamiento de agua

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	0,090	0,095	0,099	0,112	0,125	0,138	0,151	0,163	0,163	0,163
Biomasa modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Calefacción centralizada	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Solar térmica	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,092</b>	<b>0,096</b>	<b>0,101</b>	<b>0,114</b>	<b>0,127</b>	<b>0,141</b>	<b>0,153</b>	<b>0,166</b>	<b>0,166</b>	<b>0,166</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXII. Residencial rural, cocción

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	4,355	4,574	4,803	5,410	6,038	6,676	7,292	7,875	7,882	7,882
Biomasa modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,006	0,006	0,006	0,007	0,008	0,008	0,009	0,010	0,010	0,010
Solar térmica	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,073	0,077	0,081	0,091	0,102	0,112	0,123	0,133	0,133	0,133
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>4,434</b>	<b>4,657</b>	<b>4,890</b>	<b>5,508</b>	<b>6,147</b>	<b>6,797</b>	<b>7,424</b>	<b>8,017</b>	<b>8,025</b>	<b>8,025</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXIII. Residencial rural, aire acondicionado

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Eléctrico	GWa	0,006	0,007	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,011	0,011	0,011
No eléctrico	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,006</b>	<b>0,007</b>	<b>0,007</b>	<b>0,008</b>	<b>0,009</b>	<b>0,010</b>	<b>0,011</b>	<b>0,011</b>	<b>0,011</b>	<b>0,011</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXIV. Residencial rural, equipamiento

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Electricidad para equipamiento	GWa	0,031	0,032	0,033	0,037	0,042	0,046	0,051	0,055	0,055	0,055
Comb. fósiles para iluminación	GWa	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,035</b>	<b>0,035</b>	<b>0,037</b>	<b>0,041</b>	<b>0,046</b>	<b>0,051</b>	<b>0,056</b>	<b>0,060</b>	<b>0,060</b>	<b>0,060</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXV. Demanda total de energía final en el sector residencial rural

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	<b>GWa</b>	<b>4,533</b>	<b>4,761</b>	<b>4,999</b>	<b>5,630</b>	<b>6,284</b>	<b>6,948</b>	<b>7,589</b>	<b>8,195</b>	<b>8,203</b>	<b>8,203</b>
<b>Biomásas modernas</b>	<b>GWa</b>	<b>0,000</b>									
<b>Electricidad</b>	<b>GWa</b>	<b>0,044</b>	<b>0,044</b>	<b>0,047</b>	<b>0,052</b>	<b>0,059</b>	<b>0,065</b>	<b>0,071</b>	<b>0,076</b>	<b>0,076</b>	<b>0,076</b>
<b>Calefacción centralizada</b>	<b>GWa</b>	<b>0,000</b>									
<b>Solar térmica</b>	<b>GWa</b>	<b>0,000</b>									
<b>Combustibles fósiles</b>	<b>GWa</b>	<b>0,079</b>	<b>0,082</b>	<b>0,086</b>	<b>0,097</b>	<b>0,109</b>	<b>0,120</b>	<b>0,131</b>	<b>0,142</b>	<b>0,142</b>	<b>0,142</b>
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>4,655</b>	<b>4,887</b>	<b>5,132</b>	<b>5,780</b>	<b>6,451</b>	<b>7,133</b>	<b>7,791</b>	<b>8,414</b>	<b>8,421</b>	<b>8,421</b>

Fuente: elaboración propia, con base a datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXVI. Residencial, calefacción

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	<b>GWa</b>	<b>0,105</b>	<b>0,110</b>	<b>0,115</b>	<b>0,133</b>	<b>0,149</b>	<b>0,165</b>	<b>0,180</b>	<b>0,194</b>	<b>0,194</b>	<b>0,195</b>
<b>Electricidad</b>	<b>GWa</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>
<b>Calefacción centralizada</b>	<b>GWa</b>	<b>0,000</b>									
<b>Combustibles fósiles</b>	<b>GWa</b>	<b>0,017</b>	<b>0,018</b>	<b>0,019</b>	<b>0,024</b>	<b>0,027</b>	<b>0,030</b>	<b>0,033</b>	<b>0,035</b>	<b>0,035</b>	<b>0,036</b>
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,123</b>	<b>0,129</b>	<b>0,135</b>	<b>0,159</b>	<b>0,177</b>	<b>0,196</b>	<b>0,214</b>	<b>0,231</b>	<b>0,232</b>	<b>0,232</b>

Fuente: elaboración propia, con base a datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXVII. Residencial, calentamiento de agua

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	0,102	0,108	0,113	0,127	0,142	0,157	0,172	0,185	0,186	0,186
Biomasa modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,013	0,013	0,014	0,016	0,017	0,019	0,021	0,023	0,023	0,023
Calefacción centralizada	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Solar térmica	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,022	0,023	0,024	0,027	0,030	0,033	0,037	0,039	0,040	0,040
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,137</b>	<b>0,144</b>	<b>0,151</b>	<b>0,170</b>	<b>0,190</b>	<b>0,210</b>	<b>0,229</b>	<b>0,248</b>	<b>0,248</b>	<b>0,249</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXVIII. Residencial, cocción

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	4,407	4,628	4,860	5,474	6,109	6,755	7,378	7,967	7,975	7,976
Biomasa modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,038	0,040	0,041	0,047	0,052	0,058	0,063	0,068	0,068	0,069
Solar térmica	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,227	0,239	0,251	0,283	0,315	0,349	0,381	0,411	0,413	0,415
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>4,672</b>	<b>4,907</b>	<b>5,152</b>	<b>5,803</b>	<b>6,477</b>	<b>7,161</b>	<b>7,822</b>	<b>8,447</b>	<b>8,456</b>	<b>8,460</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXIX. Residencial, aire acondicionado

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Eléctrico	GWa	0,020	0,021	0,022	0,025	0,027	0,030	0,033	0,036	0,036	0,036
No eléctrico	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,020</b>	<b>0,021</b>	<b>0,022</b>	<b>0,025</b>	<b>0,027</b>	<b>0,030</b>	<b>0,033</b>	<b>0,036</b>	<b>0,036</b>	<b>0,036</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXX. Residencial, equipamiento

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Electricidad para equipamiento	GWa	0,188	0,196	0,206	0,232	0,259	0,287	0,313	0,338	0,340	0,342
Comb. fósiles para iluminación	GWa	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,008	0,008	0,008	0,008
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,193</b>	<b>0,201</b>	<b>0,211</b>	<b>0,238</b>	<b>0,266</b>	<b>0,294</b>	<b>0,321</b>	<b>0,347</b>	<b>0,348</b>	<b>0,350</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXI. Demanda total de energía final en el sector Residencial

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	4,614	4,846	5,088	5,734	6,400	7,076	7,729	8,347	8,355	8,356
Electricidad	GWa	0,259	0,271	0,285	0,321	0,358	0,396	0,432	0,467	0,469	0,472
Combustibles fósiles	GWa	0,271	0,285	0,299	0,340	0,379	0,419	0,458	0,494	0,496	0,499
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>5,144</b>	<b>5,402</b>	<b>5,672</b>	<b>6,395</b>	<b>7,137</b>	<b>7,891</b>	<b>8,619</b>	<b>9,308</b>	<b>9,320</b>	<b>9,327</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionado por la Dirección General de Energía

Tabla CXXII. Datos básicos para la demanda de energía útil en el sector servicios

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Fuerza laboral en el sect. Serv.	[%]	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Área de piso por empleado	[m <sup>2</sup> /cap]	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Fuerza laboral en el sect. Serv.	[mill cap]	2,509	2,636	2,767	3,117	3,479	3,847	4,202	4,537	4,849	5,382
Área de piso del sect. Serv	[mill m <sup>2</sup> ]	25,086	26,356	27,674	31,170	34,791	38,466	42,015	45,37	48,489	53,817

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXIII. Factores para la Calefacción y el aire acondicionado

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Por ciento de área que requiere calefacción	[%]	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Área que realmente tiene calefacción	[%]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Requerimientos específicos de calefacción	[kWh/m <sup>2</sup> /a]	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Área de piso con aire acondicionado	[%]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Requer. específicos de aire acondicionado	[kWh/m <sup>2</sup> /a]	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXIV. Demanda de energía útil para la calefacción y el aire acondicionado

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Área total con calefacción	[mill m <sup>2</sup> ]	0,050	0,053	0,055	0,062	0,070	0,077	0,084	0,091	0,097	0,108
Calefacción	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
acondicionado	GWa	0,107	0,113	0,118	0,133	0,149	0,165	0,180	0,194	0,208	0,230

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXV. Intensidades energéticas de los combustibles motor

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Servicios	[kWh/U S\$]	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Comercio y Servicios	[kWh/U S\$]	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Administración Pública	[kWh/U S\$]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Financias y Negocios	[kWh/U S\$]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXVI. Intensidades energéticas de los usos específicos de la electricidad

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Servicios</b>	[kWh/US\$]	<b>0,053</b>									
Comercio y Servicios	[kWh/US\$]	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Administración Pública	[kWh/US\$]	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Financias y Negocios	[kWh/US\$]	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXVII. Intensidades energéticas de los otros usos térmicos

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Servicios</b>	[kWh/US\$]	<b>0,051</b>									
Comercio y Servicios	[kWh/US\$]	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXVIII. Demanda de energía útil de los combustibles motor

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Servicios</b>	GWa	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,006</b>	<b>0,007</b>	<b>0,009</b>	<b>0,010</b>	<b>0,012</b>	<b>0,017</b>
Comercio y Servicios	GWa	0,004	0,004	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,011	0,015
Administración Pública	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001
Financias y Negocios	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXIX. Demanda de energía útil de los usos específicos de electricidad

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Servicios</b>	GWa	<b>0,112</b>	<b>0,119</b>	<b>0,127</b>	<b>0,149</b>	<b>0,175</b>	<b>0,205</b>	<b>0,241</b>	<b>0,282</b>	<b>0,331</b>	<b>0,455</b>
Comercio y Servicios	GWa	0,094	0,100	0,107	0,125	0,147	0,172	0,202	0,236	0,277	0,381
Administración Pública	GWa	0,018	0,019	0,020	0,024	0,028	0,033	0,038	0,045	0,053	0,072
Financias y Negocios	GWa	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXX. Demanda de energía útil de los otros usos térmicos

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Servicios	GWa	0,107	0,114	0,122	0,143	0,168	0,197	0,231	0,270	0,317	0,436
Comercio y Servicios	GWa	0,107	0,114	0,122	0,143	0,168	0,197	0,231	0,270	0,317	0,436

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXXI. Demanda total de energía útil del sector Servicios

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Calefacción	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Aire acondicionado	GWa	0,107	0,113	0,118	0,133	0,149	0,165	0,180	0,194	0,208	0,230
Combustibles motor	GWa	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007	0,009	0,010	0,012	0,017
Usos específicos de electricidad	GWa	0,112	0,119	0,127	0,149	0,175	0,205	0,241	0,282	0,331	0,455
Otros usos térmicos	GWa	0,107	0,114	0,122	0,143	0,168	0,197	0,231	0,270	0,317	0,436
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,331</b>	<b>0,351</b>	<b>0,372</b>	<b>0,431</b>	<b>0,498</b>	<b>0,574</b>	<b>0,660</b>	<b>0,758</b>	<b>0,868</b>	<b>1,139</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXXII. Penetración de las formas energéticas para la calefacción

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	[%]	30	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
<b>Biomasa modernas</b>	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Electricidad</b>	[%]	67,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
<b>(de esto: bomba térmica)</b>	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Calefacción centralizada</b>	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Solar térmica</b>	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Combustibles fósiles</b>	[%]	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXXIII. Penetración de las formas energéticas para otros usos térmicos

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Combustibles tradicionales</b>	[%]	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00
<b>Biomasa modernas</b>	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Electricidad</b>	[%]	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
<b>Calefacción centralizada</b>	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Solar térmica</b>	[%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Combustibles fósiles</b>	[%]	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXXIV. Eficiencia y otros factores de los usos térmicos

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Eficiencia de combustibles tradicionales	[%]	12	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Eficiencia de biomásas modernas	[%]	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Eficiencia de combustibles fósiles	[%]	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
COP de las bombas térmicas	[razón]	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Por ciento de edificios poca altura	[%]	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXXV. Penetración de las formas energéticas para los aires Acondicionados

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Eléctrico	[%]	94,335	94,335	94,335	94,335	94,335	94,335	94,335	94,335	94,335	94,335
No eléctrico	[%]	5,67	5,67	5,67	5,67	5,67	5,67	5,67	5,67	5,67	5,67

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXXVI. Eficiencia de los aires acondicionados

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
COP de los aires acondicionados eléctricos	[razón]	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
COP de los aires acondicionados no eléctricos	[razón]	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXXVII. Demanda de energía final para usos térmicos

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	0,322	0,276	0,294	0,344	0,404	0,474	0,555	0,651	0,764	1,050
Biomasa modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,065	0,069	0,073	0,086	0,101	0,118	0,138	0,162	0,190	0,262
Combustibles fósiles	GWa	0,007	0,007	0,008	0,009	0,010	0,012	0,014	0,017	0,020	0,027
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,393</b>	<b>0,351</b>	<b>0,374</b>	<b>0,439</b>	<b>0,515</b>	<b>0,604</b>	<b>0,708</b>	<b>0,830</b>	<b>0,973</b>	<b>1,338</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXXVIII. Demanda de energía final para usos específicos de electricidad

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Eléctrico	GWa	0,041	0,043	0,045	0,050	0,056	0,062	0,068	0,073	0,078	0,087
No eléctrico	GWa	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,043</b>	<b>0,045</b>	<b>0,047</b>	<b>0,053</b>	<b>0,060</b>	<b>0,066</b>	<b>0,072</b>	<b>0,078</b>	<b>0,083</b>	<b>0,092</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXXXIX. Demanda de energía final en el sector Servicios

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	0,322	0,276	0,294	0,344	0,404	0,474	0,555	0,651	0,764	1,050
Biomasa modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,217	0,231	0,245	0,285	0,332	0,385	0,447	0,518	0,600	0,804
Calefacción centralizada	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,009	0,010	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,021	0,024	0,032
Combustibles motor	GWa	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007	0,009	0,010	0,012	0,017
<b>Total</b>	<b>GWa</b>	<b>0,552</b>	<b>0,520</b>	<b>0,554</b>	<b>0,647</b>	<b>0,756</b>	<b>0,882</b>	<b>1,029</b>	<b>1,200</b>	<b>1,400</b>	<b>1,903</b>

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXL. Demanda de energía final por formas energéticas

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Combustibles tradicionales	GWa	4,936	5,121	5,382	6,079	6,804	7,550	8,285	8,998	9,119	9,406
Biomásas modernas	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Electricidad	GWa	0,782	0,827	0,877	1,013	1,167	1,341	1,536	1,755	1,972	2,519
Calefacción centralizada	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Solar térmica	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Combustibles fósiles	GWa	0,577	0,610	0,646	0,747	0,856	0,978	1,113	1,263	1,397	1,737
Combustibles motor	GWa	2,876	3,995	4,206	4,776	5,346	5,999	6,677	8,662	8,135	9,750
Coque y carbón	GWa	0,188	0,195	0,203	0,225	0,250	0,280	0,314	0,355	0,403	0,524
Materia prima	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	GWa	9,359	10,750	11,314	12,839	14,424	16,148	17,926	21,03	21,02	23,93

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía

Tabla CXLI. Combustibles fósiles

Ítem	Unidad	2006	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Industria	GWa	0,296	0,316	0,337	0,395	0,463	0,543	0,637	0,747	0,877	1,206
Manufactura	GWa	0,225	0,240	0,256	0,300	0,352	0,412	0,484	0,567	0,665	0,915
ACM	GWa	0,072	0,076	0,081	0,095	0,112	0,131	0,154	0,180	0,211	0,291
Transporte	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Transp. Carga	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Transp. Pasajeros	GWa	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Residencial	GWa	0,271	0,285	0,299	0,340	0,379	0,419	0,458	0,494	0,496	0,499
Servicios	GWa	0,009	0,010	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,021	0,024	0,032
Total	GWa	0,577	0,610	0,646	0,747	0,856	0,978	1,113	1,263	1,397	1,737

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por la Dirección General de Energía