



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

**ESTUDIO DE LA DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LA ACTUALIZACIÓN DE LA
POLÍTICA ENERGÉTICA VIGENTE DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, Y SU
TENDENCIA PARA LOS AÑOS 2018 A 2032 EN CUMPLIMIENTO DE LAS BASES
REQUERIDAS POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**

Cristian Iván Samayoa Chávez

Asesorado por el Ing. Gabriel Armando Velásquez Velásquez

Guatemala, febrero 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE LA DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LA ACTUALIZACIÓN DE LA
POLÍTICA ENERGÉTICA VIGENTE DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, Y SU
TENDENCIA PARA LOS AÑOS 2018 A 2032 EN CUMPLIMIENTO DE LAS BASES
REQUERIDAS POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CRISTIAN IVÁN SAMAYOA CHÁVEZ

ASESORADO POR EL ING. GABRIEL ARMANDO VELÁSQUEZ VELÁSQUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

GUATEMALA, FEBRERO 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. José Guillermo Bedoya Barrios
EXAMINADOR	Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga
EXAMINADOR	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

**ESTUDIO DE LA DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LA ACTUALIZACIÓN DE LA
POLÍTICA ENERGÉTICA VIGENTE DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, Y SU
TENDENCIA PARA LOS AÑOS 2018 A 2032 EN CUMPLIMIENTO DE LAS BASES
REQUERIDAS POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 03 de mayo de 2018.

Cristian Iván Samayoa Chávez

Guatemala, 07 de mayo de 2019

Ingeniero:

Saúl Cabezas Durán

Coordinador del Área de Potencia

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Facultad de Ingeniería

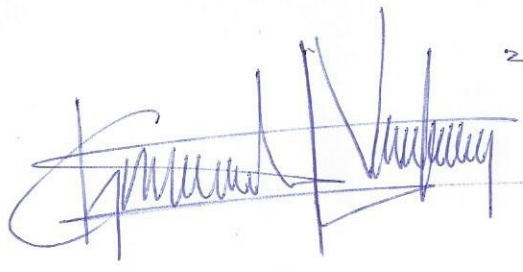
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Cabezas:

Por este medio tengo a bien informarle que he realizado la revisión técnica del Trabajo de Graduación titulado "**ESTUDIO DE LA DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LA ACTUALIZACIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA VIGENTE DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, Y SU TENDENCIA PARA LOS AÑOS 2018 A 2032 EN CUMPLIMIENTO DE LAS BASES REQUERIDAS POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**", desarrollado por el estudiante Cristian Iván Samayoa Chávez, carnet número 2009-43238; por lo cual considero que el trabajo de graduación cumple con el alcance y los objetivos definidos para su desarrollo, habiéndolo encontrado satisfactorio en su contenido y resultados, sometiendo a su consideración la aprobación del mismo, siendo responsables del contenido técnico el estudiante y el suscrito, en calidad de asesor.

Sin otro particular,

Atentamente,



Gabriel Armando Velásquez Velásquez
Ingeniero Mecánico Electricista
Colegiado No. 12.731

Ing. Gabriel Armando Velásquez Velásquez

No. Colegiado 12 731



REF. EIME 41. 2019.

10 de julio 2019.

Señor Director

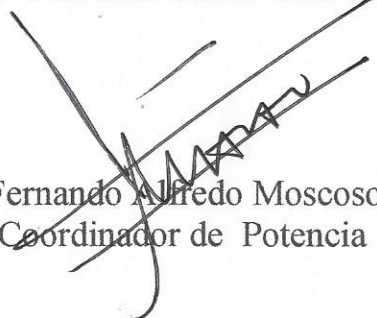
Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIO DE LA DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LA ACTUALIZACIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA VIGENTE DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, Y SU TENDENCIA PARA LOS AÑOS 2018 A 2032 EN CUMPLIMIENTO DE LAS BASES REQUERIDAS POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, del estudiante; **Cristian Iván Samayoa Chávez** que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Fernando Alfredo Moscoso Lira
Coordinador de Potencia





REF. EIME 41. 2019.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación de el estudiante: CRISTIAN IVÁN SAMAYOA CHÁVEZ titulado: ESTUDIO DE LA DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LA ACTUALIZACIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA VIGENTE DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, Y SU TENDENCIA PARA LOS AÑOS 2018 A 2032 EN CUMPLIMIENTO DE LAS BASES REQUERIDAS POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, procede a la autorización del mismo.


Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo





GUATEMALA, 9 DE SEPTIEMBRE 2019.



La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE LA DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LA ACTUALIZACIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA VIGENTE DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, Y SU TENDENCIA PARA LOS AÑOS 2018 A 2032 EN CUMPLIMIENTO DE LAS BASES REQUERIDAS POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, presentado por el estudiante universitario: **Cristian Iván Samayoa Chávez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, febrero de 2020

AACE/asga
cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme la vida.

Mi madre

Lily Chávez, su amor incondicional será siempre mi inspiración.

Mis hermanos

Lesther y Juan Carlos Samayoa, su amor incondicional será siempre mi inspiración.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.

Facultad de Ingeniería

Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.

Mis amigos de la Facultad

Mario Soto y Saúl Villanueva, por haber estado ahí en todo momento.

Colegas

Édgar Tuquer y Axel Arellano, por ser una importante influencia en mi carrera.

Compañeros de trabajo

Por su valiosa amistad y apoyo.

Mi asesor

Gabriel Velásquez, por el apoyo y ánimo brindado durante el desarrollo de este trabajo de graduación, siendo una importante influencia en mi carrera profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. DESCRIPCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA.....	1
1.1. Sector de la industria.....	3
1.1.1. Agricultura.....	5
1.1.2. Construcción.....	6
1.1.3. Minería.....	7
1.1.4. Manufactura.....	9
1.2. Sector de comercio y servicios.....	10
1.3. Sector de transporte.....	14
1.4. Industria energética.....	19
1.5. Sector de la vivienda.....	25
2. PREMISAS PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO DE ANÁLISIS DE DEMANDA DE ENERGÍA Y POTENCIA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA.....	29
2.1. Software MAED.....	29

2.1.1.	Características del software MAED.....	30
2.1.2.	Descripción de la operación del software MAED.....	31
2.2.	Detalle de la energía y potencia histórica demandada en la República de Guatemala.....	32
2.2.1.	Potencia eléctrica	32
2.2.2.	Energía.....	34
2.2.3.	Sector de la industria.....	34
2.2.3.1.	Agricultura.	36
2.2.3.2.	Construcción.....	37
2.2.3.3.	Minería.	39
2.2.3.4.	Manufactura.	40
2.2.4.	Sector de comercio y servicios.....	41
2.2.5.	Sector de transporte.....	43
2.2.6.	Industria energética.....	48
2.2.7.	Sector de la vivienda.....	48
2.3.	Planes y políticas energéticas impulsadas por el Gobierno de Guatemala.....	55
2.3.1.	Política Energética 2013 – 2027.....	56
2.3.2.	Plan Nacional de Energía 2017 – 2032.....	57
2.3.3.	Otros proyectos.....	59
2.4.	Proyección de las características históricas de la demanda de energía y demanda de potencia eléctrica de la República de Guatemala.....	60
2.4.1.	Caracterización energética.....	60
2.4.2.	Potencia eléctrica	69
3.	ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON DEMANDA DE ENERGÍA TENDENCIAL	71

3.1.	Demanda de energía <i>per cápita</i>	71
3.2.	Demanda de energía del sector de la industria.	74
3.3.	Demanda de energía del sector de transporte.	75
3.4.	Demanda de energía del sector de comercio y servicios.	78
3.5.	Demanda de energía del sector de vivienda.	80
3.6.	Demanda energética de la República de Guatemala.	83
4.	ANÁLISIS DEL ESCENARIO DE DEMANDA DE ENERGÍA MODIFICADA POR PLANES Y POLÍTICAS IMPULSADAS POR EL GOBIERNO DE GUATEMALA.....	87
4.1.	Demanda de energía <i>per cápita</i>	87
4.1.1.	Demanda de energía del sector de la industria	89
4.2.	Demanda de energía del sector de transporte.	90
4.3.	Demanda de energía del sector de comercio y servicios.	92
4.4.	Demanda de energía del sector de vivienda.	93
4.5.	Demanda energética de la República de Guatemala.	97
5.	COMPARACIÓN DE ESCENARIOS.....	101
5.1.	Variaciones en la demanda de energía por cada sector.	101
5.1.1.	Sector de la industria	101
5.1.2.	Sector de transporte	102
5.1.3.	Sector de comercio y servicios	103
5.1.4.	Sector de la vivienda	104
5.2.	Análisis de la demanda macro de energéticos.	105
5.3.	Análisis de la energía consumida <i>per cápita</i>	106
	CONCLUSIONES	109
	RECOMENDACIONES.....	111
	BIBLIOGRAFÍA.....	113

APÉNDICE 117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Reparto proporcional del aporte al PIB, del sector de la industria.....	4
2.	PIB de las actividades: agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, a moneda corriente.....	5
3.	PIB de la actividad: construcción, en moneda corriente.....	7
4.	Distribución de licencias para explotación minera.....	8
5.	PIB de la actividad: explotación de minas y canteras, en moneda corriente.	8
6.	PIB de la actividad: industrias manufactureras, en moneda corriente.	10
7.	Desagregación del sector de comercio y servicios.	11
8.	Participaciones porcentuales al PIB del sector de comercio y servicios.	13
9.	PIB del sector de comercio y servicios, en moneda corriente.....	13
10.	Clasificación del parque vehicular nacional, por su aplicación.....	15
11.	Participaciones de tecnologías en transporte de carga.....	16
12.	Participaciones de tecnologías en transporte urbano.....	17
13.	Participaciones de tecnologías en transporte particular extraurbano... ..	18
14.	Participantes de tecnologías en transporte público extraurbano.....	18
15.	Actores del subsector eléctrico.	19
16.	Índices de cobertura eléctrica por departamento al año 2016.....	24
17.	PIB del sector de la industria energética, en moneda corriente.	25
18.	Población total de Guatemala.	26

19.	Distribución porcentual, población urbana y población rural en Guatemala.....	27
20.	Orden de procesos para el funcionamiento de la metodología MAED.....	31
21.	Registro histórico sobre máximas potencias registradas.....	33
22.	Demanda histórica de energía eléctrica por el sector de la industria....	34
23.	Demanda histórica de combustibles derivados del petróleo en el sector de la industria.....	35
24.	Eficiencia de producción de la actividad de agricultura.....	37
25.	Eficiencia de producción de la actividad de construcción.....	38
26.	Eficiencia de producción de la actividad de minería.....	39
27.	Eficiencia de producción de la actividad de manufactura.....	41
28.	Eficiencia de producción del sector de comercio y servicios.....	42
29.	Intensidades energéticas del transporte de carga.....	45
30.	Intensidades energéticas del transporte extraurbano.....	46
31.	Intensidades energéticas del transporte urbano.....	47
32.	Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, a nivel nacional.....	51
33.	Portada de la Política Energética 2013 - 2027.....	56
34.	Portada del Plan Nacional de Energía 2017 - 2032.....	58
35.	Portada del Plan Nacional de Eficiencia Energética 2019 - 2032.....	59
36.	Distribución porcentual de población residente en ciudades largas y en ciudades cortas.....	61
37.	Distribución porcentual de población urbana y población rural, hacia el año 2032.....	62
38.	Estimaciones del PIB de Guatemala.....	63
39.	Estimaciones del PIB <i>per cápita</i> de Guatemala.....	64
40.	Proyección de parque vehicular para la actividad de transporte de carga.....	65

41.	Proyección de parque vehicular para la actividad de transporte extraurbano particular.	66
42.	Proyección de parque vehicular para la actividad de transporte extraurbano colectivo.	67
43.	Proyección de parque vehicular para la actividad de transporte urbano....	68
44.	Proyección de la demanda de potencia eléctrica de la República de Guatemala.....	69
45.	Curva de carga de la República de Guatemala, estimada para el año 2050.....	70
46.	Energía total de la demanda por persona.	72
47.	Energía total demandada por dólar producido.	73
48.	Proyección de la demanda energética del sector de la industria.	75
49.	Demanda energética del sector de transporte, por tipo de energético.	77
50.	Proporciones de la demanda energética del sector transporte, por tipo de actividad.	77
51.	Proyección de la demanda energética del sector de comercio y servicios.	79
52.	Proyección de la demanda energética de la zona urbana del sector de vivienda.	82
53.	Proyección de la demanda energética de la zona rural del sector de vivienda.....	83
54.	Proyección de la demanda energética tendencial de la República de Guatemala.....	84
55.	Energía total de la demanda por la República de Guatemala.....	85
56.	Proyección de la demanda energética per cápita en el escenario modificado.....	88

57.	Proyección de la demanda energética y la producción económica, escenario modificado.	88
58.	Proyección de demanda energética del sector industria, escenario modificado.	90
59.	Proporciones de la demanda energética del sector de transporte, escenario modificado.	91
60.	Proyección de la demanda energética del sector de comercio y servicios para el escenario modificado.	93
61.	Proyección de la demanda energética de la zona urbana del sector de vivienda para el escenario modificado.	95
62.	Proyección de la demanda energética de la zona rural del sector de vivienda para el escenario modificado.	97
63.	Proyección energética de la República de Guatemala para el escenario modificado.	98
64.	Proyección de la demanda de energía de la República de Guatemala para el escenario modificado.	99
65.	Comparación de escenarios del sector de la industria.	101
66.	Comparación de escenarios del sector de transporte.	102
67.	Comparación de escenarios del sector de comercio y servicios.	103
68.	Comparación de escenarios del sector de vivienda.	104
69.	Diferencia de demandas energéticas totales sobre los escenarios planteados.	105
70.	Energía consumida <i>per cápita</i> en cada escenario.	106
71.	Energía consumida por dólar producido en cada escenario.	107

TABLAS

I.	Detalle de fuentes energéticas primarias utilizadas en Guatemala.....	1
II.	Detalle de fuentes energéticas secundarias utilizadas en Guatemala.....	2
III.	Capacidad de generación instalada a enero de 2019.	21
IV.	Kilómetros de línea de transmisión, por tipo de propiedad.....	22
V.	Municipios que cuentan con empresas de distribución eléctrica propia... ..	23
VI.	Registro histórico sobre máximas potencias registradas.	32
VII.	Eficiencia de producción de la actividad de agricultura.	36
VIII.	Eficiencia de producción de la actividad de construcción.....	38
IX.	Eficiencia de producción de la actividad minera.....	39
X.	Eficiencia de producción de la actividad de manufactura.....	40
XI.	Eficiencia de producción del sector de comercio y servicios.....	42
XII.	Factores de conversión para combustibles en términos de energía. ...	44
XIII.	Intensidades energéticas del transporte de carga.....	45
XIV.	Intensidades energéticas del transporte extraurbano.....	46
XV.	Intensidades energéticas del transporte urbano.	47
XVI.	Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, a nivel departamental.....	50
XVII.	Detalle de consumos energéticos del sector vivienda en áreas urbanas.	52
XVIII.	Detalle de consumos energéticos del sector vivienda en áreas rurales.....	53
XIX.	Cantidad de personas por tipo de ciudad.....	61
XX.	Distribución porcentual de población urbana y rural, hacia el año 2032.....	62
XXI.	Estimaciones del PIB de Guatemala.....	63

XXII.	Proyección de parque vehicular para la actividad de transporte de carga.....	64
XXIII.	Proyección de parque vehicular para la actividad extraurbana particular.....	65
XXIV.	Proyección de parque vehicular para la actividad extraurbana colectiva.....	66
XXV.	Proyección de parque vehicular para la actividad de transporte urbano.....	67
XXVI.	Proyección de la demanda de potencia eléctrica de la República de Guatemala.	69
XXVII.	Energía total de demanda por persona y por dólar producido.	71
XXVIII.	Proyección de la demanda energética del sector de la industria.	74
XXIX.	Proyección de la demanda energética del sector de transporte, por tipo energético.	76
XXX.	Proyección de la demanda energética del sector de comercio y servicios.....	78
XXXI.	Proyección de la demanda energética de la zona urbana del sector de vivienda.....	80
XXXII.	Proyección de la demanda energética de la zona rural del sector de vivienda.....	81
XXXIII.	Proyección de la demanda energética tendencial de la República de Guatemala.	84
XXXIV.	Proyección de la demanda energética <i>per cápita</i> para el escenario modificado.	87
XXXV.	Proyección de la demanda energética del sector de la industria, escenario modificado.	89
XXXVI.	Proyección de la demanda energética del sector de transporte para el escenario modificado.	91

XXXVII.	Proyección de la demanda energética del sector de comercio y servicios para el escenario modificado.....	92
XXXVIII.	Proyección de la demanda energética de la zona urbana del sector de vivienda para el escenario modificado.	94
XXXIX.	Proyección de la demanda energética de la zona rural del sector de vivienda para el escenario modificado.	96
XL.	Proyección de la demanda de energía de la República de Guatemala para el escenario modificado.	98

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
GWa	Giga Vatio por año
GWh	Giga Vatio por hora
kV	Kilo Voltio
kWh	Kilo Vatio por hora
MW	Megavatio
MWh	Megavatio por hora
TON	Tonelada métrica

GLOSARIO

AMM	Administrador del Mercado Mayorista
Aplicación eléctrica	Uso final de la energía eléctrica, a través de equipos eléctricos.
BEP	Barril Equivalente de Petróleo
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica
Coque	Carbón bituminoso.
Demanda energética	Energía requerida por un sistema consumidor.
EEGSA	Empresa Eléctrica de Guatemala S.A.
EEM	Empresa Eléctrica Municipal
EEP	Empresa Eléctrica Privada
Eficiencia energética	Relación entre la energía consumida por un sistema, y la energía útil requerida por el mismo sistema.
ENCOVI	Encuesta Nacional de Condiciones de Vida

Energía	Disposición con la que cuenta un sistema para realizar un trabajo.
EV	Vehículo eléctrico
IAEA	International Atomic Energy Agency
INDE	Instituto Nacional de Electrificación
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
MAED	Model of Analysis of Energy Demand
MEM	Ministerio de Energía y Minas
Moneda corriente	Dinero contabilizado con base en el año en que fue recaudado.
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
Parque vehicular	Cantidad de vehículos contabilizados.
<i>Per cápita</i>	Por persona.
PIB	Producto Interno Bruto
Potencia	Magnitud referida a la capacidad de entregar energía para cubrir el trabajo de un sistema.

SAT

Súper Intendencia de Administración Tributaria

RESUMEN

Se crea un modelo de análisis para la demanda energética de la República de Guatemala, y a su vez se plantea el incremento de la demanda de potencia eléctrica, ambos términos son desarrollados con proyecciones hacia el año 2050. Para la demanda energética del país se proponen dos escenarios: un escenario tendencial, donde los sectores de demanda energética crecen anualmente con base en los registros históricos de cada uno de ellos, y un segundo escenario que considera modificaciones al crecimiento de la demanda de cada sector, aplicando acciones propuestas por parte del sistema de planificación energética del Gobierno de Guatemala.

La finalidad del estudio de ambos escenarios consiste en determinar en estudios posteriores qué nuevas acciones como parte de las políticas públicas del país se pueden tomar en consideración para incrementar la eficiencia del consumo de todos los sectores involucrados en el proceso.

OBJETIVOS

General

Modelar la proyección de la demanda de potencia eléctrica y demanda energética de la República de Guatemala, enfocada al año 2032.

Específicos

1. Crear un modelo de análisis de demanda energética nacional, adaptable a modificaciones entre sectores consumidores.
2. Determinar la potencia eléctrica que el país demandará en el año 2032.
3. Evidenciar las características que definen la demanda energética de cada uno de los sectores consumidores del país.
4. Demostrar las necesidades de recursos energéticos que se tendrán en el año 2032, si la demanda energética continúa creciendo bajo la misma tasa histórica.
5. Dar a conocer los cambios que la demanda energética del país tendría si se cumplen las acciones propuestas por el gobierno en términos de planificación energética.

INTRODUCCIÓN

Para la República de Guatemala el contar con una política energética que mantiene la posibilidad de ser actualizada periódicamente, le ha permitido estudiar las tendencias y comportamientos de todos los actores que se encuentran involucrados en el sector de la energía. Los estudios y renovaciones de la Política Energética Nacional están a cargo del Ministerio de Energía y Minas, en su calidad de ente rector de todo el sector de la energía, esto abarca el subsector de hidrocarburos y el subsector eléctrico.

La política energética vigente se proyecta con objetivos y metas propuestas para los años 2013 a 2027, sin embargo, en el presente año el MEM ha solicitado actualizar todos los ejes de dicha política a través de estudios técnicos que avalen los porcentajes cumplidos de las metas ya planteadas, y a su vez se expongan las bases que permitan formular nuevos objetivos de mejora con enfoque sobre todos los sectores involucrados: industria, manufactura, transporte, hogares, comercio y servicios. El nuevo horizonte propuesto culmina en el año 2050.

1. DESCRIPCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

La demanda de un sistema energético está comprendida por todos los actores que requieren de fuentes de energías primarias o secundarias para cumplir con sus funciones finales, todos los actores de un sistema energético se clasifican dentro de distintos sectores, donde se demuestra comparten características de consumos y productos finales con sus semejantes.

Tabla I. **Detalle de fuentes energéticas primarias utilizadas en Guatemala**

Fuentes Energéticas Primarias
Petróleo
Carbón
Recursos hídricos
Geotermia
Biogás
Leña
Bagazo de caña
Solar
Eólica

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

La tabla I presenta el detalle de las fuentes energéticas primarias utilizadas en Guatemala. Se comprende como fuente energética primaria a todos los recursos que permiten producir energía sin necesidad de utilizar procesos de transformación energéticos, las fuentes de energéticos primarios suelen provenir de recursos naturales, renovables y no renovables.

Tabla II. **Detalle de fuentes energéticas secundarias utilizadas en Guatemala**

Fuentes Energéticas Secundarias
Electricidad
Gas licuado de petróleo
Gasolina
Keroseno
Diésel
Búnker
Coque
No energéticos

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

La tabla II presenta el detalle de las fuentes energéticas secundarias utilizadas en Guatemala. Las fuentes energéticas secundarias son todas aquellas provenientes de procesos de transformación de energéticos primarios; por ejemplo, del petróleo, que es un energético primario, proviene el gas licuado de petróleo, la gasolina, el keroseno, el diésel y el búnker, los cuales son fuentes energéticas secundarias.

Dentro del detalle de fuentes energéticas secundarias el detalle de no energéticos se emplea para caracterizar a todos los derivados de energéticos primarios, pero cuyo uso final no consiste en generación de energía, tal es el caso del petróleo transformado en asfalto.

El detalle de fuentes energéticas primarias y fuentes energéticas secundarias ha sido extraído del registro de los Balances Energéticos publicados por el Ministerio de Energía y Minas hasta el año 2017. A continuación se describen los sectores que caracterizan la demanda energética nacional.

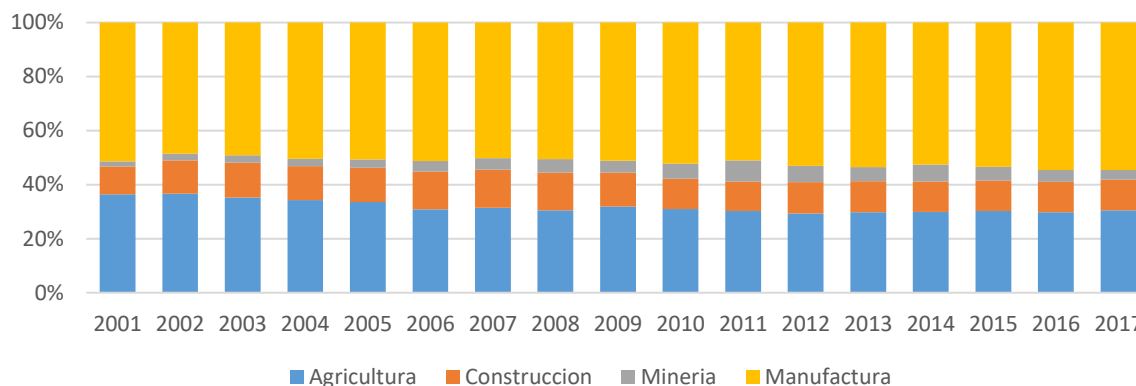
1.1. Sector de la industria

El sector de la industria agrupa las actividades de producción económica que requieren procesos de transformación de materias primas, en productos finales o secundarios. Este sector se divide en cuatro grandes grupos: agricultura, construcción, minería y manufactura.

Este sector aporta un promedio de 36,19 % del Producto Interno Bruto (PIB) anual de todo el país; “al año 2017, se ha contabilizado un aporte total de 183 235 millones de quetzales en moneda corriente, como aporte del sector industria al PIB”¹.

¹ Banco de Guatemala. *Producto Interno Bruto trimestral*.
<https://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=84369&aud=1&lang=1>.

Figura 1. Reparto proporcional del aporte al PIB del sector de la industria



Fuente: elaboración propia, con información del Banco de Guatemala.

En la figura 1 se observa la distribución proporcional histórica que han presentado los subsectores del sector de la industria ante el aporte al PIB, donde las actividades de manufactura han presentado el mayor aporte histórico al sector, con un promedio anual de 51,66 %, mientras que las actividades mineras han representado la menor proporción de aporte económico, con un 4,37 % en promedio anual.

En términos generales, el sector industria hace uso de tres energéticos principales: leña, biomasa moderna (bagazo de caña) y combustibles fósiles. De estos energéticos se derivan las energías secundarias tales como la electricidad, el uso de motores, aplicaciones de energías térmicas de baja, media y alta entalpía.

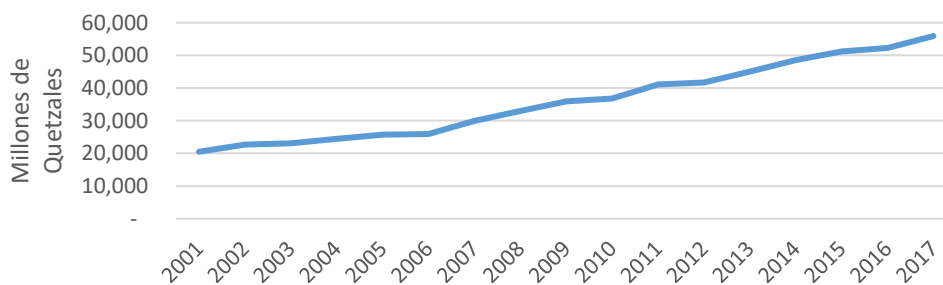
El detalle de consumos energéticos del sector de la industria se detalla bajo indicadores que relacionan la energía consumida por el sector y la producción económica que este presenta bajo cada uno de sus subgrupos.

1.1.1. Agricultura

El sector de la agricultura engloba las actividades: “agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca”². Siendo el sector de mayor producción económica en el país, sostiene un aporte promedio anual de 10 % del PIB, representando el tercer aporte económico más grande de todos los sectores de producción.

Como información adicional, las principales producciones de granos básicos en el país son el “ajonjolí, arroz, maíz, frijol, y trigo, mientras que los principales productos de producción pecuaria son la carne bovina, carne porcina, carne de pollo, huevo y leche”³.

Figura 2. **PIB de las actividades: agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, a moneda corriente**



Fuente: elaboración propia, con información del Banco de Guatemala.

La figura 2 representa el aporte al PIB, por parte de las actividades de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, contabilizado en millones de

² Banco de Guatemala. *Producto Interno Bruto trimestral*. <https://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=84369&aud=1&lang=1>.

³ Banco de Guatemala. *Producto Interno Bruto trimestral*. <https://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=84369&aud=1&lang=1>.

quetzales en moneda corriente. Se puede observar que el crecimiento económico de este sector es constante y bajo tendencia lineal. En términos energéticos, este es uno de los subsectores que genera una mayor producción económica, con relación a la energía que demanda.

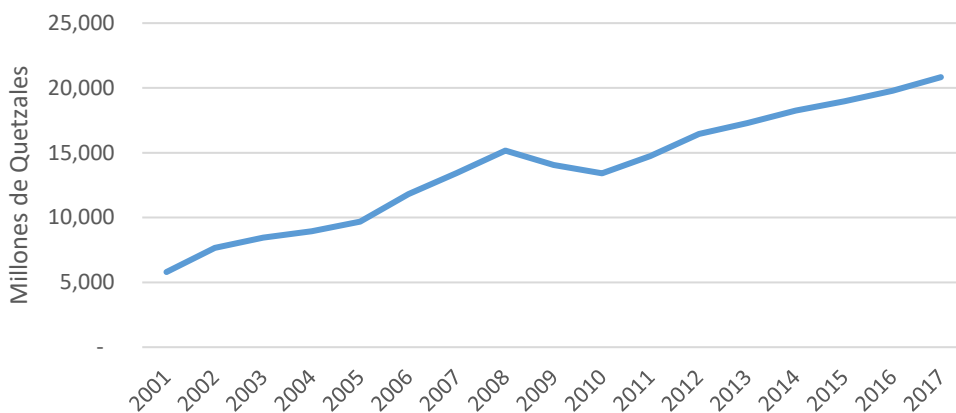
1.1.2. Construcción

El subsector de la construcción caracteriza todos los trabajos realizados en materia de ingeniería civil y obras grises de mayor y menor relevancia. Este subsector depende fundamentalmente de combustibles derivados del petróleo, así como del uso de electricidad.

“En términos económicos ha presentado un aporte histórico al PIB, en promedio del 12,10 % del total del sector de la industria”⁴; este subsector, a diferencia del subsector de agricultura, tiende a presentar crecimientos bajo casos aislados en años determinados, debido a proyectos de construcciones de carreteras o inmobiliarios particulares. Las alzas y bajas en producción de este subsector presentan repercusiones dentro de los balances energéticos nacionales, en términos de energía eléctrica y demanda de energéticos derivados del petróleo.

⁴ Banco de Guatemala. *Producto Interno Bruto trimestral*.
<https://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=84369&aud=1&lang=1>.

Figura 3. **PIB de la actividad: construcción, en moneda corriente**



Fuente: elaboración propia, con información del Banco de Guatemala.

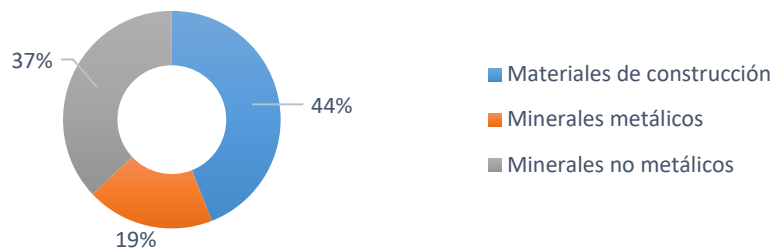
La figura 3 representa el aporte al PIB del subsector de la construcción, en moneda corriente; se puede observar que este subsector ha sido marcado por años característicos de mayor crecimiento económico, en comparación al resto de los años de la muestra.

1.1.3. Minería

Guatemala cuenta con una gran cantidad de minerales que pueden ser explotados. “Existe una diversa cantidad de oportunidades para la explotación minera, se clasifican en tres grandes grupos: materiales de construcción, minerales metálicos y minerales no metálicos; de los 108 219,29 Km² de expansión territorial de Guatemala, el 0,81 % es empleado para la explotación minera, bajo licencias de autorización”⁵.

⁵ Ministerio de Energía y Minas. *Anuario Estadístico Minero 2018*. <http://www.mem.gob.gt/mineria/estadisticas-mineras/anuario-estadistico-minero/>.

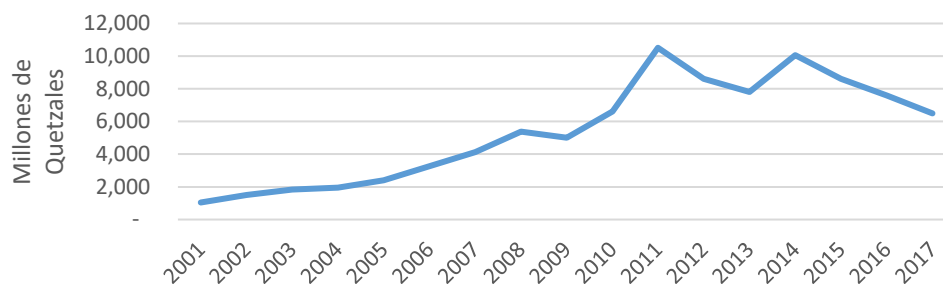
Figura 4. **Distribución de licencias para explotación minera**



Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

En la figura 4 se observa la distribución de licencias por tipo de explotación minera, donde se observa que predominan las autorizaciones para extracción de materiales de construcción. “La minería ha representado un promedio de aporte anual al PIB del 4,37 % del total del sector de la industria, siendo descrita como explotación de minas y canteras”⁶.

Figura 5. **PIB de la actividad: explotación de minas y canteras, en moneda corriente**



Fuente: elaboración propia, con información del Banco de Guatemala.

⁶ Banco de Guatemala. *Producto Interno Bruto trimestral*. <https://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=84369&aud=1&lang=1>.

La figura 5 presenta el aporte al PIB de las actividades de explotación de minas y canteras. Se observa que durante los últimos años la producción económica de este subsector ha sido fluctuante, esto se debe a la conflictividad social y, por ende, al cese de operaciones de minas extracción de minerales metálicos.

1.1.4. Manufactura

Son aquellas industrias que se dedican exclusivamente a la transformación de diferentes materias primas en productos y bienes terminados y listos para que sean consumidos o bien para ser distribuidos por quienes los acercarán a los consumidores finales. Es decir, son todos aquellos productos que se transforman de materia prima a producto final con el objetivo de venderse y o exportarse.

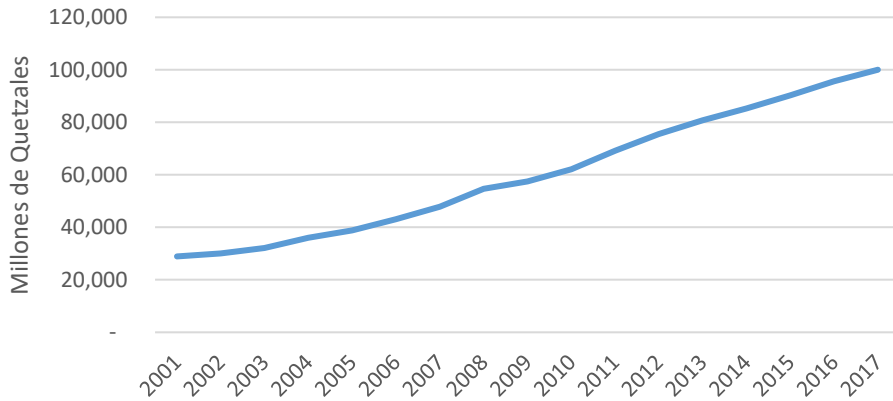
El subsector de manufactura agrupa a todas las empresas y microempresas dedicadas a la transformación de materias primas en productos de consumo final, o bien de comercialización de grandes volúmenes. “Debido a que este sector toma en cuenta las fábricas textiles y las empresas dedicadas a producir ropa y artículos relacionados, ha representado un promedio anual del 51,66 % de aporte al PIB del sector de la industria, siendo el subsector de mayor aporte económico”⁷.

En términos energéticos, el subsector de manufactura hace uso de diversas formas de energía, principalmente de energía eléctrica, energéticos derivados del petróleo y uso de recursos hídricos a través de plantas de vapor de baja, media y alta entalpía⁸.

⁷ Banco de Guatemala. *Producto Interno Bruto trimestral*. <https://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=84369&aud=1&lang=1>.

⁸ Ministerio de Energía y Minas. *Balances energéticos*. <http://www.mem.gob.gt/energia/estadisticas-energia/balances-energeticos/>,

Figura 6. **PIB de la actividad: industrias manufactureras, en moneda corriente**



Fuente: elaboración propia, con información del Banco de Guatemala.

La figura 6 representa el aporte al PIB del sector de la industria, por parte de la actividad de industrias manufactureras, además de entregar el mayor aporte económico al sector industria, este es el subsector que presenta un crecimiento de tendencia lineal más constante en comparación a sus símiles.

1.2. Sector de comercio y servicios

El sector de comercio y servicios reúne todas las actividades que de diversas formas generan ingresos económicos, sin transformar materias primas en productos finales o bienes a terceros. Con base en las divisiones que el Banco de Guatemala ha generado para clasificar las diversas actividades de este sector se encuentran las siguientes.

Figura 7. **Desagregación del sector de comercio y servicios**



Fuente: elaboración propia, con información del Banco de Guatemala.

- Comercio por mayor y por menor

Esta clasificación hace referencia a las actividades destinadas a transportar productos de consumo final a usuarios interesados; dependiendo el volumen de productos transportados, se hace clasificación entre comercio por mayor o por menor.

- Intermediación financiera, seguros y actividades auxiliares

En esta sección se toman en cuenta todos los servicios financieros disponibles bajo términos legales dentro del territorio nacional, los cuales realizan transacciones y autorizaciones de créditos financieros para terceros,

obteniendo lucro a través de dichas actividades y generando importantes aportes al PIB nacional.

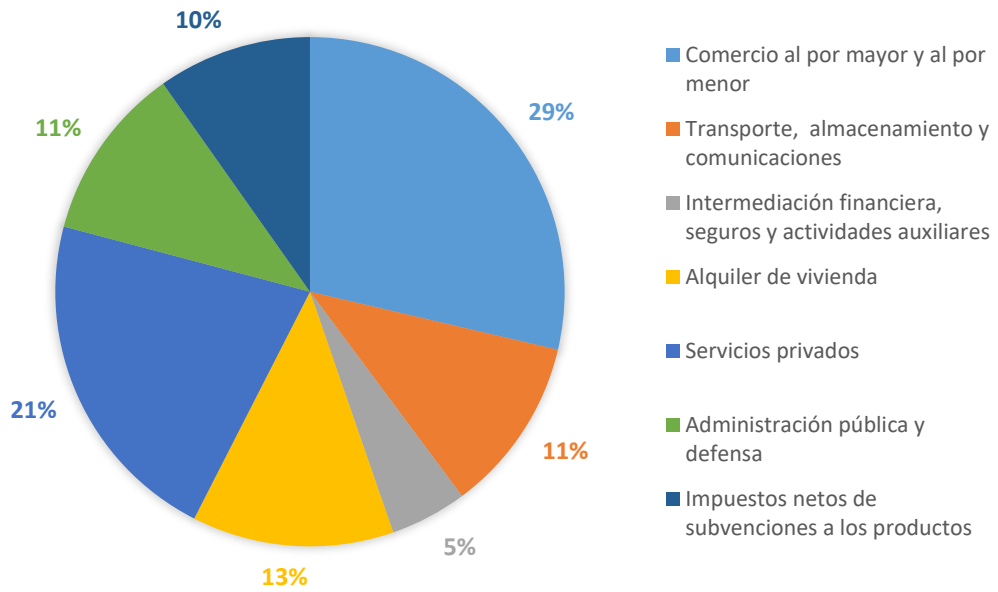
- Servicios privados

La definición de servicios privados contempla las líneas hoteleras y culinarias con fines de lucro, que operan dentro del territorio nacional; del mismo modo, se toman en consideración los servicios hospitalarios y educativos que fungen en calidad de iniciativa privada. Es importante resaltar que, dentro de las actividades descritas en esta sección, surgen grandes apoyos a las actividades turísticas nacionales.

- Administración pública y defensa

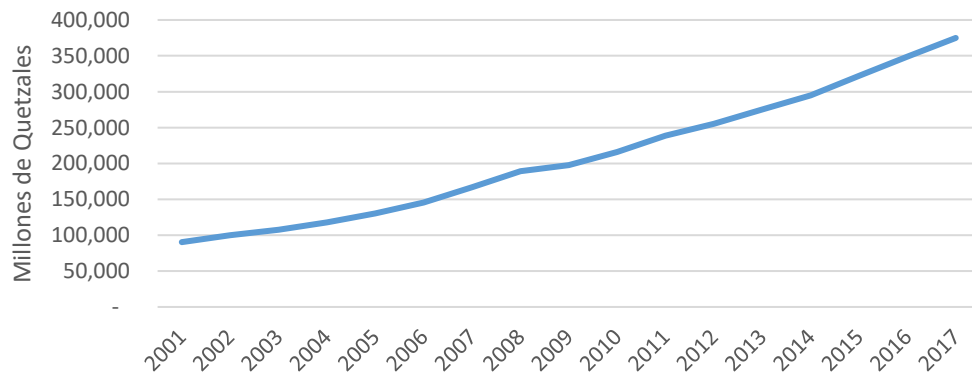
La clasificación de administración pública y defensa agrupa todos los servicios lucrativos y no lucrativos que el estado brinda dentro del territorio nacional, siendo esta la representación energética y económica de los tres poderes del estado: ejecutivo, legislativo y judicial.

Figura 8. Participaciones porcentuales al PIB del sector de comercio y servicios



Fuente: elaboración propia, con información del Banco de Guatemala.

Figura 9. PIB del sector de comercio y servicios, en moneda corriente



Fuente: elaboración propia, con información del Banco de Guatemala.

Las figuras 8 y 9 representan las características del PIB generado por el sector de comercio y servicios, del cual se observa que el mayor aporte es brindado por la actividad de comercio al por mayor y al por menor; así mismo, se puede observar que la actividad económica de este sector se ha mantenido en crecimiento constante, sobre una tendencia lineal.

El transporte, almacenamiento y comunicaciones, así como los impuestos netos de subvenciones a los productos, se agrupan dentro de las clasificaciones de servicios privados e intermediación financiera, seguros y actividades auxiliares, respectivamente. El alquiler de viviendas se toma en cuenta como servicios privados.

1.3. Sector de transporte

El sector de transporte categoriza a los medios de movilidad física, terrestres y aéreos. Para los fines que el presente estudio pretende se analizan y definen exclusivamente los medios de transporte terrestre.

El transporte terrestre se caracteriza por cumplir tres actividades generales: transporte de carga, viajes urbanos y viajes extraurbanos. Los viajes se clasifican en dos formas: particulares y públicos. Para cada una de las actividades se crean clasificaciones de medios de transporte físicos, basados en el tipo de energéticos del cual dependen, estos se detallan a continuación.

Figura 10. **Clasificación del parque vehicular nacional, por su aplicación**

Transporte de carga	Transporte urbano	Transporte extraurbano
<ul style="list-style-type: none"> •Camiones y paneles •Tráileres 	<ul style="list-style-type: none"> •Vehículos a gasolina •Vehículos a diésel •Motocicletas •Microbus a gasolina •Microbus a diésel •Trimoto •Buses urbanos •Vehículos a GLP •Motocicleta a GLP •Vehículos eléctricos 	<ul style="list-style-type: none"> •Vehículos a gasolina •Vehículos a diésel •Microbus a diésel •Buses extraurbanos

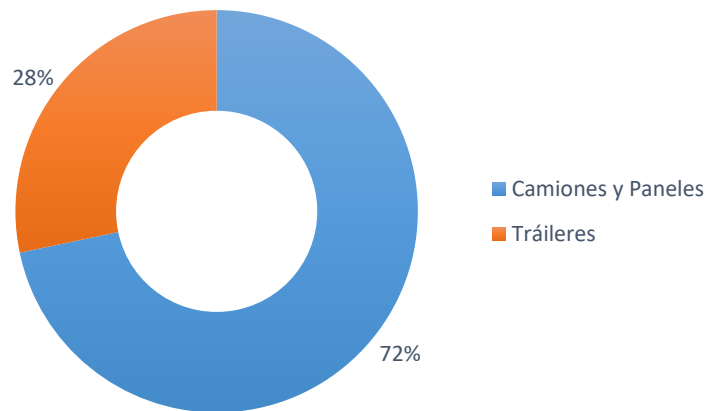
Fuente: elaboración propia, con información de la Superintendencia de Administración Tributaria.

La figura 10 representa el detalle desagregado de los tipos de tecnologías utilizadas en Guatemala, como medios de transporte terrestre. Es importante resaltar que los tipos de tecnologías indicados en dicha ilustración representan grupos macros, es decir, que en cada tipo de tecnología se agrupan medios móviles de distintas marcas, tipos, diseños, entre otras características que para fines del estudio resultan irrelevantes.

- Transporte de carga

La actividad del transporte de carga caracteriza a todos los medios móviles terrestres, destinados a transportar todo tipo de bienes inmuebles y objetos en grandes volúmenes. Su finalidad no es transportar personas.

Figura 11. Participaciones de tecnologías en transporte de carga



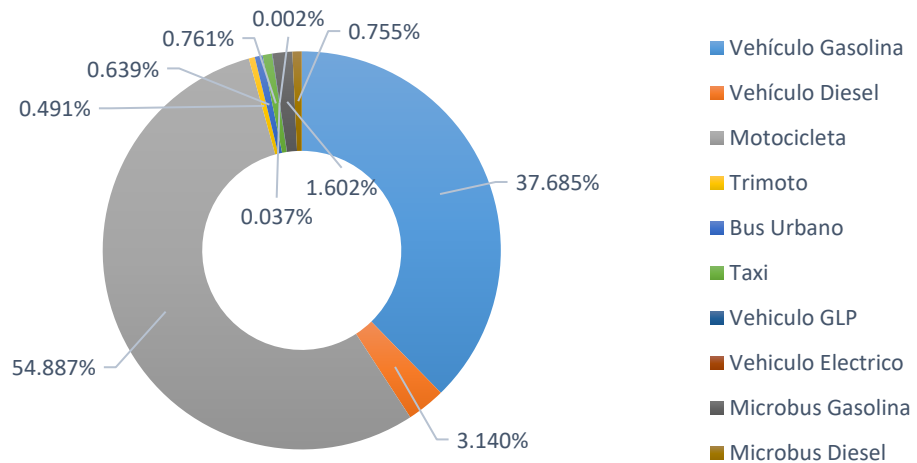
Fuente: elaboración propia, con información de la Superintendencia de Administración Tributaria.

La figura 11 representa los porcentajes de participación que las tecnologías utilizadas en transporte de carga han tenido en promedio histórico, siendo notable una mayor participación por parte de camiones y paneles.

- Transporte urbano

Las tecnologías clasificadas dentro del uso de transporte urbano son todas aquellas que tienen la finalidad es transportar personas en recorridos aproximados a 15 kilómetros por viaje, siendo de poca frecuencia el uso de estos para realizar viajes entre ciudades o departamentos.

Figura 12. Participaciones de tecnologías en transporte urbano



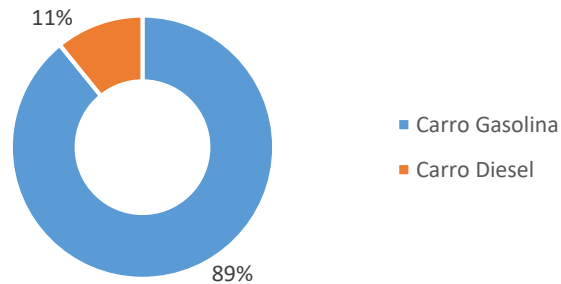
Fuente: elaboración propia, con información de la Superintendencia de Administración Tributaria.

La figura 12 representa las tecnologías utilizadas para el transporte urbano, donde se observa que los medios móviles más relevantes son las motocicletas y los vehículos de gasolina. Los porcentajes de participación representados consisten en el promedio histórico de la inclusión de cada tipo de tecnología.

- Transporte extraurbano

Los viajes extraurbanos son caracterizados por sostener recorridos entre ciudades, realizando recorridos promedios de 9 000 kilómetros por persona durante un año; así mismo, se destaca que en los viajes extraurbanos predominan las tecnologías: vehículos de gasolina, vehículos de diésel, microbuses de diésel y buses extraurbanos.

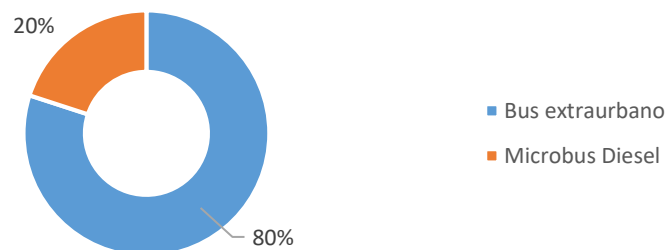
Figura 13. **Participaciones de tecnologías en transporte particular extraurbano**



Fuente: elaboración propia, con información de la Superintendencia de Administración Tributaria.

En la figura 14 se observa la proporción entre las tecnologías participantes en el transporte público extraurbano, siendo predominante la cantidad porcentual de los buses extraurbanos.

Figura 14. **Participantes de tecnologías en transporte público extraurbano**



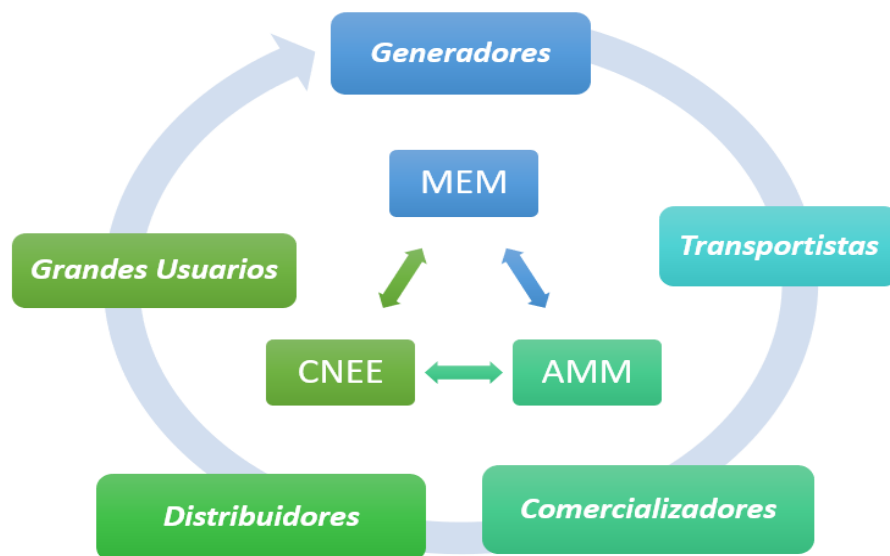
Fuente: elaboración propia, con información de la Superintendencia de Administración Tributaria.

Las figuras 13 y 14 representan los porcentajes de participación de las tecnologías involucradas en el sector del transporte extraurbano, particular y público, respectivamente. Las tecnologías predominantes de cada subclase son más eficientes en términos energéticos, tal como se verá en el capítulo 2.

1.4. Industria energética

La industria energética agrupa a las actividades económicas: suministro de electricidad y captación de agua; para fines del estudio, se analizará la actividad de suministro de electricidad, visto desde la demanda energética que produce. Para comprender las acciones necesarias que conlleva realizar suministro de electricidad, se debe tener una breve noción del funcionamiento del subsector eléctrico.

Figura 15. **Actores del subsector eléctrico**



Fuente: elaboración propia.

La figura 15 representa a los actores involucrados dentro del subsector eléctrico; al centro, se localizan los entes encargados de legislar, regular, normalizar y coordinar las acciones realizadas por los generadores, transportistas, comercializadores, distribuidores y grandes usuarios, quienes se encuentran representados en el anillo externo.

“El Ministerio de Energía y Minas es el ente rector del subsector eléctrico, encargado de cumplir y hacer cumplir la Ley General de Electricidad y su Reglamento, también encargado de formular políticas, planes de estado y programas indicativos referentes a dicho subsector. Así mismo, es el encargado de otorgar autorización para la instalación de centrales generadoras, servicios de transporte y distribución de energía eléctrica, de inscribir y actualizar el estado de grandes usuarios y agentes del Mercado Mayorista, y calificar proyectos de fuentes de energías renovables, para que sean amparados bajo la Ley de Incentivos Fiscales”⁹.

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica es encargada de cumplir y hacer cumplir la Ley General de Electricidad y su Reglamento, en materia de su competencia; encargada también de imponer sanciones a los infractores del subsector eléctrico, debe velar por el cumplimiento de las obligaciones de los adjudicatarios y concesionarios, proteger los derechos de los usuarios, prevenir conductas atentatorias contra la libre empresa, definir tarifas y metodologías de cálculo para las mismas en servicios transmisión y distribución, dirimir controversias en calidad arbitraria, que surjan entre agentes del subsector, así como emitir normas técnicas referentes al subsector, verificando su cumplimiento.

⁹ Ministerio de Energía y Minas. *Objetivos, funciones y valores*. <http://www.mem.gob.gt/quienes-somos/objetivos-y-funciones/>.

El Administrador del Mercado Mayorista es una entidad privada sin fines de lucro, encargada de coordinar las transacciones de los agentes participantes del Mercado Mayorista, estableciendo los precios de mercado de corto plazo para las transferencias de potencia y energía, así como coordinar las disposiciones de operación de los agentes participantes.

El sistema de generación de energía eléctrica está conformado por centrales hidroeléctricas, turbinas de vapor, turbinas de gas, motores de combustión interna y centrales geotérmicas.

Tabla III. **Capacidad de generación instalada a enero de 2019**

Tecnología	Potencia instalada (MW)
Hidráulica	1 558,81
Térmica	2 314,03
Fotovoltaica	92,50
Eólica	107,40
Total	4 072,74

Fuente: elaboración propia, con información del Administrador del Mercado Mayorista.

La tabla III representa la capacidad instalada para generación de energía eléctrica en el Sistema Nacional Interconectado (SNI), a enero del año 2019; se resalta que la generación nacional depende fuertemente de las tecnologías hidráulicas y térmicas.

Los sistemas de transporte de energía eléctrica se encuentran sujetos a solicitar autorizaciones al Ministerio de Energía y Minas, para su construcción y funcionamiento, esto se debe a que hacen uso de bienes de dominio público.

Tabla IV. **Kilómetros de línea de transmisión, por tipo de propiedad**

Tipo de Propiedad	Kilómetros de línea de transmisión				
	400 kV	230 kV	138 kV	69 kV	TOTAL
Estatad					
ETCEE	71	465	368	2 287	3 191
Subtotal					3 191
Privada					
TREO	-	132	-	-	132
TRELEC	-	64	-	616	680
TRANSNOVA	-	35	-	-	35
EPR	-	284,5	-	-	284,5
DEGT	-	32	-	-	32
RECSA	-	-	-	31	31
TRECSA	-	323,44	-	-	323,44
TRANSESUSA	-	27,5	-	-	27,5
Subtotal					1 545,44
Total					4 736,44

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

La tabla IV representa los kilómetros de líneas de transmisión construidos por tipo de propiedad (estatal o privada), donde se puede observar que cerca del 67 % de las mismas son propiedad del estado. El sistema de distribución se encuentra conformado por infraestructuras que operan en tensiones menores a

34,5 kV. Los servicios de distribución se dividen así: “tres empresas privadas y 16 empresas municipales, de las cuales una funge como privada”¹⁰.

Tabla V. **Municipios que cuentan con empresas de distribución eléctrica propia**

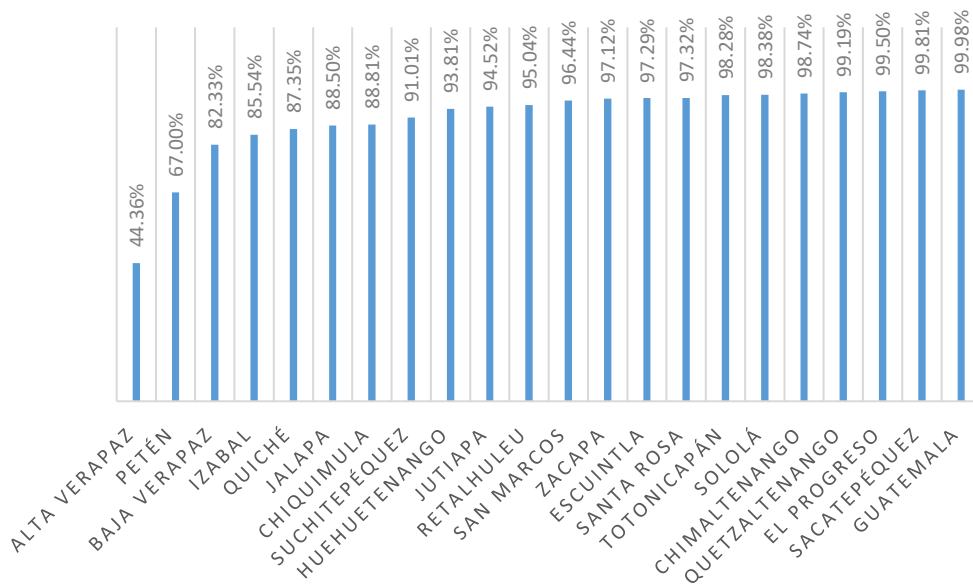
No.	Empresas Eléctricas Municipales
1	Tacaná, San Marcos
2	San Marcos, San Marcos
3	San Pedro Sacatepéquez, San Marcos
4	Quetzaltenango, Quetzaltenango
5	Retalhuleu, Retalhuleu
6	Huehuetenango, Huehuetenango
7	Santa Eulalia, Huehuetenango
8	Ixcán Playa Grande, Quiché
9	Joyabaj, Quiché
10	Guastatoya, El Progreso
11	Gualán, Zacapa
12	Zacapa, Zacapa
13	Jalapa, Jalapa
14	San Pedro Pínula, Jalapa
15	Puerto Barrios, Izabal
16	Patulul, Suchitepéquez (EEP)

Fuente: elaboración propia, con información de la CNEE.

¹⁰ Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Pliegos tarifarios.*
<http://www.cnee.gob.gt/Calculadora/pliegos.php>.

En la actualidad, la industria energética no ha cubierto todo el territorio nacional bajo los servicios de energía eléctrica; “hasta el año 2016, se habría alcanzado una cobertura del 92,06 % de todo el territorio nacional”¹¹.

Figura 16. **Índices de cobertura eléctrica por departamento al año 2016**

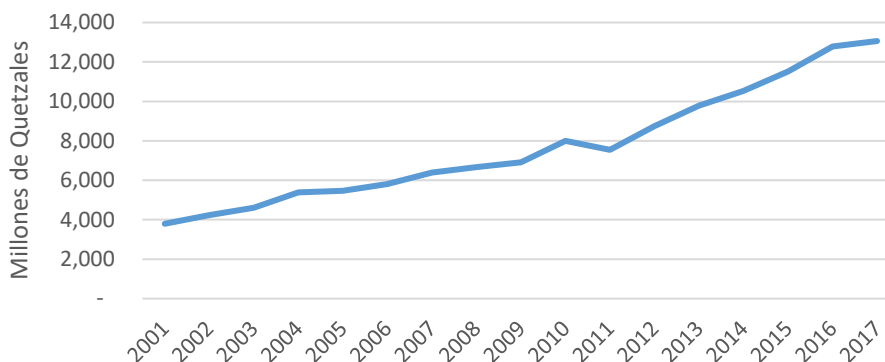


Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

La figura 16 presenta los índices de cobertura eléctrica a nivel departamental al año 2016, como se puede observar los tres departamentos con menor cobertura eléctrica son Alta Verapaz, Petén y Baja Verapaz. Entre las situaciones que complican el desarrollo de proyectos de electrificación rural sobresalen temas de conflictividad social, ubicaciones geográficas complicadas por su naturaleza y áreas protegidas en calidad de reserva natural.

¹¹ Ministerio de Energía y Minas. *Cobertura eléctrica 2016*. <http://www.mem.gob.gt/wpcontent/uploads/2015/05/Cobertura-Elctrica-2016.pdf>.

Figura 17. **PIB del sector de la industria energética, en moneda corriente**



Fuente: elaboración propia, con información del Banco de Guatemala.

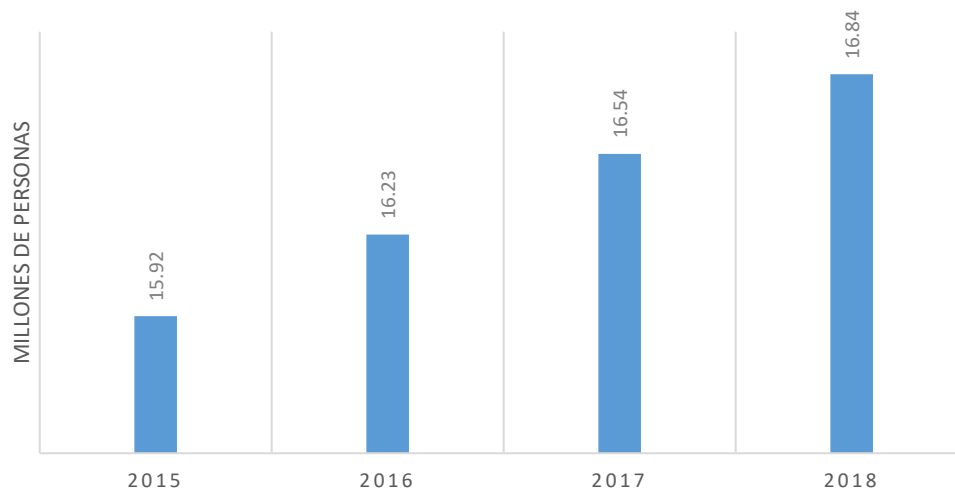
La figura 17 representa el PIB del sector de la industria energética en moneda corriente, se observa un constante crecimiento tendencial con base en su comportamiento histórico. Se debe tomar en consideración que la generación económica de este sector crece en razón directamente proporcional al incremento de viviendas en el territorio nacional.

1.5. Sector de vivienda

El sector de vivienda engloba a todos los tipos de residencias utilizadas dentro del territorio nacional, clasificando a estas en dos grandes grupos: viviendas urbanas y viviendas rurales. El sector urbano es clasificado como el grupo de la población que cuenta con mejores accesos a salud, educación, alimentación y servicios varios. En el sector urbano también se describen a las ciudades largas, cuya población supera la cantidad de “200 000 habitantes”¹².

¹² Agencia Internacional de Energía Atómica. *Modelo para el análisis de la demanda de energía (MAED-2)*. <https://www.iaea.org/es/publications/7794/modelo-para-el-analisis-de-lademanda-de-energia-maed-2>.

Figura 18. **Población total de Guatemala**

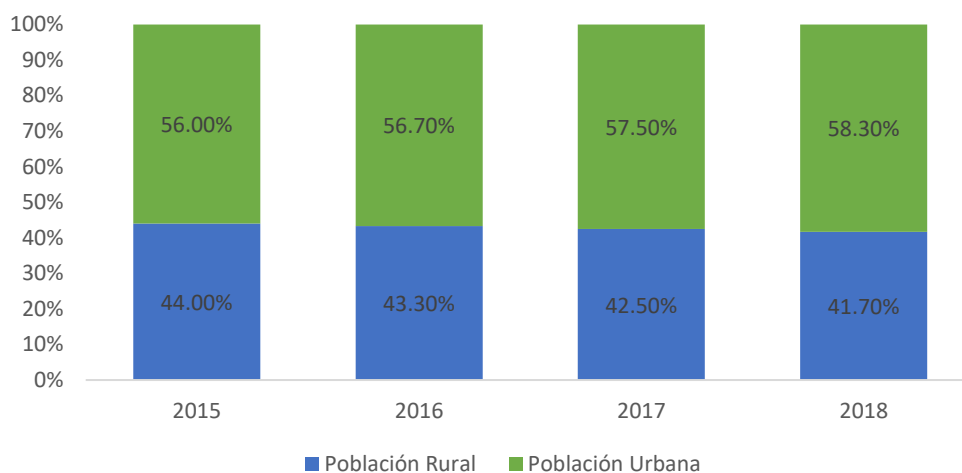


Fuente: elaboración propia, con información de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

La figura 18 representa la población total de Guatemala estimada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. “Se estima que para el año 2018, de los 16,84 millones de habitantes residentes dentro del territorio nacional”¹³, 5,35 millones se encuentran viviendo en ciudades que ya son consideradas como ciudades largas.

¹³ Instituto Nacional de Estadística. *Estimaciones de la población total por municipio, período 2008 – 2020*. [http://www.oj.gob.gt/estadistica/j/reportes/poblacion-total-pormunicipio\(1\).pdf](http://www.oj.gob.gt/estadistica/j/reportes/poblacion-total-pormunicipio(1).pdf).

Figura 19. **Distribución porcentual, población urbana y población rural en Guatemala**



Fuente: elaboración propia, con información de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

La figura 19 representa las tendencias de evolución de la población guatemalteca y su migración de población rural hacia población urbana. Se puede observar que la tasa de cambio promedio anual de este fenómeno es de 1,35 %. Según el INE, dentro del censo poblacional del año 2002, se reconoce que los promedios de personas que habitan un hogar en población urbana es 4,7, mientras que el promedio en población rural es 5,5.

2. PREMISAS PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO DE ANÁLISIS DE DEMANDA DE ENERGÍA Y POTENCIA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

Para la creación del modelo de análisis de la demanda de energía de Guatemala, el Ministerio de Energía y Minas ha contado con el apoyo de la Agencia Internacional de Energía Atómica, para recibir lineamientos y directrices con reconocimiento internacional, para desarrollar estudios e investigaciones que permitan identificar las variables explicativas del comportamiento de la demanda energética nacional por cada sector consumidor.

Es importante resaltar que la demanda energética que se busca es sobre energía útil, sin considerar pérdidas. Los sistemas de cadenas de suministro energético son los que velan por cubrir demandas energéticas más pérdidas en el proceso de transporte y entrega final.

2.1. Software MAED

La herramienta MAED (*Model of Analysis of Energy Demand*), es un software diseñado para realizar estudios sobre sistemas de demanda energética clasificada bajo grupos desagregados por características socioeconómicas, medios de producción de bienes e insumos y tipos de tecnologías aplicadas.

2.1.1. Características del Software MAED

MAED reconoce los primeros grupos de apertura económica con los siguientes nombres:

- Industria
 - Agricultura
 - Construcción
 - Minería
 - Manufactura
- Comercio y servicios
- Transporte
- Vivienda
- Industria energética

Identificando adentro de cada grupo las actividades macroeconómicas que se desarrollan, a excepción de los grupos de transporte y vivienda, que son vistos como grupos de demanda energética sin análisis económico explícito.

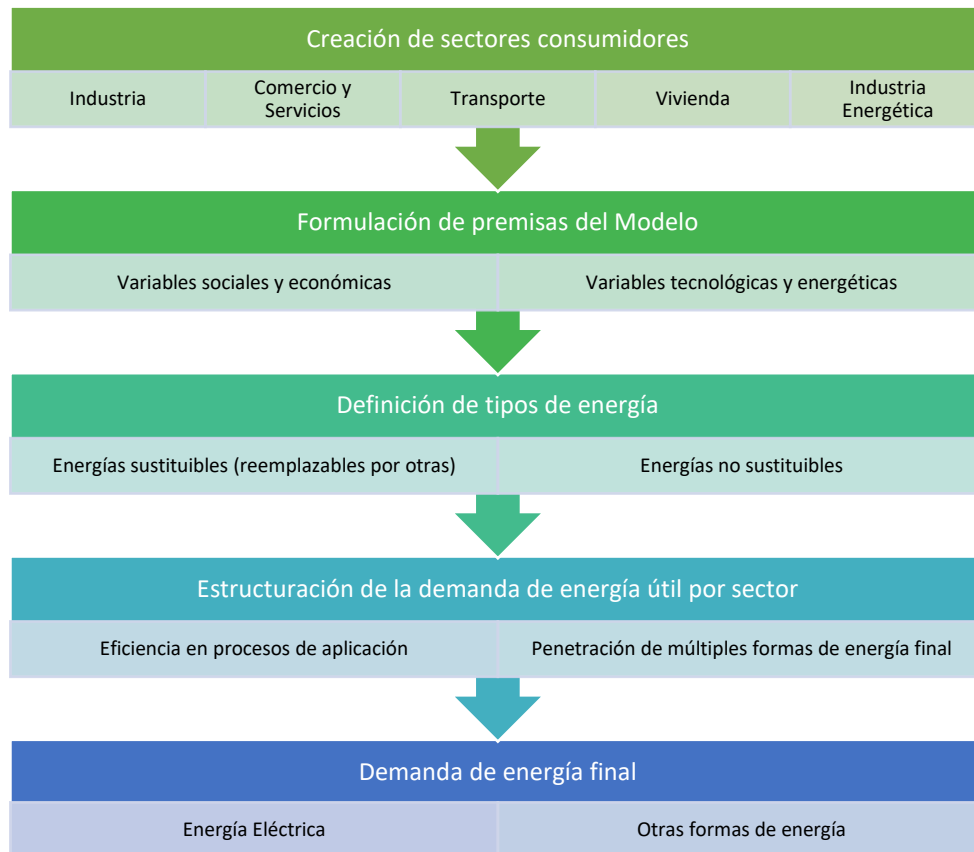
El grupo de la industria energética es reconocido como un sector de aporte al PIB nacional, más allá de la demanda energética que este presenta.

Entre los objetivos fundamentales de la metodología del MAED se encuentra la evaluación de políticas energéticas públicas en el largo plazo, observando la incidencia que estas tendrían en la demanda energética nacional. Por esta razón surge la necesidad de desagregar las actividades que demandan energía de cualquier índole. Su prioridad no es el análisis económico en el largo plazo, debido a que no existe una relación comprobable entre las tendencias macroeconómicas de un país y su incidencia explícita en la elasticidad de la demanda energética del mismo.

2.1.2. Descripción de la operación del software MAED

El software MAED no realiza proyecciones futuras de ningún tipo, tampoco desagrega términos de energía automáticamente. El operador del programa es el encargado de desarrollar las funciones matemáticas que permitan realizar proyecciones futuras, así como la verificación de las variables explicativas y el análisis de resultados finales. MAED únicamente realiza relaciones entre las variables previamente declaradas por el operador, entre resultados basados en demandas finales por sector.

Figura 20. **Orden de procesos para el funcionamiento de la metodología MAED**



Fuente: elaboración propia, con información de la Agencia Internacional de Energía Atómica.

La figura 20 representa el orden de pasos a seguir para el funcionamiento de la metodología del software MAED, donde se resalta que uno de sus principales análisis finales se enfoca en el uso de la energía eléctrica útil para todos los sectores.

2.2. Detalle de la energía y potencia histórica demandada en la República de Guatemala

La relación existente entre la demanda de energía eléctrica y la demanda de potencia eléctrica es directamente proporcional una a la otra, sin embargo, no existen relaciones directas de los parámetros citados con la demanda de otros energéticos; los detalles de este enunciado serán tratados en los siguientes puntos.

2.2.1. Potencia eléctrica

La demanda de potencia eléctrica de la República de Guatemala es caracterizada por ser una curva predominantemente residencial. El Administrador del Mercado Mayorista publica año con año un informe estadístico sobre los resultados de operación del subsector eléctrico, dentro de este informe presenta la información de la curva de carga sobre el día de máxima demanda que se registró durante el año que se expone.

Tabla VI. **Registro histórico sobre máximas potencias registradas**

Año	Potencia Máxima (MW)
2010	1 467,88
2011	1 491,16
2012	1 523,97
2013	1 563,57

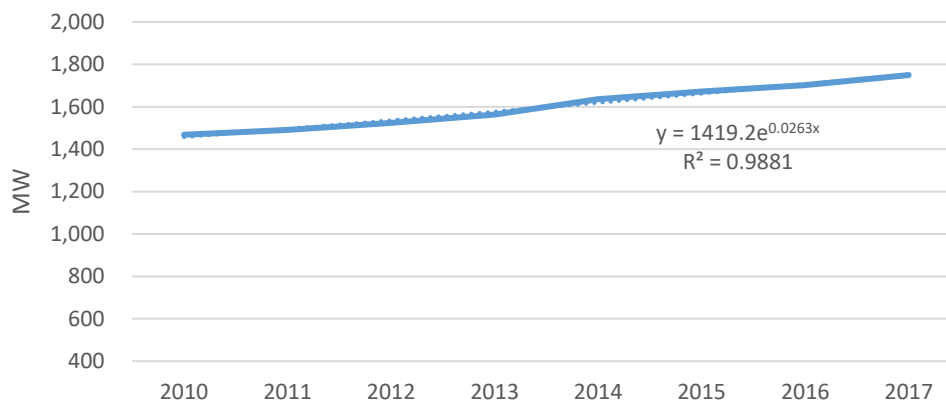
Continuación de tabla IV.

2014	1 635,90
2015	1 672,05
2016	1 701,58
2017	1 749,50

Fuente: elaboración propia, con información del Administrador del Mercado Mayorista.

La tabla 6 presenta el registro histórico de las máximas potencias registradas por la demanda del país, se observa que cada año la demanda incrementa, no existe ningún año posterior que demuestra que la demanda de energía eléctrica decrece.

Figura 21. **Registro histórico sobre máximas potencias registradas**



Fuente: elaboración propia, con información del Administrador del Mercado Mayorista.

La figura 21 representa el crecimiento de la demanda de potencia eléctrica del país, siendo esta de tendencia exponencial y con un coeficiente de correlación de 0,9881. Posterior a este análisis se presentará la demanda de potencia eléctrica de la República de Guatemala para el año 2050.

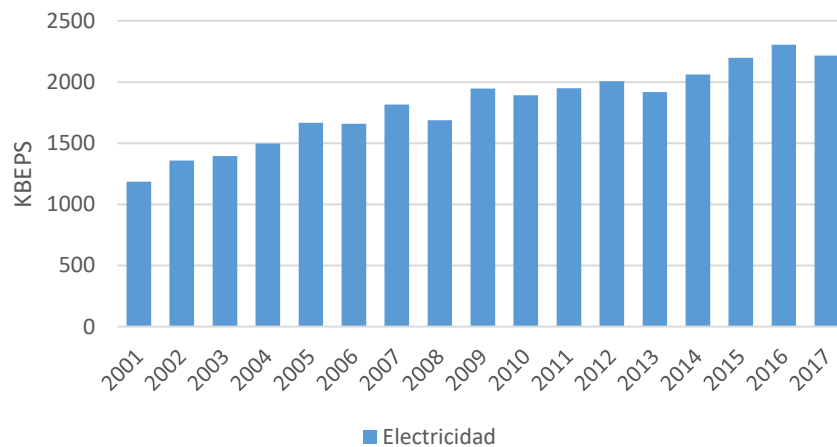
2.2.2. Energía

Se presentan los detalles de la demanda energética de cada sector consumidor, analizando las tendencias históricas.

2.2.3. Sector de la industria

El sector de la industria es representado por las actividades: agricultura, construcción, minería y manufactura. La demanda energética de este sector se analiza con base en indicadores que relacionan la producción económica con la demanda energética. Para todas las actividades del sector de la industria se categorizan tres formas de demanda energética: uso de motores, energía eléctrica y usos térmicos de la energía.

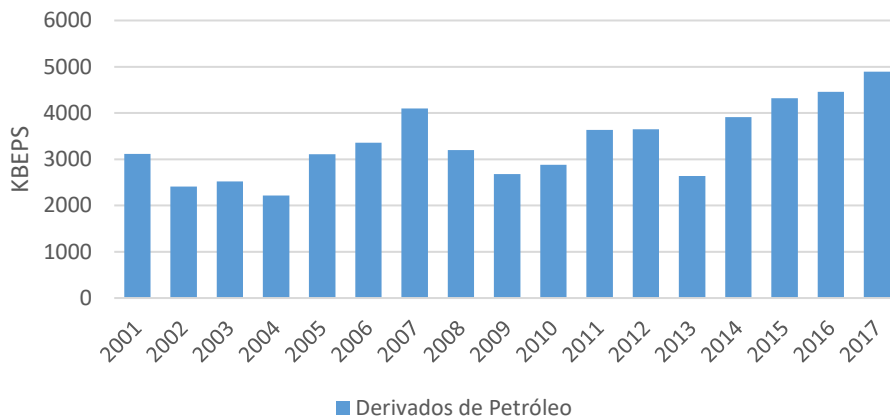
Figura 22. **Demanda histórica de energía eléctrica por el sector de la industria**



Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

La figura 22 presenta la demanda histórica de energía eléctrica del sector de la industria, representada en kilo barriles equivalentes de petróleo (KBEP), la razón de dicha unidad dimensional radica en que así puede ser comparable en magnitud con la demanda de otros tipos de energía. La demanda histórica de energía eléctrica representa un crecimiento positivo con tendencia lineal, las fluctuaciones que se observan en algunos años se dan por situaciones ajenas a las acciones de este sector: eventos políticos que atañen a todo el país, fenómenos naturales que perjudican la producción de agricultura e industrias pesadas, entre otros.

Figura 23. **Demanda histórica de combustibles derivados del petróleo en el sector industria**



Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

La figura 23 representa la demanda histórica de combustibles del sector industria. La demanda de estos energéticos crece con una tendencia menor a la de la energía eléctrica, presentando fluctuaciones más bruscas por las variables externas explicadas anteriormente.

Las eficiencias consideradas para los energéticos utilizados en el sector son: leña 19 %, bagazo de caña 23 %, combustibles fósiles 56 %. Para este sector la metodología MAED solicita trabajar las distintas formas de energía demandada en kWh, siendo el factor de conversión autorizado:

$$1 \text{ bep} = 1\,586,63029 \text{ kWh}^{14}$$

Para encontrar los indicadores de esta actividad se desarrolla la siguiente relación:

$$\text{Eficiencia de producción} = \frac{\text{Energía demanda por la actividad}}{\text{PIB de la actividad}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{US\$}} \right]$$

2.2.3.1. Agricultura

Al relacionar la producción del PIB que genera esta actividad y la demanda energética del sector se encuentra la siguiente información:

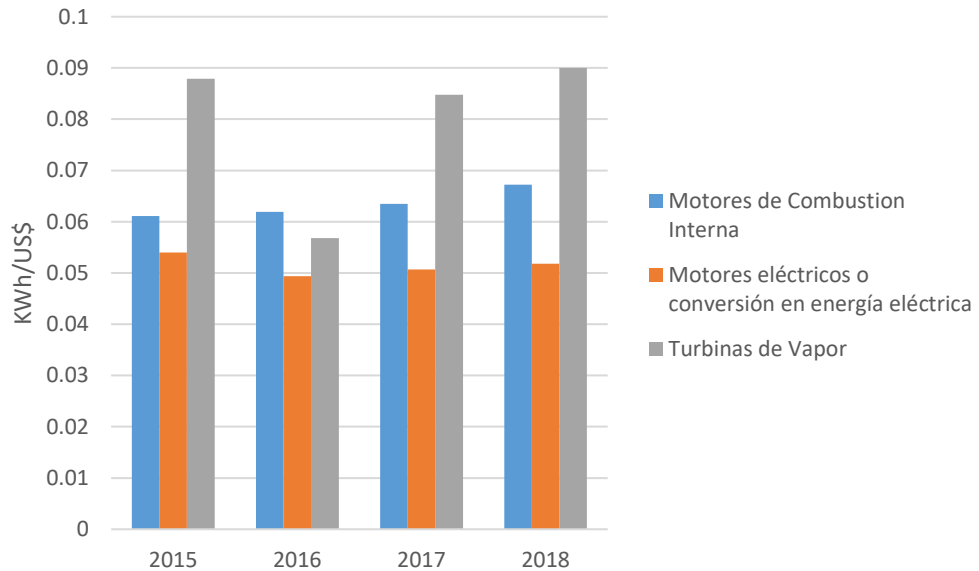
Tabla VII. **Eficiencia de producción de la actividad de agricultura**

Tipo de demanda	2015	2016	2017	2018	Unidad
Motores de combustión interna	0,0611	0,0619	0,0635	0,0672	kWh/US\$
Motores eléctricos o conversión en energía eléctrica	0,0540	0,0494	0,0507	0,0518	kWh/US\$
Turbinas de vapor	0,0879	0,0568	0,0848	0,0900	kWh/US\$

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas y del Banco de Guatemala.

¹⁴ Agencia Internacional de Energía Atómica. *Modelo para el análisis de la demanda de energía (MAED-2)*. <https://www.iaea.org/es/publications/7794/modelo-para-el-analisis-de-lademanda-de-energia-maed-2>.

Figura 24. **Eficiencia de producción de la actividad de agricultura**



Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas, y del Banco de Guatemala.

La tabla VII y figura 24 representan la relación de energía demandada y producción económica obtenida, se observa que durante los cuatros años históricos de estudio las actividades realizadas con energía eléctrica en la actividad de agricultura han sido las más eficientes.

2.2.3.2. Construcción

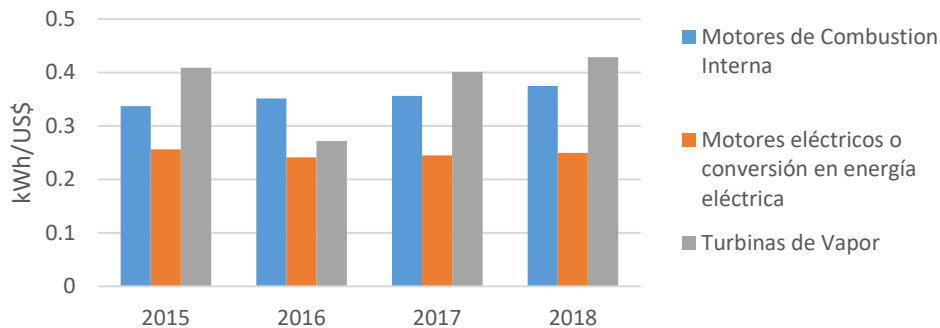
Se detallan los indicadores históricos a encontrar dentro de la actividad de construcción.

Tabla VIII. **Eficiencia de producción de la actividad de construcción**

Tipo de demanda	2015	2016	2017	2018	Unidad
Motores de combustión interna	0,3374	0,3515	0,3562	0,3750	kWh/US\$
Motores eléctricos o conversión en energía eléctrica	0,2566	0,2414	0,2449	0,2499	kWh/US\$
Turbinas de Vapor	0,4088	0,2718	0,4013	0,4285	kWh/US\$

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas y del Banco de Guatemala.

Figura 25. **Eficiencia de producción de la actividad de construcción**



Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas y del Banco de Guatemala.

La tabla 7 y figura 25 representan la eficiencia de producción de la actividad de construcción en el territorio nacional, demostrando requerir más recursos energéticos que la actividad de agricultura para la generación de productos finales. También se puede observar que esta actividad hace un mayor uso de motores de combustión interna, presentando una mayor dependencia de combustibles fósiles.

2.2.3.3. Minería

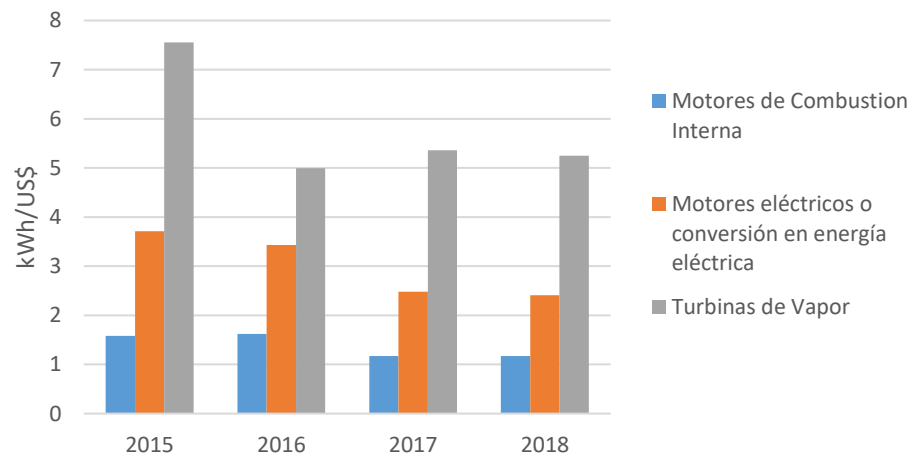
Siendo la actividad minera el menor contribuyente al PIB, se detallan los indicadores de producción históricos.

Tabla IX. Eficiencia de producción de la actividad minera

Tipo de demanda	2015	2016	2017	2018	Unidad
Motores de combustión interna	1,58	1,62	1,17	1,17	kWh/US\$
Motores eléctricos o conversión en energía eléctrica	3,71	3,43	2,48	2,41	kWh/US\$
Turbinas de vapor	7,56	4,99	5,36	5,25	kWh/US\$

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas y del Banco de Guatemala.

Figura 26. Eficiencia de producción de la actividad de la minería



Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas, y del Banco de Guatemala.

La minería es la actividad que demanda más energía de todo el sector de la industria, siendo las turbinas de vapor su principal aplicación; las acciones que conllevan la extracción de minerales metálicos requieren de uso de maquinarias pesadas, lo cual produce la alta demanda energética.

2.2.3.4. Manufactura

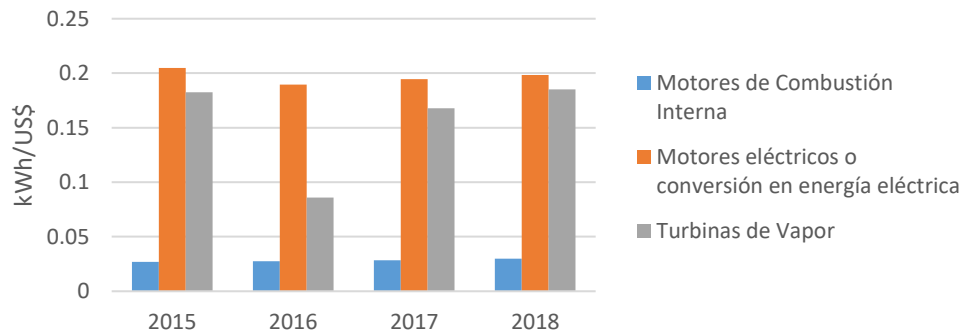
La manufactura en Guatemala representa el mayor aporte histórico de económica al PIB, siendo múltiples las empresas que se dedican a esta actividad.

Tabla X. **Eficiencia de producción de la actividad de manufactura**

Tipo de demanda	2015	2016	2017	2018	Unidad
Motores de combustión interna	0,0269	0,0276	0,0283	0,0298	kWh/US\$
Motores eléctricos o conversión en energía eléctrica	0,2048	0,1896	0,1946	0,1984	kWh/US\$
Turbinas de vapor	0,1825	0,0859	0,1679	0,1853	kWh/US\$

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas y del Banco de Guatemala.

Figura 27. **Eficiencia de producción de la actividad de manufactura**



Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas y del Banco de Guatemala.

La tabla X y la figura 27 representan la eficiencia de producción de la actividad de manufactura, demostrando ser una de las actividades más rentables en términos energéticos dentro del territorio nacional, siendo su mayor dependencia el uso de la energía eléctrica para la elaboración de productos finales.

2.2.4. Sector de comercio y servicios

En términos energéticos, el de comercio y servicios es el sector que requiere de menos energéticos para producir una mayor rentabilidad, esto se debe a que en este sector los productos finales no son procesados, tampoco se emplean sistemas de conversión de energía, únicamente existen esquemas de demanda energética para cubrir requerimientos básicos de los trabajadores que dentro de este sector operan. Con base en información de la CEPAL, se estima que el 58 % de la población que forma parte del potencial laboral es económicamente activa, representando un valor aproximado para el año 2018 de 2,66 millones de habitantes de Guatemala.

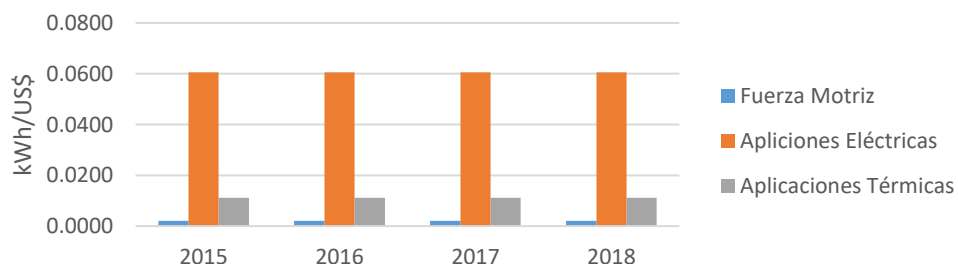
En acuerdo con el Ministerio de Energía y Minas, se ha considerado que en oficinas administrativas se demanda en términos de energía eléctrica un aproximado de 369 Wh por metro cuadrado en un día laboral común, convirtiéndose esta información en 97,40 kWh por metro cuadrado de energía eléctrica demandada en un año por concepto de aire acondicionado, siendo este uno de los factores de mayor demanda energética en oficinas administrativas. Se ha tomado en consideración que no todas las oficinas de servicios varios hacen uso de sistemas de aire acondicionado en Guatemala.

Tabla XI. **Eficiencia de producción del sector de comercio y servicios**

Tipo de demanda	2015	2016	2017	2018	Unidad
Fuerza motriz	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	kWh/US\$
Aplicaciones eléctricas	0,0605	0,0605	0,0605	0,0605	kWh/US\$
Aplicaciones térmicas	0,0112	0,0112	0,0112	0,0112	kWh/US\$

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas, y del Banco de Guatemala.

Figura 28. **Eficiencia de producción del sector de comercio y servicios**



Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas, y del Banco de Guatemala.

El sector de comercio y servicios presenta indicadores de producción económica versus demanda energética como indicador, bajo la misma metodología que se ha visto en el sector industria.

La tabla XI y figura 28 representan los indicadores de eficiencia del sector de comercio y servicios, demostrando la notable superioridad de demanda de energía eléctrica. La aplicación de fuerza motriz representa todas las actividades realizadas que dentro de este sector requieren hacer uso de combustibles fósiles, mientras que las aplicaciones térmicas que se dan son de alta, media y baja entalpía, dependiendo del tipo de actividad que se desarrolla, estos dos tipos de demanda energética son atribuidas a servicios hospitalarios y hoteles.

2.2.5. Sector de transporte

Continuando con la línea de descripción para este sector, se presentan las intensidades energéticas para las actividades: transporte de carga, transporte urbano y transporte extraurbano.

Las intensidades energéticas para el transporte terrestre consisten en calcular cuánta energía se necesita para transportar cien toneladas por kilómetro de cargas inertes, cuánta energía se necesita para transportar una persona durante cien kilómetros recorridos por transportes particulares, y en el caso de transportes colectivos, cuánta energía se requiere para movilizar un bus en su capacidad máxima durante cien kilómetros.

La metodología consiste en determinar la eficiencia del parque vehicular por cada tipo de tecnología, investigando las especificaciones técnicas de los vehículos que predominan en la moda estadística de cada tecnología, buscando

una relación lineal entre el rendimiento del combustible por el volumen de cilindraje de los motores.

$$\text{Cilindraje Promedio} = \frac{\sum \text{Cilindraje de vehículos por tecnología}}{\text{Número de vehículos por tecnología}}$$

El rendimiento de los vehículos con base en especificaciones técnicas por tipo de vehículo es presentado en litros por cada 100 kilómetros, lo cual se convierte a energía por cada 100 kilómetros, de la siguiente forma:

Tabla XII. **Factores de conversión para combustibles en términos de energía**

Combustible	kcal/litro	kcal/kWh
Diésel	8 610	0,001163
Gasolina	8 056	0,001163
GLP	5 995	0,001163

Fuente: elaboración propia, con información de la Agencia Internacional de Energía Atómica.

La tabla 11 presenta los factores de conversión avalados por la Agencia Internacional de Energía Atómica, para demostrar la energía útil de los combustibles fósiles: diésel, gasolina y GLP. Según datos aproximados, “el promedio de la capacidad de motores de combustión interna para vehículos de gasolina se encuentra en 1 750 centímetros cúbicos (cc), mientras que en los vehículos de diésel es de 1 780 cc, los vehículos de GLP son de 1 250 cc y las motocicletas se encuentran en 250 cc”¹⁵.

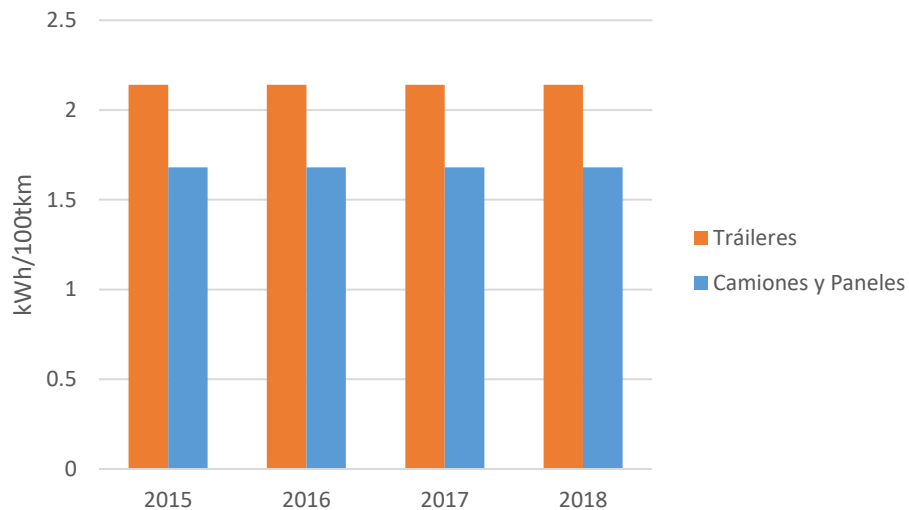
¹⁵ Superintendencia de Administración Tributaria. *Análisis estadístico del parque vehicular*. <https://portal.sat.gob.gt/portal/parque-vehicular/>.

Tabla XIII. **Intensidades energéticas del transporte de carga**

Modalidad	2015	2016	2017	2018	Unidad
Camiones y paneles	1,68	1,68	1,68	1,68	kWh/100tkm
Tráileres	2,14	2,14	2,14	2,14	kWh/100tkm

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

Figura 29. **Intensidades energéticas del transporte de carga**



Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

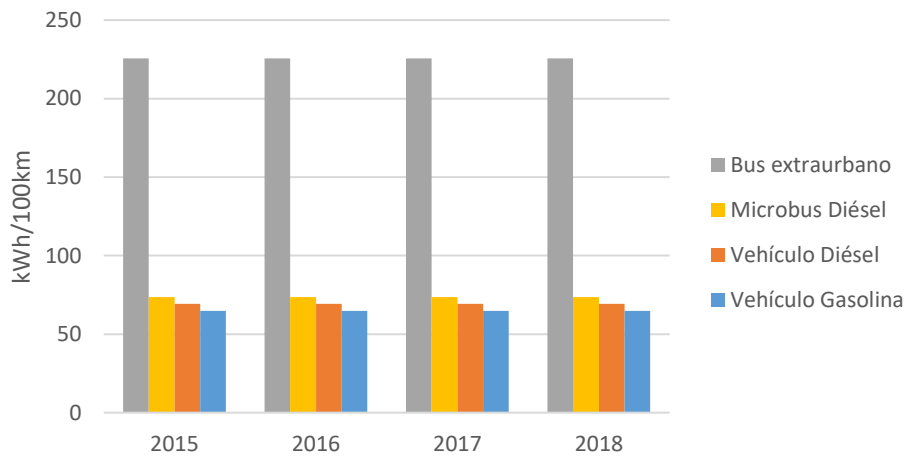
La tabla XII y figura 29 representan las intensidades energéticas históricas demostradas por las tecnologías empleadas por los medios de transporte utilizados en la actividad de transporte de carga, con la energía consumida por cada 100 toneladas transportadas durante un kilómetro.

Tabla XIV. **Intensidades energéticas del transporte extraurbano**

Modalidad	2015	2016	2017	2018	Unidad
Vehículo gasolina	64,82	64,82	64,82	64,82	kWh/100km
Vehículo diésel	69,27	69,27	69,27	69,27	kWh/100km
Bus extraurbano	225,53	225,53	225,53	225,53	kWh/100km
Microbús diésel	73,56	73,56	73,56	73,56	kWh/100km

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

Figura 30. **Intensidades energéticas del transporte extraurbano**



Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

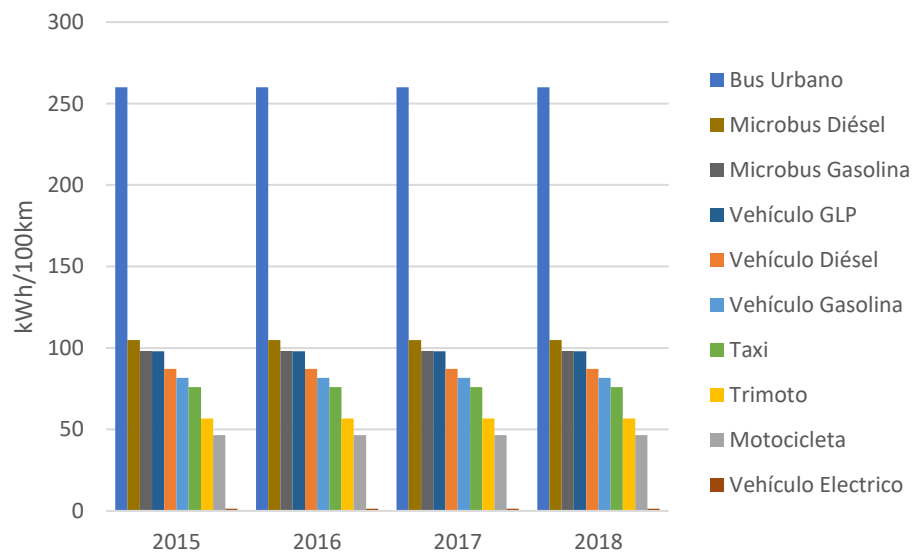
La tabla XIV y figura 30 representan las intensidades energéticas históricas demostradas por las tecnologías empleadas por los medios de transporte utilizados en la actividad de transporte extraurbano, con la energía consumida por cada 100 kilómetros recorridos.

Tabla XV. **Intensidades energéticas del transporte urbano**

Modalidad	2015	2016	2017	2018	Unidad
Vehículo gasolina	81,62	81,62	81,62	81,62	kWh/100km
Vehículo diésel	87,23	87,23	87,23	87,23	kWh/100km
Motocicleta	46,6	46,6	46,6	46,6	kWh/100km
Trimoto	56,77	56,77	56,77	56,77	kWh/100km
Bus urbano	260	260	260	260	kWh/100km
Taxi	75,99	75,99	75,99	75,99	kWh/100km
Vehículo GLP	97,94	97,94	97,94	97,94	kWh/100km
Vehículo eléctrico	1,44	1,44	1,44	1,44	kWh/100km
Microbús gasolina	98,08	98,08	98,08	98,08	kWh/100km
Microbús diésel	104,82	104,82	104,82	104,82	kWh/100km

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

Figura 31. **Intensidades energéticas del transporte urbano**



Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

La tabla XV y figura 31 representan las intensidades energéticas históricas demostradas por las tecnologías empleadas por los medios de transporte utilizados en la actividad de transporte urbano, con la energía consumida por cada 100 kilómetros recorridos. Las intensidades energéticas para el sector de transporte representadas para cada tipo de actividad se observan que muy difícilmente cambian en el tiempo, esto se debe al volumen total de vehículos que ya circulan dentro del territorio nacional. La eficiencia de los motores de combustión interna no puede ser cambiada si estos ya están en circulación, pero sí se pueden mejorar los indicadores de eficiencia descritos si las nuevas tecnologías por ingresar consumen menos energía por recorridos más largos.

2.2.6. Industria energética

Para efectos de la metodología MAED, las actividades desarrolladas por la industria energética no son consideradas como demanda de energía final, debido a que sus actividades están orientadas a generar, transportar y distribuir energía eléctrica a los consumidores finales, tal como se ha descrito en el capítulo 1.

2.2.7. Sector de la vivienda

En el capítulo 1 se ha descrito al sector de la vivienda bajo dos tipos de hogares: urbanos y rurales. Para ambos tipos de vivienda se toman en consideración las siguientes características con base en la metodología de MAED:

- Metros cuadrados por tipo de vivienda.

Alusión a metros cuadrados de construcción sobre espacios habitacionales.

- Requerimientos de calentamiento de agua, no utilizada para cocción de alimentos.

Circuitos hidráulicos de tuberías de agua caliente, generalmente utilizados con fines de aseo personal.

- Requerimientos de energía para cocción de alimentos: cualquier tipo de alimento que sea cocinado adentro de una vivienda.
- Requerimientos de energía para aire acondicionado.

- Ambientes fríos.

Aire acondicionado para enfriar ambientes cerrados.

- Ambientes cálidos.

Sistemas de calefacción para elevar la temperatura de ambientes cerrados.

- Requerimientos de energía para otros usos específicos.
 - Fuerza eléctrica.

Usos finales de energía en dispositivos tales como: microondas, televisores, equipos de sonido, computadoras, entre otros similares.

- Iluminación.

Aplicaciones específicas en iluminación que hagan consumo de cualquier tipo de energía.

En el apéndice se presentan los patrones de consumo normalizados por municipio y departamento para el sector residencial.

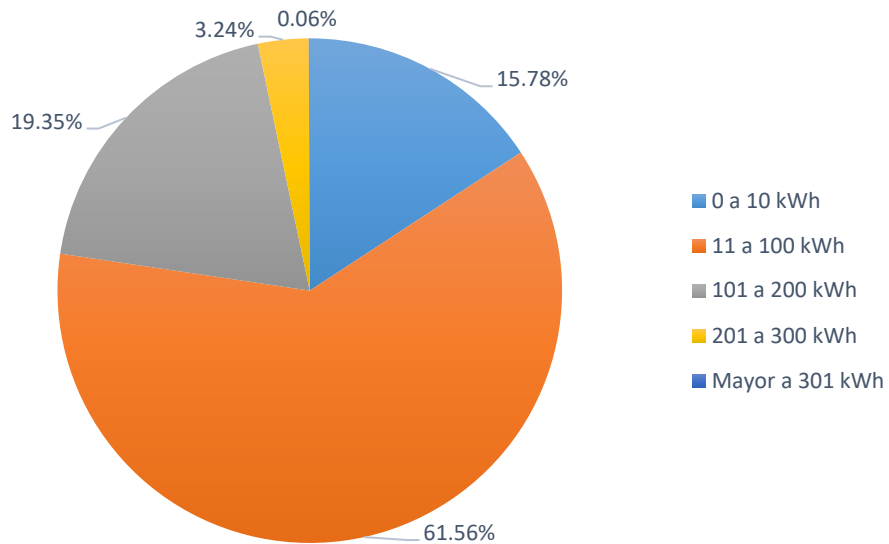
Tabla XVI. Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica a nivel departamental

Departamento	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Mayor a 301 kWh	TOTALES
Alta Verapaz	21,83 %	61,70 %	13,49 %	2,90%	0,07 %	100,00 %
Baja Verapaz	23,90 %	61,54 %	12,10 %	2,43%	0,03 %	100,00 %
Chimaltenango	11,66 %	65,57 %	20,21 %	2,53%	0,03 %	100,00 %
Chiquimula	18,62 %	61,98 %	15,85 %	3,52%	0,03 %	100,00 %
El Progreso	15,60 %	64,23 %	17,46 %	2,64%	0,07 %	100,00 %
Escuintla	9,45 %	45,81 %	40,82 %	3,80%	0,12 %	100,00 %
Guatemala	10,12 %	39,73 %	43,01 %	6,96%	0,18 %	100,00 %
Huehuetenango	20,88 %	70,24 %	7,62 %	1,24%	0,02 %	100,00 %
Izabal	18,60 %	54,82 %	21,04 %	5,46%	0,07 %	100,00 %
Jalapa	13,76 %	70,29 %	13,55 %	2,38%	0,03 %	100,00 %
Jutiapa	14,28 %	67,83 %	15,37 %	2,46%	0,05 %	100,00 %
Peten	15,47 %	60,59 %	19,55 %	4,32%	0,08 %	100,00 %
Quetzaltenango	15,49 %	67,76 %	14,41 %	2,31%	0,04 %	100,00 %
Quiche	22,01 %	66,70 %	9,60 %	1,64%	0,04 %	100,00 %
Retalhuleu	12,99 %	62,97 %	20,59 %	3,39%	0,06 %	100,00 %
Sacatepéquez	7,61 %	41,04 %	46,70 %	4,56%	0,09 %	100,00 %
San Marcos	19,82 %	66,80 %	11,17 %	2,17%	0,03 %	100,00 %
Santa Rosa	13,71 %	63,05 %	20,13 %	3,06%	0,04 %	100,00 %
Sololá	12,26 %	69,63 %	15,30 %	2,74%	0,08 %	100,00 %
Suchitepéquez	11,72 %	65,15 %	19,83 %	3,24%	0,05 %	100,00 %
Totonicapán	17,75 %	69,30 %	11,15 %	1,78%	0,02 %	100,00 %
Zacapa	19,60 %	57,70 %	16,76 %	5,82%	0,12 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

La tabla XVI representa el resumen de las frecuencias de consumo de energía eléctrica a nivel residencial, por cada departamento del país.

Figura 32. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica a nivel nacional**



Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas.

La figura 32 representa la distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica del sector de vivienda a nivel nacional, con base en la información histórica y los resultados de la gráfica, se puede observar que la mayor concentración de población se encuentra dentro de los rangos de 11 a 100 kWh (61,56 %), y 101 a 200 kWh (19,35 %), esta información es válida tanto para el área urbana como para el área rural.

Las zonas urbanas y rurales presentan las mismas concentraciones de frecuencias de consumo energético, las variaciones entre hábitos de consumo de energía eléctrica y obtención de fuentes de calor.

Tabla XVII. **Detalle de consumos energéticos del sector vivienda, en áreas urbanas**

Descripción	Unidad	2015	2016	2017	2018
Metros cuadrados promedio por hogar	m ²	120	120	120	120
Calentamiento de agua					
Requerimientos energéticos de calentamiento de agua	kWh/cap/y	18,25	18,25	18,25	18,25
Hogares que utilizan calentamiento de agua	%	62,26	62,26	62,26	62,26
Penetración de las formas de energía		100	100	100	100
Electricidad	%	100	100	100	100
Cocción de alimentos					
Requerimientos energéticos para cocción de alimentos	kWh/dw/yr	773,96	773,96	773,96	773,96
Penetración de las formas de energía		100	100	100	100
Leña	%	13,52	14,60	15,67	16,72
Combustibles fósiles	%	86,48	85,40	84,33	83,28
Eficiencia de la leña	%	8	8	8	8
Eficiencia de los combustibles fósiles	%	48	48	48	48
Aire acondicionado					
Hogares que utilizan aire acondicionado	%	3,11	3,11	3,11	3,11
Requerimientos energéticos para aire acondicionado	kWh/dw/yr	53,18	53,18	53,18	53,18
Formas de energía útil		100	100	100	100
Electricidad	%	100	100	100	100
COP electricidad AC	ratio	2,5	2,5	2,5	2,5

Continuación de tabla XVII.

Usos específicos					
Hogares que cuentan con energía eléctrica	%	92,97	92,97	92,97	92,97
Requerimientos de energía eléctrica por hogar	kWh/dw/yr	1183,01	1183,01	1183,01	1183,01
Iluminación					
Requerimientos de energía eléctrica por hogar	kWh/dw/yr	37,88	37,88	37,88	37,88

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas, Instituto Nacional de Estadísticas e Instituto Nacional de Bosques.

La tabla XVII representa el detalle de consumos energéticos realizados por habitante en zonas urbanas, se destaca que los indicadores contenidos en la tabla son calculados para residencias con cantidad de habitantes promedio.

Tabla XVIII. **Detalle de consumos energéticos del sector vivienda, en áreas rurales**

Descripción	Unit	2015	2016	2017	2018
Metros cuadrados promedio por hogar	m2	180	180	180	180
Calefacción de ambientes residenciales					
Temperatura de los días más fríos	Days°C	6,75	6,75	6,75	6,75
Hogares con calefacción	%	53,89	53,89	53,89	53,89
Emisión de calor (energía)	Wh/m2/C/h	138	138	138	138
Penetración de las formas de energía		100	100	100	100
Leña	%	100	100	100	100

Continuación de tabla XVIII.

Eficiencia de la leña	%	8	8	8	8
Calentamiento de agua					
Requerimientos energéticos de calentamiento de agua	kWh/cap/y	18,25	18,25	18,25	18,25
Hogares que utilizan calentamiento de agua	%	53,89	53,89	53,89	53,89
Penetración de las formas de energía		100	100	100	100
Leña	%	100	100	100	100
Eficiencia de la leña	%	8	8	8	8
Cocción de alimentos					
Requerimientos energéticos de cocción de alimentos	kWh/dw/yr	1 773,96	1 773,96	1 773,96	1 773,96
Penetración de las formas de energía		100	100	100	100
Leña	%	86,48	86,48	86,48	86,48
Combustibles fósiles	%	13,52	13,52	13,52	13,52
Eficiencia de la leña	%	8	8	8	8
Aire acondicionado					
Hogares que utilizan aire acondicionado	kWh/dw/yr	2 075,46	2 075,46	2 075,46	2 075,46
Penetración de las formas de energía		100	100	100	100
Usos específicos					
Hogares que cuentan con energía eléctrica	%	92,97	92,97	92,97	92,97
Requerimientos de energía eléctrica por hogar	kWh/dw/yr	747,16	747,16	747,16	747,16

Continuación XVIII.

Iluminación					
Requerimientos de energía eléctrica por hogar	kWh/dw/y _r	22,83	22,83	22,83	22,83

Fuente: elaboración propia, con información del Ministerio de Energía y Minas, Instituto Nacional de Estadísticas e Instituto Nacional de Bosques.

La tabla XVIII representa el detalle de consumos energéticos realizados por habitante en zonas rurales, la metodología de cálculos es la misma implementada a las zonas urbanas. Existen características importantes que distinguen los hábitos de consumo en zonas urbanas y en zonas rurales, comenzando por las diferencias de espacios habitacionales y de áreas de ocupación por persona; por otro lado, la energía demandada para cocción de alimentos en las zonas rurales es mayor en comparación a las zonas urbanas, esto se debe a los tipos de actividades que las personas en sociedad desarrollan en cada una de las zonas, la leña es un consumo predominante en las zonas rurales, mientras que en las zonas rurales el consumo predominante se concentra en el uso de energía eléctrica.

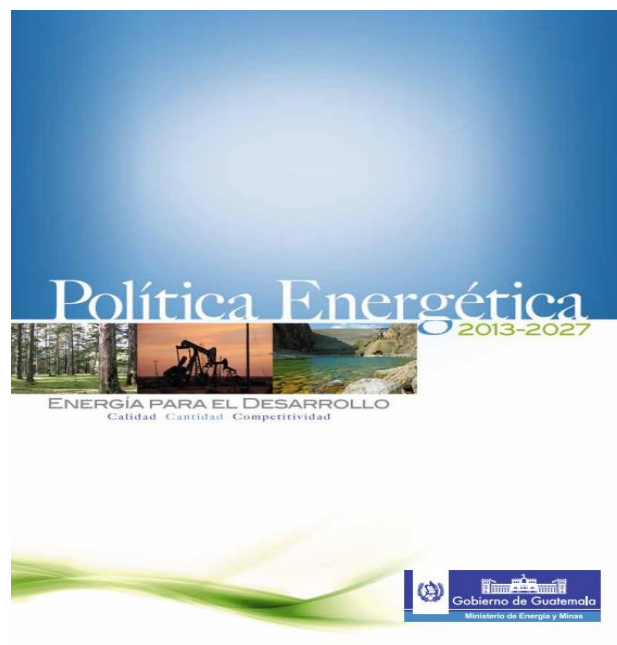
2.3. Planes y políticas energéticas impulsadas por el Gobierno de Guatemala

Se presentan el resumen de las acciones que el gobierno ha presentado para modificar la demanda energética del país, a través de planes y políticas públicas.

2.3.1. Política Energética 2013 – 2027

La política energética 2013-2017, es de cumplimiento obligatorio dentro del territorio nacional.

Figura 33. Portada de la Política Energética 2013 – 2027



Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

El Acuerdo Gubernativo número 80-2013 da vida y legalidad a la Política Energética 2013 – 2027, la cual consta de 5 ejes estratégicos.

- Seguridad y abastecimiento de electricidad a precios competitivos.
 - No se presentan acciones que modifiquen la demanda.

- Seguridad y abastecimiento de combustibles a precios competitivos.
 - No se presentan acciones que modifiquen la demanda.

- Exploración y explotación de reservas petroleras con miras al autoabastecimiento nacional.
 - No se presentan acciones que modifiquen la demanda.

- Ahorro y uso eficiente de la energía.
 - Objetivo operativo: búsqueda del ahorro y uso eficiente de la energía en al menos el 30 % de las instituciones públicas.
 - Meta de largo plazo: disminuir el 25 % del crecimiento del consumo de energía en los sectores de industria y comercio y servicios.

- Reducción del uso de leña en el país.
 - Meta de largo plazo: reducir el 25 % de leña consumida por el sector industrial.
 - Meta de largo plazo: dentro del 25 % del sector vivienda, sustituir el uso de leña por otros energéticos más eficientes.

2.3.2. Plan Nacional de Energía 2017 – 2032

El Plan Nacional de Energía cuenta con la particularidad de contener un mandato obligatorio para tres instituciones: MEM, MARN, y SEGEPLAN.

Figura 34. **Portada del Plan Nacional de Energía 2017 – 2032**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

El Plan Nacional de Energía 2017 – 2032 es creado a partir del Artículo 18 de la Ley Nacional de Cambio Climático. El plan contiene tres ejes y 16 acciones, de las cuales se destacan las siguientes por ser influyentes ante la demanda energética nacional:

- Acciones destacadas del primer eje: “Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Renovables”.
 - Diversificación de la matriz energética.
 - Reducción del consumo de leña.

- Acciones destacadas del segundo eje: “Eficiencia y Ahorro Energético”.
 - Incorporación de vehículos eléctricos y GLP al parque vehicular.
 - Sector de transporte.
 - Ahorro y uso eficiente en el sector residencial.

- Gestión de la energía en el sector de la industria.
- Auditorías energéticas en el sector de comercio y servicios.

2.3.3. Otros proyectos

Un proyecto destacado a nivel gobierno es el Plan Nacional de Eficiencia Energética 2019 – 2032.

Figura 35. **Portada del Plan Nacional de Eficiencia Energética 2019 - 2032**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

Este plan consiste en las guías y argumentos para dar cumplimiento al segundo eje del Plan Nacional de Energía 2017 – 2032.

2.4. Proyección de las características históricas de la demanda de energía y demanda de potencia eléctrica de la República de Guatemala

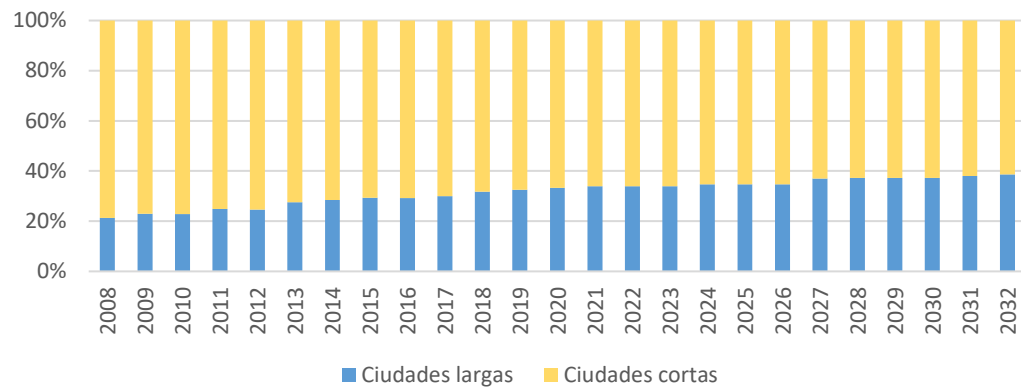
Con base en la información recaba en los puntos anteriores, se procede a presentar las proyecciones, descripciones y aspectos numéricos relacionados con la demanda de potencia eléctrica y energética del país.

2.4.1. Caracterización energética

Las características que definen las proyecciones de demanda energética y de potencia eléctrica del sistema nacional se concentran en dos factores fundamentales: el crecimiento poblacional y la capacidad de crecimiento económico. El resto de las variables que generan indicadores de crecimiento en la demanda dependen directa o indirectamente de estos dos factores. Para efectos de la demanda energética no se toma en consideración la capacidad de suministro energético en el largo plazo.

Previamente se ha definido que para efectos de la metodología de MAED, se han determinado dos tipos de ciudades: ciudades largas, mayores a 200 mil habitantes, y ciudades cortas, menores a 200 mil habitantes. Esta clasificación se ha realizado con base en información adquirida del Instituto Nacional de Estadísticas, donde se indican las poblaciones estimadas por cada municipalidad, desde el año 2008 hasta el año 2017.

Figura 36. **Distribución porcentual de población residente en ciudades largas y en ciudades cortas**



Fuente: elaboración propia, con información del INE y la CEPAL.

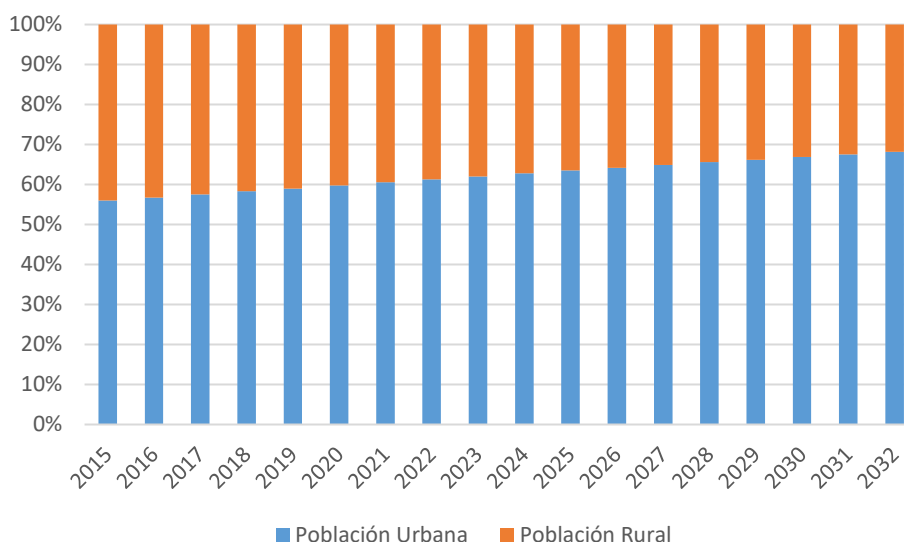
Tabla XIX. **Cantidad de personas por tipo de ciudad**

Tipo de ciudad	2015	2020	2025	2030	2032
Ciudades largas	4 587 858	5 821 109	6 632 850	7 549 736	8 036 084
Ciudades cortas	11 066 709	11 628 770	12 476 491	12 730 343	12 738 641
Total	15 654 567	17 449 879	19 109 342	20 280 079	20 774 725

Fuente: elaboración propia, con información de la CEPAL.

La Comisión Económica para América Latina (CEPAL) ha desarrollado estimaciones sobre el crecimiento poblacional de Guatemala, con miras hacia el año 2100. Para efectos de este estudio se ha tomado la estimación del crecimiento poblacional hacia el año 2032, y con apoyo de la información de las estimaciones de población del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) se ha logrado calcular la cantidad de personas que residirán en ciudades largas año con año hasta el 2032, así mismo, se ha podido calcular la distribución porcentual de población urbana y población rural hacia el año 2032.

Figura 37. Distribución porcentual de población urbana y población rural hacia el año 2032



Fuente: elaboración propia, con información del INE y la CEPAL.

Tabla XX. Distribución porcentual de población urbana y rural hacia el año 2032

Población	2015	2020	2025	2030	2032
Urbana	56 %	60 %	64 %	67 %	68 %
Rural	44 %	40 %	37 %	33 %	32 %

Fuente: elaboración propia, con información del INE y la CEPAL.

Dentro del sector residencial es muy importante tener un pronóstico detallado sobre el crecimiento de ciudades largas y la relación entre poblaciones urbanas y rurales, si bien las eficiencias de las tecnologías utilizadas dentro de su demanda energética no cambiarán drásticamente en el largo plazo, el hecho de cambiar de población rural a urbana permite el acceso a migrar de tecnologías de uso diario. En cuanto a la definición de ciudades largas, estas facilitan el acceso a medios de transporte colectivos más

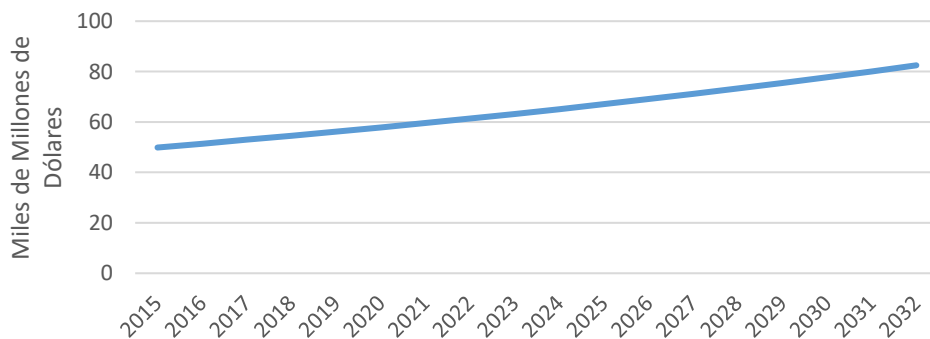
eficientes que los utilizados en zonas rurales, además de mejores accesos a insumos energéticos como el GLP en cocción de alimentos y desarrollo de nuevas actividades en comercio y servicios. Agregado a los desarrollos urbanos, los sectores de la industria y comercio y servicios también dependen de las capacidades de crecimiento económico del país, a lo cual se ha consensuado un crecimiento conservador del PIB de un 3 % constante anual, tal como se ve en las siguientes tablas y gráficas.

Tabla XXI. **Estimaciones del PIB de Guatemala**

Descripción	2015	2020	2025	2030	2032
PIB (miles de millones de dólares)	49,88	57,86	67,08	77,76	82,50
PIB per cápita (dólares)	3 133,11	3 319,24	3 559,17	3 858,53	3 996,04

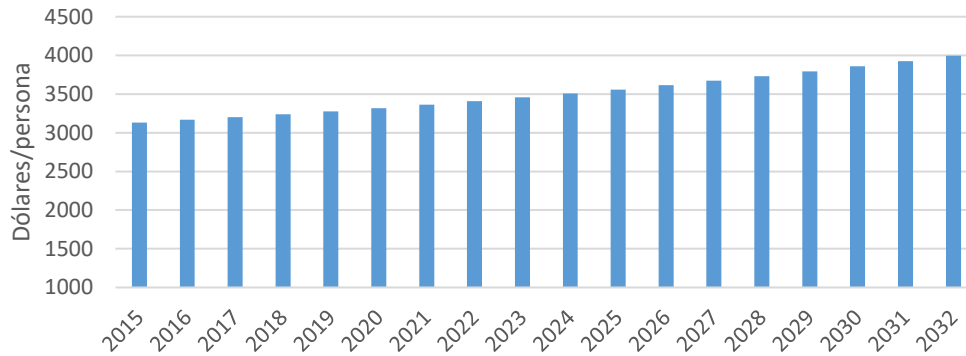
Fuente: elaboración propia, con información del Banco de Guatemala.

Figura 38. **Estimaciones del PIB de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, con información del Banco de Guatemala.

Figura 39. **Estimaciones del PIB *per cápita* de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, con información del Banco de Guatemala.

En términos generales, el crecimiento del PIB ayuda a pronosticar las necesidades energéticas que tienen los sectores anteriormente citados, y el PIB *per cápita* permite calcular con mayor fineza el crecimiento del sector de comercio y servicios, debido a la capacidad de aprovechamiento de la población económicamente activa en el país.

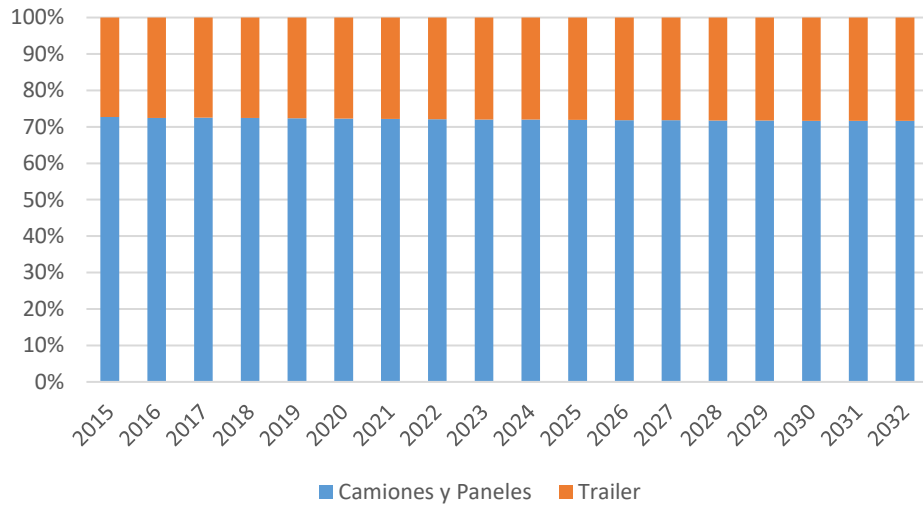
El sector de transporte presenta tendencias a maximizar el uso de gasolina como energético principal, con miras al incremento del transporte particular ante el transporte colectivo.

Tabla XXII. **Proyección de parque vehicular para la actividad de transporte de carga**

Transporte de carga	2015	2020	2025	2030	2032
Camiones y paneles	73 %	72 %	72 %	72 %	72 %
Tráiler	27 %	28 %	28 %	28 %	28 %

Fuente: elaboración propia, con información de la SAT.

Figura 40. **Proyección de parque vehicular para la actividad de transporte de carga**



Fuente: elaboración propia, con información de la SAT.

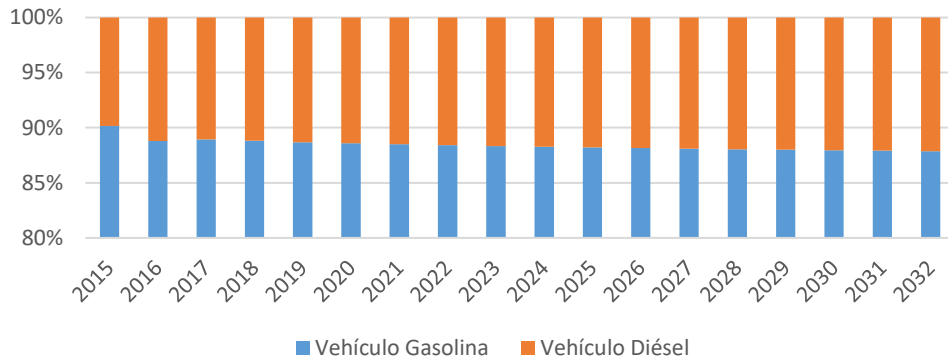
Se estima que hacia el año 2032, los móviles terrestres que participan dentro de la actividad de transporte de carga mantendrán una participación sin cambios drásticos.

Tabla XXIII. **Proyección de parque vehicular para la actividad extraurbana particular**

Transporte extraurbano particular	2015	2020	2025	2030	2032
Vehículo Gasolina	90 %	89 %	88 %	88 %	88 %
Vehículo Diésel	10 %	11 %	12 %	12 %	12 %

Fuente: elaboración propia, con información de la SAT.

Figura 41. **Proyección de parque vehicular para la actividad de transporte extraurbano particular**



Fuente: elaboración propia, con información de la SAT.

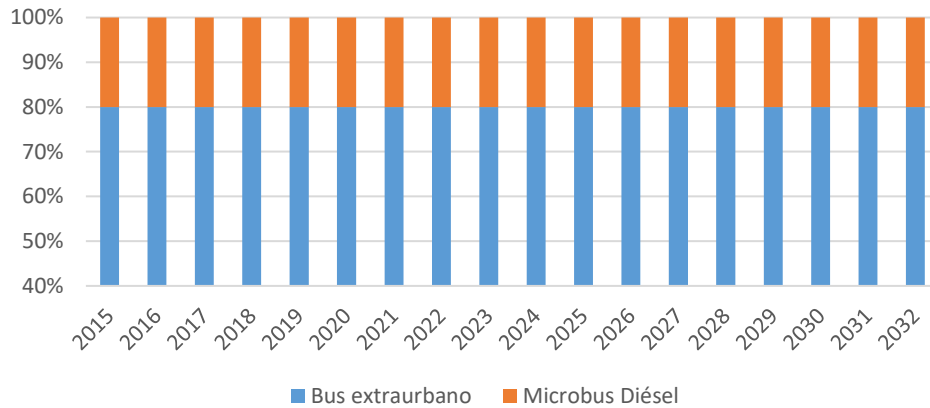
El transporte extraurbano particular presenta hacia el año 2050 tendencia a utilizar en mayor escala los vehículos de diésel, una de las hipótesis de este fenómeno consiste en que las nuevas flotas vehiculares que dependen del diésel son de eficiencias mayores a las de sus predecesores, por la tecnología conocida como ‘turbodiésel’.

Tabla XXIV. **Proyección de parque vehicular para la actividad de transporte extraurbano colectivo**

Transporte extraurbano colectivo	2015	2020	2025	2030	2032
Bus extraurbano	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %
Microbús Diésel	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %

Fuente: elaboración propia, con información de la SAT.

Figura 42. **Proyección de parque vehicular para la actividad extraurbana colectiva**



Fuente: elaboración propia, con información de la SAT.

El transporte extraurbano colectivo en el largo plazo, hacia el año 2032, se presenta con participaciones constantes por parte de las tecnologías que allí se emplean.

Tabla XXV. **Proyección de parque vehicular para la actividad de transporte urbano**

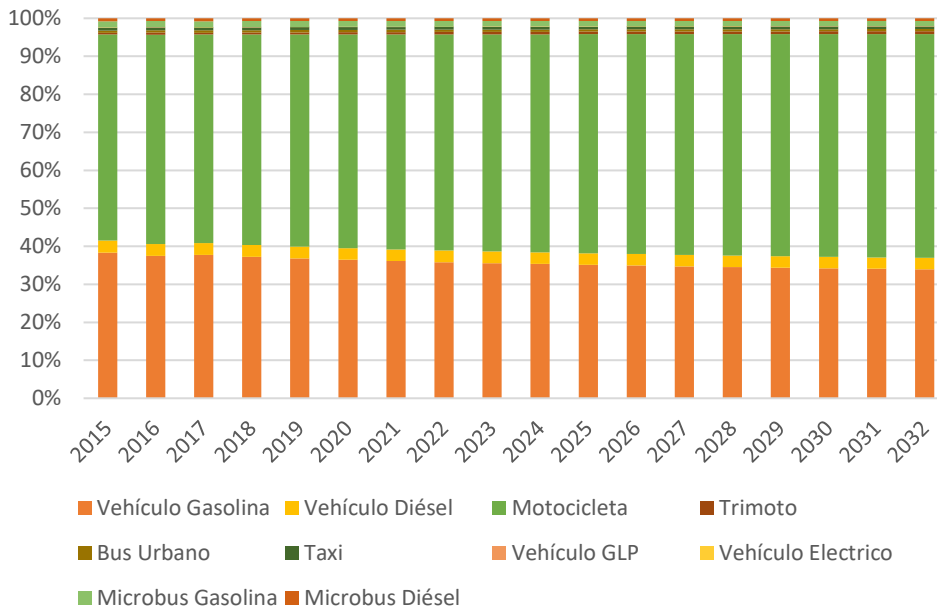
Transporte urbano	2015	2020	2025	2030	2032
Vehículo gasolina	38,34 %	36,44 %	35,11 %	34,22 %	33,93 %
Vehículo diésel	3,16 %	3,09 %	3,04 %	3,01 %	3,00 %
Motocicleta	54,21 %	56,23 %	57,65 %	58,60 %	58,91 %
Trimoto	0,42 %	0,57 %	0,67 %	0,73 %	0,75 %
Bus urbano	0,65 %	0,62 %	0,59 %	0,58 %	0,57 %
Taxi	0,77 %	0,75 %	0,74 %	0,73 %	0,73 %
Vehículo GLP	0,03 %	0,04 %	0,05 %	0,06 %	0,06 %
Vehículo eléctrico	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %

Continuación tabla XXV.

Microbús gasolina	1,64 %	1,53 %	1,45 %	1,40 %	1,38 %
Microbús diésel	0,77 %	0,73 %	0,70 %	0,68 %	0,67 %

Fuente: elaboración propia, con información de la SAT.

Figura 43. **Proyección de parque vehicular para la actividad de transporte urbano**



Fuente: elaboración propia, con información de la SAT.

La tendencia de las tecnologías utilizadas en la actividad de transporte urbano demuestra inclinarse a utilizar más gasolina en comparación a los otros tipos de energético; así mismo, se observa que el GLP y los vehículos eléctricos ganan mayor participación hacia el año 2032, dentro del análisis de la política energética se estudia un empuje al incremento de la participación de estas tecnologías, aplicando factores de aceleración conservadores en su participación anual.

2.4.2. Potencia eléctrica

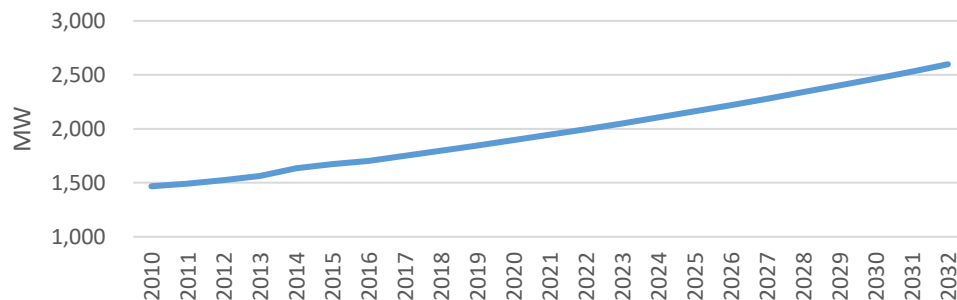
Bajo las consideraciones expresadas en el inciso 2.2.1, se procede a estimar la potencia eléctrica que será demandada por la República de Guatemala en el año 2050.

Tabla XXVI. **Proyección de la demanda de potencia eléctrica de la República de Guatemala**

Año	Potencia Máxima (MW)
2010	1 467,88
2015	1 672,05
2020	1 895,33
2025	2 161,70
2030	2 465,50
2032	2 598,65

Fuente: elaboración propia, con información del Administrador del Mercado Mayorista.

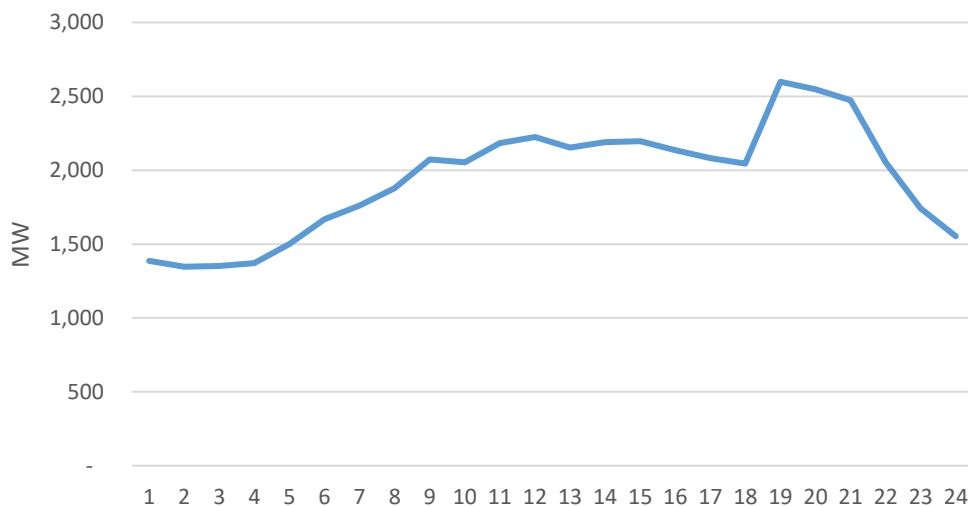
Figura 44. **Proyección de la demanda de potencia eléctrica de la República de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, con información del Administrador del Mercado Mayorista.

La tabla XXVI y la figura 44 representan la proyección de la demanda de potencia eléctrica máxima para la República de Guatemala, la cual ha sido proyectada tomando en consideración el crecimiento exponencial de los registros históricos de la misma. Se estima que la potencia tendrá una tasa de crecimiento promedio del 2,6 % anual, alcanzando los 2 598,65 MW en el año 2032.

Figura 45. Curva de carga de la República de Guatemala, estimada para el año 2050



Fuente: elaboración propia, con información del Administrador del Mercado Mayorista.

La figura 45 representa la curva de carga estimada para el año 2050, se ha aplicado el factor de crecimiento promedio encontrado para la demanda máxima de cada año, para cada bloque horario. Es importante hacer notar que la demanda máxima se registra con mucha frecuencia a las 18:00 horas de cada día.

3. ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON DEMANDA DE ENERGÍA TENDENCIAL

Se presentan los resultados obtenidos para el escenario de demanda de energía tendencial hacia el año 2032, a través del software MAED.

3.1. Demanda de energía *per cápita*

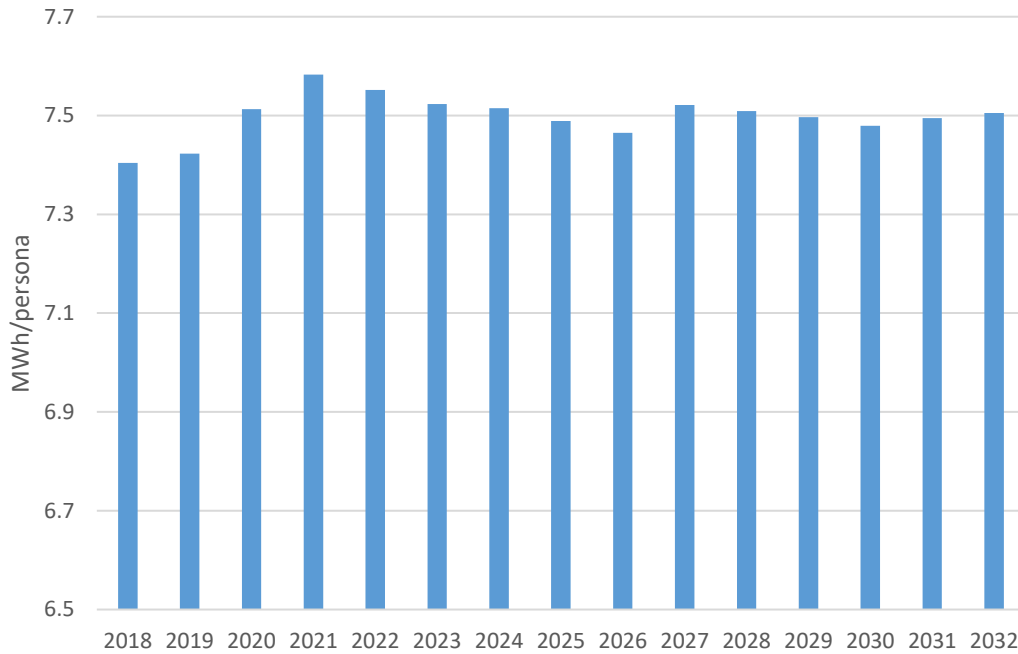
Dentro de la demanda energética *per cápita* se demuestra la energía total demandada por persona, y la energía total demandada por cada dólar producido como parte del PIB. Es importante resaltar que las unidades dimensionales no representan únicamente a la energía eléctrica, representan todos los energéticos demandados en la vida cotidiana.

Tabla XXVII. **Energía total demandada por persona y por dólar producido**

Item	2018	2020	2025	2030	2032
Energía total por persona (MWh/persona)	7,404	7,513	7,489	7,479	7,505
Energía total por dólar producido (kWh/Dólar)	2,286	2,264	2,104	1,938	1,878

Fuente: elaboración propia.

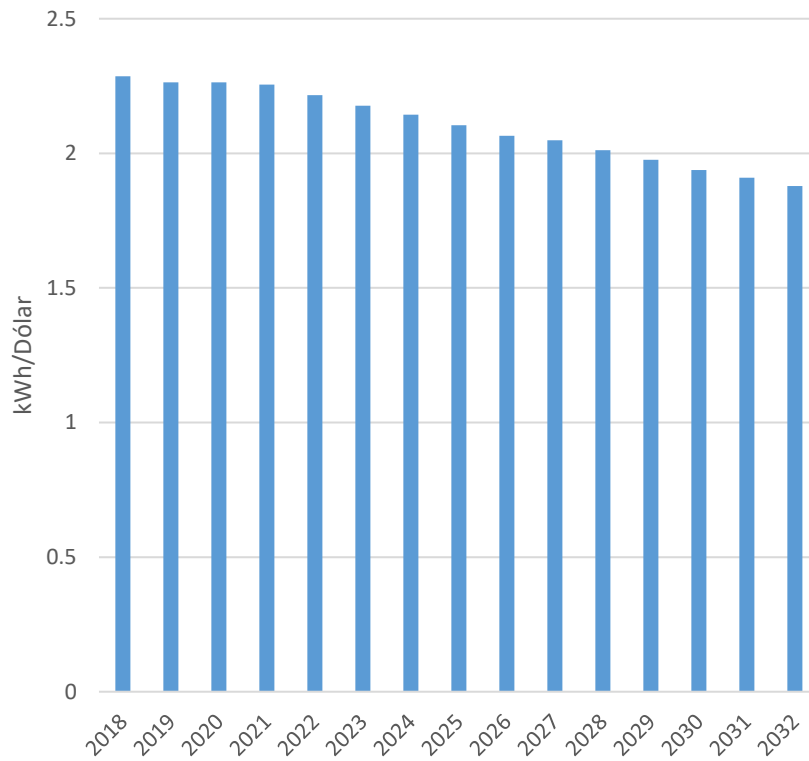
Figura 46. **Energía total demandada por persona**



Fuente: elaboración propia.

La figura 46 representa la energía total demandada por persona anualmente. Se observan fluctuaciones en algunos años puntuales, esto se debe a fenómenos que se presentaron dentro del consumo de energéticos importantes, tal es el uso de la leña o la variación del uso de combustibles del sector de transporte terrestre. En términos globales, la demanda energética por persona está creciendo levemente año con año.

Figura 47. **Energía total demandada por dólar producido**



Fuente: elaboración propia.

La figura 47 representa la energía total demandada en el país por cada dólar producido, se observa que la tendencia hacia el año 2050 es hacia una disminución constante. Esto es bueno para el país, puesto que se demuestra que cada vez se emplea menos energía en actividades comerciales e industriales, a cambio de la misma generación económica.

3.2. Demanda de energía del sector de la industria

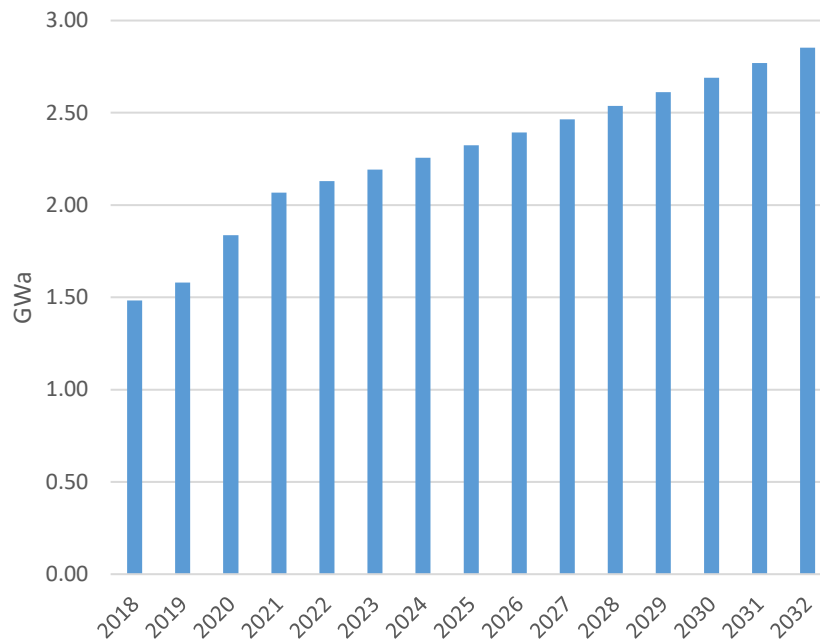
Se detallan los resultados de la demanda energética del sector de la industria, por tipo de actividad y aplicación.

Tabla XXVIII. **Proyección de la demanda energética del sector de la industria**

Aplicaciones de motores (Gwaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Agricultura	0,0564	0,0590	0,6307	0,7311	0,7756
Construcción	0,0644	0,0684	0,0713	0,0827	0,0877
Minería	0,0415	0,0657	0,0510	0,0591	0,0627
Manufactura	0,0326	0,0341	0,0371	0,0430	0,0456
Total	0,1949	0,2272	0,7901	0,9159	0,9716
Aplicaciones eléctricas (Gwaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Agricultura	0,0435	0,0420	0,0516	0,0598	0,0635
Construcción	0,0429	0,0421	0,0510	0,0591	0,0627
Minería	0,0855	0,1256	0,1082	0,1254	0,1331
Manufactura	0,2168	0,2103	0,2548	0,2954	0,3134
Total	0,3887	0,420	0,4656	0,5397	0,5727
Aplicaciones térmicas (Gwaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Agricultura	0,0755	0,0818	0,0875	0,1015	0,1077
Construcción	0,0736	0,0819	0,0848	0,0983	0,1043
Minería	0,1864	0,3347	0,2338	0,2710	0,2875
Manufactura	0,2025	0,2011	0,2332	0,2703	0,2868
Total	0,5380	0,6995	0,6393	0,7411	0,7863

Fuente: elaboración propia.

Figura 48. **Proyección de la demanda energética del sector de la industria**



Fuente: elaboración propia.

Se observa que la demanda energética del sector de la industria presenta un crecimiento de demanda energética tendencial y constante hacia el año 2032.

3.3. Demanda de energía del sector de transporte

Se presenta la proyección de la demanda energética del sector de transporte.

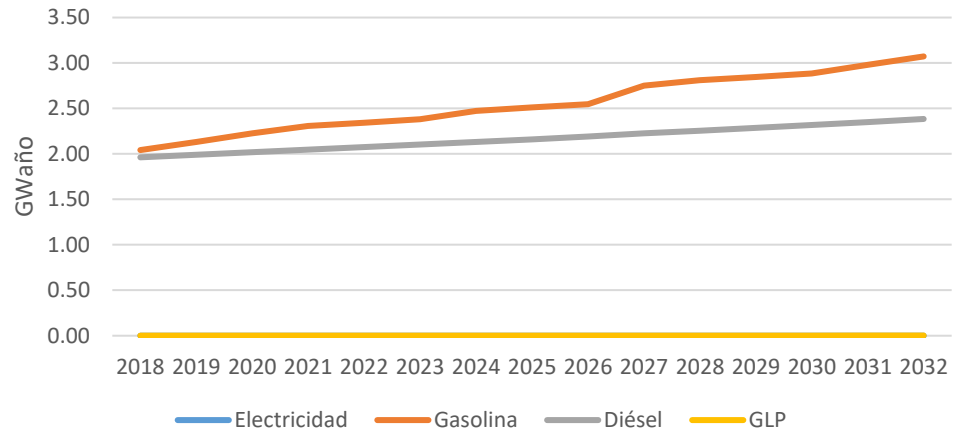
Tabla XXIX. **Proyección de la demanda energética del sector de transporte, por tipo energético**

Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad (GWa)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gasolina (GWa)	2,04	2,23	2,51	2,88	3,07
Diésel (GWa)	1,96	2,02	2,16	2,32	2,38
GLP (GWa)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total (GWa)	4,01	4,25	4,67	5,20	5,46

Fuente: elaboración propia.

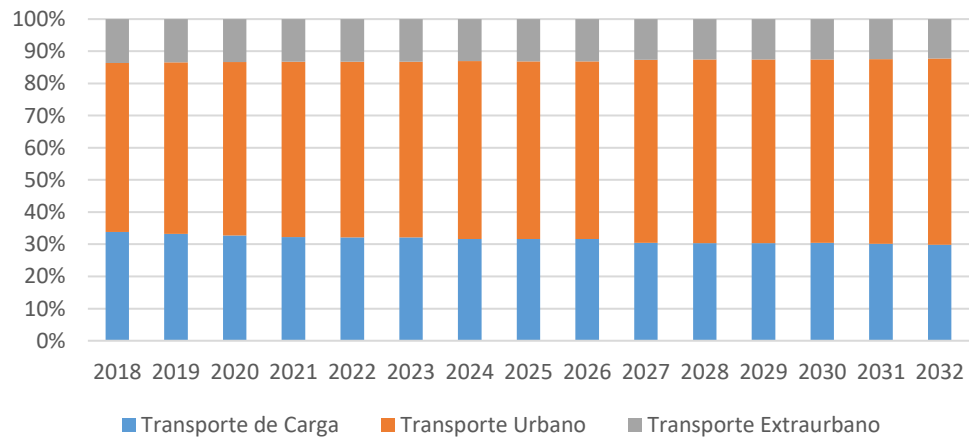
Dentro de la demanda energética del sector de transporte se observa que la electricidad y el GLP se presentan en cifras de cero, esto se debe a que las participaciones de las tecnologías de que dependen estos energéticos son muy pequeñas en comparación a las tecnologías que requieren los otros energéticos, agregado a esto, las tecnologías que utilizan electricidad son de alta eficiencia en comparación a sus similares.

Figura 49. Demanda energética del sector de transporte, por tipo energético



Fuente: elaboración propia.

Figura 50. Proporciones de la demanda energética del sector de transporte, por tipo de actividad



Fuente: elaboración propia.

En las proyecciones hacia el año 2032 se observa que el transporte urbano cobra cada vez más auge en comparación a las otras actividades desarrolladas dentro de este sector, esto se debe al desarrollo proyectado de ciudades largas y el crecimiento de las categorías urbanas en comparación con las categorías rurales.

3.4. Demanda de energía del sector de comercio y servicios

Se presentan los detalles de la proyección de la demanda energética del sector de comercio y servicios.

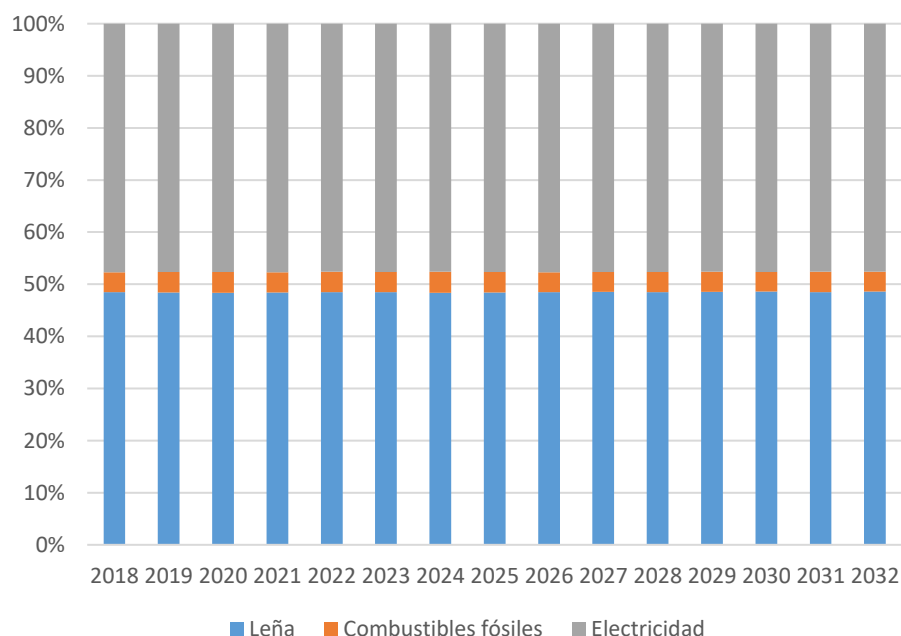
Tabla XXX. **Proyección de la demanda energética del sector de comercio y servicios**

Aplicaciones eléctricas (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,233	0,247	0,287	0,332	0,353
Total	0,233	0,247	0,287	0,332	0,353
Aplicaciones térmicas (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	0,252	0,267	0,310	0,359	0,381
Combustibles fósiles	0,012	0,013	0,015	0,017	0,018
Total	0,264	0,280	0,325	0,377	0,399
Aire acondicionado (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,015	0,016	0,018	0,020	0,021
Total	0,015	0,016	0,018	0,020	0,021

Fuente: elaboración propia.

La proyección de la demanda energética del sector de comercio y servicios se derivó en aplicaciones eléctricas, aplicaciones térmicas y uso de aire acondicionado. Se observa que la mayor demanda de este sector hacia el año 2032 se concentra en las aplicaciones térmicas, seguidas muy de cerca por las aplicaciones eléctricas.

Figura 51. **Proyección de la demanda energética del sector de comercio y servicios**



Fuente: elaboración propia.

A pesar de que la demanda energética de este sector tiende a crecer constantemente hacia el año 2032, se observa que los porcentajes de participación de los energéticos empleados: leña, combustibles fósiles y electricidad, tienden a mantenerse constantes en el horizonte del estudio.

3.5. Demanda de energía del sector de vivienda

Se presenta el detalle de la proyección de la demanda energética de todo el sector de vivienda, identificando los resultados de las zonas urbanas y de las zonas rurales.

Tabla XXXI. **Proyección de la demanda energética de la zona urbana del sector de vivienda**

Calentamiento de agua (GWaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,013	0,014	0,016	0,017	0,018
Total	0,013	0,014	0,016	0,017	0,018
Cocción de alimentos (GWaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	0,404	0,482	0,699	0,941	1,045
GLP	0,335	0,347	0,374	0,396	0,403
Total	0,739	0,829	1,073	1,337	1,448
Aplicaciones (GWaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,275	0,291	0,335	0,377	0,394
Total	0,275	0,291	0,335	0,377	0,394
Iluminación (GWaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,009	0,009	0,011	0,012	0,013
Total	0,009	0,009	0,011	0,012	0,013
Demanda energética total (GWaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	0,404	0,482	0,699	0,941	1,045
Electricidad	0,296	0,315	0,361	0,407	0,425
GLP	0,335	0,347	0,374	0,396	0,403
Total	1,035	1,143	1,434	1,744	1,873

Fuente: elaboración propia.

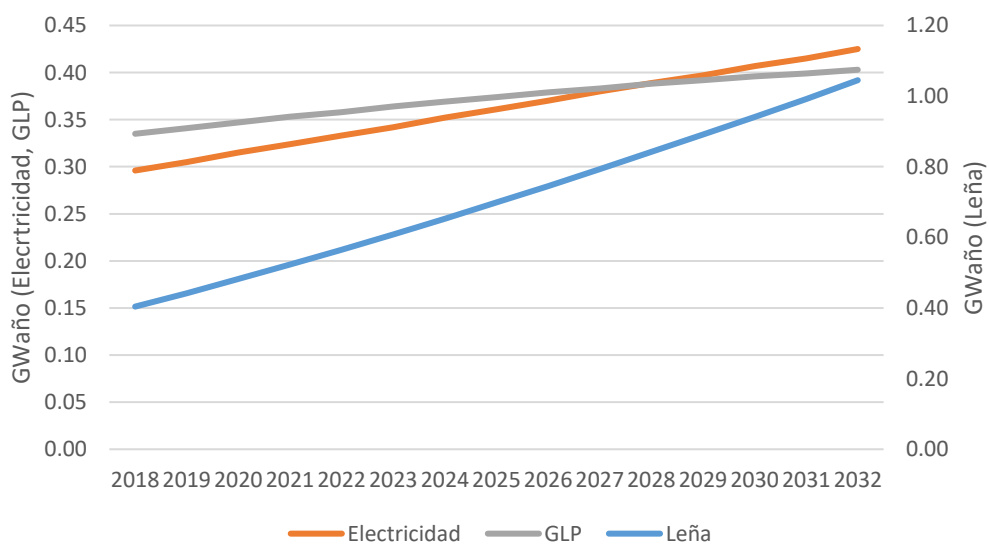
Tabla XXXII. **Proyección de la demanda energética de la zona rural del sector de vivienda**

Calefacción (GWaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	4,046	4,038	3,964	3,844	3,783
Total	4,046	4,038	3,964	3,844	3,783
Calentamiento de agua (GWaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	0,099	0,098	0,097	0,094	0,092
Total	0,099	0,098	0,097	0,094	0,092
Cocción de alimentos (GWaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	2,862	2,857	2,804	2,719	2,676
GLP	0,075	0,074	0,073	0,071	0,070
Total	2,937	2,931	2,877	2,79	2,746
Aplicaciones (GWaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,104	0,103	0,102	0,099	0,097
Total	0,104	0,103	0,102	0,099	0,097
Iluminación (GWaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Total	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Demanda energética total (GWaño)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	7,007	6,993	6,865	6,657	6,551
Electricidad	0,107	0,107	0,105	0,102	0,100
GLP	0,075	0,074	0,073	0,071	0,070
Total	7,189	7,174	7,042	6,829	6,721

Fuente: elaboración propia.

Tanto para las zonas urbanas como para las zonas rurales, se observa que la principal dependencia energética en la proyección futura seguirá siendo la leña. Esto se debe a que, en condiciones tendenciales, las tecnologías bajo las cuales se hace uso de la leña (cocción de alimentos), presentan únicamente el 8 % de eficiencia en el proceso de aprovechamiento de la capacidad calorífica, tal como se ha descrito en el capítulo 2. En las zonas urbanas el crecimiento de la demanda de leña es mucho más desacelerado en comparación a las zonas rurales, esto se debe a la disponibilidad de energéticos alternativos que cumplen con la misma función.

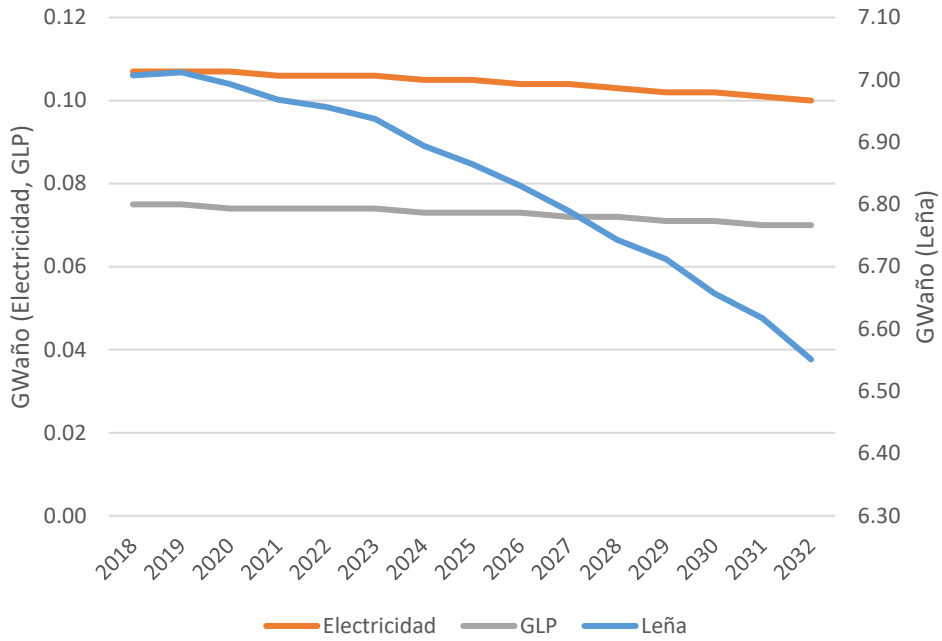
Figura 52. **Proyección de la demanda energética de la zona urbana del sector de vivienda**



Fuente: elaboración propia.

Las tendencias de consumos energéticos dentro de las zonas urbanas de este sector son distintas entre sí, el energético con tendencia de crecimiento mayor hacia el año 2032 es la electricidad.

Figura 53. Proyección de la demanda energética de la zona rural del sector de vivienda



Fuente: elaboración propia.

Las tendencias de consumos energéticos dentro de las zonas rurales de este sector dan la apariencia de ir en un decrecimiento constante, este fenómeno se debe al cambio de categoría de rural a urbano que las comunidades estarán teniendo en el mediano y largo plazo.

3.6. Demanda energética de la República de Guatemala

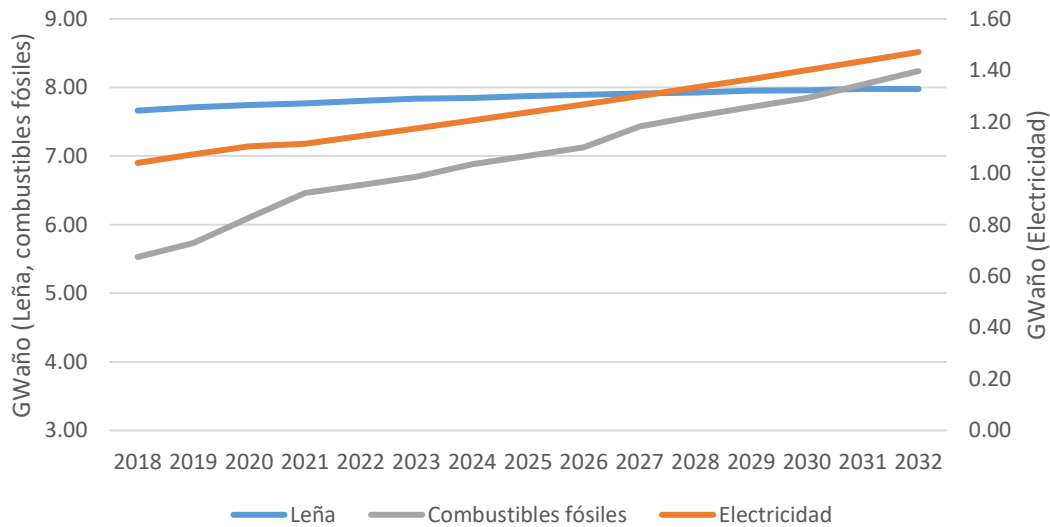
Se presentan los resultados generales de la proyección de la demanda energética nacional en un escenario tendencial.

Tabla XXXIII. **Proyección de la demanda energética tendencial de la República de Guatemala**

ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña (GWa)	7,663	7,742	7,873	7,958	7,977
Electricidad (GWa)	1,040	1,104	1,236	1,401	1,471
Combustibles fósiles (GWa)	5,528	6,104	7,003	7,848	8,239
Total (GWa)	14,231	14,951	16,112	17,206	17,687

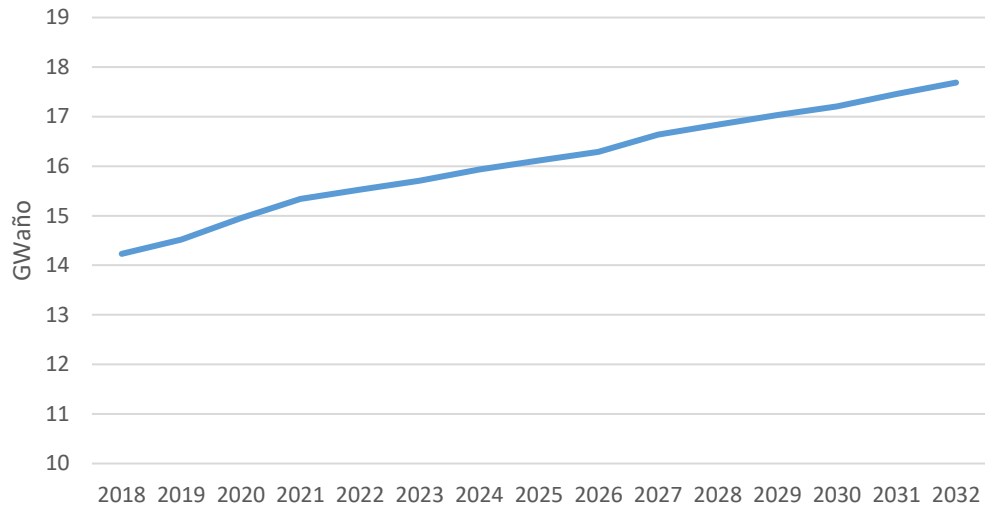
Fuente: elaboración propia.

Figura 54. **Proyección de la demanda energética tendencial de la República de Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

Figura 55. **Energía total demandada por la República de Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

La proyección de la demanda energética de la República de Guatemala refleja que si no se realizan acciones que modifiquen los hábitos de consumo energético en los distintos sectores expuestos, entonces se mantendrá una dependencia considerable de la leña como energético. En la figura 55 se observa que la leña presenta cambios minúsculos en el largo plazo, esto se debe a que las tendencias globales arrojan que la naturaleza de la población la está llevando a utilizar otros energéticos para cubrir las mismas necesidades. Es importante resaltar que los combustibles fósiles engloban todas las actividades de los diversos sectores que hacen uso de estos.

4. ANÁLISIS DEL ESCENARIO DE DEMANDA DE ENERGÍA MODIFICADA POR PLANES Y POLÍTICAS IMPULSADAS POR EL GOBIERNO DE GUATEMALA

Se describe la demanda energética de la República de Guatemala, proyectada bajo consideraciones de acciones descritas en planes y políticas públicas referentes a incidir en cambios de la demanda energética.

4.1. Demanda de energía per cápita

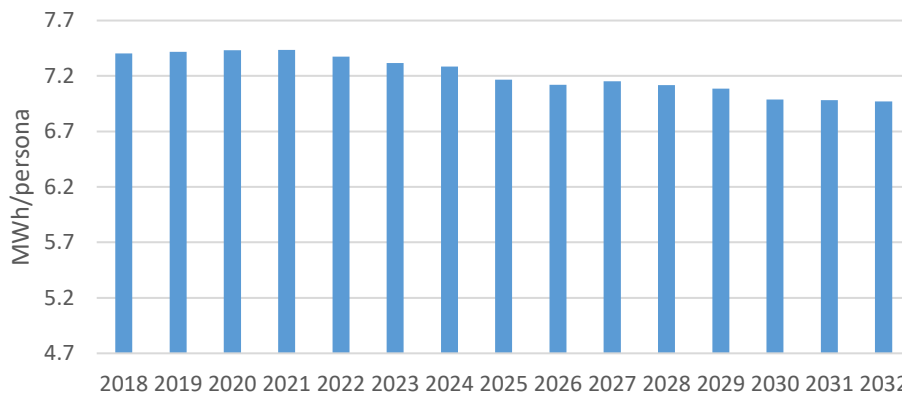
La demanda energética *per cápita* se presenta bajo las mismas condiciones que el escenario tendencial.

Tabla XXXIV. **Proyección de la demanda energética per cápita para el escenario modificado**

Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Energía total por persona (MWh/persona)	7,40	7,43	7,17	6,99	6,97
Energía total por dólar producido (kWh/Dólar)	2,29	2,24	2,01	1,81	1,74

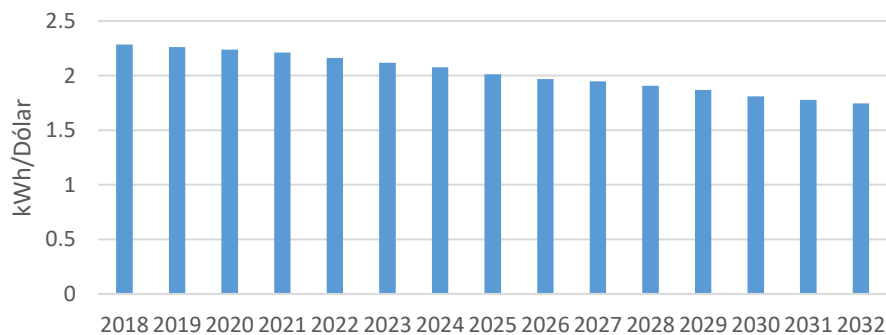
Fuente: elaboración propia.

Figura 56. **Proyección de la demanda energética per cápita en el escenario modificado**



Fuente: elaboración propia.

Figura 57. **Proyección de la demanda energética y la producción económica, escenario modificado**



Fuente: elaboración propia.

Debido a las acciones propuestas para la mitigación del uso de leña en los diversos sectores demandantes, la demanda *per cápita* en este escenario tiende a cambiar drásticamente, al igual que en la producción de cada dólar aportado al PIB por cada kWh de energía equivalente demandada.

4.1.1. Demanda de energía del sector de la industria

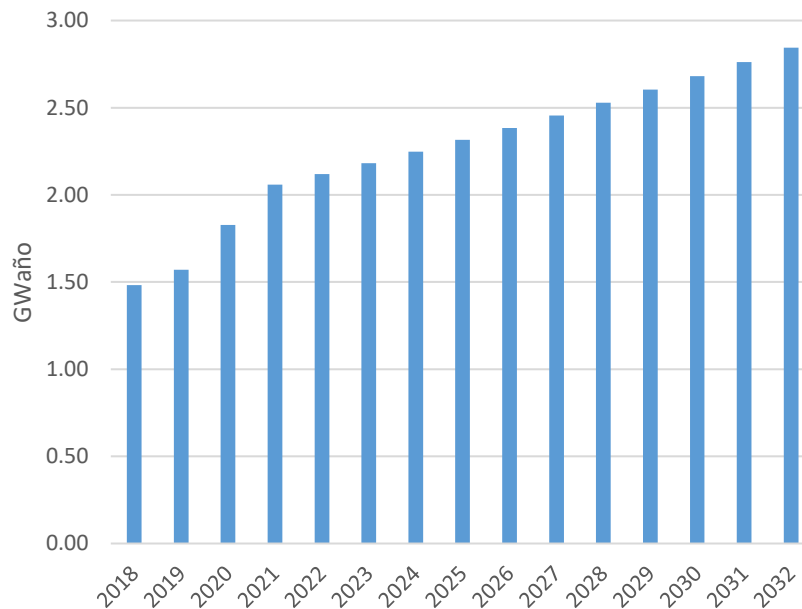
Se presentan los resultados de la proyección de la demanda energética del sector de la industria en el escenario modificado.

Tabla XXXV. **Proyección de la demanda energética del sector de la industria, escenario modificado**

Aplicaciones de motores (Gwa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Agricultura	0,0564	0,0590	0,6307	0,7311	0,7756
Construcción	0,0644	0,0684	0,0713	0,0827	0,0877
Minería	0,0415	0,0657	0,0510	0,0591	0,0627
Manufactura	0,0326	0,0341	0,0371	0,0430	0,0456
Total	0,1949	0,2272	0,7901	0,9159	0,9716
Aplicaciones eléctricas (Gwa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Agricultura	0,0435	0,0420	0,0516	0,0598	0,0635
Construcción	0,0429	0,0421	0,0510	0,0591	0,0627
Minería	0,0855	0,1256	0,1082	0,1254	0,1331
Manufactura	0,2168	0,2103	0,2548	0,2954	0,3134
Total	0,3887	0,4200	0,4656	0,5397	0,5727
Aplicaciones térmicas (Gwa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Agricultura	0,0755	0,0818	0,0875	0,1015	0,1077
Construcción	0,0736	0,0819	0,0848	0,0983	0,1043
Minería	0,1864	0,3347	0,2338	0,2710	0,2875
Manufactura	0,2025	0,2011	0,2332	0,2703	0,2868
Total	0,538	0,6995	0,6393	0,7411	0,7863

Fuente: elaboración propia.

Figura 58. **Proyección de demanda energética del sector industria, escenario modificado**



Fuente: elaboración propia.

La demanda energética del sector de la industria en el escenario modificado presenta un consumo menor, debido a las acciones de eficiencia energética que contemplan reducir un 25 % del consumo en industrias para el año 2032.

4.2. Demanda de energía del sector de transporte

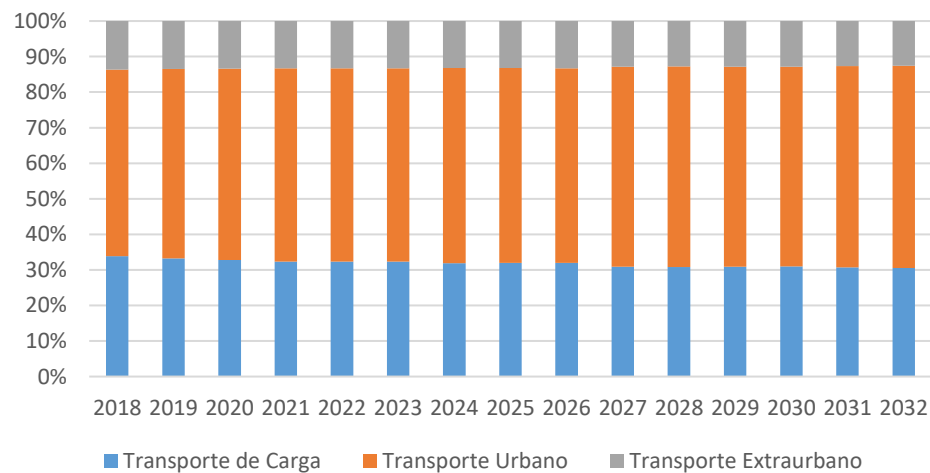
Se detallan los resultados de la proyección de la demanda energética en el sector de transporte para el escenario modificado.

Tabla XXXVI. **Proyección de demanda energética del sector transporte, escenario modificado**

Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad (GWa)	0,000	0,000	0,002	0,004	0,004
Gasolina (GWa)	2,042	2,218	2,463	2,785	2,946
Diésel (GWa)	1,962	2,019	2,161	2,317	2,384
GLP (GWa)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Total (GWa)	4,005	4,238	4,627	5,106	5,336

Fuente: elaboración propia.

Figura 59. **Proporciones de la demanda energética del sector transporte, escenario modificado**



Fuente: elaboración propia.

La demanda energética del sector de transporte en el escenario modificado presenta un mayor consumo del GLP y la electricidad, a cambio de la gasolina; esto se debe a las acciones de las políticas y planes energéticos que impulsan la migración energética en este sector a través de una mayor inclusión de tecnologías alternas a los motores de combustión interna.

4.3. Demanda de energía del sector de comercio y servicios

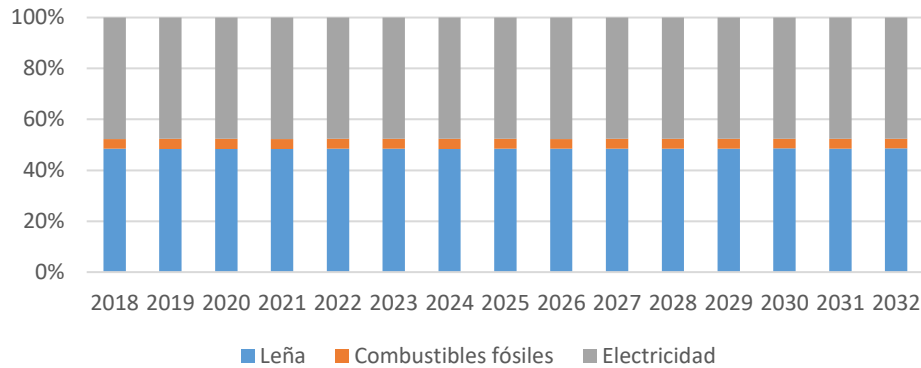
Se detallan los resultados de la proyección de la demanda energética en el sector de comercio y servicios para el escenario modificado.

Tabla XXXVII. **Proyección de la demanda energética del sector de comercio y servicios para el escenario modificado**

Aplicaciones eléctricas (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,233	0,247	0,287	0,332	0,353
Total	0,233	0,247	0,287	0,332	0,353
Aplicaciones térmicas (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	0,252	0,267	0,310	0,359	0,381
Combustibles fósiles	0,012	0,013	0,015	0,017	0,018
Total	0,264	0,280	0,325	0,377	0,399
Aire acondicionado (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,015	0,016	0,018	0,020	0,021
Total	0,015	0,016	0,018	0,020	0,021

Fuente: elaboración propia.

Figura 60. **Proyección de la demanda energética del sector de comercio y servicios para el escenario modificado**



Fuente: elaboración propia.

La demanda energética del sector de comercio y servicios no presenta alteraciones considerables, respecto al escenario tendencial, debido a que las políticas y planes energéticos no presentan acciones que incidan en la demanda de este sector en forma notable.

4.4. Demanda de energía del sector de vivienda

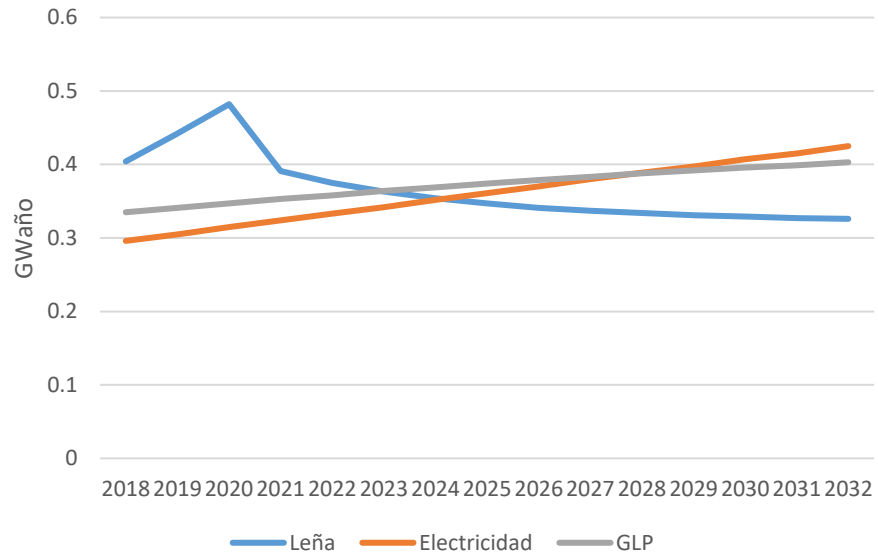
Se presentan los resultados de la proyección de la demanda energética del sector de vivienda, donde las principales aplicaciones para el escenario modificado consistieron en la alteración de los usos de la leña y el aprovechamiento de la electricidad.

Tabla XXXVIII. **Proyección de la demanda energética de la zona urbana del sector de vivienda para el escenario modificado**

Calentamiento de agua (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,013	0,014	0,016	0,017	0,018
Total	0,013	0,014	0,016	0,017	0,018
Cocción de alimentos (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	0,404	0,482	0,347	2,556	0,326
GLP	0,335	0,347	0,374	0,067	0,403
Total	0,739	0,829	0,721	2,623	0,729
Aplicaciones (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,275	0,291	0,335	0,377	0,394
Total	0,275	0,291	0,377	0,377	0,394
Iluminación (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,009	0,009	0,012	0,012	0,013
Total	0,009	0,009	0,012	0,012	0,013
Demanda energética total (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	0,404	0,482	0,347	0,329	0,326
Electricidad	0,296	0,315	0,361	0,407	0,425
GLP	0,335	0,347	0,374	0,396	0,403
Total	1,035	1,143	1,082	1,131	1,154

Fuente: elaboración propia.

Figura 61. **Proyección de la demanda energética de la zona urbana del sector de vivienda para el escenario modificado**



Fuente: elaboración propia.

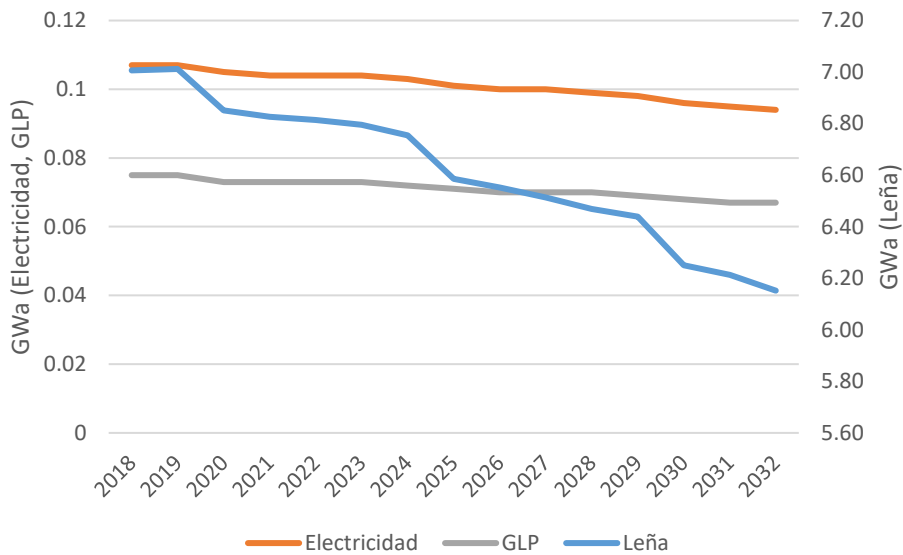
Los resultados que proyectan la demanda energética de las zonas urbanas presentan un decrecimiento acelerado en el uso de la leña a partir del año 2020, esto se debe a la aplicación de estufas eficientes en el consumo de leña, a precios competitivos.

Tabla XXXIX. **Proyección de la demanda energética de la zona rural del sector de vivienda para el escenario modificado**

Calefacción (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	4,046	3,957	3,805	3,612	3,555
Total	4,046	3,957	3,805	3,612	3,555
Calentamiento de agua (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	0,099	0,098	0,089	0,083	0,081
Biomasa moderna	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
Total	0,099	0,098	0,090	0,084	0,083
Cocción de alimentos (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	2,862	2,799	2,692	2,719	2,515
GLP	0,075	0,073	0,070	0,071	0,066
Total	2,937	2,872	2,762	2,790	2,581
Aplicaciones (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,104	0,101	0,098	0,093	0,091
Total	0,104	0,101	0,098	0,093	0,091
Iluminación (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Electricidad	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Total	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Demanda energética total (GWa)					
Ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña	7,007	6,851	6,586	6,251	6,152
Electricidad	0,107	0,105	0,101	0,096	0,094
GLP	0,075	0,073	0,071	0,068	0,067
Total	7,189	7,029	6,757	6,414	6,313

Fuente: elaboración propia.

Figura 62. **Proyección de la demanda energética de la zona rural del sector de vivienda para el escenario modificado**



Fuente: elaboración propia.

Los resultados expuestos para la demanda energética de las zonas rurales del sector de vivienda demuestran una desaceleración de consumos energéticos muy pronunciada, esto se debe a los índices de desarrollo urbano y opciones para adquirir tecnologías de cocción de alimentos, sistemas de calefacción y otros insumos de demanda energética final más eficientes como parte de las políticas y planes energéticos descritos anteriormente.

4.5. Demanda energética de la República de Guatemala

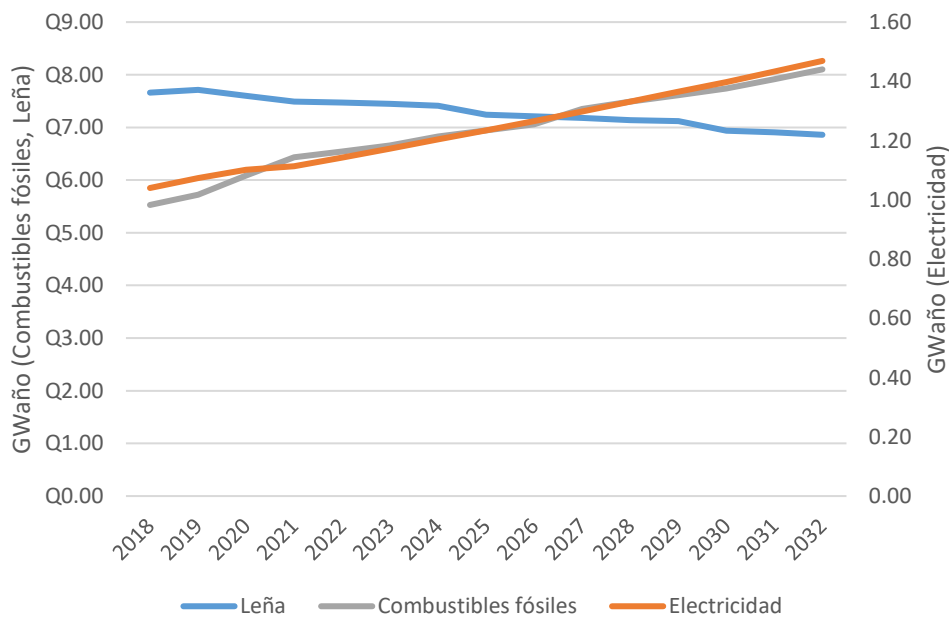
Se presentan los resultados de la proyección de la demanda energética de la República de Guatemala.

Tabla XL. **Proyección de la demanda de energía de la República de Guatemala para el escenario modificado**

ítem	2018	2020	2025	2030	2032
Leña (GWa)	7,663	7,600	7,242	6,939	6,860
Electricidad (GWa)	1,040	1,102	1,234	1,398	1,469
Combustibles fósiles (GWa)	5,528	6,086	6,944	7,737	8,102
Total (GWa)	14,231	14,789	15,420	16,074	16,432

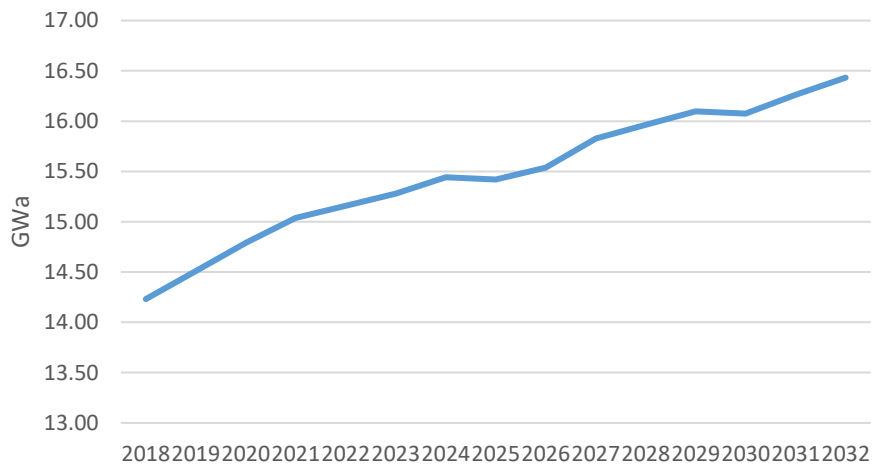
Fuente: elaboración propia.

Figura 63. **Proyección de energéticos de la República de Guatemala para el escenario modificado**



Fuente: elaboración propia.

Figura 64. Proyección de la demanda de energía de la República de Guatemala para el escenario modificado



Fuente: elaboración propia.

En este escenario los energéticos combustibles fósiles y electricidad tienden a sustituir los usos de leña, lo cual se traduce en grandes repercusiones sobre la demanda energética total de Guatemala. Agregado a la sustitución de la leña, también se toma en consideración la inserción de vehículos eléctricos y de consumos de GLP en el sector transporte.

5. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS

Se presenta la comparación del escenario tendencial y el escenario modificado a través de las políticas y planes energéticos descritos anteriormente, identificando las variaciones más relevantes.

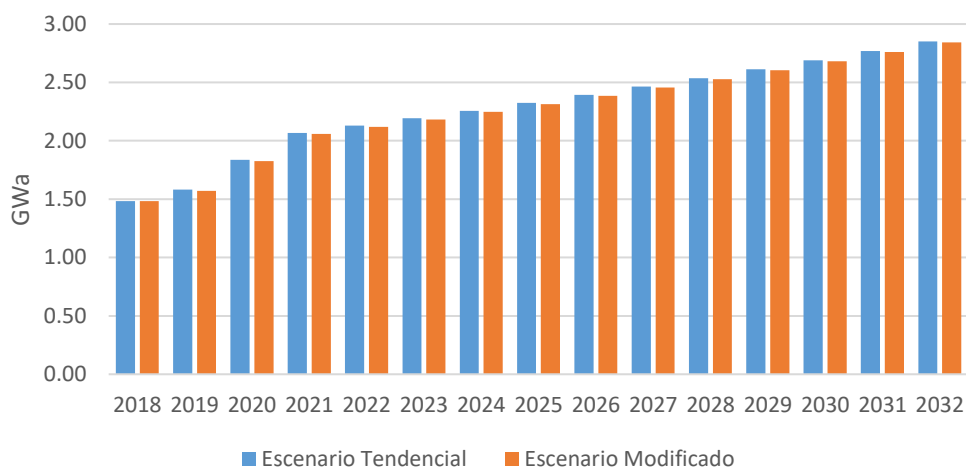
5.1. Variaciones en la demanda de energía por cada sector

A continuación se presentan las variaciones en la demanda por sector.

5.1.1. Sector de la industria

Para la industria las variaciones son:

Figura 65. Comparación de escenarios del sector de la industria



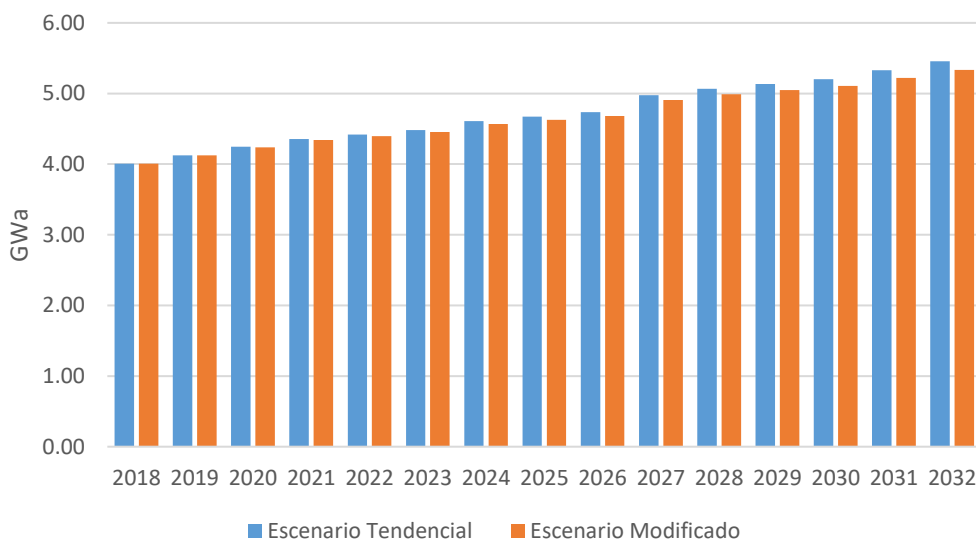
Fuente: elaboración propia.

La comparación de escenarios en el sector de la industria refleja que no se han dado modificaciones considerables, para el año 2032 se estima que la demanda de este sector incremente 0,1287 GWa, en el escenario modificado, en comparación al escenario tendencial.

5.1.2. Sector de transporte

Para el transporte las variaciones son:

Figura 66. **Comparación de escenarios del sector de transporte**



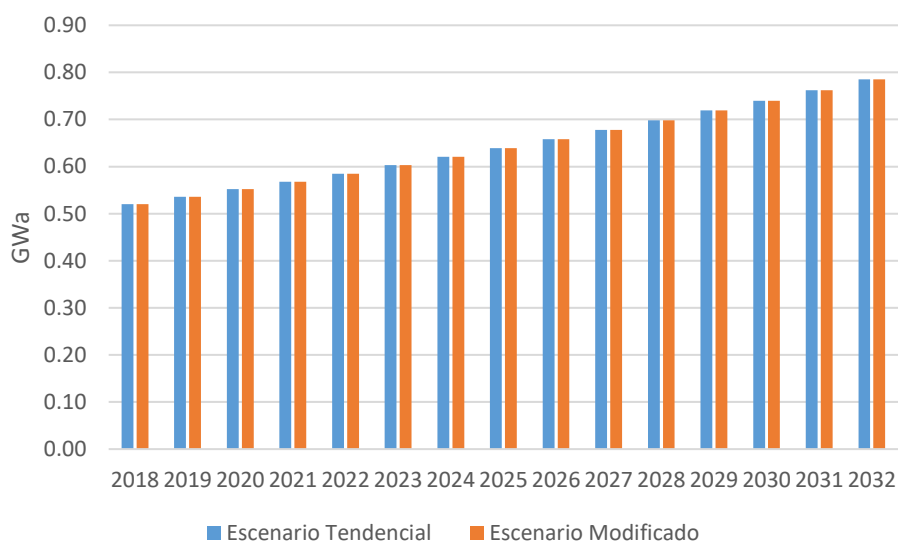
Fuente: elaboración propia.

En el sector de transporte se puede observar una disminución de la demanda energética en el escenario modificado por políticas y planes energéticos, siendo para el año 2032 una diferencia de 0,363 GWa de energía evitada.

5.1.3. Sector de comercio y servicios

Para comercio y servicios las variaciones son:

Figura 67. **Comparación de escenarios del sector de comercio y servicios**



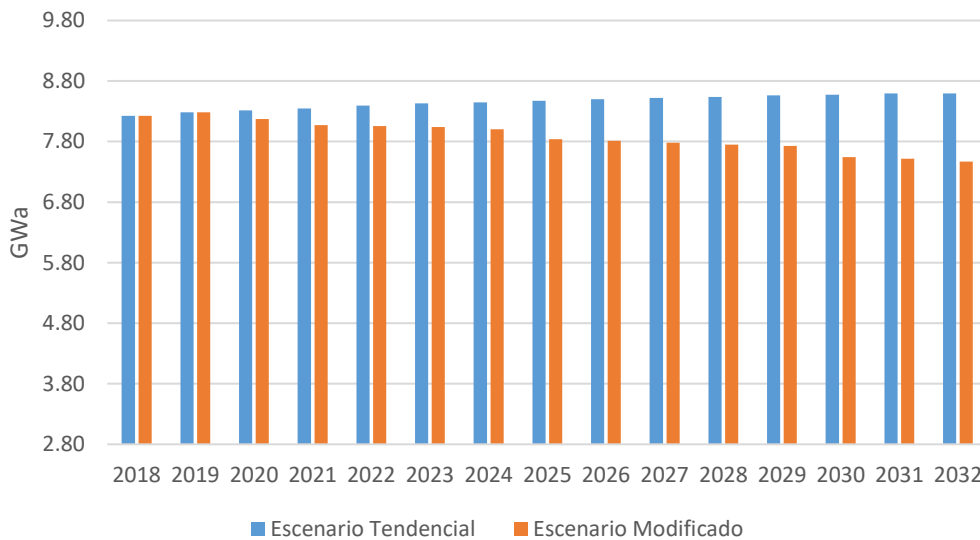
Fuente: elaboración propia.

Las variaciones de demanda energética entre los dos escenarios propuestos para este sector han sido despreciables, ya que la mayor concentración de acciones de las políticas y planes energéticos para la demanda se concentran en los sectores de vivienda, transporte e industria.

5.1.4. Sector de vivienda

Para la vivienda las variaciones son:

Figura 68. Comparación de escenarios del sector de vivienda



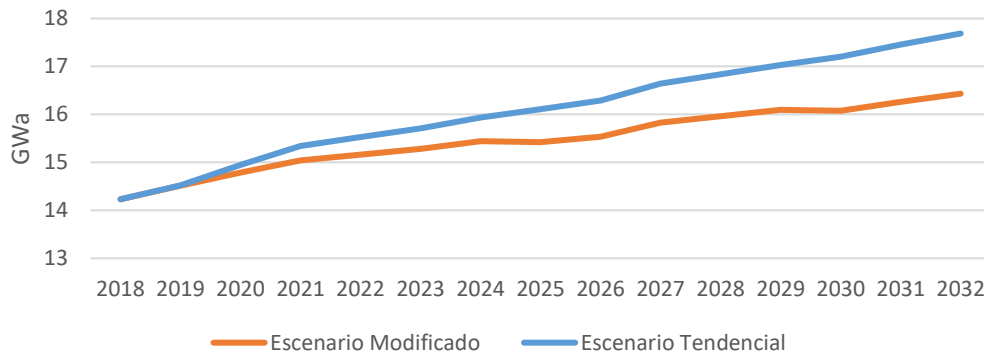
Fuente: elaboración propia.

La diferencia entre escenarios propuestos para el sector de vivienda representa cambios más bruscos en comparación a los otros sectores, esto se debe a que la política energética nacional insta a disminuir el consumo de leña en el sector residencial, por un lado, incrementando la eficiencia de las tecnologías que requieren de la leña para su funcionamiento, y por otro lado implementando tecnologías que utilizan energéticos alternos a la leña cumpliendo la misma función. En el año 2032 se encuentra una diferencia de 1,127 GWh entre el escenario tendencial y el escenario modificado para este sector.

5.2. Análisis de la demanda macro de energéticos

Se presentan las diferencias entre las demandas energéticas finales para cada escenario.

Figura 69. **Diferencia de demandas energéticas totales sobre los escenarios planteados**



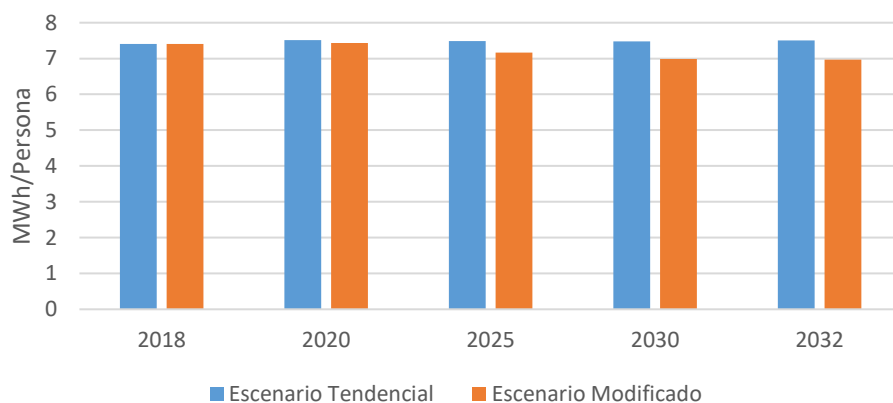
Fuente: elaboración propia.

El objetivo de determinar la diferencia entre el escenario tendencial y el escenario modificado a través de los planes y políticas energéticas citadas en capítulos anteriores, consistió en contabilizar cuánta energía de demanda se puede evitar dentro de la República de Guatemala si se optimizan los aprovechamientos de algunos energéticos, y si en periodos de mediano y largo plazo se reemplazan tecnologías de diversos sectores por otras de eficiencias superiores. La tasa de crecimiento promedio anual para el escenario tendencial llegó a 1,33 %, mientras que la tasa de crecimiento promedio anual para el escenario modificado llegó a 0,91 %. Estos resultados representaron un total de 9,409 GWh de energía evitada durante todo el horizonte de estudio, desde el año 2018 hasta el año 2032.

5.3. Análisis de la energía consumida *per cápita*

Se comparan los escenarios tendencial y modificado, demostrando las diferencias entre la energía consumida *per cápita*.

Figura 70. **Energía consumida *per cápita* en cada escenario**



Fuente: elaboración propia.

En el escenario modificado se observa un menor consumo de energía por persona, en comparación al escenario tendencial. Este fenómeno se debe a las acciones de eficiencia energética aplicadas en todos los sectores, especialmente en el sector residencial, donde se plantea que los procesos de cocción de alimentos requieren de menos energía que la que actualmente demandan.

Figura 71. **Energía consumida por dólar producido en cada escenario**



Fuente: elaboración propia.

La energía demandada para la generación del PIB en la República de Guatemala no presenta variaciones bruscas entre los escenarios planteados, en el año 2032 se consumen 0,133 kWh menos por cada dólar producido en el escenario modificado, en comparación al escenario tendencial.

CONCLUSIONES

1. La estructura conformada para la creación del Modelo de Análisis de Demanda de energía de la República de Guatemala ha quedado con disposición a ser actualizada con nuevas bases de datos e información relevante que en un futuro pueda ser adquirida.
2. La demanda de potencia eléctrica de la República de Guatemala está creciendo bajo una tasa pequeña de referencia anual, manteniendo un promedio de 2,60 %, la aceleración del crecimiento de esta puede ser incrementada si se impulsan proyectos industriales que fomenten el desarrollo económico, las acciones de eficiencia energética deben ir siempre enlazadas a estas para un óptimo aprovechamiento de los recursos disponibles en el país, así como controlar las emisiones de gases de efecto invernadero.
3. Se han expuesto las variables explicativas que inciden sobre los sectores consumidores del sistema energético nacional, demostrando las repercusiones que estas conllevan al ser alteradas tal como ha sucedido en el escenario modificado. No se debe enajenar la realidad económica/social de cada sector para comprender las disposiciones de la elasticidad de su demanda.

4. Con base en los resultados presentados en este estudio, se espera que la demanda energética nacional incremente un total de 3,629 GWh en comparación del año 2032, con respecto al año 2018.

5. Las características que se destacan de los resultados sobre la comparación de los escenarios de demanda energética consisten en que los planes y políticas energéticas impulsadas por el gobierno impulsan al sistema energético a utilizar tecnologías que contribuyan a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, migrar a energéticos de mayor abundancia y eficiencia en comparación a los energéticos tradicionales.

RECOMENDACIONES

1. Durante los próximos años será necesario actualizar la información sobre las variables explicativas que repercuten sobre el modelo energético entregado como producto final en este estudio, involucrando información que se obtenga a través del último censo nacional realizado, actualizaciones publicadas por el Banco de Guatemala, entre otras bases de información públicas futuras.
2. El Modelo de Análisis de la Demanda de Energía para la República de Guatemala puede ser utilizado como precedente para el desarrollo de estudios e investigaciones que profundicen más sobre temas que aquí han sido tratados de forma superficial, como lo es el caso del desarrollo de estufas ahorradoras de leña, o estudios de mercado para la inserción de flotas de vehículos eléctricos en todo el territorio nacional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Administrador del Mercado Mayorista. *Informe Estadístico 2010*. 1a ed. Guatemala: AMM, 2010.
2. _____. *Informe Estadístico 2011*. 1a ed. Guatemala: AMM, 2011.
3. _____. *Informe Estadístico 2012*. 1a ed. Guatemala: AMM, 2012.
4. _____. *Informe Estadístico 2013*. 1a ed. Guatemala: AMM, 2013.
5. _____. *Informe Estadístico 2014*. 1a ed. Guatemala: AMM, 2014.
6. _____. *Informe Estadístico 2015*. 1a ed. Guatemala: AMM, 2015.
7. _____. *Informe Estadístico 2016*. 1a ed. Guatemala: AMM, 2016.
8. _____. *Informe Estadístico 2017*. 1a ed. Guatemala: AMM, 2017.
9. Agencia Internacional de Energía Atómica. *Modelo para el Análisis de la Demanda de Energía (MAED-2)*. [en línea].

<<https://www.iaea.org/es/publications/7794/modelo-para-el-analisis-de-la-demanda-de-energia-maed-2>>. [Consulta: 2019].

10. Banco de Guatemala. *Producto Interno Bruto trimestral*. [en línea]. <<https://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=84369&aud=1&lang=1>>. [Consulta: 2019].
11. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Pliegos tarifarios*. [en línea]. <<http://www.cnee.gob.gt/Calculadora/pliegos.php>>. [Consulta: 2019].
12. Instituto Nacional de Bosques; Instituto de Agricultura; Recursos Naturales y Ambiente; Universidad Rafael Landívar; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Oferta y demanda de leña para la República de Guatemala*. 1a ed. Guatemala: INAB, IARNA-URL, FAO, 2012. 76 p.
13. Ministerio de Energía y Minas. *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2019 – 2032*. 1a ed. Guatemala: MEM, 2019.
14. Ministerio de Energía y Minas. *Plan Nacional de Energía 2017 – 2032*. Guatemala: MEM, 2017.
15. Ministerio de Energía y Minas. *Política Energética 2013 – 2027*. 1a ed. Guatemala: MEM, 2013.
16. Superintendencia de Administración Tributaria. *Análisis estadístico del parque vehicular*. [en línea].

<<https://portal.sat.gob.gt/portal/parque-vehicular/>>. marzo 2019].

[Consulta:

APÉNDICE

Apéndice 1. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Alta Verapaz**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Cahabón	25,85 %	62,17 %	10,06 %	1,92 %	0,00 %	100,00 %
Chahal	23,35 %	60,53 %	13,38 %	2,68 %	0,05 %	100,00 %
Chisec	24,27 %	66,56 %	7,41 %	1,70 %	0,06 %	100,00 %
Cobán	12,62 %	57,09 %	23,42 %	6,67 %	0,21 %	100,00 %
Fray Bartolomé De Las Casas	19,54 %	62,83 %	14,25 %	3,14 %	0,23 %	100,00 %
La Tinta	21,87 %	58,80 %	16,27 %	2,98 %	0,08 %	100,00 %
Lanquín	29,00 %	59,12 %	8,94 %	2,90 %	0,05 %	100,00 %
Panzos	25,91 %	55,12 %	15,39 %	3,45 %	0,13 %	100,00 %
Raxruhá	24,97 %	62,05 %	10,92 %	2,03 %	0,03 %	100,00 %
San Cristóbal Verapaz	16,87 %	63,05 %	16,77 %	3,29 %	0,01 %	100,00 %
San Juan Chamelco	17,20 %	66,46 %	13,38 %	2,87 %	0,08 %	100,00 %
San Pedro Carchá	20,77 %	63,51 %	12,84 %	2,86 %	0,02 %	100,00 %
Santa Cruz	13,14 %	62,31 %	20,36 %	4,13 %	0,07 %	100,00 %
Senahu	30,52 %	60,28 %	7,63 %	1,53 %	0,04 %	100,00 %
Tactic	14,26 %	61,91 %	19,33 %	4,37 %	0,13 %	100,00 %
Tamahu	25,95 %	62,15 %	10,43 %	1,43 %	0,04 %	100,00 %
Tucuru	24,95 %	65,04 %	8,60 %	1,42 %	0,00 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Baja Verapaz**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Cubulco	42,26 %	51,41 %	5,33 %	0,98 %	0,02 %	100,00 %
El Chol	18,66 %	70,88 %	9,00 %	1,46 %	0,00 %	100,00 %
Granados	19,50 %	66,34 %	12,60 %	1,49 %	0,07 %	100,00 %
Purulha	18,81 %	52,14 %	22,79 %	6,20 %	0,07 %	100,00 %
Rabinal	20,52 %	64,83 %	12,41 %	2,23 %	0,01 %	100,00 %
Salamá	16,83 %	59,40 %	18,77 %	4,98 %	0,02 %	100,00 %
San Jerónimo	19,44 %	65,18 %	13,21 %	2,17 %	0,00 %	100,00 %
San Miguel Chicaj	16,87 %	72,24 %	9,47 %	1,38 %	0,04 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Chimaltenango**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Acatenango	11,36 %	72,71 %	14,22 %	1,71 %	0,00 %	100,00 %
Chimaltenango	9,34 %	56,63 %	27,38 %	6,55 %	0,11 %	100,00 %
Comalapa	11,14 %	73,30 %	13,50 %	2,06 %	0,00 %	100,00 %
El Tejar	12,86 %	62,33 %	20,62 %	4,17 %	0,02 %	100,00 %
Parramos	11,39 %	61,65 %	22,45 %	4,44 %	0,06 %	100,00 %
Patzicia	11,47 %	72,22 %	13,54 %	2,77 %	0,00 %	100,00 %
Patzún	12,06 %	73,50 %	13,02 %	1,43 %	0,00 %	100,00 %
San Andrés Itzapa	8,84 %	63,46 %	23,63 %	3,99 %	0,09 %	100,00 %
San José Poaquil	12,75 %	74,24 %	11,38 %	1,57 %	0,07 %	100,00 %
San Martín Jilotepeque	11,67 %	72,57 %	13,67 %	2,04 %	0,04 %	100,00 %
San Miguel Pochuta	12,11 %	70,28 %	15,65 %	1,96 %	0,00 %	100,00 %
San Pedro Yepocapa	10,29 %	68,92 %	17,63 %	3,11 %	0,05 %	100,00 %

Continuación apéndice 3.

Santa Apolonia	8,39 %	75,39 %	14,59 %	1,63 %	0,00 %	100,00 %
Santa Cruz Balanya	10,49 %	68,68 %	17,52 %	3,31 %	0,00 %	100,00 %
Tecpán Guatemala	9,64 %	68,00 %	18,60 %	3,67 %	0,09 %	100,00 %
Zaragoza	10,63 %	64,98 %	21,20 %	3,20 %	0,00 %	100,00 %
El Tejar	15,50 %	55,04 %	29,46 %	0,00 %	0,00 %	100,00 %
San José Calderas	5,21 %	49,84 %	44,35 %	0,54 %	0,05 %	100,00 %
San Martín Jilotepeque	26,32 %	42,11 %	31,58 %	0,00 %	0,00 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia

Apéndice 4. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Chiquimula**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Camotán	25,82 %	63,35 %	8,97 %	1,81 %	0,05 %	100,00 %
Chiquimula	13,72 %	52,66 %	25,45 %	8,03 %	0,15 %	100,00 %
Concepción Las Minas	18,98 %	58,47 %	18,91 %	3,63 %	0,00 %	100,00 %
Esquipulas	13,48 %	56,18 %	23,42 %	6,90 %	0,03 %	100,00 %
Ipala	16,28 %	62,33 %	17,89 %	3,43 %	0,08 %	100,00 %
Jocotán	23,49 %	63,20 %	10,91 %	2,39 %	0,00 %	100,00 %
Olopa	21,40 %	66,38 %	10,18 %	2,01 %	0,03 %	100,00 %
Quezaltepeque	15,95 %	65,87 %	15,71 %	2,47 %	0,00 %	100,00 %
San Jacinto	17,28 %	63,78 %	16,04 %	2,90 %	0,00 %	100,00 %
San José La Arada	16,73 %	62,08 %	17,48 %	3,71 %	0,00 %	100,00 %
San Juan Ermita	21,72 %	67,49 %	9,38 %	1,41 %	0,00 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de El Progreso**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
El Jícaro	16,11 %	65,15 %	16,20 %	2,53 %	0,00 %	100,00 %
Guastatoya	17,28 %	60,44 %	19,91 %	2,24 %	0,13 %	100,00 %
Morazán	18,42 %	65,75 %	13,51 %	2,31 %	0,02 %	100,00 %
San Agustín Acasaguastlán	15,79 %	63,05 %	17,59 %	3,43 %	0,13 %	100,00 %
San Antonio La Paz	14,46 %	64,73 %	18,23 %	2,54 %	0,05 %	100,00 %
San Cristóbal Acasaguastlan	15,21 %	69,20 %	13,68 %	1,91 %	0,00 %	100,00 %
Sanarate	13,58 %	60,45 %	21,91 %	3,98 %	0,08 %	100,00 %
Sansare	13,99 %	65,03 %	18,64 %	2,20 %	0,14 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Escuintla**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Nueva Concepción	21,11 %	62,17 %	14,38 %	2,31 %	0,03 %	100,00 %
Tiquisate	10,43 %	53,69 %	29,11 %	6,67 %	0,11 %	100,00 %
Guanagazapa	12,52 %	61,56 %	21,55 %	4,37 %	0,00 %	100,00 %
Escuintla	6,20 %	37,46 %	51,03 %	5,13 %	0,19 %	100,00 %
Guanagazapa	15,44 %	43,06 %	39,76 %	1,70 %	0,04 %	100,00 %
Iztapa	8,42 %	35,48 %	49,36 %	6,43 %	0,30 %	100,00 %
La Democracia	5,83 %	41,47 %	49,92 %	2,72 %	0,05 %	100,00 %
La Gomera	6,36 %	40,72 %	49,70 %	3,13 %	0,09 %	100,00 %
Masagua	6,92 %	41,62 %	48,21 %	3,13 %	0,12 %	100,00 %
Palín	6,17 %	44,10 %	47,36 %	2,30 %	0,08 %	100,00 %
Puerto San José	8,97 %	36,22 %	48,68 %	5,89 %	0,24 %	100,00 %
San Vicente Pacay	6,62 %	46,38 %	45,37 %	1,58 %	0,05 %	100,00 %
Santa Lucía Cotzumal	6,14 %	40,18 %	49,80 %	3,75 %	0,12 %	100,00 %

Continuación apéndice 6.

Sipacate	13,26 %	61,21 %	20,68 %	4,66 %	0,20 %	100,00 %
Siquinalá	7,42 %	41,86 %	47,45 %	3,17 %	0,10 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Guatemala**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Churrancho	20,80 %	69,28 %	9,44 %	0,49 %	0,00 %	100,00 %
Fraijanes	50,00 %	0,00 %	0,00 %	50,00 %	0,00 %	100,00 %
Villa Canales	9,00 %	62,29 %	23,82 %	4,86 %	0,02 %	100,00 %
Amatitlán	5,51 %	40,23 %	50,38 %	3,75 %	0,13 %	100,00 %
Chinautla	4,76 %	39,48 %	50,68 %	4,89 %	0,18 %	100,00 %
Churrancho	13,99 %	44,87 %	40,21 %	0,90 %	0,03 %	100,00 %
Fraijanes	8,42 %	35,16 %	46,33 %	9,49 %	0,60 %	100,00 %
Guatemala	6,35 %	31,75 %	51,22 %	10,24 %	0,44 %	100,00 %
Mixco	5,41 %	31,11 %	52,10 %	10,97 %	0,42 %	100,00 %
Palencia	7,78 %	44,30 %	46,24 %	1,63 %	0,05 %	100,00 %
San José Del Golfo	9,41 %	42,37 %	45,94 %	2,23 %	0,05 %	100,00 %
San José Pinula	8,40 %	33,38 %	52,80 %	5,20 %	0,23 %	100,00 %
San Juan Sacatepéquez	6,96%	44,97 %	46,24 %	1,77 %	0,05 %	100,00 %
San Miguel Petapa	5,84%	33,94 %	53,40 %	6,59 %	0,23 %	100,00 %
San Pedro Ayampuc	6,34%	44,10 %	47,58 %	1,90 %	0,08 %	100,00 %
San Pedro Sacatepéquez	5,39%	43,78 %	47,26 %	3,42 %	0,15 %	100,00 %
San Raymundo	10,55%	43,96 %	43,93 %	1,50 %	0,07 %	100,00 %
Santa Catarina Pinula	6,07%	34,21 %	50,56 %	8,64 %	0,53 %	100,00 %
Villa Canales	5,95%	39,13 %	50,03 %	4,70 %	0,18 %	100,00 %
Villa Nueva	5,42%	36,28 %	52,11 %	6,00 %	0,20 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Huehuetenango**

Municipio	0 A 10 Kwh	11 A 100 Kwh	101 A 200 Kwh	201 A 300 Kwh	Superior 301 Kwh	TOTAL
Aguacatán	18,64 %	71,86 %	8,25 %	1,24 %	0,01 %	100,00 %
Barillas	16,15 %	69,62 %	12,51 %	1,69 %	0,03 %	100,00 %
Chiantla	13,66 %	73,13 %	11,51 %	1,69 %	0,02 %	100,00 %
Colotenango	33,22 %	62,27 %	3,72 %	0,80 %	0,00 %	100,00 %
Concepción Huista	23,84 %	70,24 %	5,52 %	0,40 %	0,00 %	100,00 %
Cuilco	22,34 %	68,85 %	7,48 %	1,30 %	0,03 %	100,00 %
Jacaltenango	26,15 %	67,84 %	5,24 %	0,72 %	0,05 %	100,00 %
La Democracia	14,57 %	58,11 %	21,96 %	5,23 %	0,13 %	100,00 %
La Libertad	15,84 %	73,02 %	9,82 %	1,28 %	0,03 %	100,00 %
Malacatancito	15,04 %	62,35 %	18,40 %	4,13 %	0,09 %	100,00 %
Nenton	10,59 %	71,64 %	15,28 %	2,46 %	0,03 %	100,00 %
San Antonio Huista	12,89 %	73,61 %	11,38 %	2,12 %	0,00 %	100,00 %
San Gaspar Ixchil	24,29 %	68,20 %	6,65 %	0,86 %	0,00 %	100,00 %
San Ildefonso Ixtahuacán	23,86 %	70,13 %	5,12 %	0,89 %	0,00 %	100,00 %
San Juan Atilán	17,94 %	76,45 %	5,01 %	0,57 %	0,03 %	100,00 %
San Juan Ixcoy	13,16 %	82,56 %	3,65 %	0,63 %	0,00 %	100,00 %
San Mateo Ixtatán	13,87 %	78,97 %	6,26 %	0,88 %	0,01 %	100,00 %
San Miguel Acatán	23,65 %	70,81 %	4,72 %	0,80 %	0,01 %	100,00 %
San Pedro Necta	27,42 %	67,03 %	4,83 %	0,72 %	0,00 %	100,00 %
San Rafael Independencia	26,35 %	68,93 %	4,01 %	0,72 %	0,00 %	100,00 %
San Rafael Petzal	21,16 %	71,85 %	6,02 %	0,96 %	0,00 %	100,00 %
San Sebastián Coatán	30,82 %	65,37 %	3,26 %	0,55 %	0,00 %	100,00 %
San Sebastián Huehuetenango	23,28 %	69,65 %	5,89 %	1,18 %	0,00 %	100,00 %
Santa Ana Huista	16,84 %	70,01 %	11,33 %	1,82 %	0,00 %	100,00 %

Continuación apéndice 8.

Santa Bárbara	27,40 %	62,80 %	8,58 %	1,20 %	0,01 %	100,00 %
Santa Eulalia	18,06 %	78,88 %	2,67 %	0,39 %	0,00 %	100,00 %
Santiago Chimaltenango	6,30 %	88,18 %	4,65 %	0,87 %	0,00 %	100,00 %
Soloma	16,01 %	67,75 %	13,62 %	2,51 %	0,12 %	100,00 %
Tectitán	30,12 %	60,69 %	7,89 %	1,24 %	0,07 %	100,00 %
Todos Santos Cuchumatán	29,97 %	65,46 %	4,13 %	0,43 %	0,01 %	100,00 %
Union Cantinil	15,28 %	76,11 %	7,94 %	0,59 %	0,08 %	100,00 %
Barillas	31,43 %	65,71 %	2,86 %	0,00 %	0,00 %	100,00 %
Santa Cruz Barillas	28,95 %	69,74 %	1,32 %	0,00 %	0,00 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Izabal**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
El Estor	22,01 %	54,07 %	18,46 %	5,44 %	0,01 %	100,00 %
Livingston	19,67 %	53,07 %	21,12 %	6,08 %	0,07 %	100,00 %
Los Amates	21,16 %	57,12 %	17,88 %	3,74 %	0,09 %	100,00 %
Morales	16,01 %	54,66 %	23,53 %	5,67 %	0,13 %	100,00 %
Puerto Barrios	14,16 %	55,20 %	24,22 %	6,38 %	0,03 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Jalapa**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Jalapa	12,06 %	81,54 %	5,81 %	0,57 %	0,03 %	100,00 %
Mataquescuintla	17,75 %	64,95 %	14,41 %	2,81 %	0,08 %	100,00 %
Monjas	11,81 %	63,49 %	21,03 %	3,66 %	0,02 %	100,00 %
San Carlos Alzatate	12,30 %	61,84 %	20,40 %	5,45 %	0,01 %	100,00 %
San Luis Jilotepeque	16,25 %	69,76 %	12,26 %	1,71 %	0,02 %	100,00 %
San Manuel Chaparrón	11,26 %	72,39 %	14,62 %	1,70 %	0,03 %	100,00 %
San Pedro Pinula	14,86 %	78,03 %	6,31 %	0,77 %	0,03 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Jutiapa**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Agua Blanca	14,37 %	66,34 %	16,91 %	2,37 %	0,00 %	100,00 %
Asunción Mita	13,35 %	59,82 %	22,54 %	4,22 %	0,08 %	100,00 %
Atescatempa	13,34 %	65,92 %	17,63 %	3,07 %	0,04 %	100,00 %
Comapa	15,54 %	73,48 %	9,87 %	1,07 %	0,03 %	100,00 %
Conguaco	20,52 %	68,42 %	9,31 %	1,62 %	0,13 %	100,00 %
El Adelanto	12,77 %	76,86 %	9,12 %	1,26 %	0,00 %	100,00 %
El Progreso Jutiapa	14,85 %	59,01 %	21,39 %	4,67 %	0,08 %	100,00 %
Jalpatagua	14,57 %	65,25 %	17,07 %	3,02 %	0,09 %	100,00 %
Jerez	16,39 %	67,21 %	14,20 %	2,20 %	0,00 %	100,00 %
Jutiapa	12,94 %	68,66 %	15,38 %	2,95 %	0,07 %	100,00 %
Moyuta	14,92 %	61,85 %	19,67 %	3,45 %	0,11 %	100,00 %
Pasaco	18,32 %	60,12 %	17,49 %	3,96 %	0,11 %	100,00 %
Quezada	13,89 %	68,95 %	15,05 %	2,09 %	0,02 %	100,00 %
San José Acatempa	9,55 %	74,80 %	14,00 %	1,55 %	0,10 %	100,00 %

Continuación apéndice 11.

Santa Catarina Mita	13,38 %	67,69 %	16,39 %	2,49 %	0,05 %	100,00 %
Yupiltepeque	11,40 %	74,04 %	13,46 %	1,10 %	0,00 %	100,00 %
Zapotitlán	12,64 %	74,67 %	11,88 %	0,82 %	0,00 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Petén**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Dolores	13,94 %	67,07 %	16,06 %	2,92 %	0,02 %	100,00 %
El Chal	14,85 %	54,07 %	25,11 %	5,93 %	0,03 %	100,00 %
Flores	11,23 %	49,78 %	28,87 %	10,02 %	0,10 %	100,00 %
La Libertad	18,99 %	58,36 %	18,13 %	4,46 %	0,06 %	100,00 %
Las Cruces	16,00 %	59,33 %	20,45 %	4,02 %	0,20 %	100,00 %
Melchor De Mencos	13,02 %	55,66 %	25,31 %	5,85 %	0,16 %	100,00 %
Poptún	21,96 %	63,19 %	12,44 %	2,37 %	0,04 %	100,00 %
San Andrés	16,13 %	63,35 %	17,19 %	3,30 %	0,04 %	100,00 %
San Benito	10,54 %	58,77 %	24,94 %	5,65 %	0,10 %	100,00 %
San Francisco	16,93 %	62,56 %	17,77 %	2,73 %	0,00 %	100,00 %
San José	13,35 %	61,27 %	21,00 %	4,19 %	0,18 %	100,00 %
San Luis	16,04 %	67,97 %	13,06 %	2,89 %	0,04 %	100,00 %
Santa Ana	13,61 %	61,64 %	21,23 %	3,41 %	0,12 %	100,00 %
Sayaxché	19,96 %	65,19 %	12,07 %	2,67 %	0,11 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Quetzaltenango**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Almolonga	13,50 %	70,79 %	14,22 %	1,44 %	0,05 %	100,00 %
Cabricán	17,04 %	75,07 %	7,04 %	0,84 %	0,00 %	100,00 %
Cajola	16,44 %	74,05 %	8,60 %	0,85 %	0,06 %	100,00 %
Cantel	8,78 %	65,25 %	22,69 %	3,16 %	0,11 %	100,00 %
Coatepeque	12,07 %	61,20 %	21,97 %	4,69 %	0,06 %	100,00 %
Colomba Costa Cuca	13,45 %	68,82 %	15,49 %	2,25 %	0,01 %	100,00 %
Concepción Chiquirichapa	17,15 %	73,69 %	8,12 %	1,02 %	0,01 %	100,00 %
El Palmar	16,01 %	68,62 %	13,95 %	1,37 %	0,05 %	100,00 %
Flores Costa Cuca	15,78 %	67,86 %	14,59 %	1,78 %	0,00 %	100,00 %
Génova Costa Cuca	16,76 %	73,26 %	9,08 %	0,90 %	0,00 %	100,00 %
Huitán	25,90 %	68,63 %	4,79 %	0,64 %	0,04 %	100,00 %
La Esperanza	15,83 %	62,19 %	18,10 %	3,86 %	0,02 %	100,00 %
Olintepeque	15,55 %	56,83 %	23,21 %	4,41 %	0,01 %	100,00 %
Palestina De Los Altos	14,91 %	64,00 %	16,69 %	4,19 %	0,21 %	100,00 %
Quetzaltenango	11,91 %	58,49 %	24,14 %	5,39 %	0,07 %	100,00 %
Salcajá	12,93 %	56,05 %	25,84 %	5,18 %	0,00 %	100,00 %
San Carlos Sija	20,45 %	68,80 %	9,65 %	1,10 %	0,01 %	100,00 %
San Francisco La Unión	16,02 %	70,34 %	12,06 %	1,54 %	0,03 %	100,00 %
San Juan Ostuncalco	14,00 %	70,73 %	13,11 %	2,16 %	0,00 %	100,00 %
San Martín Sacatepéquez	15,77 %	75,56 %	7,95 %	0,71 %	0,01 %	100,00 %
San Mateo	11,36 %	62,07 %	22,23 %	4,28 %	0,06 %	100,00 %
San Miguel Sigüila	16,35 %	74,78 %	8,15 %	0,65 %	0,07 %	100,00 %
Sibilia	17,24 %	72,01 %	9,67 %	1,08 %	0,00 %	100,00 %
Zunil	16,45 %	67,08 %	14,42 %	2,03 %	0,03 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Quiché**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Canilla	26,70 %	61,68 %	9,69 %	1,93 %	0,00 %	100,00 %
Chajul	16,99 %	74,43 %	7,78 %	0,77 %	0,03 %	100,00 %
Chicamán	22,52 %	65,69 %	9,85 %	1,82 %	0,11 %	100,00 %
Chiche	20,10 %	70,80 %	7,61 %	1,49 %	0,00 %	100,00 %
Chichicastenango	15,61 %	73,33 %	9,42 %	1,61 %	0,04 %	100,00 %
Chinique	21,67 %	67,12 %	9,83 %	1,29 %	0,09 %	100,00 %
Cunen	12,95 %	69,22 %	15,07 %	2,74 %	0,02 %	100,00 %
Joyabaj	27,28 %	59,83 %	10,83 %	2,04 %	0,02 %	100,00 %
Nebaj	15,79 %	74,57 %	8,13 %	1,49 %	0,01 %	100,00 %
Patzite	9,76%	75,70 %	12,62 %	1,84 %	0,08 %	100,00 %
Sacapulas	18,36 %	70,05 %	9,74 %	1,80 %	0,06 %	100,00 %
San Andrés Sajcabaja	27,39 %	64,06 %	7,18 %	1,32 %	0,05 %	100,00 %
San Antonio Ilotenango	13,06 %	74,97 %	10,94 %	1,02 %	0,00 %	100,00 %
San Bartolomé Jocotenango	23,80 %	65,04 %	8,99 %	2,10 %	0,07 %	100,00 %
San Juan Cotzal	18,21 %	76,23 %	4,98 %	0,58 %	0,00 %	100,00 %
San Pedro Jocopilas	20,20 %	71,89 %	7,09 %	0,82 %	0,00 %	100,00 %
Santa Cruz Del Quiché	12,76 %	62,66 %	19,70 %	4,81 %	0,07 %	100,00 %
Uspantán	15,56 %	71,95 %	10,36 %	2,12 %	0,01 %	100,00 %
Zacualpa	24,35 %	65,15 %	8,77 %	1,59 %	0,13 %	100,00 %
Chicamán	72,86 %	25,75 %	1,39 %	0,00 %	0,00 %	100,00 %
Joyabaj	28,23 %	67,43 %	4,09 %	0,21 %	0,05 %	100,00 %
Pachalum	17,30 %	62,97 %	16,76 %	2,85 %	0,12 %	100,00 %
Playa Grande Ixcán	24,76 %	63,67 %	9,98 %	1,59 %	0,00 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Retalhuleu**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Champerico	15,39 %	64,19 %	17,68 %	2,70 %	0,07 %	100,00 %
El Asintal	12,84 %	69,31 %	15,97 %	1,88 %	0,00 %	100,00 %
Nuevo San Carlos	19,42 %	52,22 %	23,63 %	4,47 %	0,26 %	100,00 %
Retalhuleu	9,78 %	67,73 %	19,74 %	2,73 %	0,02 %	100,00 %
San Andrés Villa Seca	14,13 %	62,61 %	20,02 %	3,10 %	0,14 %	100,00 %
San Felipe	12,43 %	59,80 %	23,21 %	4,57 %	0,00 %	100,00 %
San Martín Zapotitlán	11,20 %	64,78 %	20,66 %	3,33 %	0,04 %	100,00 %
San Sebastián	11,36 %	62,33 %	21,88 %	4,43 %	0,00 %	100,00 %
Santa Cruz Mulua	10,38 %	63,73 %	22,52 %	3,33 %	0,05 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Sacatepéquez**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Santa María de Jesús	23,62 %	27,38 %	35,46 %	13,54 %	0,00 %	100,00 %
Alotenango	5,61 %	47,09 %	45,51 %	1,78 %	0,02 %	100,00 %
Antigua Guatemala	6,63 %	35,12 %	49,49 %	8,62 %	0,15 %	100,00 %
Ciudad Vieja	5,87 %	40,24 %	49,49 %	4,30 %	0,09 %	100,00 %
Jocotenango	6,06 %	33,01 %	52,67 %	8,08 %	0,17 %	100,00 %
Magdalena Milpas Alt	4,71 %	45,54 %	47,16 %	2,55 %	0,05 %	100,00 %
Pastores	5,12 %	43,75 %	48,42 %	2,67 %	0,03 %	100,00 %
San Antonio Aguas Ca	6,72 %	43,57 %	47,11 %	2,56 %	0,05 %	100,00 %

Continuación apéndice 16.

San Bartolomé Milpas	7,05 %	39,39 %	48,71 %	4,75 %	0,10 %	100,00 %
San Lucas Sacatepéqui	8,44 %	34,41 %	48,13 %	8,75 %	0,27 %	100,00 %
San Miguel Dues	6,74 %	42,42 %	47,54 %	3,27 %	0,03 %	100,00 %
Santa Catarina Barah	7,15 %	45,43 %	45,35 %	2,00 %	0,08 %	100,00 %
Santa Lucía Milpas A	7,11 %	40,07 %	47,57 %	5,10 %	0,15 %	100,00 %
Santa María de Jesús	5,53 %	47,57 %	45,26 %	1,62 %	0,02 %	100,00 %
Santiago Sacatepéquez	6,17 %	44,02 %	46,49 %	3,17 %	0,15 %	100,00 %
Santo Domingo Xenaco	10,57 %	44,48 %	42,48 %	2,39 %	0,08 %	100,00 %
Sumpango	6,22 %	44,16 %	47,09 %	2,44 %	0,09 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 17. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de San Marcos**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Catarina	19,15 %	60,44 %	17,44 %	2,86 %	0,11 %	100,00 %
Comitancillo	23,85 %	71,54 %	3,93 %	0,66 %	0,02 %	100,00 %
Concepción Tutuapa	32,51 %	62,76 %	4,23 %	0,49 %	0,01 %	100,00 %
El Quetzal S. M.	19,59 %	67,65 %	11,28 %	1,48 %	0,00 %	100,00 %
El Rodeo	13,66 %	61,66 %	20,67 %	3,98 %	0,03 %	100,00 %
El Tumbador	16,57 %	69,41 %	12,03 %	1,97 %	0,02 %	100,00 %
Esquipulas Palo Gordo	14,40 %	69,41 %	14,07 %	2,04 %	0,08 %	100,00 %
Ixchiguan	18,32 %	73,68 %	6,92 %	1,07 %	0,01 %	100,00 %
La Blanca	19,11 %	60,33 %	17,33 %	3,18 %	0,06 %	100,00 %

Continuación apéndice 17.

La Reforma	16,07 %	64,43 %	16,71 %	2,78 %	0,01 %	100,00 %
Malacatan	17,29 %	65,78 %	13,62 %	3,25 %	0,05 %	100,00 %
Nuevo Progreso	19,57 %	67,71 %	11,17 %	1,53 %	0,02 %	100,00 %
Ocós	10,69 %	57,41 %	25,77 %	6,10 %	0,04 %	100,00 %
Pajapita	18,70 %	64,59 %	14,52 %	2,15 %	0,04 %	100,00 %
Río Blanco	22,37 %	69,85 %	6,82 %	0,85 %	0,10 %	100,00 %
San Antonio Sacatepéquez	14,88 %	72,73 %	10,95 %	1,44 %	0,00 %	100,00 %
San Cristóbal Cucho	18,18 %	71,08 %	9,65 %	1,07 %	0,01 %	100,00 %
San José Ojetenam	45,20 %	51,33 %	2,90 %	0,56 %	0,00 %	100,00 %
San Lorenzo	16,36 %	71,71 %	10,69 %	1,24 %	0,00 %	100,00 %
San Marcos	18,75 %	69,81 %	10,09 %	1,35 %	0,00 %	100,00 %
San Miguel Ixtahuacán	28,81 %	62,94 %	6,97 %	1,27 %	0,01 %	100,00 %
San Pablo	14,83 %	68,13 %	15,03 %	1,99 %	0,01 %	100,00 %
San Pedro Sacatepéquez	19,10 %	72,48 %	7,41 %	1,02 %	0,00 %	100,00 %
San Rafael Pie De La Cuesta	13,23 %	64,04 %	14,51 %	8,21 %	0,02 %	100,00 %
Sibinal	0,66 %	97,68 %	1,38 %	0,28 %	0,00 %	100,00 %
Sipacapa	26,00 %	67,65 %	5,67 %	0,68 %	0,00 %	100,00 %
Tacaná	30,58 %	62,96 %	5,63 %	0,80 %	0,03 %	100,00 %
Tajumulco	23,93 %	69,04 %	6,35 %	0,66 %	0,02 %	100,00 %
Tecún Uman	17,85 %	48,01 %	24,76 %	9,14 %	0,24 %	100,00 %
Tejutla	24,50 %	67,71 %	6,65 %	1,14 %	0,00 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 18. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Sana Rosa**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Barberena	9,67 %	64,00 %	21,63 %	4,69 %	0,01 %	100,00 %
Casillas	13,10 %	73,19 %	12,14 %	1,58 %	0,00 %	100,00 %
Chiquimulilla	14,37 %	58,16 %	22,47 %	4,85 %	0,16 %	100,00 %
Cuilapa	12,22 %	63,71 %	20,44 %	3,61 %	0,03 %	100,00 %
Guazacapan	14,00 %	60,75 %	21,13 %	3,97 %	0,14 %	100,00 %
Nueva Santa Rosa	7,65 %	33,29 %	57,69 %	1,35 %	0,02 %	100,00 %
Oratorio	20,17 %	66,67 %	11,52 %	1,62 %	0,01 %	100,00 %
Pueblo Nuevo Viñas	12,79 %	62,50 %	20,91 %	3,79 %	0,01 %	100,00 %
San Juan Tecuaco	16,63 %	71,20 %	10,76 %	1,42 %	0,00 %	100,00 %
San Rafael Las Flores	15,16 %	63,26 %	17,88 %	3,68 %	0,02 %	100,00 %
Santa Cruz Naranjo	10,26 %	70,43 %	17,30 %	2,00 %	0,02 %	100,00 %
Santa María Ixhuatan	14,65 %	70,50 %	13,11 %	1,73 %	0,00 %	100,00 %
Santa Rosa De Lima	15,67 %	68,11 %	13,86 %	2,34 %	0,01 %	100,00 %
Taxisco	15,65 %	56,98 %	21,04 %	6,20 %	0,13 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 19. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Sololá**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Concepción	9,44 %	77,76 %	11,68 %	0,94 %	0,18 %	100,00 %
Nahualá	15,07 %	75,04 %	8,46 %	1,40 %	0,04 %	100,00 %
Panajachel	10,12 %	59,69 %	24,21 %	5,87 %	0,11 %	100,00 %
San Andrés Semetabaj	12,17 %	69,22 %	15,96 %	2,63 %	0,02 %	100,00 %

Continuación apéndice 19.

San Antonio Palopo	13,66 %	73,32 %	11,59 %	1,43 %	0,00 %	100,00 %
San José Chacaya	11,28 %	70,32 %	15,91 %	2,35 %	0,15 %	100,00 %
San Juan La Laguna	11,15 %	70,34 %	16,21 %	2,23 %	0,07 %	100,00 %
San Lucas Tolimán	10,32 %	68,94 %	17,70 %	3,01 %	0,03 %	100,00 %
San Marcos La Laguna	7,80 %	61,24 %	25,83 %	4,59 %	0,54 %	100,00 %
San Pablo La Laguna	8,68 %	73,67 %	15,78 %	1,83 %	0,05 %	100,00 %
San Pedro La Laguna	13,95 %	63,60 %	18,65 %	3,80 %	0,00 %	100,00 %
Santa Catarina Ixtahuacán	11,33 %	77,65 %	9,66 %	1,35 %	0,01 %	100,00 %
Santa Catarina Palopó	16,58 %	66,70 %	13,49 %	3,23 %	0,00 %	100,00 %
Santa Clara La Laguna	13,07 %	71,92 %	12,54 %	2,47 %	0,00 %	100,00 %
Santa Cruz La Laguna	12,08 %	68,61 %	14,83 %	4,28 %	0,20 %	100,00 %
Santa Lucía Utatlán	12,65 %	68,11 %	15,90 %	3,34 %	0,00 %	100,00 %
Santa María Visitación	14,31 %	69,73 %	14,29 %	1,67 %	0,00 %	100,00 %
Santiago Atitlán	14,95 %	69,08 %	13,22 %	2,72 %	0,04 %	100,00 %
Sololá	14,31 %	67,98 %	14,74 %	2,91 %	0,06 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 20. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Suchitepéquez**

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Chicacao	10,56 %	68,14 %	18,39 %	2,89 %	0,01 %	100,00 %
Cuyotenango	10,64 %	66,72 %	19,52 %	3,09 %	0,03 %	100,00 %
Mazatenango	16,25 %	62,97 %	17,19 %	3,56 %	0,03 %	100,00 %
Patulul	10,75 %	62,74 %	21,64 %	4,85 %	0,03 %	100,00 %
Pueblo Nuevo	11,52 %	69,74 %	16,48 %	2,27 %	0,00 %	100,00 %
Río Bravo	13,84 %	60,90 %	21,70 %	3,39 %	0,16 %	100,00 %
Samayac	12,70 %	67,07 %	17,79 %	2,43 %	0,02 %	100,00 %
San Antonio Suchitepéquez	10,01 %	65,88 %	20,58 %	3,44 %	0,09 %	100,00 %
San Bernardino	11,47 %	63,50 %	21,18 %	3,80 %	0,05 %	100,00 %
San Francisco Zapotitlán	10,70 %	62,52 %	22,48 %	4,20 %	0,10 %	100,00 %
San Gabriel	10,61 %	62,65 %	23,09 %	3,51 %	0,15 %	100,00 %
San José La Máquina	13,75 %	60,63 %	21,29 %	4,15 %	0,18 %	100,00 %
San José El Ídolo	12,92 %	63,23 %	21,06 %	2,79 %	0,00 %	100,00 %
San Juan Bautista	12,40 %	63,79 %	20,24 %	3,50 %	0,06 %	100,00 %
San Miguel Panán	9,54 %	70,16 %	18,30 %	2,00 %	0,00 %	100,00 %
San Pablo Jocopilas	11,55 %	68,95 %	17,03 %	2,41 %	0,06 %	100,00 %
Santo Domingo	10,50 %	68,83 %	17,96 %	2,65 %	0,05 %	100,00 %
Santo Tomás La Unión	11,03 %	60,51 %	24,11 %	4,35 %	0,00 %	100,00 %
Zunilito	11,88 %	68,97 %	16,83 %	2,31 %	0,00 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 21.

Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Totonicapán

Municipio	0 a 10 kWh	11 a 100 kWh	101 a 200 kWh	201 a 300 kWh	Superior 301 kWh	TOTAL
Momostenango	17,00 %	74,73 %	7,43 %	0,82 %	0,02 %	100,00 %
San Andrés Xecul	14,46 %	72,11 %	12,01 %	1,39 %	0,03 %	100,00 %
San Bartolo Aguas Calientes	20,29 %	71,83 %	7,01 %	0,87 %	0,00 %	100,00 %
San Cristóbal Totonicapán	16,45 %	62,40 %	17,96 %	3,19 %	0,01 %	100,00 %
San Francisco El Alto	13,21 %	64,03 %	19,07 %	3,63 %	0,06 %	100,00 %
Santa Lucía La Reforma	26,86 %	65,88 %	6,10 %	1,16 %	0,00 %	100,00 %
Santa María Chiquimula	18,65 %	74,88 %	5,66 %	0,81 %	0,01 %	100,00 %
Totonicapán	15,10 %	68,55 %	13,96 %	2,34 %	0,04 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 22. **Distribución de frecuencias de consumo de energía eléctrica, en los municipios de Zacapa**

Municipio	0 A 10 Kwh	11 A 100 Kwh	101 A 200 Kwh	201 A 300 Kwh	Superior 301 Kwh	TOTAL
Cabañas	20,77 %	60,78 %	15,59 %	2,85 %	0,00 %	100,00 %
Estanzuela	15,33 %	50,84 %	26,96 %	6,65 %	0,22 %	100,00 %
Gualán	17,71 %	63,42 %	15,51 %	3,36 %	0,00 %	100,00 %
Huité	27,80 %	59,49 %	11,08 %	1,62 %	0,00 %	100,00 %
La Unión	24,79 %	63,05 %	10,15 %	1,99 %	0,02 %	100,00 %
Río Hondo	16,87 %	61,52 %	17,38 %	4,21 %	0,02 %	100,00 %
San Diego	17,05 %	66,90 %	13,74 %	2,29 %	0,01 %	100,00 %
San Jorge	20,06 %	40,11 %	12,21 %	26,75 %	0,88 %	100,00 %
Teculután	17,52 %	51,41 %	24,15 %	6,79 %	0,14 %	100,00 %
Usumatlán	18,16 %	58,36 %	19,45 %	4,01 %	0,02 %	100,00 %
Zacapa	19,51 %	58,83 %	18,11 %	3,55 %	0,00 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

