

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS



**ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS
UBICADOS EN ALTA VERAPAZ EN LA COBERTURA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
ESE DEPARTAMENTO, PERIODO 2015 – 2019.**

LICENCIADO DENNIS ARIEL CIPRIANO ICÓ

Guatemala, octubre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS



**ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS
UBICADOS EN ALTA VERAPAZ EN LA COBERTURA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
ESE DEPARTAMENTO, PERIODO 2015 – 2019.**

Informe final de trabajo profesional de graduación para la obtención del Grado de Maestro en Artes, con base en el “Instructivo para elaborar el trabajo profesional de graduación”, Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según numeral 7.8 Punto SEPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

LICENCIADO DENNIS ARIEL CIPRIANO ICÓ

Guatemala, octubre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano:	Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario:	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal I:	Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal II:	M. Sc. Byron Giovani Mejía Victorio
Vocal III:	Vacante
Vocal IV:	BR. CC.LL. Silvia María Oviedo Zacarías
Vocal V:	P.C. Omar Oswaldo García Matzuy

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO
PROFESIONAL DE GRADUACIÓN

Coordinador:	Lic. M. Sc. José Ramón Lam Ortiz
Evaluador:	Dr. Caryl Orlando Alonso Jiménez
Evaluador:	Ing. M. Sc. Aldo Ismael López Amaya

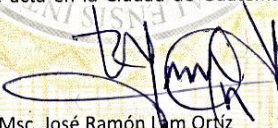


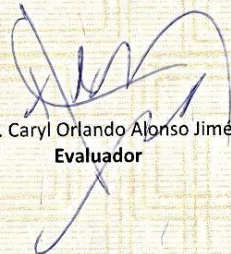
ACTA No. MFEP-84-2020


De acuerdo al Estado de Emergencia Nacional decretado por el Gobierno de la República de Guatemala y a las resoluciones del Consejo Superior Universitario, que obligaron a la suspensión de actividades académicas y administrativas presenciales en el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ante tal situación la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, debió incorporar tecnología virtual para atender la demanda de necesidades del sector estudiantil, por lo que en esta oportunidad nos reunimos de forma virtual los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el Sábado 31 de octubre de 2020, a las 15:00 horas, para practicar el EXAMEN PRIVADO DEL TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACIÓN del Licenciado **Dennis Ariel Cipriano Icó**, carné No. 201110964, estudiante de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la sección C de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de **Maestro en Artes** en Formulación y Evaluación de Proyectos. El examen se realizó de acuerdo con el Instructivo, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado "**ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS UBICADOS EN ALTA VERAPAZ, EN LA COBERTURA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ESE DEPARTAMENTO, PERIODO 2015-2019**", dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **76** puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el estudiante atienda las siguientes recomendaciones: Que cada uno de la Terna Evaluadora incorporó en cada documento del Trabajo Profesional de Graduación que se adjunta, para lo cual dispone de cinco (5) días hábiles de acuerdo con el Instructivo para Elaborar Trabajo Profesional de Graduación para optar a la Maestría en Artes.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los treinta días del mes de octubre del año dos mil veinte.


Msc. José Ramón Lam Ortiz
Coordinador


Dr. Caryl Orlando Alonso Jiménez
Evaluador


Msc. Aldo Ismael Lopez Amaya
Evaluador


Lic. Dennis Ariel Cipriano Icó
Postulante



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRIA EN ARTES EN FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS

ADENDUM al ACTA No. MFEP-84-2020

El infrascrito Coordinador del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante **Dennis Ariel Cipriano Icó**, carné No. **201110964** incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro de la terna evaluadora.

Guatemala, 9 de noviembre de 2020.

(f)

Msc. José Ramón Lam Ortiz
Coordinador

AGRADECIMIENTOS

**Al Gran Arquitecto del Universo
G.A.D.U.**

Por dirigir los hilos del Universo, ser cielo y tierra al mismo tiempo. ¡Omnímodo, principio sin fin!

A mis padres:

Cristóbal Cipriano y Claudia López, a ustedes debo todo este camino trasado, muchas gracias por su amor y apoyo incondicional ¡Gracias por existir!

A mis hermanos:

Alexia Cipriano y Kendy Cipriano, por apoyarme en los momentos más difíciles.

A mi padrino:

Rector Magnífico de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos. Por mi ser amigo incondicional y representar dignamente a mi amada casa de estudios.

**A la Dirección General Financiera,
USAC:**

Por permitir desarrollarme profesionalmente y aplicar los conocimientos adquiridos aprendidos en mi amada casa de estudios.

**A la Universidad de San Carlos de
Guatemala:**

Muchas gracias por todo lo que has dado a mi vida: estudio, conocimiento, trabajo. Siempre serás parte importante de mí.

Por último, a la vida y el tiempo:

Gracias por todo lo bueno y malo que me han permitido vivir.

¡ID Y ENSEÑAD A TODOS!

¡LIBERTAD, IGUALDAD Y FRATERNIDAD!

Índice

	Página
Resumen	1
Introducción	2
1. Antecedentes	4
1.1 Origen de las hidroeléctricas	4
1.2 Trabajos realizados	5
2. Marco teórico	6
2.1 Panorama de la energía hidroeléctrica a nivel mundial	6
2.1.1 Panorama de la energía hidroeléctrica a nivel latinoamericano	8
2.2 Panorama de la cobertura energética a nivel mundial.....	11
2.2.1 Panorama de la cobertura energética en América Latina	12
2.2.2 Panorama de la cobertura energética en Centroamérica	16
2.3 Objetivos de desarrollo sostenible	18
2.4 El sector energético en Guatemala	19
2.4.1 Composición del subsector eléctrico	19
2.5 Ley General de Electricidad.....	21
2.6 El mercado de oportunidad.....	22
2.7 El precio spot de la energía	22
2.8 Tarifa social de energía	23
2.9 Principal Distribuidora de energía eléctrica Guatemala	24
2.10 Panorama de la energía hidroeléctrica en Guatemala	24
2.11 Panorama de la Cobertura energética a nivel nacional	27
2.12 Información general del departamento de Alta Verapaz.....	29
2.12.1 Proyectos hidroeléctricos están ubicados en Alta Verapaz	30
2.12.2 Principal distribuidora de energía eléctrica en Alta Verapaz.....	31
3. Metodología	33
3.1 Definición de Problema.....	33
3.2 Delimitación del problema	33
3.3 Enfoque	34
3.4 Diseño	34
3.5 Alcance.....	34
3.6 Métodos.....	34

3.7	Técnicas	34
3.8	Premisa metodológica	35
3.9	Pregunta general de investigación	35
3.9.1	Objetivo General.....	35
3.9.2	Objetivos específicos.....	35
4.	Discusión de resultados	36
4.1	Determinar la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas (oferentes) ..	36
4.2	Comparar el comportamiento de los precios promedio spot con la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas	45
4.3	Describir el comportamiento de la tarifa social de energía eléctrica	48
4.4	Establecer el gasto promedio anual de los usuarios de energía eléctrica	51
4.5	Describir la participación de Deorsa en el Mercado Mayorista de Electricidad.....	53
4.6	Determinar el comportamiento de los hogares demandantes de energía eléctrica	56
	Conclusiones	60
	Recomendaciones.....	62
	Fuentes de información	64
	Anexos	70

Índice de gráficas

	Página
Gráfica 1 Generación eléctrica por fuente en ALC y el mundo, 2018 (en porcentaje) ...	10
Gráfica 2 Distribución de cobertura eléctrica a nivel mundial, años 2010 y 2016.....	11
Gráfica 3 ALyC, acceso a la energía: porcentaje de la población de cada con acceso a electricidad (2014)	13
Gráfica 4 Acceso a la electricidad por regiones y mundo, 2016 (porcentaje de población)	14
Gráfica 5 Cobertura eléctrica total por país en 1990 y 2016	15
Gráfica 6 Porcentaje de cobertura eléctrica a nivel regional para el año 2016.....	17
Gráfica 7 Composición del subsector eléctrico.....	19
Gráfica 8 Marco legal del sector eléctrico de Guatemala	21
Gráfica 9 Potencial hídrico de Guatemala (de 6000 MW)	25
Gráfica 10 Sistema Eléctrico de Guatemala	26
Gráfica 11 Cobertura eléctrica nacional (en porcentajes) de Guatemala a 2017	28
Gráfica 12 Área de distribución de DEORSA	32
Gráfica 13 Porcentaje de energía generada por las hidroeléctricas en la matriz energética.....	36
Gráfica 14 Generación de energía hidroeléctrica a nivel nacional (en GWH)	37

Gráfica 15 Variación porcentual de la energía eléctrica generada por las hidroeléctricas a nivel nacional.....	38
Gráfica 16 Generación de energía hidroeléctrica en Alta Verapaz (en GWH).....	39
Gráfica 17 Variación porcentual de la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas de Alta Verapaz.....	40
Gráfica 18 Estructura de generación de energía hidroeléctrica por ubicación	40
Gráfica 19 Generación de energía porcentual por hidroeléctrica en Alta Verapaz, 2015 - 2019	41
Gráfica 20 Comportamiento generación de hidroeléctricas en Alta Verapaz y Precio Spot.....	45
Gráfica 21 Precio promedio spot de la energía eléctrica	48
Gráfica 22 Pliegos tarifarios nominales	49
Gráfica 23 Variación porcentual de los pliegos tarifarios porcentuales	50
Gráfica 24 Participación porcentual de Deorsa en el mercado mayorista de electricidad	54
Gráfica 25 Energía demandada por Deorsa en el Mercado Mayorista	55
Gráfica 26 Variación porcentual de energía demandada por Deorsa en el Mercado Mayorista de Energía	55
Gráfica 27 Porcentaje de hogares con acceso a energía en Alta Verapaz	57
Gráfica 28 Número de usuarios demandantes de energía eléctrica.....	58
Gráfica 29 Demanda Satisfecha de Energía Eléctrica.....	59

Índice de cuadros

	Página
Cuadro 1 SICA: cobertura eléctrica porcentual, 2000, 2007 y 2017	17
Cuadro 2 Guatemala: desglose del índice de cobertura eléctrica, 2016	28
Cuadro 3 Precio promedio spot de energía eléctrica.....	47
Cuadro 4 Tarifa social de energía eléctrica de usuarios de DEORSA.....	48
Cuadro 5 Cifras monetarias del consumo de energía eléctrica por los hogares de Alta Verapaz año 2019	51
Cuadro 6 Promedio mensual de pago por servicio de energía eléctrica	52
Cuadro 7 Distribuidoras en el Mercado Mayorista de Electricidad	53
Cuadro 8 Hogares de Alta Verapaz.....	56
Cuadro 9 Índice de Cobertura de Energía Eléctrica	59
Cuadro 10 Demandantes de energía eléctrica en Alta Verapaz.....	73
Cuadro 11 Demanda potencial de energía eléctrica en Alta Verapaz	74
Cuadro 12 Matriz energética 2015 a nivel nacional.....	75
Cuadro 13 Matriz energética 2016 a nivel nacional.....	75
Cuadro 14 Matriz energética 2017 a nivel nacional.....	76
Cuadro 15 Matriz energética 2018 a nivel nacional.....	76
Cuadro 16 Matriz energética 2019 a nivel nacional.....	77
Cuadro 17 Oferentes de energía eléctrica 2015.....	79
Cuadro 18 Oferentes de energía eléctrica 2016.....	80

Cuadro 19 Oferentes de energía eléctrica 2017	81
Cuadro 20 Oferentes de energía eléctrica 2018.....	82
Cuadro 21 Oferentes de energía eléctrica 2019.....	83

Acrónimos

Deorsa	Distribuidora de Electricidad de Oriente S.A.
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica
URL	Universidad Rafael Landívar
MEM	Ministerio de Energía y Minas
AMM	Administrador del Mercado Mayorista
IHS	International Hydropower Association
TW	Teravatio
AIE	Agencia Internacional de la Energía
GW	Gigavatio
AIH	Asociación Internacional de Hidroelectricidad
BID	Banco de Desarrollo Interamericano
LAC	Latinoamérica y el Caribe
MW	Mega-watts
BM	Banco Mundial
IRENA	Agencia Internacional de Energías Renovables
DENU	División de Estadística de las Naciones Unidas
OMS	Organización Mundial de la Salud
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
SICA	Sistema de la Integración Centroamericana
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
INDE	Instituto Nacional De Electrificación
EEGSA	Empresa Eléctrica de Guatemala S.A
AGER	Asociación de Generadores con Energía Renovable

Resumen

El presente Trabajo Profesional de Graduación se basa en el análisis de los proyectos hidroeléctricos ubicados en Alta Verapaz y su incidencia en la cobertura de energía eléctrica en ese departamento en el periodo 2015 – 2019. El planteamiento del problema radica en que Alta Verapaz actualmente es uno de los departamentos que cuenta con un alto número de hidroeléctricas ubicadas en su territorio, asimismo es el departamento que aporta la mayor generación de energía hidroeléctrica a nivel nacional en la matriz energética. No obstante, ese aporte energético que brinda por medio de los proyectos hidroeléctricos instalados en sus áreas de influencia no contrasta precisamente con un nivel de cobertura de energía que pueda ser visto como alto, derivado que Alta Verapaz en años recientes tiene una cobertura de energía en proporciones menores respecto al resto de los departamentos que integran Guatemala.

La metodología utilizada se basa fundamentalmente en el método científico partiendo del método inductivo – deductivo. Teniendo un alcance meramente documental y descriptivo con un enfoque cuantitativo en el desarrollo de los acontecimientos descritos.

Los resultados más importantes radican en que Alta Verapaz aparte de ser el mayor generador de energía hidroeléctrica es al mismo tiempo el departamento con la menor cobertura de energía eléctrica, la variabilidad de oferta de energía hidroeléctrica (energía renovable) producida en dicho departamento a la postre repercute en la variación que presente el precio spot el cual de alguna forma afecta también en última instancia a los pliegos tarifarios de la tarifa social. En lo que respecta a la distribuidora Deorsa su participación proporcional en el mercado de energía para el lustro de estudio no supera el 20% para todos los años. Las principales conclusiones de la investigación radican en que aún existe un alto potencial sin aprovechar en lo que respecta a los recursos hídricos, la tarifa social presenta variaciones en términos monetarios derivado de la dinámica del mercado eléctrico en que está sujeto el precio spot. El gasto promedio anual estimado de la demanda satisfecha no pudo ser analizado para todos los años de análisis debido a que no se contó con la información necesaria. Por último, el crecimiento de la demanda satisfecha guarda una cierta similitud con la demanda de energía de Deorsa en el mercado mayorista de energía.

Introducción

El departamento de Alta Verapaz es uno de los 22 departamentos que forman la República de Guatemala que se encuentra ubicado al norte, aproximadamente a unos 200 km de la Ciudad Capital, algunas de sus características principales son sus recursos naturales y sus áreas húmedas boscosas, también cuenta con una diversidad de diferentes lugares turísticos, Alta Verapaz está conformado por 17 municipios, siendo Cobán su cabecera departamental.

En lo que respecta al uso o aprovechamiento de sus recursos hídricos desde el punto de vista de la energía renovable, se tiene registro que ya en 2019 habían ubicados 20 proyectos hidroeléctricos en operación, con una capacidad productiva considerable. Si se toma en cuenta la importancia en la aportación de energía hidroeléctrica en la composición de la matriz energética para el lustro 2015 – 2019, el aporte de estos en esos años ha sido sumamente importante en cuanto a generación de energía se refiere.

No obstante, a pesar de todo ese aporte energético que brinda por medio de los proyectos hidroeléctricos instalados en sus áreas de influencia, ese nivel de energía generada por dichas hidroeléctricas no contrasta precisamente con un nivel de cobertura de energía que pueda ser catalogado como alto, debido a que es el departamento que en años recientes tiene la cobertura de energía más baja de todos los departamentos que integran Guatemala. Derivado de lo anterior se precisa realizar un análisis de dicha situación para contar con una mejor visión de la situación en la que se encuentra inmersa tal departamento.

En ese sentido, el desarrollo de este Trabajo Profesional de Graduación se centra en Alta Verapaz, en la incidencia de la energía que generan los proyectos hidroeléctricos en la cobertura de energía eléctrica de dicho departamento, en el periodo 2015 – 2019. Por lo que en primera instancia se abordan los antecedentes, donde se expone estudios de entidades relacionados con la investigación y en el periodo de análisis. Así fue de suma importancia también describir a grandes rasgos el origen de la energía que actualmente se conoce como energía hidroeléctrica y su desarrollo hasta la actualidad en ámbitos foráneos, asimismo nacionales.

En el capítulo del marco teórico se realiza una reseña histórica acerca del panorama de la energía hidroeléctrica a nivel mundial, latinoamericano y nacional. El tema de la cobertura energética se abarca desde diferentes ámbitos, por ejemplo, a nivel mundial y latinoamericano.

Para el caso de la metodología utilizada se contó con un enfoque cuantitativo, un diseño no experimental y transeccional con un alcance descriptivo y exploratorio. También es importante mencionar que se presenta el objetivo general planteado, así como los objetivos específicos desarrollados, sin olvidar mencionar la definición y delimitación del problema que se plantearon para la realización de esta investigación. En lo que respecta a la temporalidad se abarcó el lustro 2015 – 2019, el ámbito geográfico se indicó en párrafos anteriores que es Alta Verapaz. Por otro lado, los instrumentos utilizados se detallan en la sección de anexos para una mayor comprensión de este punto.

Posteriormente se presenta la discusión de resultados, donde se analizan los principales hallazgos según el tema y objetivos que se plantearon, verbigracia; del lado de las conclusiones se cuenta que los proyectos hidroeléctricos en Alta Verapaz en el periodo 2015 -2019 aportan el mayor porcentaje de energía de este tipo a nivel nacional en la matriz energética con un promedio de 49%, asimismo según el Ministerio de Energía y Minas -MEM- a nivel nacional solo se está aprovechando en tiempos recientes solo un 23.1% del total de esa energía. Los precios spot están influenciados por las variaciones que se presentan en la oferta de energía hidroeléctrica, los pliegos de la tarifa social se encuentran de alguna forma sujetos también a las variaciones que se presenten en el precio spot, el gasto promedio anual solamente pudo determinarse en cifras estimadas para 2019, Deorsa que es la distribuidora que brinda el servicio en Alta Verapaz su participación en el mercado mayorista ha rondado alrededor de cerca del 20% en 2012 – 2017 y el número de usuario de energía en Alta Verapaz ha incrementado alrededor de 23550 en cifras estimadas.

Y finalmente se presentan las fuentes de información que sustentan la parte teórica y temática del presente Trabajo Profesional de Graduación y la sección de anexos donde se expone información en forma de cuadros, formulas, instrumentos de investigación (fichas bibliográficas), entre otros.

1. Antecedentes

Actualmente se considera que las hidroeléctricas son centrales de energía que se encuentran instaladas en las cercanías de ríos preferentemente y que utilizan la fuerza del recurso natural del agua para la conversión de esta en energía eléctrica, a través de procesos definidos.

1.1 Origen de las hidroeléctricas

El agua desde los inicios del hombre en la tierra ha sido uno de los recursos básicos vitales para la vida, en consecuencia, indefectiblemente ha marcado el desarrollo y evolución de la humanidad hasta la actualidad. En ese sentido, su utilización propiamente a través del tiempo ha sido para distintos fines, tal como lo menciona Eduardo Soria en su documento *Energía Renovable para Todos*, verbigracia; para la obtención de energía. Y bajo ese contexto, dicha publicación indica que por ejemplo ya en la época de los romanos o bien en las norias¹ de la antigua cultura musulmana, son claras ejemplificaciones en el uso de la fuerza del agua para sustituir total o parcialmente el trabajo humano o animal.

No obstante, Soria indica que fue propiamente hasta las últimas décadas del siglo XIX con la invención de la electricidad y su aplicación en términos generalizados que el recurso vital del agua toma auge como fuente para la producción básica de generación de energía eléctrica lo que le adhiere literalmente un valor importante en los ámbitos energéticos. En suma, las centrales hidroeléctricas son la génesis de lo que actualmente se conoce propiamente como la industria eléctrica mundial, gracias a dar los primeros pasos en la generación de energía por medio del uso de la fuerza del agua, puntualiza.

Ya en lo que respecta a la primera hidroeléctrica de la historia, según el documento anteriormente mencionado indica que fue en 1880 que se llevó a cabo la construcción de la primera instalación que aprovecharía la fuerza del agua para generar energía renovable en Gran Bretaña (en Northumberland) aunque al mismo tiempo comenta que para otros la primera central hidroeléctrica como tal fue construida en Wisconsin, uno de

¹ Según la Real Academia Española -RAE- la noria es una máquina compuesta de dos grandes ruedas engranadas que, mediante cangilones sube el agua de los pozos, etc.

los estados que conforman actualmente Estado Unidos. Y desde el punto de vista del ámbito nacional la Comisión Nacional de Energía -CNEE- indica que en Guatemala la electrificación se inició aproximadamente en la década de los 80 del siglo XIX (1885), instalándose para ese entonces la primera hidroeléctrica ubicada al norte de la ciudad capital en la Finca el Zapote.

1.2 Trabajos realizados

La Universidad Rafael Landívar en 2018 publicó el documento Perfil Energético de Guatemala Bases para el Entendimiento del Estado Actual y Tendencias de la Energía, en el cual se propone que dicho perfil sea una base con carácter científico para la aplicación de políticas que busquen una equidad en lo que respecta a la obtención de energías limpias. Por ejemplo, se menciona el caso de la energías renovables y no renovables, indicadores económicos por producción de energía eléctrica (el precio spot), balance energético en años recientes, asimismo, la cobertura eléctrica de Guatemala, entre otros.

Por el lado del Ministerio de Energía y Minas -MEM-, también en el mismo año de publicación del documento de la URL, publica su informe Generación Hidroeléctrica, en el cual realizan una caracterización acerca del panorama hidroeléctrico del país. Evidenciando que a pesar de que en tiempos recientes se cuenta con una generación de energía hidroeléctrica considerable, no obstante, aún se tiene un potencial hídrico alto aún sin utilizar.

Posteriormente en 2020 se cuenta con el informe del Administrador de Mercado Mayorista -AMM-, denominado Mercado Eléctrico de Guatemala en el cual se especifica el funcionamiento del sector de la energía en el país, su estructuración y la operación del mercado eléctrico (oferta y demanda de energía hidroeléctrica), por ejemplo. Y en lo que concierne al tema de la cobertura eléctrica se tiene el caso de la Política Energética 2013 – 2027, donde su primer eje llamado Seguridad del Abastecimiento de Electricidad a Precios Competitivos, comenta que unos de sus objetivos explícitos es la ampliación de la cobertura eléctrica a nivel nacional (se pretende cubrir casi por completo la demanda potencial); asimismo se describe el índice de cobertura eléctrica en el país enfatizando el caso de Alta Verapaz.

2. Marco teórico

A continuación, se presenta información desde el punto de vista mundial y regional sobre los proyectos hidroeléctricos en tales ámbitos, así como la cobertura de energía en ciertos años desde tales latitudes. Su enfoque principal es hacia el departamento de Alta Verapaz, sin embargo, es importante recalcar que se detalla la evolución de las variables desde el punto de vista nacional para una mejor visión de los hechos que permitan comprender el panorama del tema a desarrollar. Asimismo, es importante mencionar que la presente investigación se desarrolló en pleno apogeo del COVID-19 y de acuerdo con las medidas de restricción estipuladas por los órganos estatales del país.

2.1 Panorama de la energía hidroeléctrica a nivel mundial

Dentro del documento del Ministerio de Energía y Minas (MEM) “La Política Energética 2019 – 2050”, menciona la importancia que tiene este tipo de energía en cuanto a su generación por medio de las hidroeléctricas y en 2015 un porcentaje considerable de electricidad se suministró por este medio.

La energía hidroeléctrica es la principal fuente renovable de generación de electricidad a nivel mundial, ya que suministró el 71% de toda la electricidad a partir de fuentes renovables a finales de 2015. El potencial no desarrollado es de aproximadamente 10,000 TWh² a nivel mundial. La capacidad hidroeléctrica mundial aumentó en más del 30% entre 2007 y 2015, alcanzando un total de 1,209 GW en 2015, de los cuales 145 GW son de almacenamiento por bombeo. (MEM, 2019)

En 2015 era la mayor fuente de energía renovable con más del 70% de suministro de energía de este tipo desde el punto de vista mundial. Y aun así para dicho año se sobreentiende que ese tipo de energía aún no estaba siendo utilizada en toda su totalidad.

Mientras que el informe “Fomentar la Energía Hidroeléctrica Sostenible 2017 -2018” de la International Hydropower Association, comenta que la energía de este tipo

² Según el Centro de Láseres Pulsados CLPU, un teravatio (TW) es una cantidad de potencia equivalente a 10¹² vatios, esto es, 1 000 000 000 000 vatios, o un billón de vatios. (CLPU,2020)

representaba para esos años dos tercios de toda la energía renovable a nivel mundial. Y en 2016 representaba más del 15% de la energía producida a nivel en tales ámbitos.

La energía hidroeléctrica en 2016 sigue siendo la mayor fuente de generación de energía eléctrica renovable del mundo. Supone un 16,6 por ciento de la producción global de electricidad, más que todas las demás energías renovables juntas, y desempeñará un papel importante en la transición energética. (IHA, 2017 - 2018)

Para dicho año seguía siendo la mayor fuente de energía renovable en el mundo con un 16.6% respecto a otras fuentes de energía de este tipo. Desde este punto de vista la energía hidroeléctrica su papel en 2016 ya venía siendo importante.

En el contexto de 2017 la energía hidroeléctrica generada a nivel mundial rondaba aproximadamente en la misma proporción respecto a 2016 según indicaba el Grupo Enel.

Las estadísticas sobre generación de electricidad son mucho más elocuentes: el informe de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés), revela que la producción eléctrica en 2017 ha alcanzado los 4.109,44 TWh, cerca del 65% de la electricidad renovable en el mundo y un 16% del total. En 2017, la producción de energía hidroeléctrica alcanzó los 56,3 TWh sobre un total de renovables de 88,9 TWh, mientras que en 2018 llegó a los 66,7 TWh sobre un total de 108,4. (ENEL, 2019)

Según señala el Informe de la IEA, la energía hidroeléctrica en lo que respecta al total de energías renovables porcentualmente ocupaba un lugar considerable dentro de este tipo de energías.

En 2018 según el autor Zeynep Beyza en su artículo titulado “La capacidad global de energía hidroeléctrica creció 1,97% en 2018”, al respecto indica que la energía obtenida por este medio 48 países contribuyeron al logro de la cifra mayor respecto al año anterior.

La capacidad global instalada de energía hidroeléctrica alcanzó 1,292 gigavatios (GW) el año pasado, un aumento de 1,97% con respecto al año anterior, afirmó el lunes la Asociación Internacional de Hidroelectricidad. Un total de 48 países contribuyeron al aumento de la capacidad de la energía hidroeléctrica, con China a la cabeza, según el Informe de estado de la hidroelectricidad de 2019. En 2018, la generación de electricidad a partir de energía hidroeléctrica alcanzó un estimado de 4,200 teravatios-hora. El año

pasado, 15,9% de la electricidad global fue producida por energía hidroeléctrica. (Beyza, 2019)

Para 2018 básicamente la generación de energía de tipo hidroeléctrico rondaba prácticamente un 16% a nivel mundial, siendo China el mayor país generador de este tipo de energía.

Y en el artículo publicado en la página web del Banco de Desarrollo Interamericano -BID-, titulado “Modernización de hidroeléctricas: ¿una oportunidad en la crisis COVID–19? Del autor Arturo Alarcón, enfatiza que la aportación de energía de tipo hidroeléctrica en 2019 podría decir que fue un hito a nivel mundial por la gran cantidad de energía generada.

En 2019 la capacidad instalada hidroeléctrica alcanzó 1,308 GW a nivel mundial (17% de la capacidad total). Ese año se generaron 4,305 TWh, suficiente energía eléctrica para abastecer la demanda mundial por más de dos meses. Con esta participación, la energía hidráulica continúa siendo la mayor fuente de energía renovable. (Alarcón A. D., 2019)

La energía producía por ese medio en 2019 no llegaba ni siquiera al 20% de su capacidad total (que es de un 100%) y aun así Alarcón comenta que era la energía renovable con mayor preponderancia.

2.1.1 Panorama de la energía hidroeléctrica a nivel latinoamericano

José Roca en su artículo “Las 10 mayores centrales hidroeléctricas de Latinoamérica” publicado en el Periódico de la Energía, comenta que las centrales hidroeléctricas en 2015 generaban alrededor de más de la mitad de la energía eléctrica de este tipo en la región.

En 2015, LAC tenía el 15% de la capacidad instalada hidroeléctrica del mundo, con poco más del 8% de la población mundial. La energía hidroeléctrica suministra más de la mitad de la energía eléctrica de Latinoamérica y el Caribe (LAC), convirtiendo al mix eléctrico de esta región en el más verde del planeta. (Roca J. , 2018)

Para dicho año la región de Latinoamérica era considerada según el autor Roca, una región muy prospera desde el punto de vista de generación de energía hidroeléctrica,

debido a que este tipo de centrales aportaban una gran cantidad de energía a la región, además su capacidad instalada no estaba siendo utilizada del todo aún para ese año.

En lo que respecta a 2016 el estudio del Banco Interamericano de Desarrollo “El Sector hidroeléctrico en Latinoamérica: Desarrollo, potencial y perspectivas, evidencia la relevancia que tiene la región en la generación de este tipo de energía.

El 2016 la hidroelectricidad generó 52% de la energía eléctrica de LAC, y la capacidad instalada hidroeléctrica representó 47% de la capacidad de generación total en la región. Estas cifras están muy por encima del porcentaje de participación de la hidroelectricidad en la matriz eléctrica de otras regiones y del promedio mundial (16,4% de la energía generada a nivel mundial fue hidroeléctrica en 2016). (Alarcón A. , 2018)

El 47% representó la capacidad instalada de hidroeléctricas en Latinoamérica en 2016, la energía que se generó por este tipo a nivel mundial fue básicamente de 16%, señala el estudio.

En el contexto de 2017 el Banco Interamericano de Desarrollo -BID- en su estudio “La revolución digital de la energía hidroeléctrica en los países latinoamericanos”, respecto al comportamiento de la energía producida de este tipo en la región, indica que la capacidad instalada para ese año era superior al 40%.

La generación de energía hidroeléctrica representa más de la mitad de la producción de energía eléctrica en Latinoamérica y el Caribe (ALC). En 2017, la capacidad instalada total de energía hidroeléctrica alcanzó casi los 186 GW, lo que representa el 45 % de la capacidad instalada total en la región. (Arch, 2020)

La mitad de la energía era generada por medio de las hidroeléctricas instaladas en diferentes partes de la región latinoamericana en 2017. Y no se llegaba al 50% de capacidad instalada aún lo que evidencia el gran potencial de la región en este sentido.

Siempre en la línea del BID, según el artículo denominado “Las hidroeléctricas en Latinoamérica, ¿dónde estamos? y ¿hacia dónde vamos? De Arturo Alarcón³, publicado

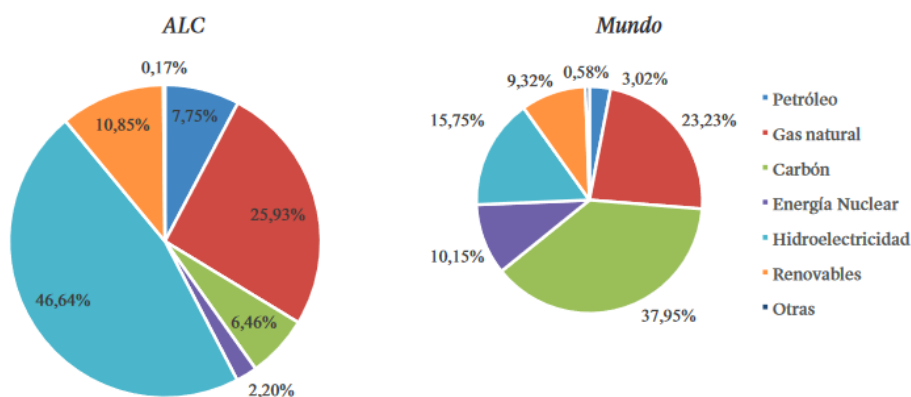
³ Según la página web del Banco Interamericano de Desarrollo -BID-, el autor Arturo D. Alarcón es un especialista senior de la División de Energía de dicho banco y trabaja desde 2010 en el desarrollo y supervisión de proyectos de generación, transmisión, distribución, electrificación rural y energías alternativas en la región de latinoamerica, indica. (BID,2020)

en la página web de dicho banco, en 2018 a nivel de la región la hidroelectricidad componía la mayor parte de la matriz energética de los países latinoamericanos aludiendo que según el comportamiento actual, se estima que esto siga en crecimiento para los próximos años.

La Asociación Internacional de la Hidroelectricidad (IHA, en inglés) publicó el mes pasado, como preámbulo a su congreso mundial, el reporte anual del estado del sector. Los datos muestran que en el 2018 entraron en operación en Latinoamérica cerca de 5 Giga-watts (GW) de nuevas centrales, impulsado principalmente por la entrada en operación de 3.055 Mega-watts (MW) de las unidades de Belo Monte (central de 11.000 MW) en Brasil. Con esto, Brasil se ha convertido en el segundo país con mayor capacidad instalada en el mundo, con 104 GW, detrás de China que tiene 352 GW. Adicionalmente, los datos de la IHA muestran que, además de Brasil, entraron en operación 556 MW en Ecuador, 111 MW en Perú, 111 MW en Colombia, 110 MW en Chile, 61 MW en Guatemala, 55 MW en Bolivia, 46 MW en Argentina y 17 MW en Panamá, y se encuentran en construcción varios miles de MW en Brasil, Colombia, Bolivia, Ecuador y otros países. (Alarcón A. D., 2019)

Guatemala para ese año ocupaba un lugar importante en la región en cuanto a la generación de energía por medio de hidroeléctricas se refiere, tomando como referencia que Brasil para dicho año ocupaba el segundo lugar en este campo solo después de China.

Gráfica 1 Generación eléctrica por fuente en ALC y el mundo, 2018 (en porcentaje)



Fuente: Informe El Cambio y el Desarrollo Energético Sostenible en América Latina y El Caribe al Amparo del Acuerdo de París y de la Agenda 2030, Fundación Carolina, 2019.

2.2 Panorama de la cobertura energética a nivel mundial

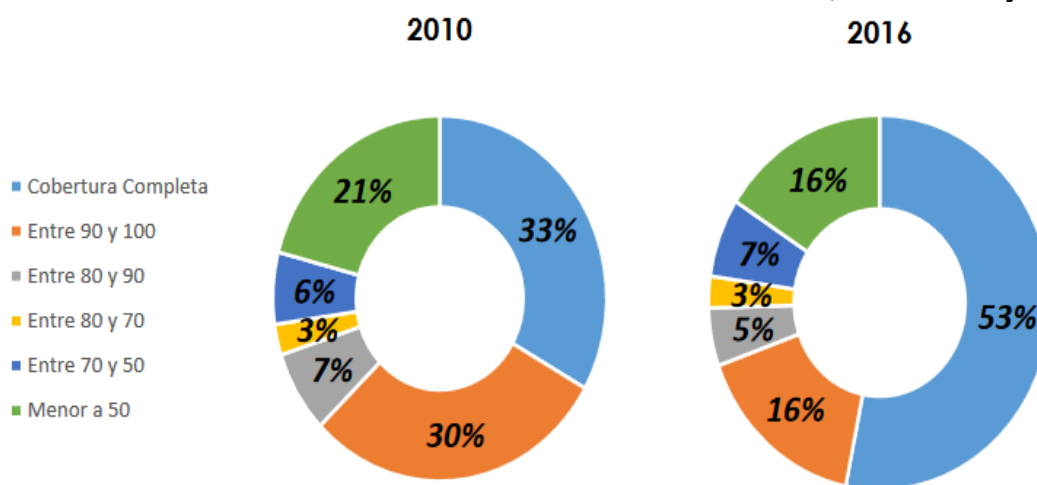
El reporte de la situación mundial denominado “energías renovables 2016” (de España) en lo que respecta a su publicación, señala que 2015 en sus hallazgos claves para dicho año la cobertura de energía eléctrica en ese ámbito, menos del 20% de la población no contaba con acceso a dicho servicio básico.

Alrededor de 1.2 mil millones de personas (17% de la población mundial) viven sin electricidad, la gran mayoría se encuentra ubicada en la región de Asia-Pacífico y en el África subsahariana. (REN21, 2016)

Más de mil millones de personas no contaban con cobertura energética distribuidos en su mayor parte en los continentes de Asia y África, respectivamente. Interpretando el reporte de “energías renovables 2016” el 83% de la población mundial sí contaba con acceso a dicho servicio, en teoría.

En 2016 el documento del Ministerio de Energía y Minas de la Política Nacional de Electrificación Rural 2019 – 2032, indica que 2016 la distribución de cobertura eléctrica desde el punto de vista mundial era que únicamente para ese entonces del 100 % solo el 53% de la población tenía cobertura completa del servicio. Lo anterior según su gráfica denominada “Distribución de cobertura eléctrica a nivel mundial, años 2010 y 2016” con datos estimados según indica en su fuente del Banco Mundial.

Gráfica 2 Distribución de cobertura eléctrica a nivel mundial, años 2010 y 2016



Fuente: Política Nacional de Electrificación Rural 2019 - 2032

Siguiendo la línea temporal el “Informe sobre los avances en materia de energía” de 2019, realizado en conjunto por los organismos: Banco Mundial, la Agencia Internacional de Energía (AIE), la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), la División de Estadística de las Naciones Unidas (DENU) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), expresa que en 2017 la cobertura de energía eléctrica a nivel mundial se encontraba alrededor del 89%.

Gracias a los considerables esfuerzos realizados en el mundo en desarrollo, la tasa de electrificación a nivel mundial alcanzó el 89 % en 2017 (un aumento respecto del 83 % registrado en 2010), a pesar de que aún quedan unos 840 millones de personas sin acceso. (BM, 2019)

El porcentaje de población a nivel mundial en 2017 era más que relevante, aunque aun así millones de personas en el globo terráqueo se encontraban en una situación problemática de cobertura de este servicio tan importante.

2.2.1 Panorama de la cobertura energética en América Latina

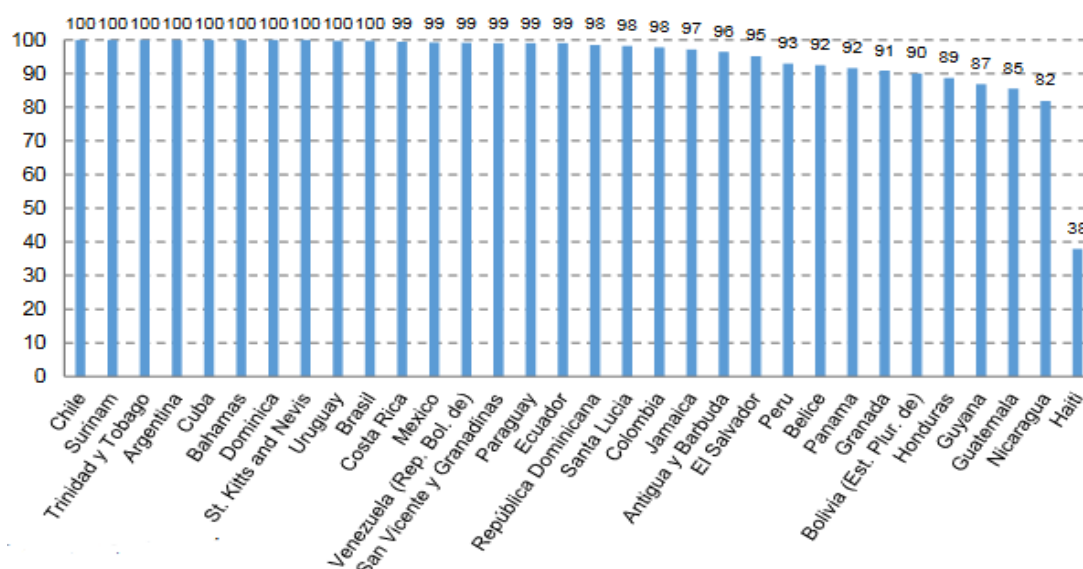
Debido a la ausencia del dato en concreto de la cobertura de energía eléctrica para 2015 en la región latinoamericana, se considera un año anterior (2014) dado la cercanía de temporalidad que tiene un año respecto al otro. Desde tal punto de vista para dicho año la mayoría de los países de la región estaban por arriba del 90% (algunos incluso estaban en su cobertura total), a excepción de: Honduras (89%), Guyana (87%), Guatemala (85%), Nicaragua (82%) y por último Haití (con un 38%), respectivamente. Lo anterior según el Informe de “Avances en materia de energías sostenibles en América Latina y el Caribe, Resultados del Marco de Seguimiento Mundial, informe 2017”, en promedio según dicho informe la región oscilaba en un 97% (gráfico sobre América latina y el Caribe, acceso a la energía: porcentaje de la población con acceso a la electricidad).

En estas circunstancias resulta de crucial importancia contar con datos de indicadores desagregados por países, de forma de poder identificar claramente la performance de cada uno de ellos, particularmente de aquellos que cargan con una mayor responsabilidad en los déficits constatados a nivel regional y que son por tanto los que

deberán hacer los mayores esfuerzos por cerrar la brecha de aquí al 2030. Entre estos últimos se puede mencionar a aquellos como Granada, Honduras, Guyana, Guatemala, Nicaragua, y Haití, en los que más de un 10% de la población carece de acceso al servicio eléctrico. (CEPAL, 2017)

Dos países de la región Centroamericana se encontraban en los últimos lugares respecto a la cobertura de energía eléctrica para ese año, como se indicó anteriormente su cobertura era menor al 90%.

Gráfica 3 ALyC, acceso a la energía: porcentaje de la población de cada con acceso a electricidad (2014)



Fuente: Informe Avances en Materia de Energías Sostenibles en América Latina y el Caribe, CEPAL 2017.

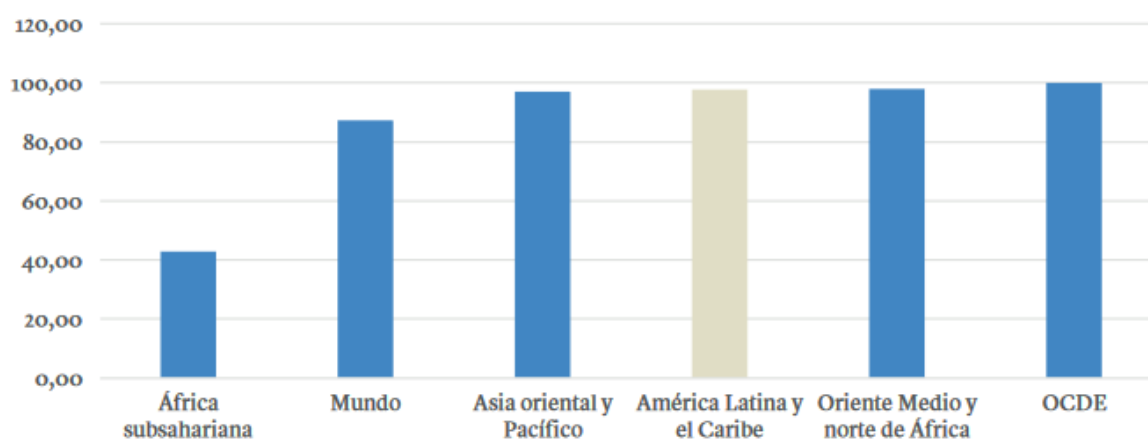
En 2016 el documento de trabajo “El cambio climático y el desarrollo energético sostenible en América Latina y el Caribe al amparo del Acuerdo de París y de la Agenda 2030”, del autor Lennys Rivera Albarracín comenta que, en lo que respecta a la cobertura energética de América Latina y el Caribe para ese año la región presentaba una cobertura de energía de más del 95%.

Por otro lado, en el mismo año la tasa de acceso a la electricidad de ALC era del 97,8%, por lo cual se encuentra entre las más altas del mundo, y su índice agregado fue del 87,38% para el mismo año. De hecho, está entre las regiones en desarrollo que en 2016 presentaban la tasa de acceso más cercana al 100%. Sin embargo, a pesar de la gran

expansión alcanzada, en 2014 alrededor de 18,5 millones de personas aún no tenían acceso a la electricidad. (Lennys, 2019)

A pesar del gran incremento de acceso o cobertura eléctrica en la región aun así había millones de personas que para ese entonces no contaban con ese servicio básico en sus respectivas regiones, tal como se demuestra en la gráfica de abajo.

Gráfica 4 Acceso a la electricidad por regiones y mundo, 2016 (porcentaje de población)



Fuente: Obtenido del Informe El Cambio y el Desarrollo Energético Sostenible en América Latina y El Caribe al Amparo del Acuerdo de París y de la Agenda 2030, Fundación Carolina, 2019. Los países integrantes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos -OCDE-, según indica su página web su misión es diseñar políticas mejores para una vida ideal, está compuesta por 37 estados miembros.

Mientras que el documento “Informe sobre los avances en materia de energía” de 2019, realizado en conjunto por los organismos: Banco Mundial, la Agencia Internacional de Energía (AIE), la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), la División de Estadística de las Naciones Unidas (DENU) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), menciona que en 2017 la cobertura de energía eléctrica a nivel de Latinoamérica estaba alrededor del 98%.

Las tasas de acceso en América Latina y el Caribe, así como en Asia oriental y sudoriental, ascendieron al 98 % en 2017. Entre los 20 países con las poblaciones más numerosas sin acceso a la electricidad, India, Bangladesh, Kenya y Myanmar registraron los avances más importantes desde 2010. (BM, 2019)

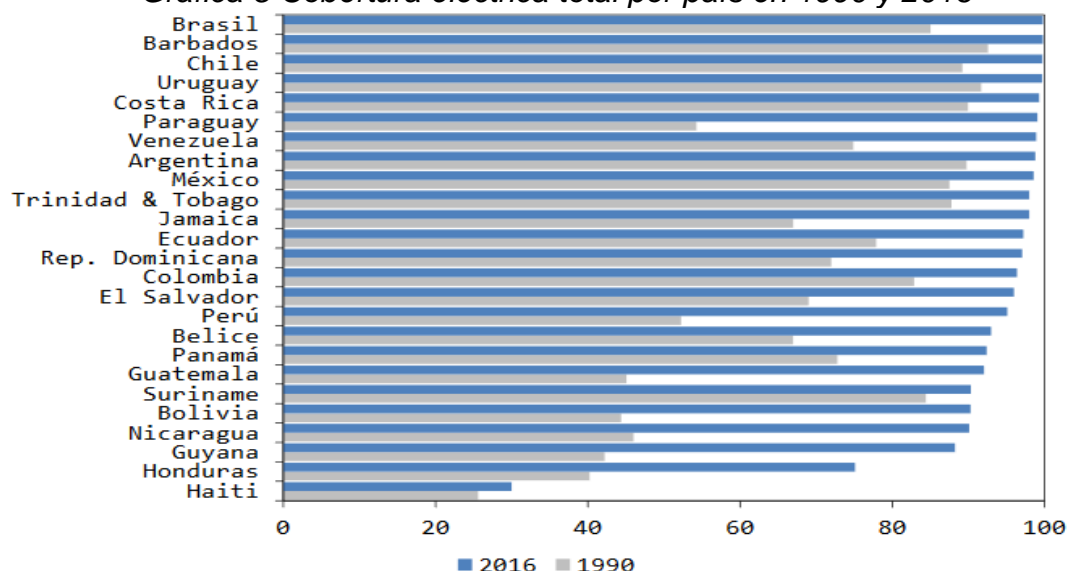
La región de Latinoamérica para ese año, según dicho informe en términos relativos puede decirse que estaba sumamente bien, acercándose de alguna forma a la totalidad de cobertura eléctrica que términos ideales es del 100%.

En lo que respecta al panorama en 2018 el Banco Interamericano de Desarrollo -BID- en su documento “Acceso y asequibilidad a la energía eléctrica en América Latina y el Caribe” de la División de Energía de dicho Banco, señala que en 2018 la región en conjunto promedia un acceso al servicio básico de energía de más del 95%.

A comienzos de la década de 1990 la gran mayoría de las poblaciones urbanas ya tenían acceso a la electricidad y el mayor avance se dio en el medio rural donde la tasa de electrificación pasó de 65% en 1990 a 87% en 2012. Hoy por hoy la tasa de electrificación total en la región es del 97% lo que significa una brecha de 19.04 millones de personas que todavía carecen de acceso. (Sanin, 2019)

En los últimos 25 años la cobertura energética en la región ha crecido significativamente; sin embargo, millones de persona aún se mantienen en la brecha de la no cobertura energética. El mismo documento presenta una reseña grafica acerca del comportamiento acerca de la cobertura eléctrica en la región para un mayor panorama acerca evolución en el tiempo, en este caso un aproximado de 25 años como se comentó anteriormente.

Gráfica 5 Cobertura eléctrica total por país en 1990 y 2016



Fuente: Obtenido del informe Acceso y Asequibilidad a la energía eléctrica en América Latina y el Caribe, División de Energía Banco Interamericano de Desarrollo -BID- 2019.

2.2.2 Panorama de la cobertura energética en Centroamérica

En 2015 el informe de “Integración Eléctrica Centroamericana, Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central”, elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo -BID-, resalta que la región para ese año su cobertura de energía eléctrica rondaba en el 92%.

Aunque las características del servicio eléctrico en la región varían por país de acuerdo con el desarrollo socioeconómico individual y la estructuración funcional de sus mercados eléctricos, a nivel individual todos los países han logrado avances significativos. Así, la cobertura del servicio eléctrico aumentó en la región de 40% de la población en 1975 a 92% en 2015, con Costa Rica cercano a la meta de acceso universal. (Carlos Echeverría, 2017)

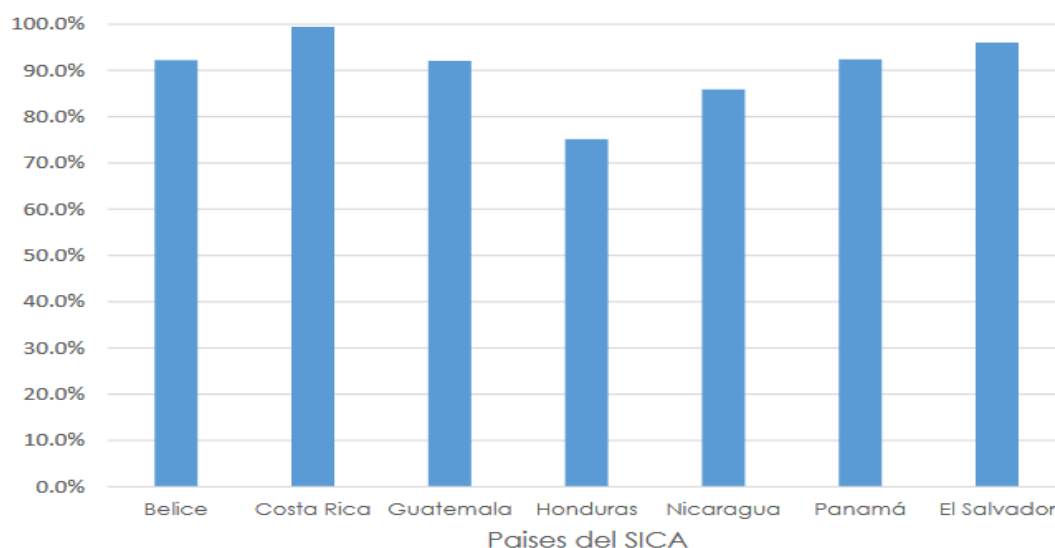
De la década del 70 a 2015 hubo un incremento sustancial en la región según el informe del BID, lo que representó al final un aumento de cobertura por arriba del 90%.

En 2016 el área de los países vecinos centroamericanos incluidos los países de Panamá y Belice, respectivamente. El documento de la Política Nacional de Electrificación Rural 2019 – 2032, en su gráfico “porcentaje de cobertura eléctrica a nivel regional para el año 2016” los países integrantes del SICA (siete integrantes en total) Costa Rica, El Salvador, Panamá, Belice y Guatemala estaban igual o mayor al 90 % de cobertura eléctrica, mientras que Nicaragua y Honduras estaban por debajo de dicho porcentaje (menos del 90% y 80%, respectivamente).

La región del SICA es una de las regiones a nivel mundial que contiene las mayores condiciones de pobreza, a esto se le adiciona que actualmente en la región del SICA existen aproximadamente más de 5 millones de personas que no cuentan con el servicio de energía eléctrica. (MEM, 2019)

Por la situación de pobreza que prevalece en varios de los países integrantes del SICA, aunado a otros factores para ese año había millones de personas que no contaban con acceso al servicio eléctrico en sus hogares. Tal como se muestra en la gráfica de abajo.

Gráfica 6 Porcentaje de cobertura eléctrica a nivel regional para el año 2016



Fuente: Política Nacional de Electrificación Rural 2019 - 2032

Siempre en los países del SICA la cobertura eléctrica para los países integrantes, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe -CEPAL- en su informe “Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) 2017”, en el cuadro “cobertura eléctrica porcentual, 2000, 2007 y 2017”, indica que los países integrantes en promedio su cobertura era de 92%, mientras el caso solamente de Centroamérica rondaba en un 90.7%. En lo que respecta al país que tenía para ese entonces el mayor porcentaje de cobertura era Costa Rica con 99.4%, Guatemala según ese informe estaba en un 92.4 (a nivel nacional), lo anterior en temporalidad de 2017. Tal como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 1 SICA: cobertura eléctrica porcentual, 2000, 2007 y 2017

	2000	2007	2017	Habitantes sin electrificar (en miles)
SICA	73,7	81,7	92,0	4 576
Centroamérica	69,1	78,6	90,7	4 293
Costa Rica	97,1	98,6	99,4	30
República Dominicana	90,2	92,9	97,6	264
El Salvador	84,5	91,1	96,7	211
Belice	81,0	85,0	94,8	19
Panamá	83,7	87,4	92,9	292
Guatemala	73,0	84,7	92,4	1 260
Nicaragua	44,0	59,4	92,3	480
Honduras	43,1	57,1	77,2	2 020

Fuente: Obtenido del informe Estadísticas del Subsector Eléctrico de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), 2017, CEPAL.

2.3 Objetivos de desarrollo sostenible

En 2015 los presidentes de alrededor de aproximadamente 150 países agendaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible, principalmente con el objetivo de aplicar paliativos por decirlo de alguna forma para la aplicación de ciertas medidas que conlleven a sociedades más equitativas en todas sus formas posibles. De acuerdo con su agenda de desarrollo se estipularon 17 objetivos con el fin de contribuir a tales tipos de sociedades, siendo estos: fin de la pobreza, hambre cero, salud y bienestar, educación de calidad, energía asequible y no contaminante, trabajo decente y crecimiento económico, industria, innovación e infraestructura, reducción de las desigualdades, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsables, acción por el clima, vida submarina, vida de ecosistemas terrestres, paz justicia e instituciones solidas y finalmente alianzas para lograr los objetivos, respectivamente.

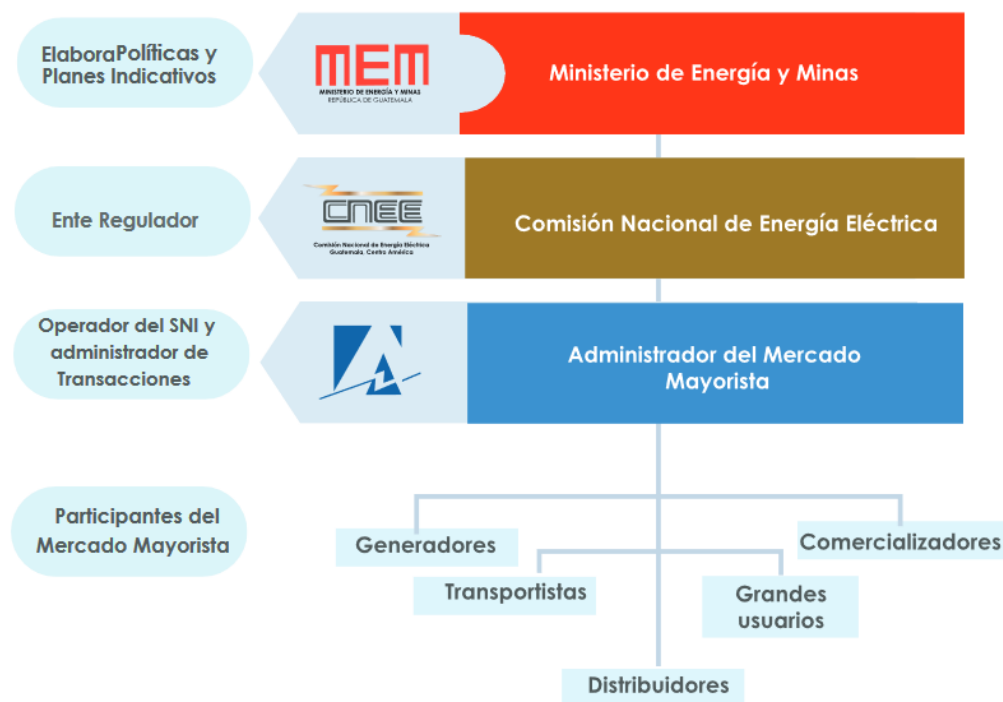
Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, también conocidos como Objetivos Mundiales, se adoptaron por todos los Estados Miembros en 2015 como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030. Los 17 ODS están integrados, ya que reconocen que las intervenciones en un área afectarán los resultados de otras y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad medio ambiental, económica y social. (PNUD, 2020)

En ese sentido podría decirse que todos los Objetivos de Desarrollo en alguna medida u otra uno a otro se ven afectados en diferentes formas si no se logra un cierto equilibrio en el cumplimiento de estos, dado que en apariencia su fin último estriba en proporcionar algún tipo de igualdad mayormente en los ámbitos de eliminación de la pobreza, protección del medio ambiente y crecimiento económico, por ejemplo. Asimismo, es de resaltar el Objetivo de Desarrollo Sostenible acerca de la energía asequible y no contaminante, derivado que actualmente aún se mantiene una brecha de personas alrededor del mundo sin acceso a este servicio tan básico e importante para el desarrollo de sus actividades propiamente que resultan ser inherentes a la vida, tal como se ha indicado en párrafos anteriores sobre este tema.

2.4 El sector energético en Guatemala

En el “Informe Estadístico 2016 Dirección General de Energía” del MEM, señala que Guatemala en lo que respecta al sector energético, se encuentra conformado por los subsectores: eléctrico e hidrocarburos, respectivamente. El subsector eléctrico está consignado según consta en la Ley General de Electricidad y sus reglamentos, por la entidad rectora Ministerio de Energía y Minas -MEM-, la cual se encarga de las políticas que deben aplicarse al subsector de acuerdo con la Ley anteriormente mencionada. Y a través de este subsector se suministra energía eléctrica en óptimas condiciones al consumidor final, apunta.

Gráfica 7 Composición del subsector eléctrico



Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2020

2.4.1 Composición del subsector eléctrico

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica define a cada una de las instituciones que conforman el subsector eléctrico de la siguiente forma:

Ministerio de Energía y Minas: Es el órgano del Estado responsable de formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos relativos al subsector eléctrico y aplicar la Ley General de Electricidad y su reglamento para dar cumplimiento a sus obligaciones.

Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE): Órgano Técnico del Ministerio encargado de cumplir y hacer cumplir la Ley General de Electricidad, velar por el cumplimiento de las obligaciones de los adjudicatarios y concesionarios, proteger los derechos de los usuarios, prevenir conductas atentatorias contra la libre competencia, definir tarifas de transmisión y distribución, dirimir controversias entre los agentes, entre otros.

Administrador del Mercado Mayorista (AMM): es una entidad privada sin fines de lucro, que coordina las transacciones entre los participantes del Mercado Mayorista de Electricidad, y vela por el mantenimiento de la calidad y la seguridad del suministro de energía eléctrica en Guatemala. (CNEE, 2014)

Mientras que el MEM a los otros integrantes del subsector eléctrico los describe como:

Generadores: que tienen una potencia máxima mayor a los cinco megavatios (5 MW).

Comercializadores, importadores y exportadores: que compran o venden bloques de energía eléctrica, asociados a una Oferta Firme Eficiente o Demanda Firme, de por lo menos cinco megavatios (5 MW).

Distribuidores: que cuentan con un mínimo de quince mil (15,000) usuarios. Este requisito no será aplicable a las Empresas Eléctricas Municipales, quienes únicamente deberán tenerla autorización otorgada por el Ministerio de Energía y Minas, para constituirse como distribuidores. Para el caso de los distribuidores privados, deberán tener una demanda de por lo menos 100 kW.

Transportistas: que tienen una capacidad de transporte mínima de diez megavatios (10 MW).

Gran Usuario: Consumidor de energía, cuya demanda de potencia debe estar arriba de 100 KW. (Ministerio de Energía y Minas, 2019)

A continuación, se presenta como se encuentra actualmente la composición del marco legal del sector eléctrico, según lo da conocer el documento Mercado Eléctrico de Guatemala del Administrador del Mercado Mayorista -AMM-.

Gráfica 8 Marco legal del sector eléctrico de Guatemala



Fuente: Obtenido del documento Mercado Eléctrico de Guatemala del AMM, 2020.

2.5 Ley General de Electricidad

De acuerdo con el subsector eléctrico la Ley General de Electricidad decreto No. 93-96, desde el punto de vista legal según consta en dicha ley, norma todo lo relacionado al conjunto de actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de energía eléctrica, de acuerdo con su artículo 1.

- a. Es libre la generación de electricidad y no se requiere para ello autorización o condición previa por parte del Estado, más que las reconocidas por la Constitución Política de la República de Guatemala y las leyes del país.
- b. Es libre el transporte de electricidad, cuando para ello no sea necesario utilizar bienes de dominio público; también es libre el servicio de distribución privada de electricidad.

- c. En los términos a que se refiere esta ley, el transporte de electricidad que implique la utilización de bienes de dominio público y el servicio de distribución final de electricidad, estarán sujetos a autorización.
- d. Son libres los precios por la prestación del servicio de electricidad, con la excepción de los servicios de transporte y distribución sujetos a autorización. Las transferencias de energía entre generadores, comercializadores, importadores y exportadores, que resulten de la operación del mercado mayorista, estarán sujetos a regulación en los términos a que se refiere la presente ley. (CNEE, 2013)

La generación de electricidad es libre; sin embargo, cuando el transporte de electricidad requiera de uso de bienes públicos deberá estar sujeto a autorizaciones correspondientes.

2.6 El mercado de oportunidad

También conocido como mercado spot y según la CNEE en su informe estadístico Gerencia de Planificación y Vigilancia de Mercados Eléctricos 2015, lo cataloga como el conjunto de transacciones de compra y venta de energía de corto plazo, las transacciones que se realizan en ese mercado se finalizan al precio spot de la energía.

2.7 El precio spot de la energía

Según reglamento del Administrador del Mercado Mayorista, precio spot es “el costo marginal de corto plazo de la energía en cada hora, o en el periodo que defina la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, establecido por el Administrador del Mercado Mayorista, como resultado del despacho”.

El precio spot pueda estar sujeto a cambios de variación, tal como se describe en el documento Perfil Energético de Guatemala, bases para el entendimiento del estado actual y tendencias de la energía (elaborado por la Universidad Rafael Landívar -URL- en junio de 2018). Indicando que una disminución en el precio spot se puede producir por: a) una caída en los precios del petróleo; b) disminución en la demanda energética; c) durante la estación lluviosa, cuando existe un excedente de hidroelectricidad (la cual

tiene un costo más bajo); o d) por el ingreso de nuevas tecnologías al mercado (aumento de la oferta energética) (INCYT, 2018)

Por el lado de un aumento del precio spot el mismo documento señala lo siguiente: a) el incremento en los precios del petróleo; b) el aumento en la demanda energética, c) un aumento en la generación de energía con combustibles fósiles, indica.

2.8 Tarifa social de energía

La Ley General de Electricidad en su contenido menciona aspectos de relevancia sobre la tarifa de usuarios aplicado al consumidor final comentando al respecto lo siguiente:

Las tarifas a usuarios de Servicio de Distribución Final serán determinadas por la Comisión, a través de adicionar los componentes de costos de adquisición de potencia y energía, libremente pactados entre generadores y distribuidores y referidos a la entrada de la red de distribución con los componentes de costos eficientes de distribución. Las tarifas se estructurarán de modo que promuevan la igualdad de tratamiento a los consumidores y la eficiencia económica del sector. En ningún caso los costos atribuibles al servicio prestado a una categoría de usuarios podrán ser recuperados mediante tarifas cobradas a otros usuarios. (MEM, 2020)

De acuerdo con lo anterior las tarifas se determinan por la CNEE, el ideal de búsqueda de acuerdo con esa determinación es que exista algún tipo de paridad en la eficiencia y trato hacia el consumidor final.

La tarifa social de energía eléctrica está formada por el cargo por consumidor “tarifa por consumo” y cargo unitario por energía (que es un cargo fijo), el cargo por consumidor varía de acuerdo con las disposiciones de Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

Con relación a la variación de la tarifa social básicamente se encuentra en función como anteriormente se comentó por disposiciones de la CNEE y según el documento Mercado de Energía Eléctrica, Guía del inversionista de dicha comisión al respecto indica: “Las tarifas a usuarios del servicio de distribución final de electricidad son fijadas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica cada cinco años. Las tarifas son ajustadas cada 3 meses por las compras de electricidad que efectúe la Distribuidora, puntualiza.

En su boletín de prensa Ajuste Tarifario Trimestral, periodo noviembre 2019 – enero 2020, la CNEE comenta que, “La Tarifa Social se aplica a 2.8 millones de familias guatemaltecas, equivalente al 94% de usuarios del país, los usuarios de Tarifa Social de todo el país, que tengan un consumo mensual hasta 100 kilovatios hora (aproximadamente 1.7 millones de familias guatemaltecas, equivalente al 60% de usuarios del país), son beneficiados con un descuento en su facturación, resultado de la aplicación del “Aporte a la Tarifa Social INDE”, de acuerdo a los criterios definidos por el Instituto Nacional de Electrificación –INDE – (CNEE, 2020), concluye.

2.9 Principal Distribuidora de energía eléctrica Guatemala

Cabe señalar que la principal distribuidora de energía eléctrica es la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. (EEGSA) que es una de las empresas de energía eléctrica que brinda el servicio de energía a la Ciudad Capital, según lo que indica en el “Informe Avanzado 2019”, tiene más de un millón de clientes.

Una empresa que por más 125 años ha servido a los guatemaltecos distribuyéndoles energía eléctrica. Actualmente, tiene más de 1 millón 300 mil clientes y por su red circula el 41% de la energía del país en los departamentos más industrializados a nivel nacional, Guatemala, Escuintla y Sacatepéquez. Pertenece desde hace 10 años al Grupo EPM de Medellín, Colombia. (EEGSA, 2019)

Distribuye energía a los tres departamentos más industrializados, brindando más del 41% de la energía actualmente, sus capitales son de origen colombiano.

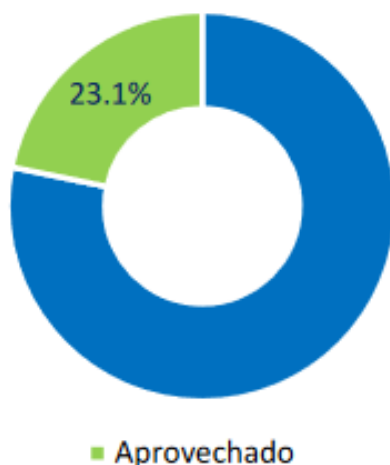
2.10 Panorama de la energía hidroeléctrica en Guatemala

La matriz energética según el Ministerio de Energía y Minas -MEM- en la Política Energética 2019 - 2050 por matriz energética (MEM, 2019) debe entenderse que es una “representación cuantitativa de toda la energía disponible en un determinado territorio, región, país, o continente para ser utilizada en los diversos procesos productivos” p.15. Se detalla la generación de energía de diferentes índoles que produce todo un territorio, en este caso Guatemala.

Según el informe de Generación Hidroeléctrica realizado por la Dirección General de Energía de 2018, Guatemala es un país que cuenta con una gran cantidad de recursos renovables que aparentemente hasta esa fecha habían sido utilizados en una pequeña cuantía a pesar de la gran diversidad existente. Es importante resaltar que la entidad anteriormente mencionada pertenece al Ministerio de Energía y Minas (MEM) de Guatemala.

El mismo informe indica que solamente el 23.1% del 100% de la energía hidroeléctrica era aprovechable para ese año de un potencial teóricamente de 6,000 MW, bajo ese punto de vista se entiende que existía para tal fecha un desaprovechamiento del 76.9% de ese tipo de energía.

Gráfica 9 Potencial hídrico de Guatemala (de 6000 MW)



Fuente: Obtenido del informe Generación Hidroeléctrica del Ministerio de Energía y Minas -MEM-, 2018.

Todo lo anterior consecuentemente lleva a una pregunta importante en cuanto al tema de las hidroeléctricas: ¿Qué son?

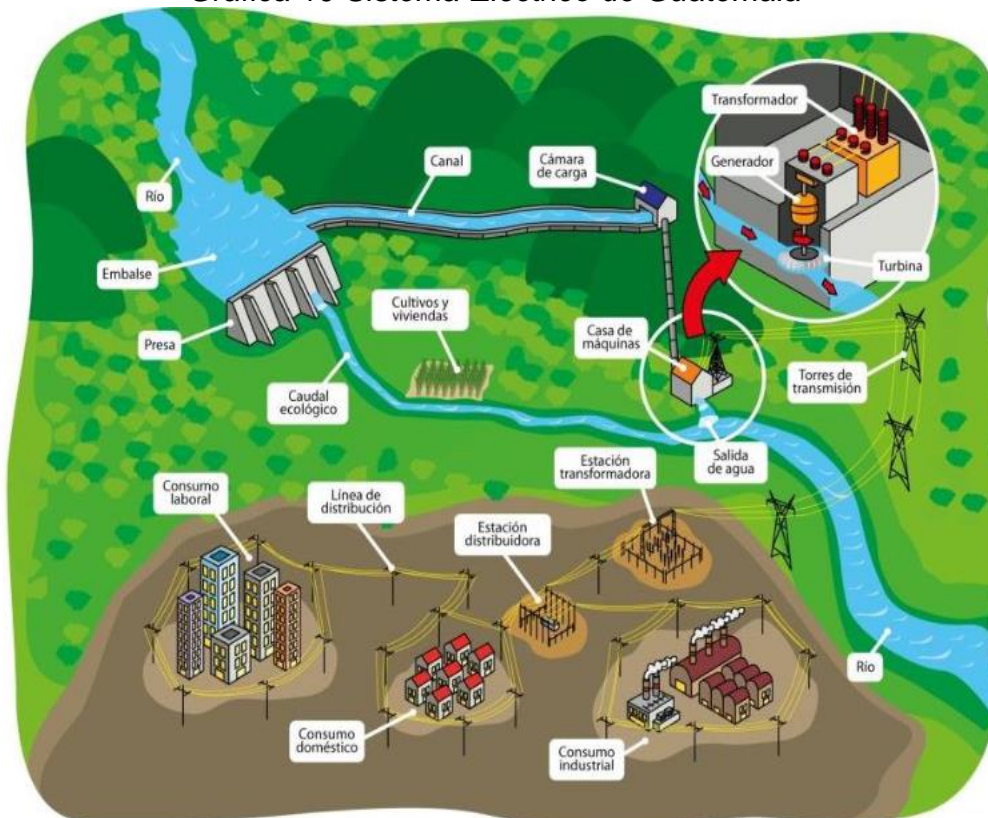
Las centrales hidroeléctricas son instalaciones que permiten aprovechar, mediante una diferencia de alturas, la energía potencial contenida en la masa de agua que transportan los ríos para convertirla en energía eléctrica. El agua al ser conducida por canales, túneles y tuberías transforma su energía potencial en cinética, es decir adquiere

velocidad que al llegar a las turbinas actúa sobre los alabes⁴ del rotor haciéndolo girar, el que, unido a un generador, produce energía eléctrica. (MEM, 2018)

Los ríos son conductores naturales del elemento agua la cual según el informe del MEM, es aprovechada por una hidroeléctrica con el objetivo de convertirla en energía eléctrica.

Este tipo de instalaciones se encuentran por decirlo de alguna forma conectadas al Sistema Eléctrico de Guatemala, para una mayor ilustración se presenta la siguiente imagen obtenida del documento Mercado de Energía Eléctrica, Guía del Inversionista de la CNEE.

Gráfica 10 Sistema Eléctrico de Guatemala⁵



Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica

⁴ Según la RAE es cada una de las paletas de una turbomáquina que reciben el impulso o impulsan el fluido, señala.

⁵ Según la CNEE en su documento Mercado de Energía Eléctrica Guía del Inversionista, la forma más sucinta de representar este sistema es la siguiente: generación (la oferta de energía eléctrica), transporte (el medio de transferencia de la energía eléctrica de los sitios de producción a los de consumo), por último, de distribución (consumo de energía eléctrica), apunta.

2.11 Panorama de la Cobertura energética a nivel nacional

El informe Índice de Cobertura Eléctrica 2015 del Ministerio de Energía y Minas (MEM) señala que, para dicho año, la cobertura de ese servicio a nivel nacional fue de 91.96% y que para ese mismo año el número de usuarios para el mes de diciembre fueron de 3,025,511. Es importante remarcar qué indica el MEM acerca de lo que debe entenderse por el Índice de Cobertura Eléctrica.

Se refiere al número de viviendas (usuarios que poseen el servicio de energía eléctrica), con respecto al número total viviendas de una región determinada, y es expresado en porcentaje (%). Se toma de base la información de la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida ENCOVI, proporcionada por Instituto Nacional de Estadística –INE-. (MEM, 2015)

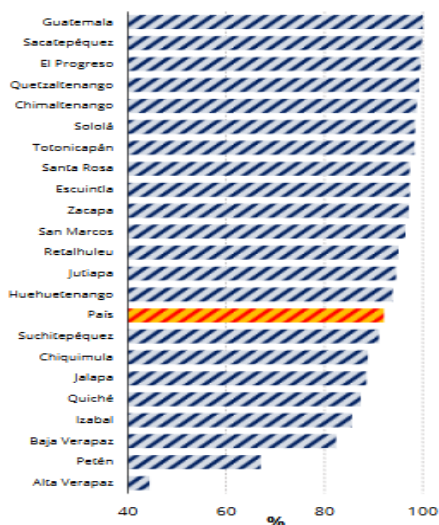
Es importante la determinación de los usuarios que tienen acceso por medio de su vivienda al servicio básico de la energía eléctrica para saber realmente cuál es la cobertura de dicho servicio, todo esto con base a la información proporcionada por el INE en sus estudios respectivos del tema.

En el mismo informe del MEM (solo que ahora en 2016) denominado “Índice de Cobertura Eléctrica 2016” (MEM, 2016) señala que para el mes de diciembre de ese año la cobertura de energía a nivel nacional era del 92.06% (del 100%) y que los usuarios demandantes de ese servicio conformaban alrededor de 3, 153, 214. Respecto al año 2015 hubo un ligero aumento de porcentaje de cobertura y de usuarios.

También el informe Estadísticas del Subsector Eléctrico de los países integrantes del Sistema de la Integración Centroamericana de la CEPAL, presenta la siguiente gráfica a 2016 en la cual se representan todos los departamentos integrantes de Guatemala. Por el total de viviendas, número de usuarios que para ese entonces contaban con el acceso al servicio de electricidad para finalmente presentar un índice de electricidad para todos los departamentos integrantes de una forma prolija de acuerdo el informe de estadísticas del subsector eléctrico de los países integrantes del SICA.

Cuadro 2 Guatemala: desglose del índice de cobertura eléctrica, 2016

Departamento	Total de viviendas	Usuarios con electricidad	Índice %
Total en 2106	3 425 340	3 153 214	92,06
Alta Verapaz	203 945	90 463	44,36
Baja Verapaz	60 900	50 142	82,33
Chimaltenango	121 128	119 599	98,74
Chiquimula	85 489	75 925	88,81
El Progreso	45 327	45 102	99,50
Escuintla	186 096	181 055	97,29
Guatemala	949 704	949 555	99,98
Huehuetenango	222 254	208 490	93,81
Izabal	83 579	71 493	85,54
Jalapa	68 117	60 286	88,50
Jutiapa	113 109	106 916	94,52
Petén	124 183	83 207	67,00
Quetzaltenango	197 081	195 490	99,19
Quiché	167 967	146 722	87,35
Retalhuleu	66 963	63 644	95,04
Sacatepéquez	93 983	93 802	99,81
San Marcos	203 072	195 853	96,45
Santa Rosa	84 848	82 575	97,32
Sololá	80 357	79 058	98,38
Suchitepéquez	111 007	101 031	91,01
Totonicapán	92 242	90 658	98,28
Zacapa	63 989	62 148	97,12

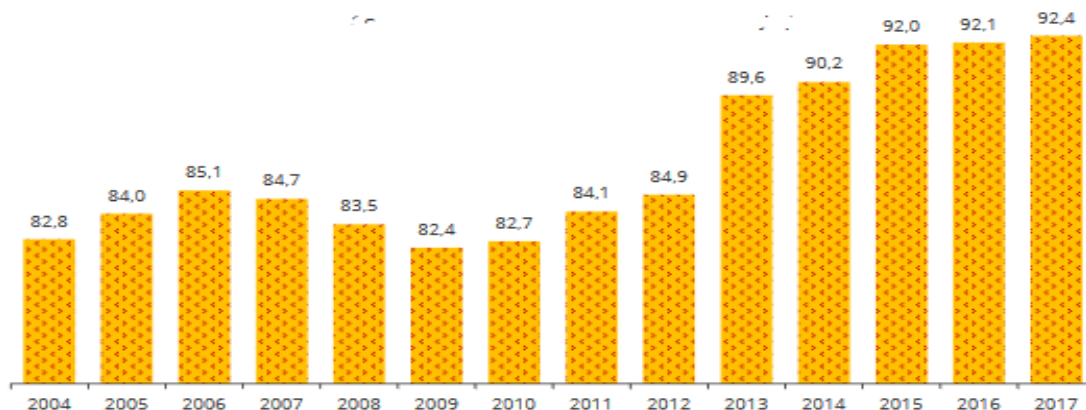


Fuente: Obtenido del informe Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), 2017, CEPAL.

En el cuadro anterior se observa que en 2016 los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez tenían el mayor índice de cobertura con 99.98% y 99.81%, respectivamente. Petén y Alta Verapaz eran los departamentos que presentaban los menores índices de cobertura para ese año.

Mientras tanto el mismo informe anterior de la CEPAL, presenta la siguiente gráfica de 2004 a 2017 sobre la cobertura de energía eléctrica a nivel nacional de Guatemala.

Gráfica 11 Cobertura eléctrica nacional (en porcentajes) de Guatemala a 2017



Fuente: Obtenido del informe Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), 2017, CEPAL.

Se observa que en la gráfica el índice de cobertura ha presentado alzas y bajas en el periodo 2004 – 2009, a partir de 2010 presenta un crecimiento continuo hasta 2017 donde se tuvo un índice de 92.4 puntos porcentual según dicho informe de la CEPAL.

Sin embargo, en contraste por el lado de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica Guatemala, Centro América, -CNEE- en el Informe estadístico denominado “Gerencia de Planificación y Vigilancia de Mercados Eléctricos 2015 – 2019”, el índice de electrificación en 2017 con el que Guatemala contaba rondaba en un 92.15%. El incremento de 2016 a 2017 fue muy poco en términos porcentuales.

Ya en 2018 nuevamente la CNEE en el mismo informe señalado anteriormente, indicaba que la cobertura de energía eléctrica era de 91.23 %. Lo que representa un decremento respecto a 2017. Bajo esta arista aún para dicho año no se lograba cubrir el 100% de cobertura de energía eléctrica a nivel nacional.

2.12 Información general del departamento de Alta Verapaz

El departamento de Alta Verapaz es uno de los 22 departamentos de Guatemala, ubicado al norte de esta capital. Sus recursos naturales resaltan entre el resto de los departamentos. Y su importancia en cuanto a la ubicación y generación de energía eléctrica por los proyectos hidroeléctricos en este departamento es más que considerable.

Departamento localizado al Norte de la República de Guatemala a 15°29'00" latitud Norte y 90°19'35" longitud Oeste. Cuenta con una extensión territorial de 8,686 km² equivalente al 8% del territorio nacional, tiene una altura media de 1,316 msnm, junto al departamento de Baja Verapaz integra la región nacional II Norte, dista aproximadamente 220 km de la Ciudad de Guatemala. Limita al Norte con Petén, al Oeste con Quiché; al Sur con Zacapa y Baja Verapaz y al Este con Izabal. (SEGEPLAN, 2011)

La extensión territorial de Alta Verapaz es un punto para resaltar, siendo parte de la región II del norte habiendo en Guatemala actualmente a la fecha VIII regiones que conforman en total el conjunto de departamentos del país. La distancia entre la capital y dicho departamento es de más de 200 km.

2.12.1 Proyectos hidroeléctricos están ubicados en Alta Verapaz

Según el informe de autorizaciones definitivas para la instalación de centrales hidroeléctricas otorgadas de 2019 para esa fecha había la cantidad de 63 proyectos hidroeléctricos distribuidos en los siguientes estados: en operación (34), en construcción (10), no ha iniciado construcción (13), en trámite de autorización (6), respectivamente. De estos proyectos hidroeléctricos en Alta Verapaz mayores a 5 MW⁶ estaban ubicados los siguientes:

1. Planta Hidroeléctrica Chixoy (en operación), Municipio de San Cristóbal.
2. Santa Teresa. (en operación), Municipio de San Miguel Tucurú.
3. Renace (en operación), Municipio de San Pedro Carcha.
4. Hidroeléctrica Cholomá (en operación), Municipio de Senahú.
5. Oxec (en operación), Municipio de Cahabón.
6. Renace II (Fase I, II) y Renace III
7. Hidroeléctrica Raaxha (en operación), Municipio de Chisec y Cobán.
8. Hidroeléctrica Secacao (en operación), Municipio de Senahú.
9. Hidroeléctrica Chichaic (en operación), Municipio de Cobán.
10. Oxec II (en construcción), Municipio de Santa María Cahabón.
11. Proyecto Renace IV (en operación) San Pedro Carchá.
12. El volcán (en construcción), Municipio de Santa María Cahabón.
13. Hidroeléctrica Santa Rita (en construcción), Municipio de Cobán.
14. Hidroeléctrica San Cristóbal DUKE (no ha iniciado construcción), municipio de San Cristóbal Verapaz.
15. Hidroeléctrica esmeralda (no ha iniciado construcción), Municipio de Tucurú.
16. Central Rocja Pontila (en trámite de autorización).
17. Hidroeléctrica entre ríos (no ha iniciado construcción), Municipio de San Agustín Lanquín. (DGE, 2019)

⁶ Según el MEM en su informe Estadísticas Subsector Eléctrico 2018 (presentado en 2019), en el Subsector Eléctrico existen ciertas abreviaturas que se utilizan en dicho ámbito, enfatizando que la potencia es la capacidad de entregar energía eléctrica y se dimensiona usualmente en kilovatios, por ejemplo 1 KW (un kilovatio): mil vatios, 1 MW (un megavatio): mil kilovatios. También enfatiza que la energía eléctrica se expresa de la siguiente forma: KWh (un kilovatio hora), MWh (un megavatio -hora) mil kilovatios hora, por último, GWh (un gigavatio hora) (un millón de kilovatios-hora).

Bajo la perspectiva anterior se evidencia que actualmente en el Departamento de Alta Verapaz para ese entonces existían 19 proyectos hidroeléctricos (debe contarse los otros proyectos de Renace en el punto 6). Bajo este enfoque significa que el 32% del 100% de proyectos hidroeléctricos que estaban en operación, estaban ubicados en el departamento de Alta Verapaz para ese entonces.

Existen también hidroeléctricas menores o iguales a 5MW ubicadas actualmente en el departamento de Alta Verapaz, según el Registro de Centrales Hidroeléctricas menores o iguales a 5 MW del Departamento de Desarrollo Energético de la Dirección General de Energía del MEM de 2019. Hidroeléctricas de ese tipo ya sea en operación (49), pendientes de entrar en operación (23) y en trámite de registro (5) para dar un total de 77 hidroeléctricas-

1. Hidroeléctrica Candelaria, S.A.
2. La perla.
3. Visión del Águila.
4. Mini hidroeléctrica San Joaquín.
5. Hidroeléctrica Samuc.
6. Hidroeléctricas Pacayas.
7. Proyecto hidroeléctrico San José Construcción y Operación
8. La Bendición Tzunutz. (en construcción)
9. Pequeña Hidroeléctrica Samuc 2. (DGE, 2019)

Para este caso en ese año había 8 proyectos de esta índole en operación y solamente uno en estado de construcción. De los 49 proyectos hidroeléctricos en operación básicamente 16.32% estaban en Alta Verapaz.

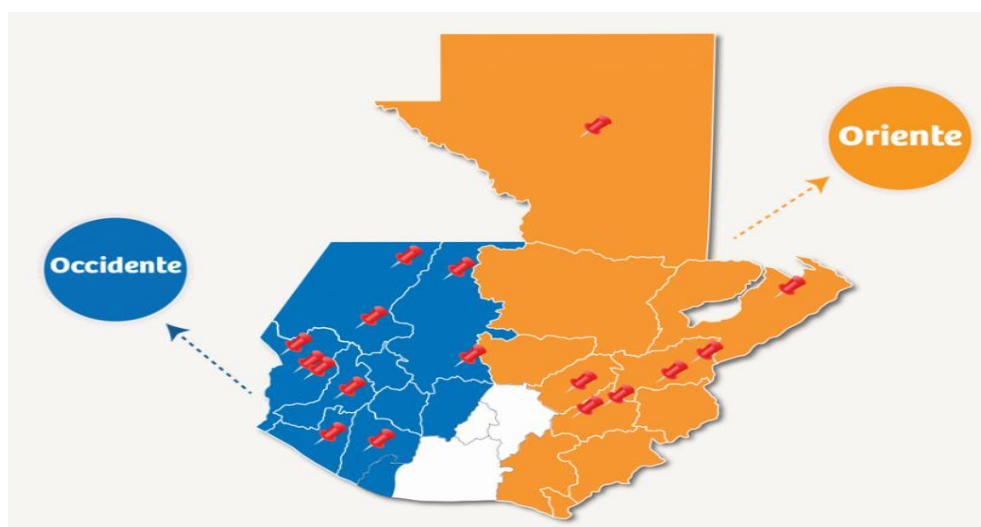
2.12.2 Principal distribuidora de energía eléctrica en Alta Verapaz

La distribuidora de energía Energuate es la encargada de la distribución para y hacia Alta Verapaz por medio de la Distribuidora de Electricidad de Oriente, S.A. (DEORSA) entre sus aspiraciones como institución.

La visión de esta institución consiste en: ser reconocidos por generar valor a través de la excelencia operativa, la renovación del portafolio de negocios y la creación de nuevas soluciones energéticas en armonía con nuestro entorno. Y brindar soluciones energéticas, innovadoras y sostenibles para desarrollar cada casa, empresa, ciudad y país. (Energuate, 2020)

En esencia es brindar un servicio eficiente a los usuarios de dicha distribuidora, ofreciendo un servicio idóneo con el objeto de que los hogares a donde ofrece su cobertura puedan tener un desarrollo desde el punto de vista que tenga acceso a un servicio básico como lo es la energía eléctrica, parra este caso en particular los hogares de Alta Verapaz.

Gráfica 12 Área de distribución de DEORSA



Fuente: Energuate (luz de mi tierra) año 2020, en color azul Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A.

El área de influencia de Deorsa abarca el departamento de Alta Verapaz tal como observa en la gráfica anterior, esto es sumamente importante debido a que esto es vital para el análisis de resultados que se desarrollarán más adelante.

En virtud del desarrollo temático anteriormente descrito se presenta el Trabajo Profesional de Graduación, con el tema “Análisis de la Incidencia de los Proyectos Hidroeléctricos Ubicados en Alta Verapaz, en la Cobertura de Energía Eléctrica de ese departamento, periodo 2015 – 2019-.

3. Metodología

A continuación, se abordan los componentes que integran la metodología realizada para llevar a cabo la presente investigación. Forman parte de esta, la definición y delimitación del problema, objetivo general junto con sus objetivos específicos u otros que formaron parte del enfoque del Trabajo Profesional de Graduación.

3.1 Definición de Problema

Alta Verapaz se encuentra ubicado al norte de la capital de Guatemala, poseedor de una gran diversidad de recursos naturales. Y actualmente es uno de los departamentos que cuenta con un alto número de hidroeléctricas ubicadas en su geografía territorial, aunado a ello es el departamento que aporta la mayor generación de energía hidroeléctrica a nivel nacional en la matriz energética. Sin embargo, a pesar de todo ese aporte energético que brinda por medio de los proyectos hidroeléctricos instalados en sus áreas de influencia, ese nivel de energía generada por dichas hidroeléctricas no contrasta precisamente con un nivel de cobertura de energía que pueda ser catalogado como alto, debido a que es el departamento que en años recientes tiene la cobertura de energía en proporciones menores respecto al resto de departamentos que integran Guatemala. Derivado de lo anterior se precisa realizar un análisis de dicha situación para contar con una mejor visión de la situación en la que se encuentra inmersa tal departamento, es decir, dimensionar la demanda potencial que aún posee este departamento en cuanto a usuarios de energía eléctrica se refiere dada la falta de cobertura antes mencionada. ¿Cuál es la incidencia de la generación de energía hidroeléctrica en la cobertura del servicio?

3.2 Delimitación del problema

a. Unidad de análisis

Usuarios de energía eléctrica.

b. Periodo histórico

2015 – 2019

c. Ámbito geográfico

Departamento de Alta Verapaz

3.3 Enfoque

Cuantitativo.

3.4 Diseño

No experimental y transeccional.

3.5 Alcance

Descriptivo y exploratorio

3.6 Métodos

Método científico.

Método aplicado: inductivo-deductivo

3.7 Técnicas

Análisis de base de datos:

- a. Recolección de datos estadísticos existentes del Censo de Población 2002 y 2018, respectivamente.
- b. Estadísticas Administrador de Mercado Mayorista (AMM).
- c. Estadísticas del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Análisis de reportes de entidades gubernamentales y privadas:

- a. Análisis de documentos web de energía eléctrica oficiales del Ministerio de Energía y Minas.
- b. Análisis de datos secundarios oficiales.
- c. Análisis de contenido de informes estadísticos oficiales.

Comentarios de especialistas, por ejemplo, del Administrador del Mercado Mayorista:

- a. Revisión de la literatura disponible del sector eléctrico de Guatemala.
- b. Consulta de fuente de información de periódicos, revistas, boletines energéticos, entre otros.

3.8 Premisa metodológica

La existencia de hidroeléctricas y su capacidad productiva en energía eléctrica no son determinantes para el aumento de la densidad de servicios de electrificación en el departamento de Alta Verapaz.

3.9 Pregunta general de investigación

¿Cuál es la incidencia de la generación de energía hidroeléctrica en la cobertura del servicio?

3.9.1 Objetivo General

Analizar la incidencia de la generación de energía hidroeléctrica en la cobertura del servicio, desde el punto de vista de mercado.

3.9.2 Objetivos específicos

1. Determinar la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas (oferentes).
2. Comparar el comportamiento de los precios promedio spot con la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas.
3. Describir el comportamiento de la tarifa social de energía eléctrica
4. Establecer el gasto promedio anual de los usuarios en el consumo energía eléctrica.
5. Describir la participación de Deorsa en el mercado mayorista de energía
6. Determinar el comportamiento de los hogares demandantes de energía eléctrica

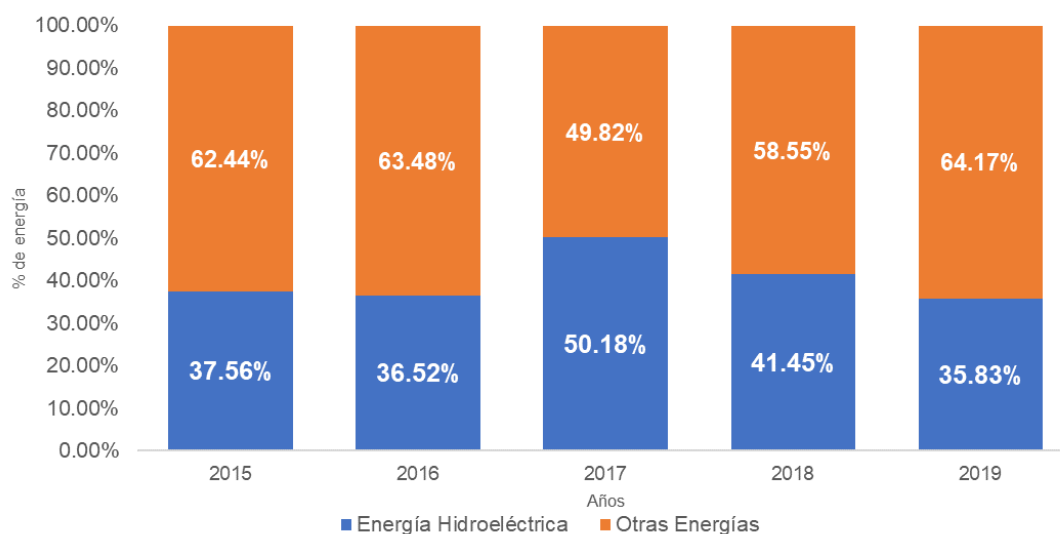
4. Discusión de resultados

A continuación, se presentan los principales hallazgos obtenidos de los objetivos específicos anteriormente planteados. No obstante, es importante resaltar que algunos resultados no abarcan el periodo completo de estudio delimitado, señalado en la metodología. Debido a que no se contó con la información correspondiente para su desarrollo. Asimismo, es importante recalcar que se desarrollaron en plena pandemia del COVID – 19, por lo cual esto fue una de las principales limitantes de la investigación.

4.1 Determinar la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas (oferentes)

La siguiente representación gráfica dará un panorama mejor acerca de cómo estaba conformada la matriz energética en el periodo 2015 – 2019 de acuerdo con datos del Administrador de Mercado Mayorista.

Gráfica 13 Porcentaje de energía generada por las hidroeléctricas en la matriz energética



Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética "Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado" del Administrador de Mercado Mayorista -AMM-

Según la gráfica anterior, se muestra el comportamiento de las hidroeléctricas porcentualmente respecto al total de energías que en conjunto conforman la matriz energética de Guatemala. Del lustro 2015 – 2019 la mayor participación de las hidroeléctricas se observa en 2017 con 50.18% del total de energía generada para ese

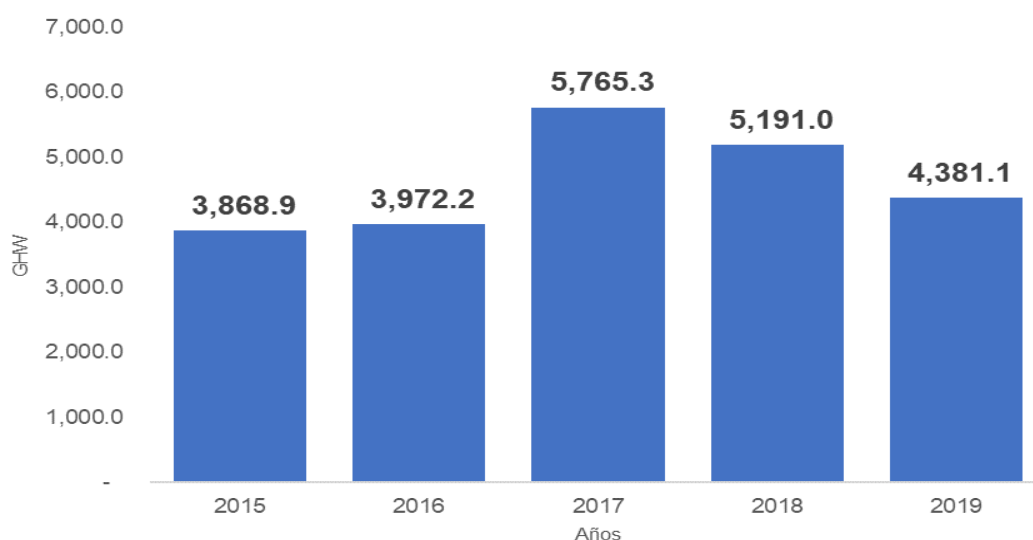
año, le sigue en cuanto a porcentaje de importancia se refiere 2018 con 41.45%, pero 2019 fue el año que menor proporción tuvo respecto al resto de años de estudio.

En ese sentido, esto se debe a que 2019, según un artículo de Prensa Libre, denominado: *Energía 2019, el año más seco que enfrentó ese sector en 20 años reporta el AMM*, el presidente del Administrador del Mercado Mayorista (en ese año) Edgar Navarro, indicó que en dicho año la temporada de invierno no llovió lo suficiente y lo que llovió no fue en las áreas de operación de las hidroeléctricas (lo que a la larga repercute en la generación de este tipo, que debe su funcionamiento a los ríos o cuencas donde se encuentran ubicados), en contraste a lo anterior se generó otro tipo de energía mayor, señala Navarro en el artículo.

La Comisión Nacional de Energía también señalaba que dichos proyectos hidroeléctricos se habían visto afectados por la estacionalidad del régimen de lluvias y los efectos de la sequía (que afectaron en 2019), según indica en su Boletín de Prensa Ajuste Tarifarios Trimestral, noviembre periodo 2019 – enero 2020.

El promedio de generación de energía hidroeléctrica en esta matriz en el lustro 2015 - 2019 fue de 40.31%.

Gráfica 14 Generación de energía hidroeléctrica a nivel nacional (en GWH⁷)



Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética "Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado" del Administrador de Mercado Mayorista -AMM-

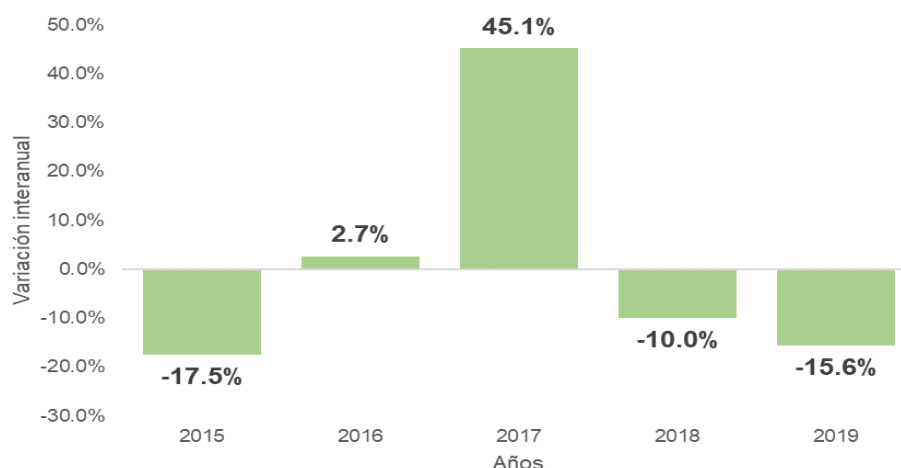
⁷ Un gigavatio-hora (un millón de kilovatios-hora), es la medida en la que normalmente se expresa la energía eléctrica, según el MEM

Es evidente el aporte de generación de energía eléctrica producida por todas las hidroeléctricas en operación a nivel nacional, 2017 es el año donde la energía por este tipo representa la mayor cantidad respecto a los otros años de estudio. 2015 fue el año donde se dio la menor cantidad de energía generada, lo anterior según el Informe Estadístico Gerencia de Planificación y Vigilancia de Mercados Eléctricos 2015 – 2019, se debió a que para dicho año el fenómeno El Niño afectó a la región de Guatemala, señaló. Como anteriormente se mencionó en párrafos anteriores la generación hidroeléctrica se vio afectada por fenómenos de sequía o bien por la estacionalidad de las lluvias es por ello por lo que en la gráfica anterior se observa que 2015, 2016 y 2019 hubo una menor aportación de energía.

Mientras tanto, a partir de 2018 se presenta una caída en cuanto a la generación de energía hidroeléctrica, esto debido a lo que anteriormente se señaló en la gráfica anterior.

Finalmente, se evidencia la importancia de la oferta de generación de energía por parte de las hidroeléctricas, cuya generación se encuentra sujeta a varios factores mencionados en los párrafos anteriores, lo que hace que el comportamiento en algunos años presente cambios considerables. Por otro lado, se estima que se tiene un potencial de aproximadamente 6,000 MW, del cual solo ha sido utilizado alrededor del 23.1%, según lo afirma en el informe Generación Hidroeléctrica el Ministerio de Energía y Minas.

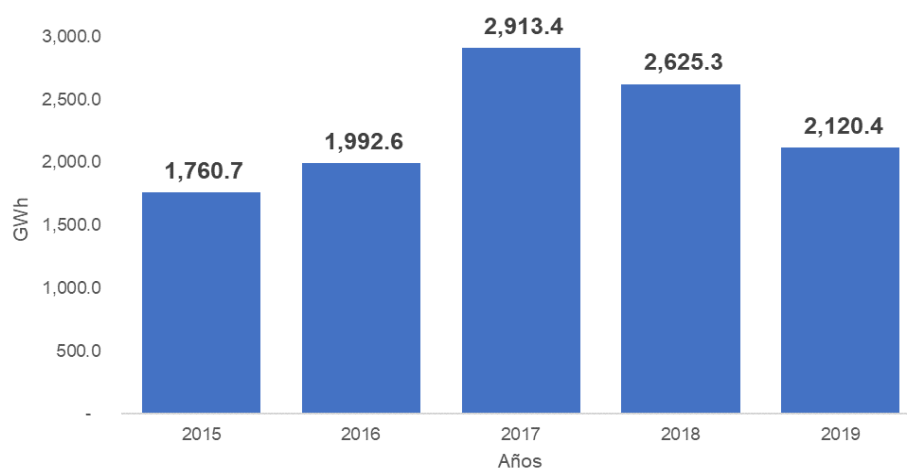
Gráfica 15 Variación porcentual de la energía eléctrica generada por las hidroeléctricas a nivel nacional



Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética "Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado" del Administrador de Mercado Mayorista -AMM-

Esta gráfica muestra las tasas de variación interanual de la generación de los proyectos hidroeléctricos en operación a nivel nacional. Para cada uno de los años del periodo de 2015 – 2019. En 2019 se observa que de alguna forma se está regresando a los niveles observados en 2015, debido a los factores anteriormente descritos. Las tasas de variación de 2015, 2018 y 2019 según lo indicado en párrafos anteriores se debe a que los proyectos hidroeléctricos se han visto afectados por fenómenos naturales inherentes a sus actividades propias.

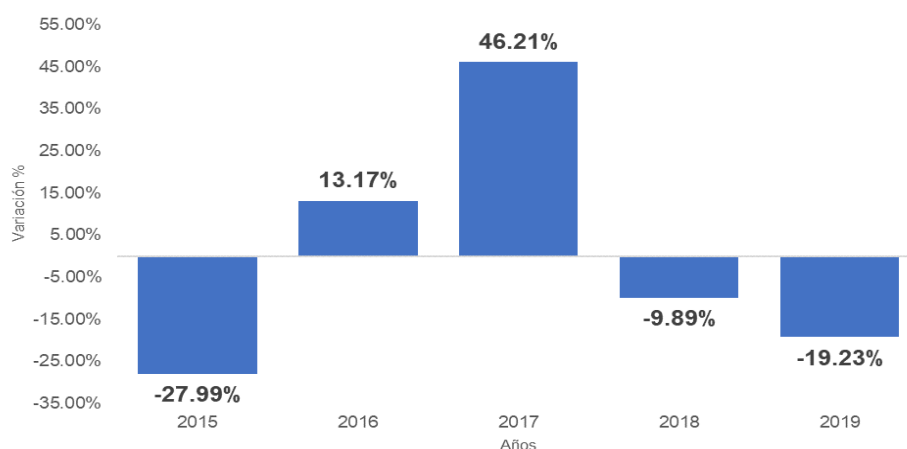
Gráfica 16 Generación de energía hidroeléctrica en Alta Verapaz (en GWh)



Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética "Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado" del Administrador de Mercado Mayorista - AMM-

En la gráfica anteriormente expuesta, se observa que los años de estudio 2015 - 2019 presentan la misma tendencia que la gráfica de generación de energía hidroeléctrica a nivel nacional. Al contrastar los datos de la generación a nivel nacional con el aporte de generación de los proyectos ubicados en Alta Verapaz, se interpreta que estos últimos inciden en buena medida en la producción de energía de tipo hidroeléctrico a nivel nacional. Los años 2015 y 2016 presentan las menores cantidades de generación de energía y en 2017 se observa que este tipo de energía empieza a decaer donde 2019 se acerca de alguna forma a los niveles presentados en 2015.

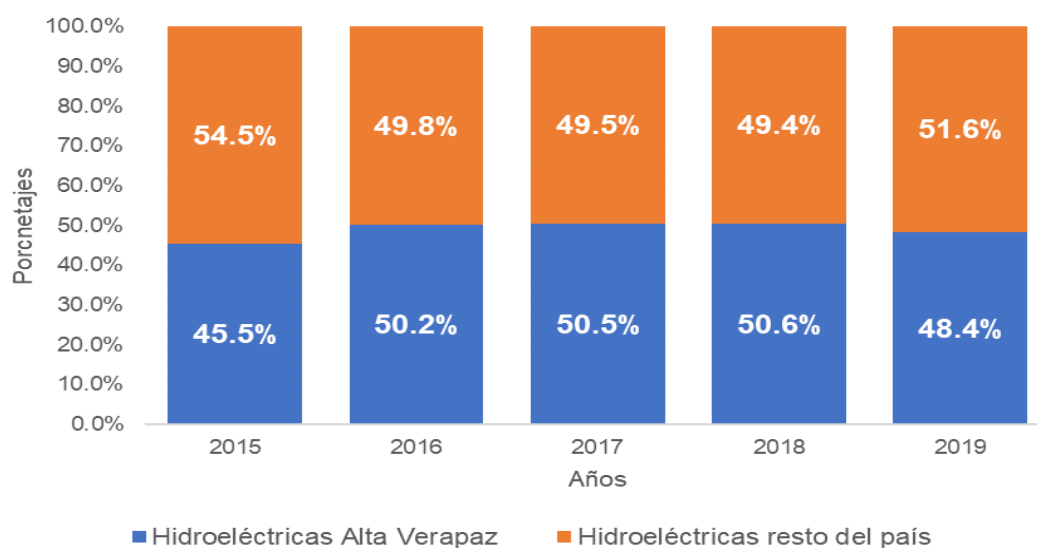
Gráfica 17 Variación porcentual de la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas de Alta Verapaz



Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética "Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado" del Administrador de Mercado Mayorista -AMM-

Al comparar la gráfica anterior con la gráfica variación porcentual de generación de energía de las hidroeléctricas a nivel nacional, puede observarse que mantienen la misma secuencia de movimientos en todos los años. Lo anterior indica la importancia que los proyectos hidroeléctricos de Alta Verapaz tienen sobre la generación total a nivel nacional de este tipo de energía en el periodo 2015 – 2019.

Gráfica 18 Estructura de generación de energía hidroeléctrica por ubicación

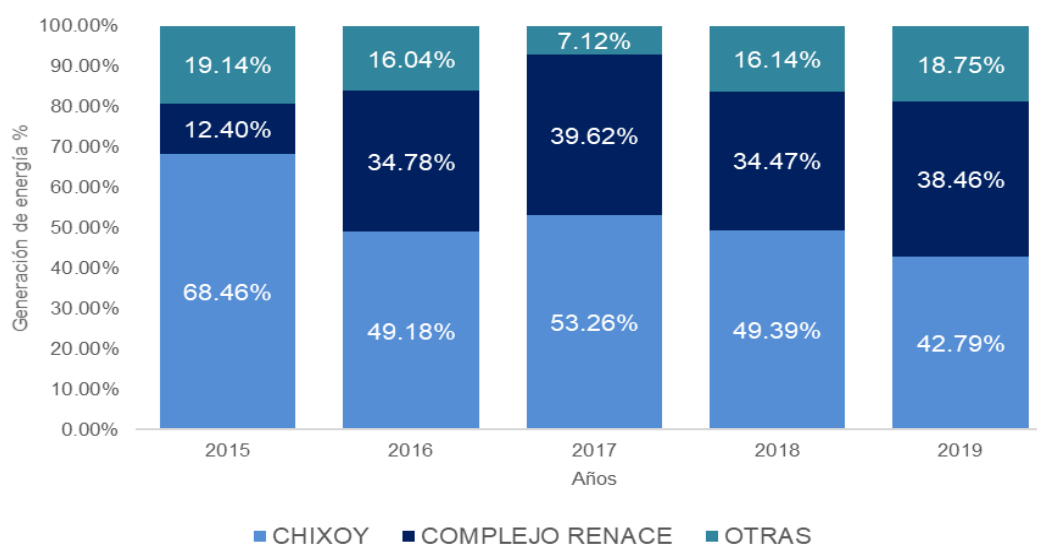


Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética "Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado" del Administrador de Mercado Mayorista -AMM-

En esta gráfica se observa la proporción de energía que aportan las hidroeléctricas de Alta Verapaz para el lustro 2015 - 2019 al total de energía generada de este tipo a nivel nacional. Donde el trienio 2016, 2017 y 2018 fueron los años donde se supera ligeramente el 50% (claramente se muestra la preponderancia que tiene estos proyectos sobre el total de energía hidroeléctrica generada a nivel nacional donde en suma podría decirse que estos marcan el comportamiento evidenciado en las gráficas descritas anteriormente), respectivamente. Los otros dos años 2015 y 2019 se mantuvieron por debajo del 50%.

En promedio bajo el lustro de estudio, se tiene que en conjunto las hidroeléctricas de Alta Verapaz generaron el 49.04% del total de energía generada de este tipo.

Gráfica 19 Generación de energía porcentual por hidroeléctrica en Alta Verapaz, 2015 - 2019



Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética "Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado" del Administrador de Mercado Mayorista -AMM-

En la Gráfica anterior se observa la producción de energía eléctrica generada por cada hidroeléctrica de enero a diciembre en el periodo 2015 - 2019 en términos porcentuales, se analiza únicamente para todos los años: Chixoy, Complejo Renace y otras⁸ (que representa el resto de hidroeléctricas en operación en esos años), debido a que en los

⁸ Los nombres de los restantes proyectos hidroeléctricos se encuentran detallados en cuadros en la sección de anexos.

primeros dos proyectos anteriormente descritos se concentra la mayor cantidad de energía generada del total.

En 2015 en Alta Verapaz habían ubicados 15 proyectos hidroeléctricos en operación, diciembre fue el mes donde mayor generación hubo en conjunto con todos los proyectos desde el punto de vista nominal. Se generó un total de energía para ese año de 1760.7 Giga Watt hora (GWH)⁹.

Se evidencia que la mayor aportación y participación en el mercado de generación de energía eléctrica de esta clase de energía para ese año la realizó Chixoy¹⁰ con un 68.46% seguido de Renace con un 12.40%, respectivamente. Estos dos proyectos en conjunto generaban el 80.86% de energía eléctrica. El 19.14% restante lo generaban los otros 13 proyectos hidroeléctricos en conjunto.

Ya en 2016 habían ubicados 17 proyectos hidroeléctricos en operación (dos proyectos más en contraste con 2015), siendo el mes de septiembre en donde mayor generación hubo en conjunto con todos los proyectos en operación. El total de energía generada para ese año tuvo como resultado 1992.6 Giga watt hora (GWH).

Chixoy seguía teniendo la mayor participación con un 49.18%, aunque tuvo una reducción de 19.28 % respecto a 2015. Lo anterior probablemente porque en este año entra en funcionamiento dos proyectos hidroeléctricos más del Complejo Renace (haciendo ya un total de tres proyectos) y aportando un 34.78%, teniendo un aumento respecto al año anterior de 22.38%, en otras palabras, podría decirse que mientras Chixoy redujo su influencia en el mercado de oferta de energía, en el Complejo Renace sucedió todo lo contrario. Ambos proyectos anteriormente descritos en conjunto generaban el 83.96% de energía eléctrica, el porcentaje restante de generación de energía se distribuía entre los otros 13 proyectos hidroeléctricos con 16.04%, sin embargo; también tuvieron una reducción en su participación de 3.1% respecto al año anterior, probablemente por lo indicado con anterioridad.

⁹ La generación de energía producida por cada hidroeléctrica de Alta Verapaz se agregará en forma de cuadros en la sección de anexos para todos los años analizados.

¹⁰ Según el Instituto Nacional de Electrificación -INDE-, Chixoy es el proyecto hidroeléctrico más grande de Guatemala, construido aproximadamente a finales de 1970.

En el siguiente año, o sea 2017, habían ubicados 17 proyectos hidroeléctricos en operación (el mismo número que en 2016). En este año en el mes de octubre se dio la mayor generación en conjunto con todos los proyectos y el total de energía fue de 2913.4 Giga watt hora (GWH). Chixoy a pesar de que tuvo un aumento respecto al año anterior de 4.08% (generó un 53.26%) y que seguía siendo el mayor generador de energía, se observa que aún se mantiene lejos de lo generado en 2015, no obstante, por el lado del Complejo Renace nuevamente se evidencia que tuvo un crecimiento de 4.84% respecto al año anterior, fue menor respecto al crecimiento que hubo de 2015 a 2016, pero el análisis estriba en que a la larga creció. En conjunto estos dos proyectos descritos anteriormente generaban el 92.88% (su participación conjunta creció en 8.92% respecto al año anterior). El 7.12% restante se distribuía entre las otras 13 hidroeléctricas, que en este año se observa que bajó su participación en la generación de energía en 8.92% respecto a 2016.

En el año siguiente 2018, ya habían ubicados 19 proyectos hidroeléctricos en operación (dos proyectos más respecto a 2017), julio fue el mes de ese año en donde mayor generación hubo en conjunto con todos los proyectos, se generó un total de energía 2625.31 Giga watt hora (GWH). En este año el proyecto hidroeléctrico Chixoy nuevamente se evidencia que está perdiendo participación en la generación de energía, teniendo una caída de 3.87% a pesar de que aún sigue liderando la generación con un 49.39%; sin embargo, en lo que concierne al Complejo Renace también se evidencia que presenta una reducción de 5.15%, mientras que el resto de los otros 15 proyectos hidroeléctricos presentan una mejora en su crecimiento de 9.02% respecto al año anterior. El complejo Renace y Chixoy en conjunto en ese año aportaron un 83.86%, el 16.14% se distribuyó entre los otros 15 proyectos hidroeléctricos restantes.

Por último, en 2019 habían ubicados 20 proyectos hidroeléctricos en operación (1 proyecto más respecto a 2018), noviembre fue donde mayor generación hubo en conjunto con todos los proyectos y en ese año se dio un total de energía de 2120.39 Giga watt hora (GWH). Y en este año entra el IV proyecto hidroeléctrico del Complejo Renace y se observa que tuvo crecimiento en su participación en la generación de energía (a diferencia de 2018) con un 3.99%, Chixoy desde 2016 se evidencia que ha perdido

participación en la generación de energía, siendo 2019 donde mayormente puede observarse, derivado que nuevamente tuvo una caída de 6.6% comparado con 2018. El resto de las otras 15 hidroeléctricas presentaron nuevamente un crecimiento porcentual de 2.61%. El proyecto hidroeléctrico Chixoy y el complejo Renace aportaron en conjunto el 81.25%, el 18.75% restante se distribuía entre las otras 15 hidroeléctricas, respectivamente.

En suma, es importante resaltar que el promedio de generación del proyecto hidroeléctrico Chixoy en el lustro 2015 – 2019 fue de 52.62%, el del Complejo Renace estuvo en un promedio de 31.94% y el resto de hidroeléctricas en conjunto tuvieron un promedio de generación de energía eléctrica de 15.44%.

Como nota es imprescindible señalar que el proyecto hidroeléctrico Chixoy principalmente se ha visto afectado en su capacidad de generación, debido al régimen de estacionalidad de lluvias o bien por canículas dado que el lugar donde se encuentra ubicado tal como se mencionó en graficas anteriores, 2019 fue el año más seco ocurrido en dos décadas, según comentaba el presidente del AMM y este fenómeno principalmente afectó a la generación no solo propiamente a Chixoy como tal, sino que también se vio reflejado esto en la producción total generada y aportada por el resto de proyectos hidroeléctricos ubicados en Alta Verapaz.

En ese sentido, por ejemplo, en otro artículo de Prensa Libre de 2019 denominado “Baja hasta 40% la generación con hidroeléctricas”, se indicaba que esto podría impactar en los precios de la energía y Rudolf Jacobs, Presidente de Asociación de Generadores con Energía Renovable (AGER) en ese año, indicó que el invierno débil y la canícula ocurrida en las áreas de los centros de operación de las hidroeléctricas, se estaba viendo ya reflejado en la generación de energía hidroeléctrica. Bajo ese contexto, en ese mismo artículo se indicó que el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) reportó una caída en la generación de la planta Chixoy derivado que el embalse de este proyecto hidroeléctrico en ese año se encontró en los niveles más bajos de los últimos años, indicó Roberto Barrera gerente del INDE en 2019.

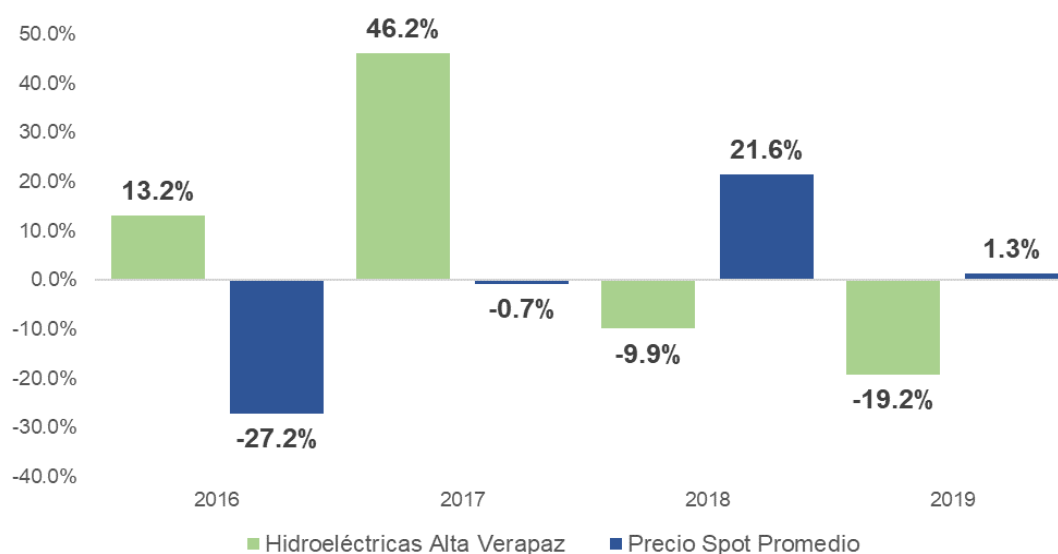
El caso de Chixoy se confirma en la gráfica anteriormente descrita debido a que en el lustro de análisis se observa que este proyecto hidroeléctrico ha venido perdiendo por

decirlo de alguna forma su importancia en el mercado de generación de energía, en contraste con el Complejo Renace que claramente se observa en la gráfica que en el periodo 2015 – 2019 ha venido ganando relevancia en la generación de energía, al respecto en otro artículo de Prensa Libre denominado “Ya opera en su totalidad Renace, complejo hidroeléctrico con inversión de US\$800 millones” publicado en 2019, tal como se indicó en análisis anteriores entra en operación la cuarta fase de dicho complejo y al respecto Juan Carlos Méndez Gerente General de Operaciones CMI, en ese artículo mencionó que dicho complejo generaba un porcentaje importante de energía que se reflejaba en la matriz energética aún más por el otro proyecto puesto en marcha en 2019, acotó.

4.2 Comparar el comportamiento de los precios promedio spot con la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas

En la gráfica siguiente se presenta la discusión de resultados con respecto a la relación de comportamiento del precio spot cuando se presenta variabilidad en la oferta de energía hidroeléctrica en el periodo 2016 – 2019.

Gráfica 20 Comportamiento generación de hidroeléctricas en Alta Verapaz y Precio Spot



Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética “Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado” y precios spot del Administrador de Mercado Mayorista -AMM-

En la gráfica anterior, se señala el comportamiento de la generación de energía hidroeléctrica y el precio spot, en el periodo 2015 – 2019. Bajo ese contexto, el presidente del Administrador del Mercado Mayorista Edgar Navarro en un artículo de Prensa Libre denominado *Energía: 2019, el año más seco que enfrenta el sector en 20 años, reporta el AMM*; indicó sobre este último año que, había sido un año atípico y que a pesar que para ese entonces se estaba en la temporada de invierno solamente había llovido relativamente poco y lo poco que había llovido en ese entonces se había dado en áreas que se encontraban fuera de las áreas de operación de las cuencas de los ríos donde se encuentran instaladas los proyectos hidroeléctricos que a la postre generan la energía hidroeléctrica. Respecto a lo anterior, se contrastan los datos anteriores con la gráfica de comportamiento de generación de hidroeléctricas y precios spot, que justo para ese año hubo un decremento de energía de ese tipo, tal y como lo indicaba para ese entonces el presidente del AMM.

En ese mismo artículo, Navarro indica que al haber menor generación de energía renovable la energía tiende a subir su precio, porque la caída de energía hidroeléctrica debe ser sustituida por otro tipo de energía la cual a la larga resulta ser más cara debido a que utiliza fuentes con derivados del petróleo.

Con respecto a los precios spot, se analizan los movimientos de estos precios (en términos porcentuales), los cuales, se comportan ligeramente en función con los movimientos porcentuales que presentan las hidroeléctricas en el lustro de estudio. Por ejemplo, en 2016 al haber mayor porcentaje de generación de energía hidroeléctrica sobre 2015 el precio spot tuvo un ligero decremento (es más barato), mientras que, en 2017, el año con mayor proporción (por el lado de las hidroeléctricas) el precio spot fue mucho menor respecto al año anterior. En 2018 se observa que la oferta (generación) se redujo lo que a la postre provocó que el precio spot incrementara; por último, en 2019 hubo una reducción de 19.2% lo que provocó un ligero incremento en el precio spot.

En ese contexto de ideas, Navarro también explica que los precios spot en el mercado de oportunidad (según el Informe Estadístico Gerencia Planificación y Vigilancia Mercado Eléctricos 2015 – 2019, debe entenderse por mercado de oportunidad como el conjunto de transacciones de compra y venta de energía de corto plazo) en teoría no deberían de

influir en las tarifas a los usuarios finales porque según él las distribuidoras de energía que operan en Guatemala (por ejemplo Deorsa) tienen la obligación de poseer contratos por la totalidad de su demanda, cosa que según Navarro cumplen, acotó.

Aunque el presidente del AMM menciona también que en su mayoría los contratos utilizan la opción de compra (compran en el mercado de oportunidad y adquieren energía a menores precios que los propios contratos, indica). Pero según Edgar Navarro cuando los precios spot están caros (por ejemplo, por fenómenos de sequía lo que provoca una menor generación de energía hidráulica por las hidroeléctricas), deben comprar en el Mercado de Oportunidad o con los precios de los contratos. Este incremento en el costo por parte de las distribuidoras por decirlo de alguna se traduce en un impacto que se traslada a los precios del consumidor final.

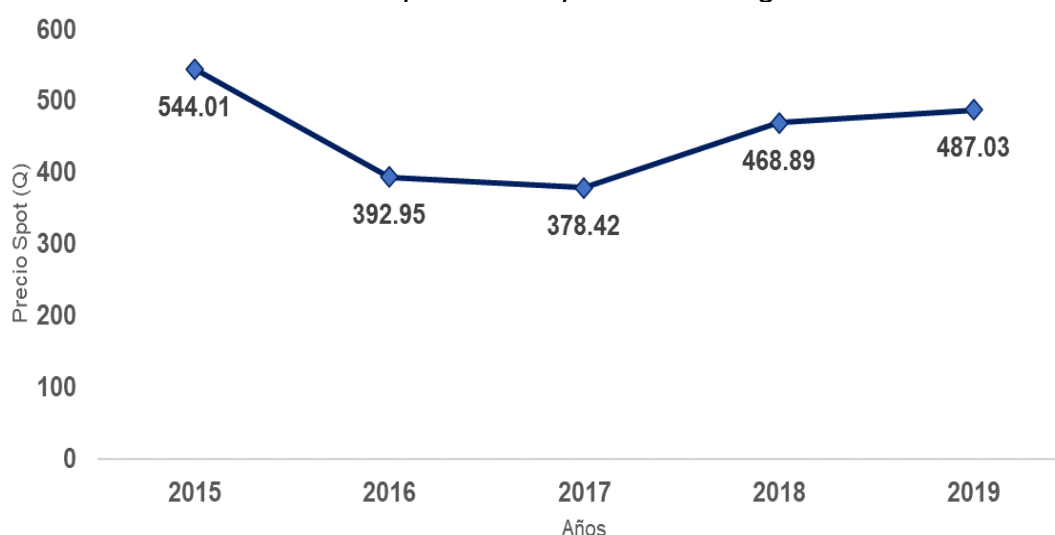
Cuadro 3 Precio promedio spot de energía eléctrica

Descripción	2015	2016	2017	2018	2019
Precio Spot \$	71.06	51.69	51.48	62.36	63.32
Tipo de cambio	7.6556	7.6021	7.3509	7.5191	7.6916
Precio spot Q	544.01	392.95	378.42	468.89	487.03

Fuente: elaboración propia con base en información de Informe Estadístico “Gerencia de Planificación y Vigilancia de Mercados Eléctricos 2015 – 2019” de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, Centro América. Estadísticas del tipo de cambio del Banco de Guatemala (2015 – 2019)

Cabe recordar que según la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) en su reglamento llamado “Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista” por precio spot debe entenderse como “el costo marginal de corto plazo de la energía en cada hora, o en el periodo que defina la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, establecido por el Administrador del Mercado Mayorista, como resultado del despacho”. Se presentan en el cuadro anterior la descripción de los precios spot en dólares (según la Comisión Nacional de Energía Eléctrica este precio se maneja en esta moneda), para el lustro 2015 – 2019. No obstante, se homogenizó esta variable a moneda nacional para un mejor análisis, utilizando el tipo de cambio promedio para cada uno de los años, proporcionados por las bases de datos del Banco de Guatemala (BANGUAT) en su página web.

Gráfica 21 Precio promedio spot de la energía eléctrica



Fuente: elaboración propia con base en información de Informe Estadístico “Gerencia de Planificación y Vigilancia de Mercados Eléctricos 2015 – 2019” de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

En la gráfica anterior el precio promedio spot de la energía en 2015 fue mayor respecto a los otros años siguientes, pero en 2016 y 2017 se comienza a observar una tendencia a la baja, teniendo una recuperación para los dos años siguientes. En 2017 se presenta el precio menor en todo el lustro de análisis, sin llegar al nivel observado del 2015.

4.3 Describir el comportamiento de la tarifa social de energía eléctrica

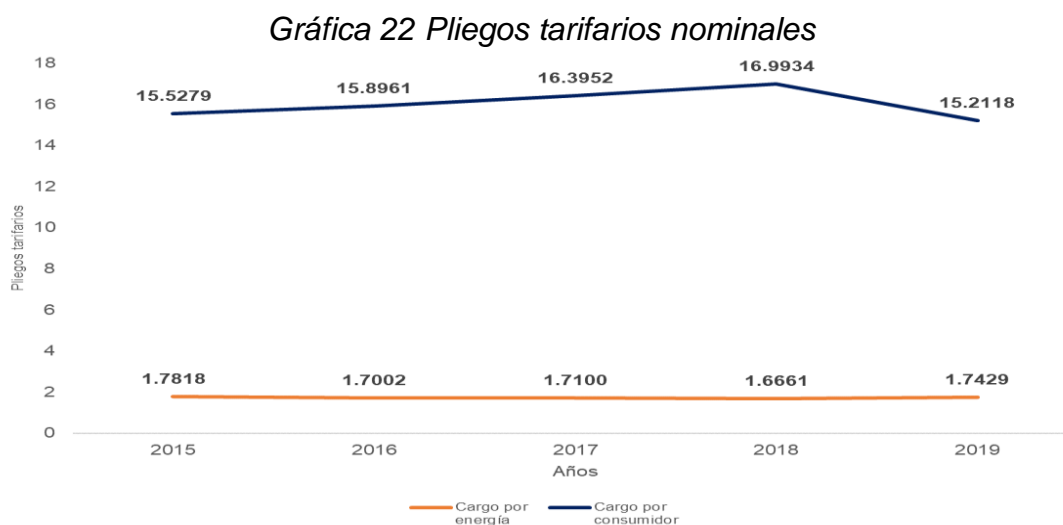
La tarifa social está conformada por los pliegos tarifarios de cargo por energía y cargo por consumidor. En el cuadro siguiente se presentan los cambios nominales y porcentuales correspondientes al periodo 2015 – 2019.

Cuadro 4 Tarifa social de energía eléctrica de usuarios de DEORSA

Año	Cargo por energía	Variación en Q. (cargo por energía)	Variación % (cargo por energía)	Cargo por consumidor	Variación en Q. (cargo por consumidor)	Variación % (cargo por consumidor)
2015	1.7818	-0.1348	-7.03%	15.5279	0.6603	4.44%
2016	1.7002	-0.0815	-4.58%	15.8961	0.3682	2.37%
2017	1.7100	0.0098	0.58%	16.3952	0.4991	3.14%
2018	1.6661	-0.0440	-2.57%	16.9934	0.5982	3.65%
2019	1.7429	0.0769	4.61%	15.2118	-1.7816	-10.48%

Fuente: Elaboración propia con base en información de Pliegos Tarifarios (de DEORSA) de la Comisión de Energía Eléctrica (CNEE) Guatemala, Centro América.

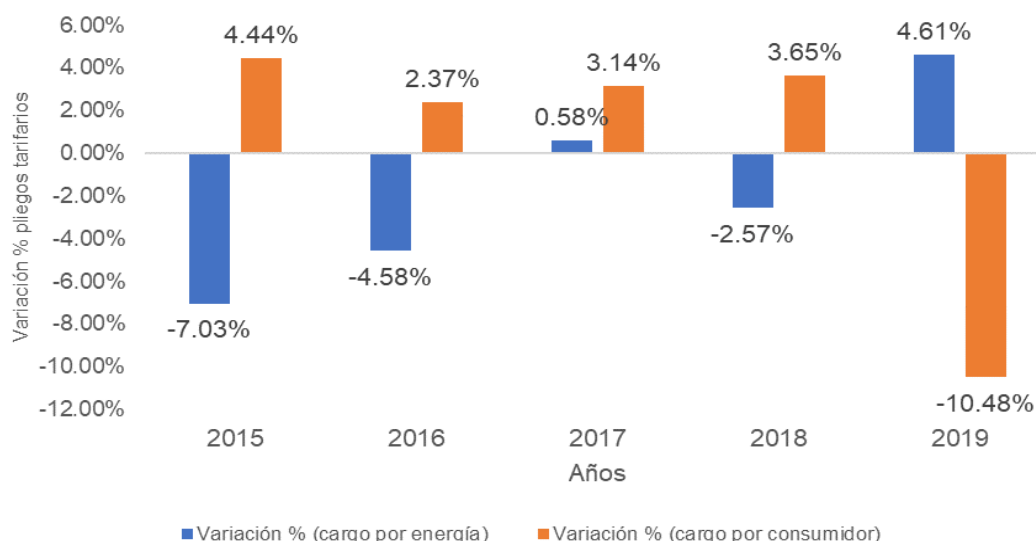
Para el lustro de 2015 a 2019 se observa en el cuadro anterior que el cargo por energía promedio tuvo su punto máximo en 2015, mientras que en 2018 se muestra el punto mínimo de la serie. Por el lado del cargo por consumidor, se observa que 2018 nominalmente fue el pliego tarifario mayor respecto a los otros años, el último año de estudio fue el menor de todos.



Fuente: Elaboración propia con base en información de Pliegos Tarifarios (de DEORSA) de la Comisión de Energía Eléctrica (CNEE) Guatemala Centro América.

En la gráfica anterior permite distinguir de una mejor manera cuál ha sido el comportamiento del cargo por energía y cargo por consumidor en el lustro 2015 - 2019, desde el punto de vista de este último pliego tarifario se observa que 2019 fue el menor respecto a todos los años anteriores. Por el lado del cargo por energía, nominalmente el punto mínimo estuvo ubicado en 2018 alcanzando su punto máximo en 2015. El análisis correspondiente de estos rubros radica en que mientras estos pliegos tarifarios tiendan a subir, estos cambios repercutirán en el pago del servicio de energía de los consumidores finales. Por otro lado, el cargo por energía debe entenderse que es el aquel que está función de los kilovatios hora que consuma un hogar en un mes, para el caso del cargo por consumidor es aquel pago que independientemente de los kilovatios consumidos mensualmente, llegará en la factura al final de cada mes para los hogares de Alta Verapaz. El cargo de energía en promedio fue de Q. 1.7202 y el cargo por consumidor en promedio fue de Q. 16.0049.

Gráfica 23 Variación porcentual de los pliegos tarifarios porcentuales



Fuente: Elaboración propia con base en información de Pliegos Tarifarios (de DEORSA) de la Comisión de Energía Eléctrica (CNEE) Guatemala Centro América.

En lo que respecta a la variación porcentual (para ambos rubros) en la gráfica anterior se observa que la mayor variación está contenida en 2019 (para el caso de cargo por consumidor) con una caída porcentual de 10.48% respecto a los otros años, que se hallan con variaciones positivas de 2015 a 2018. Desde el punto de vista de cargo por energía, 2015 es el año donde existió una caída porcentual mayor respecto al año anterior con un 7.03%, le sigue 2016 con una leve subida (aunque siempre se mantiene por debajo de los otros años). Los años con crecimiento estuvieron en 2017 y 2019 (siendo este año donde hubo un incremento respecto al año anterior de 4.61%, que se vio de alguna forma compensado por la caída del cargo por consumidor en ese año), para este caso último indica el Boletín de Prensa Ajuste Tarifario Trimestral de la CNEE que, las variables que han incidido en las tarifas especialmente se encuentra la reducción de la energía de tipo hidroeléctrica como consecuencia de fenómenos relacionados con sequía y la estacionalidad del régimen de lluvias que según dicho Boletín afectó desde 2018 y por ende se ve representada en una menor oferta de energía hidroeléctrica, que provocó una subida de 4.61% en el cargo por energía; sin embargo, la CNEE realizó el ajuste respectivo en el cargo por consumidor siendo este último el menor del todo lustro de estudio con 10.48%.

Con base a lo anterior se sabe que estas tarifas son determinadas por la Comisión Nacional de Energía de acuerdo con los costos que hayan incurrido los generadores y distribuidores de energía. En tal sentido, es preciso mencionar que estas también se encuentran sujetas a la variabilidad que tenga las generadoras de energía hidroeléctrica (estas generan energía de carácter renovable y su proporción de magnitud junto con los otros tipos de este mismo tipo de energía, indican en conjunto en la matriz energética, desde el punto de vista de su aporte, si es mayor representará que los costos de generar energía serán menores, derivado que este tipo de energía se genera por medio de recursos naturales, por ejemplo los ríos). En contraste con la energía no renovable, que se encuentra sujeta a los cambios que existan en los derivados del petróleo, lo cual provoca un incremento en los costos de la energía. En concordancia con lo anterior, se evidencia que los cambios que puedan darse en los pliegos tarifarios están sujetos a la variabilidad de otros factores, aparte de la oferta y demanda de la energía hidroeléctrica.

4.4 Establecer el gasto promedio anual de los usuarios de energía eléctrica

En el siguiente cuadro se presentan los rubros necesarios para la estimación de un promedio anual de los usuarios de energía eléctrica con base a estimaciones propias, desde el punto de vista de demandantes aproximados del servicio para ese año y pliegos tarifarios promedio que conforman la tarifa social.

Cuadro 5 Cifras monetarias del consumo de energía eléctrica por los hogares de Alta Verapaz año 2019

Rubros	Sin IVA	Con IVA	Hogares	Cantidad promedio por consumo	Valores sin IVA	Con IVA	Sub total del consumo de electricidad del mes
Cargo por consumidor	Q 15.21	Q 17.04	118135		Q 2,012,692.84	Q 241,523.14	Q 2,254,215.98
Cargo por energía	Q 1.7429	Q 1.9521	118135	67	Q 15,450,702.90	Q 1,854,084.35	Q 17,304,787.24
Totales	Q 16.95	Q 18.99		67	Q 17,463,395.73	Q 2,095,607.49	Q 19,559,003.22

Fuente: elaboración propia con base en información de los pliegos tarifarios e Informe Estadístico "Gerencia de Planificación y Vigilancia de Mercados Eléctricos 2015 – 2019" de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-

Con base al censo 2002 y 2018, se estimó una tasa de crecimiento anual de los usuarios de energía eléctrica para el departamento de Alta Verapaz de 5.71%. Se calculó una

cantidad de hogares en ese año de 118,135. La cantidad promedio por consumo para ese mismo año fue de 67 kWh (mensual) para los usuarios de DEORSA en la tarifa social (el dato fue obtenido del Informe Estadístico de Gerencia Planificación y Vigilancia de Mercados Eléctricos 2015 - 2019 de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica Guatemala, Centro América; y se está considerando que la estimación de hogares para ese año son todos usuarios de DEORSA). El esquema de los cálculos realizados en el siguiente cuadro está basado bajo el formato de la factura de luz eléctrica de la Distribuidora de Electricidad de Oriente, S.A. (DEORSA), también se consideraron los pliegos tarifarios de 2019.

Cuadro 6 Promedio mensual de pago por servicio de energía eléctrica

Detalles de cargo	Cantidades
Subtotal del consumo de electricidad	Q 19,559,003.22
Cuota municipal	Q 3,926,807.40
Total mensual	Q 23,485,810.62
Total anual	Q 281,829,727.44
Pago promedio anual por hogar	Q 2,385.66
Número de meses del año	12
Pago Promedio mensual por hogar	Q 198.80

Fuente: elaboración propia con base en información de los pliegos tarifarios e Informe Estadístico "Gerencia de Planificación y Vigilancia de Mercados Eléctricos 2015 – 2019" de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-

En 2019 el consumo total de hogares de Alta Verapaz desde el punto de vista monetario se estimó que fue Q. 19,959,003.22, calculado de acuerdo con la tarifa de cargo por consumidor y cargo de energía. En lo que respecta a la cuota municipal, es una cuota fija establecida por cada entidad municipal, en este caso para ese año fue de Q. 33.24 en promedio (proporcionada por la CNEE únicamente para ese año), lo que multiplicado por el número de hogares da como resultado la cuota municipal en el cuadro anterior. La sumatoria de estos dos rubros anteriores da como resultado el total mensual por consumo estimado para ese año Q. 23,485,810.62, multiplicada por los 12 meses del año, representa la estimación del total anual de Q. 281,829,727.44. El total anual dividido el

número de hogares demandantes estimados en 2019 proporciona el promedio anual pagado por consumo de energía eléctrica de cada hogar de Alta Verapaz de Q. 2,385.66, esta cifra dividida por los 12 meses da como resultado la cifra aproximada en Q. 198.80. Cabe señalar que, únicamente se realizó este análisis para 2019, debido a que no se contaron con los datos estadísticos para el resto de los años.

Si se realiza algún tipo de análisis comparativo del pago de consumo eléctrica frente a los salarios mínimos “establecidos en ley”, se tiene que en 2019 el Ministerio de Trabajo y Previsión Social, indicó que en ese año este se encontraba en Q. 2,742.37 (para actividades agrícolas). Desde este punto de vista según el gasto estimado significaría que del total del salario mínimo recibido un hogar en promedio destinaría un 6.48% para el pago del servicio de energía eléctrica. Se considera este nivel de salario dado que según se indica en el Plan de Desarrollo Municipal 2011-2025 de este departamento la mayoría de población se dedica a actividades agrícolas.

4.5 Describir la participación de Deorsa en el Mercado Mayorista de Electricidad

Deorsa es la distribuidora que brinda el servicio de energía al consumidor final en el departamento de Alta Verapaz, con relación a lo anterior es importante determinar cuál ha sido la participación en el mercado mayorista de electricidad tal como se presenta en el cuadro siguiente.

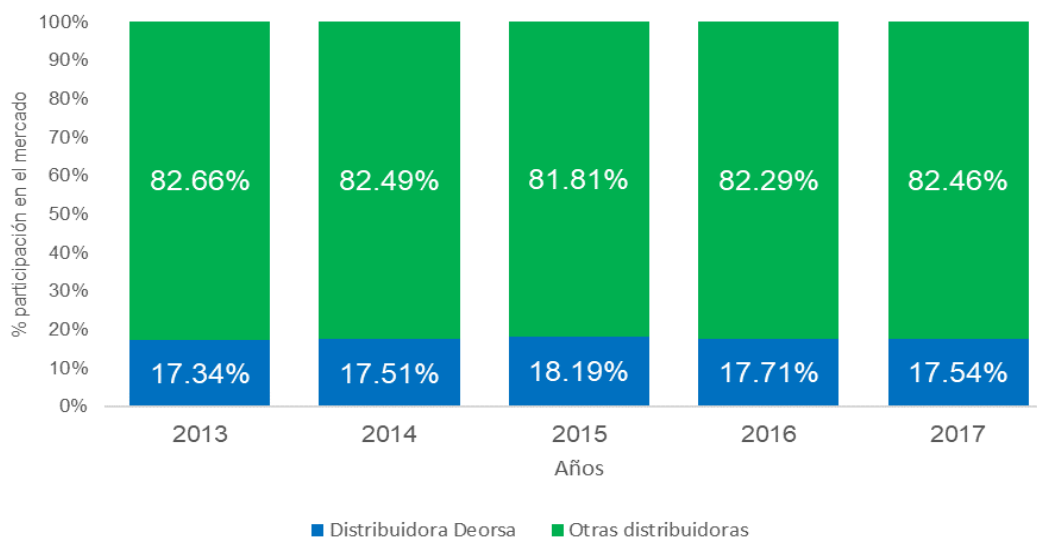
Cuadro 7 Distribuidoras en el Mercado Mayorista de Electricidad

Mercado Mayorista	2013	2014	2015	2016	2017
Total de energía	9222.7	10160.3	10886.7	11624.8	12381.3
Distribuidoras	6234.8	6445.5	6600.8	7077.6	7157.0
Participación en el Mercado (distribuidoras)	67.60%	63.44%	60.63%	60.88%	57.80%
Distribuidora Deorsa	1081.1	1128.3	1200.8	1253.2	1255.4
Participación en el Mercado	17.34%	17.51%	18.19%	17.71%	17.54%
Variación %	5.91%	4.37%	6.43%	4.36%	0.18%

Fuente: elaboración propia con base a datos del informe Estadísticas del Subsector Eléctrico de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), CEPAL, 2017. Este cuadro está basado bajo el esquema Guatemala: participación de los agentes consumidores en el mercado mayorista de electricidad del informe anteriormente descrito, Deorsa es la distribuidora que brinda el servicio al consumidor final de energía eléctrica en este caso a los hogares (demandantes) de Alta Verapaz.

Se observa que las distribuidoras en conjunto en la participación del mercado en promedio para el lustro de estudio indicado se encuentran en 62.07%, mientras que para el caso de Deorsa su promedio resultó ser de 17.66%.

Gráfica 24 Participación porcentual de Deorsa en el mercado mayorista de electricidad



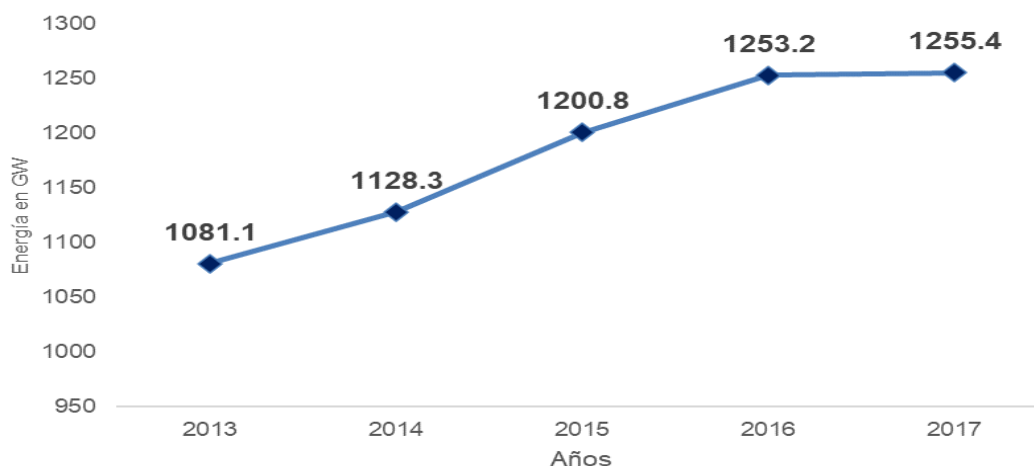
Fuente: elaboración propia con base a datos del informe Estadísticas del Subsector Eléctrico de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), CEPAL, 2017

En la gráfica anterior, se muestra que la participación de la Distribuidora de Energía Eléctrica de Oriente S.A. Proporcionalmente respecto al total de energía en el mercado mayorista de electricidad en el lustro 2013 y 2017 en ningún año rebasó el 20%. 2015 fue el año más alto de todos con un 18.19%, mientras que 2013 fue el año que presentó la menor proporción de participación en dicho mercado con un 17.34%. El resto de distribuidora que se encuentran contenidas en dicha grafica se observa que participan en buena medida en el mercado mayorista de electricidad.

Básicamente su proporción de participación se ha mantenido en un rango de 17 y 18 puntos porcentuales para dichos años analizados. En términos prácticos puede analizarse que su participación respecto al resto de distribuidoras no presenta el mayor porcentaje de participación.

No obstante, es imprescindible aclarar que no se tuvo acceso a los datos sobre cuánto de esta energía se demanda específicamente para el caso del departamento de Alta Verapaz en el periodo anteriormente descrito.

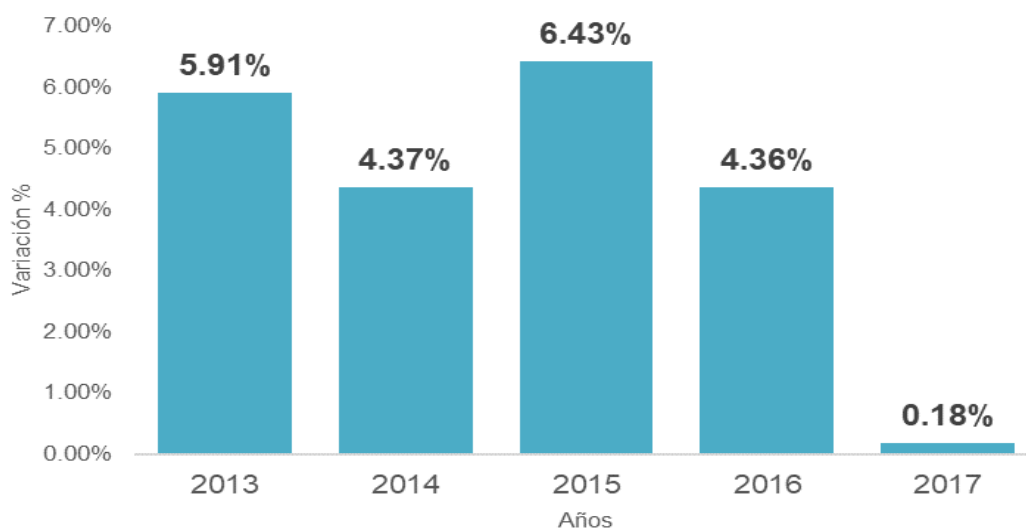
Gráfica 25 Energía demandada por Deorsa en el Mercado Mayorista



Fuente: elaboración propia con base a datos del informe Estadísticas del Subsector Eléctrico de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), CEPAL, 2017

Mientras tanto, se evidencia que la demanda de energía de la distribuidora Deorsa en el Mercado Mayorista, ha venido en crecimiento desde 2013 hasta 2017 a pesar de que en términos de proporción respecto al total de energía de demanda por las distribuidoras como anteriormente se analizó no rebasa en todo el lustro el 20%.

Gráfica 26 Variación porcentual de energía demandada por Deorsa en el Mercado Mayorista de Energía



Fuente: elaboración propia con base a datos del informe Estadísticas del Subsector Eléctrico de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), CEPAL, 2017

Por el lado de las variaciones interanuales de la energía demandada, se observa que para todos los años de análisis se ha tenido crecimiento (en algunos más que otros) siendo 2015 el año donde existió el punto máximo con 6.43. Efectivamente, se comprueba que a pesar de que en algunos años ha existido una menor proporción en cuanto a la demanda, la tendencia al alza se mantiene en cada uno de los años analizados.

4.6 Determinar el comportamiento de los hogares demandantes de energía eléctrica

Con relación a los hogares de Alta Verapaz que cuentan con el servicio de energía eléctrica, a continuación, se presenta el siguiente cuadro donde se especifica los hogares con y sin el servicio, asimismo el total de hogares estimados en el periodo 2015 – 2019.

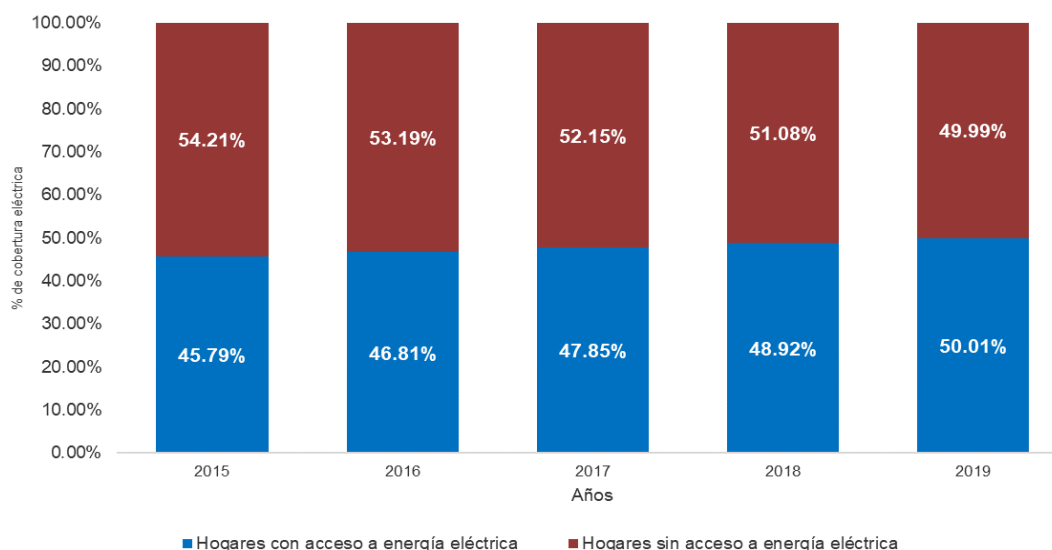
Cuadro 8 Hogares de Alta Verapaz

Años	Hogares con energía eléctrica	Hogares sin energía eléctrica	Total de Hogares
2015	94585	111991	206,576
2016	99991	113632	213,623
2017	105706	115204	220,910
2018	111748	116698	228,446
2019	118135	118104	236,239

Fuente: estimaciones propias con base en información estadística de Censos Poblacionales 2002 y 2018 del Instituto Nacional de Energía Eléctrica -INE-, respectivamente. Para la determinación de la tasa de los hogares y usuarios del departamento en estudio se realizó por medio de la fórmula financiera (adjunta en la sección de anexos), su aplicación se logró con una estimación de datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) donde C_n es igual al número de usuarios de energía eléctrica (en el año 2002) y C_o es igual al número de usuarios de energía (en el año 2018) de igual forma fue aplicado para el caso de los hogares con acceso a energía eléctrica (una tasa de crecimiento estimada de 5.7155% y 3.4112%, respectivamente).

Al analizar la estimación de hogares de Alta Verapaz que tienen acceso a energía, los cuales se representan como la demanda satisfecha del estudio, se puede comprobar que los hogares de este rubro han incrementado en aproximadamente alrededor de 23,550 hogares en el periodo 2015 - 2019. Por otro lado, la demanda insatisfecha, representado por los hogares sin energía eléctrica ha crecido, pero no en la misma magnitud que los hogares con energía eléctrica. Lo anterior, nos indica un posible incremento en la cobertura de energía eléctrica de ese departamento.

Gráfica 27 Porcentaje de hogares con acceso a energía en Alta Verapaz



Fuente: estimaciones propias con base en información estadística de Censos Poblacionales 2002 y 2018, respectivamente

Efectivamente, se comprueba que la demanda satisfecha ha estado incrementando desde el año 2016; pasando de un 45.79% de hogares acceso a energía eléctrica a un 50.01% para el año 2019

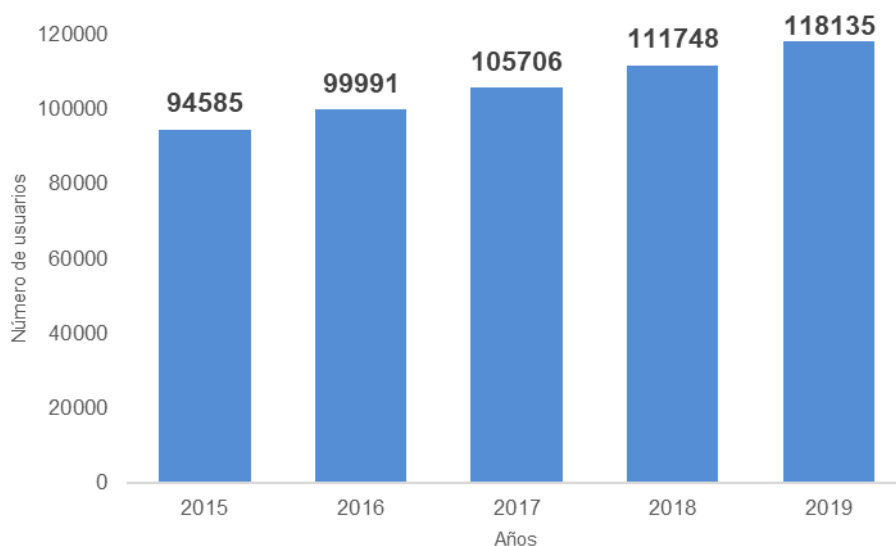
No obstante, con respecto a la generación de energía de tipo hidroeléctrica no contrasta precisamente con una mayor cobertura de energía eléctrica (demanda satisfecha) en los hogares de Alta Verapaz lo que indica que los proyectos hidroeléctricos en tal sentido no precisamente tienen una alta influencia determinante en este aspecto, dado que desde el punto de vista de mercado se debe a otro tipo de factores.

Por ejemplo, tal y como se comentó sobre la participación de la empresa distribuidora Deorsa en el mercado mayorista de electricidad, se analizó a esta distribuidora únicamente a nivel nacional, derivado que no se cuenta con los datos exactos de Alta Verapaz, pero es la distribuidora que brinda el servicio de energía a los consumidores finales, participa en dicho mercado en los años de análisis con porcentajes oscilantes entre 17 y 18 puntos porcentuales (no cuenta con una alta preponderancia de participación y no se sabe cuanta de esa energía demandada por dicha distribuidora en el mercado mayorista de electricidad se traslada finalmente a los usuarios de Alta

Verapaz para su consumo, debido a que no se contó con la información para realizar dicho análisis).

Sin embargo, al contrastar los datos de energía por parte de la distribuidora esta guarda una cierta similitud, en el sentido de que también el porcentaje estimado de demanda satisfecha ha estado creciendo, lo que presume que el crecimiento de demanda satisfecha se debe más bien al crecimiento o la participación de Deorsa en el mercado mayorista en lugar de la generación de energía por parte de los proyectos hidroeléctricos en Alta Verapaz.

Gráfica 28 Número de usuarios demandantes de energía eléctrica



Fuente: datos proyectados con base en información estadística de Censos Poblacionales 2002 y 2018.

Finalmente, luego de estimar los usuarios que poseen energía eléctrica y el número total de hogares del departamento de Alta Verapaz, fue posible calcular un índice de cobertura eléctrica basándose en la fórmula de dicho índice de cobertura, utilizada por el Ministerio de Energía y Minas -MEM-, detallada en su documento Índice de Cobertura Eléctrica 2016.

Y tal como se observa en la gráfica anterior en el quinquenio 2015 – 2019 los hogares demandantes del servicio de energía eléctrica han ido aumentando año tras año y en cifras estimadas podría decirse que crecieron en 23,550.

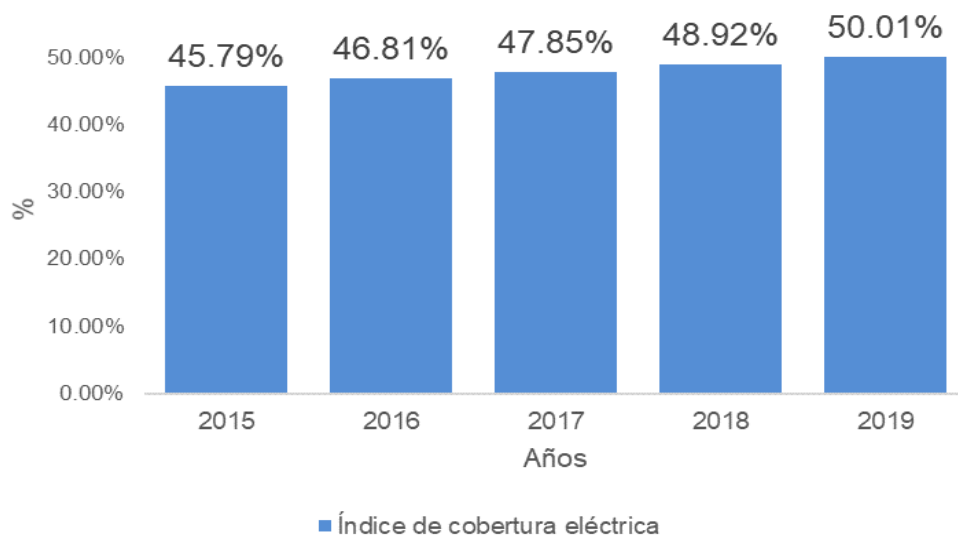
Cuadro 9 Índice de Cobertura de Energía Eléctrica

Años	Usuarios de energía eléctrica	Total de Hogares	Índice de cobertura eléctrica
2015	94585	206,576	45.79%
2016	99991	213,623	46.81%
2017	105706	220,910	47.85%
2018	111748	228,446	48.92%
2019	118135	236,239	50.01%

Fuente: datos proyectados con base en información estadística de Censos Poblacionales 2002 y 2018.

Según los resultados obtenidos, existe un incremento en el índice de cobertura para el periodo 2015-2019, lo cual se traduce en una mayor demanda satisfecha en el lugar analizado. No obstante, aún existe una demanda potencial de hogares por cubrir por parte de la distribuidora, el cual representa según las estimaciones realizadas alrededor del 50.00% del total de hogares de ese departamento. Al comparar estos datos con otros departamentos, se evidencia que esta puede ser aprovechada, debido a que es el índice de cobertura más bajo a nivel nacional. Dentro de ese contexto, se deberían analizar otro tipo de factores, los cuales no son objeto de este estudio.

Gráfica 29 Demanda Satisfecha de Energía Eléctrica



Fuente: datos proyectados con base en información estadística de Censos Poblacionales 2002 y 2018 del Instituto Nacional de Estadística -INE-.

Conclusiones

1. Se determinó que la oferta de energía hidroeléctrica en el periodo 2015 – 2019 de los proyectos hidroeléctricos en Alta Verapaz, aportan el mayor porcentaje de energía de este tipo a nivel nacional en la matriz energética (49%). Sin embargo, a pesar del nivel de oferta generada en tiempos recientes de este tipo de energía renovable en dicha matriz, solamente es aprovechable a nivel nacional el 23.1% lo que indica que aún existe un alto potencial referente a este tipo de energía.
2. Al realizar la comparación del comportamiento de los precios spot con la oferta de energía hidroeléctrica, se analizó que la variación mayor de esta última fue de 46.2% en 2017 y en 2019 tuvo un decremento de 19.2%, por el lado del precio spot la variación más alta fue en 2018 con 21.6% y 2016 se dio el decremento mayor de 27.2%, estos precios están influenciados por el nivel de generación de energía de tipo hidroeléctrica.
3. El comportamiento de los precios de la tarifa social (desglosada en el cargo por energía y el cargo por consumidor) de energía eléctrica de la distribuidora Deorsa, ha presentado en el periodo de análisis variaciones en términos monetarios, derivado que resulta ser influenciada por las variaciones que puedan darse en la dinámica del mercado eléctrico en el que se encuentra sujeto el precio spot. El cargo por energía en promedio fue de Q. 1.7202 y el cargo por consumidor en promedio fue de Q. 16.0049 de la distribuidora Deorsa en el lustro 2015 – 2019.
4. El gasto promedio anual de la demanda satisfecha de energía eléctrica solamente pudo estimarse con números aproximados para un año siendo un gasto promedio anual de Q. 2,385.66 y un pago promedio estimado mensual por hogar de Q. 198.80. Y se estimó que un hogar en promedio pagó en 2019 del total de su salario mínimo un 6.48% aproximadamente por el uso del servicio. Y no fue posible estimar el resto de los años para un análisis comparativo debido a que no contó con los datos necesarios para realizarlo.

5. La participación por parte de la distribuidora Deorsa en el mercado mayorista de energía ha ganado relevancia en el análisis de estudio; sin embargo, su proporción de participación en promedio fue de 17.66% y su promedio de energía demandada en el mercado mayorista en el periodo 2013 - 2017 fue de 1,183.76 GWh. Debido a la falta de información estadística no se pudo realizar el análisis de cuánta energía suministra Deorsa en Alta Verapaz para el consumo de la demanda satisfecha.
6. El comportamiento de los hogares demandantes de energía eléctrica se estableció por medio de estimaciones las cuales reflejan que el porcentaje de demanda satisfecha ha incrementado en el periodo de análisis aproximadamente en 4% y el promedio de esta demanda fue 47.88% en el periodo 2015 – 2019 y aunque los usuarios crecieron aproximadamente en 23550 aún se encuentra lejos de cubrir la demanda total. En efecto, desde el punto de vista de mercado existe una demanda insatisfecha en promedio de 52.12% aún por cubrir; lo anterior, presumiblemente se debe por otro tipo de variables que no son objeto de análisis de este estudio (por ejemplo, el nivel pobreza, infraestructura, accesibilidad, entre otros).
7. La incidencia de la generación de energía hidroeléctrica en la cobertura del servicio no refleja una relación de crecimiento similar; dado que el crecimiento de participación de energía en el mercado mayorista de Deorsa se presume que guarda algún tipo de relación con el crecimiento de demanda satisfecha de energía eléctrica que se muestra en Alta Verapaz. Por el contrario, la alta generación de energía hidroeléctrica en ese lugar no se traduce en una alta cobertura de energía eléctrica (demanda satisfecha). En síntesis, estos proyectos hidroeléctricos no han influido determinantemente para cubrir esa demanda.

Recomendaciones

1. A las entidades relacionados con el tema de la energía hidroeléctrica, realizar estudios relacionados acerca de la posibilidad de cómo poder crear las condiciones necesarias para el aprovechamiento del recurso hídrico en el país aún sin utilizar. En virtud que este tipo de energía renovable resulta ser más barata en su generación y por ende sirve para mantener teóricamente los precios más bajos que se reflejan en los demandantes finales.
2. A la Comisión Nacional de Energía como ente encargada de definir los tiempos y mecanismos en lo que concierne al precio spot de la energía, debido a que el comportamiento de este precio se encuentra en buena medida en función de las variaciones de la energía hidroeléctrica, evaluar las formas idóneas que ante un alza pronunciada de este precio este no repercuta fuertemente en los pliegos tarifarios del consumidor final, para este estudio los usuarios de Alta Verapaz.
3. A la Comisión Nacional de Energía Eléctrica como entidad encargada de determinar las tarifas a los demandantes finales del servicio de energía eléctrica para este caso a los usuarios ubicados en Alta Verapaz, que al momento de realizar los ajustes a los pliegos tarifarios correspondientes, estos no impacten tan abruptamente en sus variaciones monetarias en el pago por el servicio final a los consumidores.
4. Se recomienda a Deorsa de acuerdo con la Ley de Acceso a la Información Pública decreto número 57-2008, publicar datos estadísticos históricos acerca del consumo promedio de energía y precios promedio que pagan los demandantes finales por el uso del servicio eléctrico, con el objetivo de que sirvan para el fortalecimiento de futuros estudios relacionados o similares con el tema. O bien que puedan enriquecer o ampliar la presente investigación.
5. A Deorsa dar a conocer permanentemente estadísticas desglosadas acerca de cuánta energía suministra y ha suministrado en años recientes en Alta Verapaz por medio de informes estadísticos relacionados con sus actividades inherentes, dado que esa

información actualmente aparentemente no se encuentra al acceso de información pública a pesar de la existencia del decreto número 57-2008. Lo anterior con el objeto de brindar información oficial para el desarrollo de nuevas y mejores investigaciones relacionadas con este campo.

6. Al Instituto Nacional de Estadística -INE- mantener actualizadas sus estadísticas oficiales en todo lo relacionado a sus competencias inherentes, debido a la importancia y relación que como entidad estatal tiene a nivel nacional con los datos estadísticos. Dado que no fue posible contar con todos los datos que se analizan en esta presente investigación, teniendo que realizar en la mayoría de los casos propiamente solamente estimaciones con los datos que fueron proporcionados por esa entidad.
7. Por último, se recomienda que exista una mayor apertura de datos por parte de las instituciones relacionadas con el tema de investigación con base a Ley de Acceso a la Información Pública, decreto número 57-2008. Debido a que no se contó con toda la información necesaria, a pesar de haberse solicitado formalmente de acuerdo con los requerimientos solicitados por dichas instancias. Esto siempre con el objeto de que la información sirva para el desarrollo y fortalecimiento de futuras investigaciones.

Fuentes de información

Bibliográficas

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta ed.). México D.F., México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.

Cifuentes Medina, Edelberto (2016). La Aventura de Investigar: El Plan y la Tesis (4ta edición). Guatemala

Sapag Chain, N. (2014). Preparación y Evaluación de Proyectos. México, D.F., México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Urbina, G. B. (2010). Evaluación de Proyectos. México, D. F, México.

Baca Urbina, Gabriel (2010). Evaluación de proyectos (6ta edición), México.

Documentos electrónicos

Alarcón, A. (junio de 2018). El sector hidroeléctrico en latinoamérica: Desarrollo, potencial y perspectivas. BID. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El-sector-hidroel%C3%A9ctrico-en-Latinoam%C3%A9rica--Desarrollo-potencial-y-perspectivas.pdf>

Arch, A. (febrero de 2020). La revolución digital de la energía hidroeléctrica en los países latinoamericanos. Washington D. C: BID. Obtenido de https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La_revoluci%C3%B3n_digital_de_la_energ%C3%ADa_hidroel%C3%A9ctrica_en_los_pa%C3%ADses_latinoamericanos.pdf

BM. (2019). Informe Sobre los Avances en Materia de Energía. Washington D. C., Estados Unidos. Obtenido de <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/31752/Tracking-SDG-7-SPhighlights.pdf>

Carlos Echeverría, J. C. (2017). Integración Eléctrica Centroamericana. Génesis, Beneficios y Prospectiva del Proyecto SIEPAC. Sistema de interconexión Eléctrica de los Países de América Central. Washington D. C., Estados Unidos. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Integraci%C3%B3n-el%C3%A9ctrica-centroamericana-G%C3%A9nesis-beneficios-y-prospectiva-del-Proyecto-SIEPAC-Sistema-de-Interconexi%C3%B3n-El%C3%A9ctrica-de-los-Pa%C3%ADses-de-Am%C3%A9rica-Central.pdf>

CEPAL. (noviembre de 2017). Avances en materia de energías sostenibles en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42552/1/S1701027_es.pdf

CNEE. (lunes de julio de 2013). Marco Legal del Sub Sector Eléctrico de Guatemala, Compendio de Leyes y Reglamentos. Ciudad Guatemala. Obtenido de CNEE: <http://www.cnee.gob.gt/pdf/marco-legal/LEY%20GENERAL%20DE%20ELECTRICIDAD%20Y%20REGLAMENTOS.pdf>

CNEE. (2014). Mercado de energía eléctrica, guía del inversionista. Ciudad de Guatemala: CNEE. Obtenido de <http://www.cnee.gob.gt/pdf/informacion/GuiadelInversionista2015.pdf>

CNEE. (2020). Ajuste Tarifario Trimestral, Periodo noviembre 2019 - enero 2020. Ciudad Guatemala. Obtenido de <http://www.cnee.gob.gt/xhtml/prensa/Boletin%20Ajuste%20Tarifario%20Nov-2019%20a%20Ene-2020.pdf>

DGE. (S/D de marzo de 2019). Registro de Centrales Hidroeléctricas Menores o Iguales a 5KW. Ciudad de Guatemala. Obtenido de Dirección General de Energía: https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/01/2._-Listado-de-Hidroel%C3%A9ctricas-Menores-o-Iguales-a-5-MW.pdf

IHA. (12 de julio de 2017 - 2018). Fomentar la Energía Hidroeléctrica Sostenible. Reino Unido: Water Resources. Obtenido de https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/informe_sobre_estrategia_y_actividades_2017-2018.pdf

Folgueiras, J. A. (S/D de mayo de 2012). DIGIBUO. Obtenido de DIGIBUO: <http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/13052/1/TDJoseAntonioAguileraFolgueiras.pdf>

EEGSA. (martes de julio de 2019). Informe Avanzado 2019. Ciudad Guatemala. Obtenido de <https://eegsa.com/wp-content/uploads/2020/03/Informe-Avanzado-EEGSA-2019.pdf>

IMTA. (martes de julio de 2015). Obtenido de <https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros/Potencial-Hidroelectrico-Mexico-1era-Parte.pdf>

INCYT. (2018). Perfil Energético de Guatemala, Bases para el Entendimiento del Estado Actual y Tendencias de la Energía. Ciudad Guatemala. Obtenido de <http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/uploads/2019/03/Perfil-Energetico-de-Guatemala.pdf>

Lennys, R. A. (septiembre de 2019). El cambio climático y el desarrollo energético sostenible en América Latina y el Caribe al amparo del Acuerdo de París y de la Agenda 2030. España: Fundación Carolina. Obtenido de https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2019/09/DT_FC_15.pdf

MEM. (9 de mayo de 2015). Índice de Cobertura Eléctrica 2015. Ciudad Guatemala. Obtenido de <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/05/Cobertura-Elctrica-2015.pdf>

MEM. (2016). Índice de Cobertura Eléctrica 2016. Ciudad de Guatemala. Obtenido de <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/05/Cobertura-Elctrica-2016.pdf>

MEM. (25 de julio de 2018). Generación Hidroeléctrica. Ciudad Guatemala. Obtenido de Ministerio de Energía y Minas: https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/07/Generaci%C3%B3n-Hidroel%C3%A9ctrica.pdf?__cf_chl_jschl_tk__=e900230ff4766b4476ceb460a91a15f0eb6f3b66-1591226814-0-AZp0M24JsoGyknRyzxRnJw4AYPjLoOaVwgL0b5g1gf6T0drY2TcAGGh2Yd_jO6JtOyAknd85n7YmL9IU1z65XHOcUsN

MEM. (15 de marzo de 2019). Política Energética 2019 - 2050. Ciudad Guatemala: MEM. Obtenido de https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/11/Pol%C3%ADtica-Energ%C3%A9tica-2019-2050.pdf?__cf_chl_jschl_tk__=34caf76ce57a396a28e35d7f0d7e9884a3572427-1597329448-0-AdOIAvdExulHBxfV_g98iNTvWmUqmAm08LVXZbB_KY5boCnCQ8JoKvLBin2gXZdMEWOSTs9TDH95aWanxfhceBr

MEM. (sábado de julio de 2020). Ley General de Electricidad. Ciudad Guatemala. Obtenido de https://www.amm.org.gt/portal/?wpfb_dl=9Ley_y_reglamentos_CNEE.pdf/

Ministerio de Energía y Minas. (2019). Estadísticas Subsector Eléctrico 2018. Ciudad Guatemala: MEM. Obtenido de https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2019/01/Estad%C3%ADsticas-Subsector-El%C3%A9ctrico.pdf?__cf_chl_jschl_tk__=bb9f11f483d2f8df06bab96c0767dceee6308bb1-1597329449-0-AV7ewAjMMLowkrs7Oc580YfnlrbqFHXHnrwVCx_RE-cyswJFd3-27GaHOxGOatR5CNjBRFhcCZzq84uohqiC

Sanin, P. I. (diciembre de 2019). Acceso y asequibilidad a la energía eléctrica en América Latina y El Caribe. Washington D. C., Estados Unidos: BID. Obtenido de https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Acceso_y_asequibilidad_a_la_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica_en_Am%C3%A9rica_Latina_y_El_Caribe_es.pdf

REN21. (2016). Energías Renovables 2016 Reporte de la Situación Mundial. España. Obtenido de https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/REN21_GSR2016_KeyFindings_sp_05.pdf

SEGEPLAN. (lunes de julio de 2011). Plan Municipal de Cobán. Ciudad Guatemala. Obtenido de SEGEPLAN: <https://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/planificacion-del-desarrollo/municipal>

Páginas web

Alarcón, A. D. (18 de junio de 2019). Las hidroeléctricas en Latinoamérica, ¿dónde estamos? y ¿hacia dónde vamos? Obtenido de

<https://blogs.iadb.org/energia/es/hidroelectricas-en-latinoamerica-donde-estamos-y-hacia-donde-vamos/>

Beyza, Z. (14 de mayo de 2019). La capacidad global de energía hidroeléctrica creció 1,97% en 2018. pág. 1. Obtenido de <https://www.aa.com.tr/es/econom%C3%ADa/la-capacidad-global-de-energ%C3%ADa-hidroel%C3%A9ctrica-creci%C3%B3-1-97-en-2018/1478158>

Bolaños, R. M. (18 de marzo de 2019). Ya opera en su totalidad Renace, complejo hidroeléctrico con inversión de US\$800 millones. Prensa Libre, pág. 4. Obtenido de <https://www.prensalibre.com/economia/ya-opera-en-su-totalidad-renace-complejo-hidroelectrico-con-inversion-de-us800-millones/>

CMI. (viernes de junio de 2020). CMI. Obtenido de CMI: <https://www.cmi.co/es/item/429-como-funciona-una-hidroelectrica>

ENEL. (22 de marzo de 2019). www.enel.com. Obtenido de [www.enel.com: https://www.enel.com/es/nuestra-compania/historias/articulos/2019/03/hidroelectrico-dia-mundial-agua](https://www.enel.com/es/nuestra-compania/historias/articulos/2019/03/hidroelectrico-dia-mundial-agua)

Energuate. (sábado de julio de 2020). Energuate. Obtenido de Energuate: <https://www.energuate.com/mision-vision-valores>

Gómez, E. A. (s/f de s/f de 2015). Repositorio USAC. Obtenido de Repositorio USAC: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3264/>

INDE. (jueves de mayo de 2020). INDE. Obtenido de INDE: <http://www.inde.gob.gt/la-ruta-de-la-energia/>

MEM. (lunes de julio de 2016). Obtenido de <https://www.mem.gob.gt/energia/informe-estadistico-dge-2016/>

Roca, J. (12 de septiembre de 2018). Las 10 mayores centrales hidroeléctricas de Latinoamérica. pág. 3. Obtenido de <https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-centrales-hidroelectricas-de-latinoamerica/>

Roca, J. A. (miércoles de septiembre de 2018). El Periodico de la energía. Obtenido de El Periodico de la energía: <https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-centrales-hidroelectricas-de-latinoamerica/>

BANGUAT (sábado de julio de 2020). Estadísticas macroeconómicas. Obtenido de <https://www.banguat.gob.gt/>

AMM (jueves de mayo de 2020). Resultados de la operación. Obtenido de <https://www.amm.org.gt/portal/>

Anexos

Instrumento de Revelar Datos

Ficha bibliográfica 1**Hogares de Alta Verapaz usuarios de energía eléctrica**

Estadísticas de los hogares de Alta Verapaz usuarios de la red de energía eléctrica en los Censos poblacionales 2002, 2018, respectivamente.

Instituto Nacional de Estadística (INE) (2002 y 2018), características generales de los hogares censados, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

“Se analizaron de la base de datos del INE, el tipo de alumbrado del total de hogares de Alta Verapaz; para determinar los hogares que cuenta con acceso a la red de energía eléctrica de ese departamento. Fue importante para hallar la tasa de crecimiento de hogares y usuarios, además se hallaron datos de la dependencia de la gran dependencia de leña de los hogares en aquel departamento”.

Preguntas Generadoras

1. ¿Qué porcentaje de la población de Alta Verapaz tiene acceso a la red de energía eléctrica?
2. ¿Cuál ha sido la tasa de crecimiento de los hogares en el departamento de Alta Verapaz en los años 2015 al 2019?
3. ¿Qué información proporciona el INE respecto a los usuarios que tienen acceso a la red de energía eléctrica?
4. ¿Qué años de información respecto a los usuarios de energía eléctrica tiene en su base de datos el INE?
5. ¿Qué tipo de energía utilizan los hogares de Alta Verapaz como electricidad?
6. ¿Los datos del Censo Poblacional de 2002 servirán para realizar proyecciones estadísticas concernientes al resto de años en lo que respecta al número de hogares existentes versus los hogares que han tenido acceso al servicio de energía eléctrica?
7. ¿Con las estimaciones estadísticas que se realicen con base a los datos del Censo Poblacional 2002 podrán contrastarse con los datos del Censo 2018 y por medio de ellos lograr proyecciones de datos útiles para 2019?

Ficha bibliográfica 2

Generación energía eléctrica hidroeléctricas Alta Verapaz

Estadísticas de la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas de Alta Verapaz en la matriz energética de Guatemala.

Administrador de Mercado Mayorista (AMM) (2015-2019), estadísticas de Despacho de Carga Ejecutado del Sistema Nacional Interconectado, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

“Se analizaron de la base de datos de AMM la generación de energía eléctrica de todas las hidroeléctricas ubicadas en el departamento de Alta Verapaz, para hallar la oferta energética de estas en el periodo 2015 – 2019”. Fue importante realizar este análisis para entender la incidencia de los proyectos hidroeléctricos en Alta Verapaz.

Preguntas generadoras

1. ¿Cuál será la capacidad productiva de los oferentes de energía eléctrica en Alta Verapaz?
2. ¿Cómo ha sido la tendencia del precio spot en el periodo de estudio?
3. ¿Qué hidroeléctricas están ubicadas en el departamento de Alta Verapaz?
4. ¿Cuál ha sido el aporte de los proyectos hidroeléctricos ubicados en Alta Verapaz en la matriz energética?
5. ¿Qué proyectos hidroeléctricos proporcionan mayor generación de energía en Alta Verapaz?
6. ¿Qué proyectos hidroeléctricos ubicados en Alta Verapaz se encuentran ya

Ficha bibliográfica 3

tarifa social de usuarios de DEORSA

Tarifa Social de los usuarios de energía eléctrica por los usuarios de la Distribuidora de Electricidad de Oriente (DEORSA)

Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE- (2020), Pliegos Tarifarios, Conoce tu tarifa, compara y ahorra, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

“Por medio de la información: proporcionada por la página web de CNEE se logró determinar los pliegos tarifarios de energía eléctrica para los usuarios de DEORSA en el periodo 2015 – 2019 para dar respuesta a los objetivos planteados en el informe final de investigación”.

Preguntas generadoras

1. ¿Cómo ha sido el comportamiento de la tarifa social?
2. ¿Cuál ha sido el gasto promedio anual de los usuarios de energía eléctrica?
3. ¿Qué papel juega la comisión Nacional de Energía eléctrica en la tarifa para usuarios?
4. ¿Qué distribuidoras actualmente son las más importante a nivel nacional?
5. ¿Quién de todas las distribuidoras distribuye el servicio de energía eléctrica en Alta Verapaz?
6. ¿Cuál ha sido el promedio de la tarifa por consumo durante el periodo 2015 – 2019?
7. ¿Cuál ha sido el promedio de la tarifa por cargo unitario por energía fijo?

Formulas

Tasa de los hogares y usuarios de energía eléctrica en Alta Verapaz

$$i = \sqrt[n]{\frac{Cn}{Co}} - 1$$

Tasa de crecimiento de los usuarios de energía eléctrica en Alta Verapaz

$$\text{Formula } i = \sqrt[16]{\frac{45922}{111748}} - 1 = 5.7155\%$$

Cuadro 10 Demandantes de energía eléctrica en Alta Verapaz

Años	Usuarios	Incremento de Usuarios
2002	45,922	
2003	48,547	2,625
2004	51,321	2,775
2005	54,255	2,933
2006	57,356	3,101
2007	60,634	3,278
2008	64,099	3,466
2009	67,763	3,664
2010	71,636	3,873
2011	75,730	4,094
2012	80,059	4,328
2013	84,634	4,576
2014	89,472	4,837
2015	94,585	5,114
2016	99,991	5,406
2017	105,706	5,715
2018	111,748	6,042
2019	118,135	6,387

Fuente: datos proyectados con base en información estadística de Censos Poblacionales de Guatemala, 2002 y 2018, respectivamente.

*El dato de 2018 de usuarios corresponde a la cifra oficial indicada en el Censo Poblacional 2018, la estimación realizada contrasta con el dato oficial.

Tasa de crecimiento de los hogares de Alta Verapaz periodo 2015 – 2019

$$\text{Formula } i = \sqrt[16]{\frac{133568}{228446}} - 1 = 3.4112\%$$

Cuadro 11 Demanda potencial de energía eléctrica en Alta Verapaz

Años	Hogares	Incremento de hogares
2002	133,568	
2003	138,124	4,556
2004	142,836	4,712
2005	147,708	4,872
2006	152,747	5,039
2007	157,958	5,211
2008	163,346	5,388
2009	168,918	5,572
2010	174,680	5,762
2011	180,639	5,959
2012	186,801	6,162
2013	193,173	6,372
2014	199,762	6,590
2015	206,576	6,814
2016	213,623	7,047
2017	220,910	7,287
2018	228,446	7,536
2019	236,239	7,793

Fuente: datos proyectados con base en información estadística de Censos Poblacionales de Guatemala, 2002 y 2018, respectivamente

*El dato de hogares 2018, corresponde a la cifra oficial indicada en el Censo Poblacional 2018. La estimación realiza contrasta con el dato oficial.

Datos de matrices energéticas a nivel nacional 2015 - 2019

Cuadro 12 Matriz energética 2015 a nivel nacional

GENERACIÓN POR TIPO DE RECURSO	GWH	%
PLANTAS HIDRÁULICAS	3683.2	37.56%
TURBINAS DE VAPOR	1966.4	19.09%
GEOTÉRMICAS	251.5	2.44%
COGENERADORES(T.VAPOR)	2531.1	24.57%
MOTORES RECIPROCANTES	1428.8	13.87%
TURBINAS DE GAS	10.7	0.10%
GENERACIÓN DISTRIBUIDA	185.7	
GENERACIÓN SOLAR Y EÓLICA	244.6	2.37%
TOTAL	10302.0	100%

Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética "Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado 2015" del Administrador de Mercado Mayorista -AMM-

Cuadro 13 Matriz energética 2016 a nivel nacional

GENERACIÓN POR TIPO DE RECURSO	GWH	%
PLANTAS HIDRÁULICAS	3724.2	36.52%
TURBINAS DE VAPOR	2489.1	22.88%
GEOTÉRMICAS	289.1	2.66%
COGENERADORES(T.VAPOR)	2746.1	25.24%
MOTORES RECIPROCANTES	981.3	9.02%
TURBINAS DE GAS	5.4	0.05%
GENERACIÓN DISTRIBUIDA	248.0	
GENERACIÓN SOLAR Y EÓLICA	394.5	3.63%
TOTAL	10877.9	100%

Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética "Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado 2016" del Administrador de Mercado Mayorista -AMM-

Cuadro 14 Matriz energética 2017 a nivel nacional

GENERACIÓN POR TIPO DE RECURSO	GWH	%
GEOTÉRMICA	253.05	2.20%
EÓLICA	218.06	1.90%
SOLAR	198.20	1.73%
HIDROELÉCTRICA	5,765.33	50.18%
BIOGAS	17.56	0.15%
BIOMASA	1,577.67	13.73%
CARBÓN MINERAL	3,059.52	26.63%
BUNKER	395.47	3.44%
DIESEL	5.05	0.04%
TOTAL	11,489.90	100%

Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética "Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado 2017" del Administrador de Mercado Mayorista -AMM-

Cuadro 15 Matriz energética 2018 a nivel nacional

GENERACIÓN POR TIPO DE RECURSO	GWH	%
HIDROELÉCTRICA	5,190.98	41.45%
CARBÓN MINERAL	3,902.72	31.17%
BIOMASA	1,735.90	13.86%
COQUE DE PETROLEO	507.75	4.05%
BUNKER	379.22	3.03%
EÓLICA	319.50	2.55%
GEOTÉRMICA	249.75	1.99%
SOLAR	208.31	1.66%
BIOGAS	26.33	0.21%
DIESEL	1.93	0.02%
TOTAL	12,522.39	100%

Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética "Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado 2018" del Administrador de Mercado Mayorista -AMM-

Cuadro 16 Matriz energética 2019 a nivel nacional

GENERACIÓN POR TIPO DE RECURSO	GWH	%
GEOTÉRMICA	262.14	2.14%
EÓLICA	330.78	2.71%
SOLAR	233.41	1.91%
HIDROELÉCTRICA	4,381.13	35.83%
BIOGÁS	24.67	0.20%
BIOMASA	1,848.78	15.12%
GAS NATURAL	0.01	0.00007%
CARBÓN MINERAL	3,900.49	31.90%
COQUE DE PETRÓLEO	752.90	6.16%
BUNKER	492.28	4.03%
DIESEL	1.66	0.01%
TOTAL	12,228.23	100%

Fuente: elaboración propia con base a datos estadísticos de la matriz energética "Despacho de carga ejecutado del Sistema Nacional Interconectado 2019" del Administrador de Mercado Mayorista -AMM

Tema
Análisis de la incidencia de los proyectos hidroeléctricos ubicados en Alta Verapaz en la cobertura de energía eléctrica de ese departamento, periodo 2015 – 2019.
Punto de vista
De mercado
Variable
Proyectos hidroeléctricos
Variable
Cobertura de energía eléctrica.
Unidad de análisis
Usuarios de energía eléctrica
Período histórico
2015 – 2019
Ámbito geográfico
Alta Verapaz
Pregunta general de investigación
¿Cuál es la incidencia de la generación de la energía hidroeléctrica en la cobertura del servicio?
Objetivo General
Analizar la incidencia de la generación de energía hidroeléctrica en la cobertura del servicio, desde el punto de vista de mercado.
Preguntas generadoras para objetivos específicos
1. ¿Cuánto es la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas?
2. ¿Cómo se comporta los precios spot con la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas
3. ¿Cómo ha sido el comportamiento de la tarifa social?
4. ¿Cuál ha sido el gasto promedio anual de los usuarios de energía eléctrica?
5. ¿Cuál ha sido la participación de Deorsa en el mercado mayorista de energía?
6. ¿Cómo ha sido el comportamiento de los hogares demandantes de energía eléctrica?
Objetivos específicos
1. Determinar la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas (oferentes).
2. Comparar el comportamiento de los precios promedio spot con la generación de energía eléctrica de las hidroeléctricas.
3. Describir el comportamiento de la tarifa social de energía eléctrica.
4. Establecer el gasto promedio anual de los usuarios de energía eléctrica.
5. Describir la participación de Deorsa en el mercado mayorista de energía
6. Determinar el comportamiento de los hogares demandantes de energía eléctrica.

Cuadro 17 Oferentes de energía eléctrica 2015

CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HIDROELÉCTRICAS EN ALTA VERAPAZ AÑO 2015														
#	HIDROELÉCTRICAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
		ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA
		GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH
1	CHIXOY	114.8	99.9	100.6	86.7	94.3	97.4	77.1	79.2	77.2	142.4	104.2	131.5	1205.4
2	SECACAO	8.14	6.59	6.77	3.38	7.82	10.38	11.19	10.62	10.56	9.69	10.01	9.58	104.7
3	RENACE	26.70	19.74	11.56	6.65	7.41	14.18	15.11	8.94	11.65	26.17	34.14	36.04	218.3
4	CANDELARIA	2.07	1.67	1.69	0.84	1.98	2.70	2.94	2.74	2.77	2.49	2.64	2.48	27.0
5	SANTA TERESA	3.84	3.18	2.48	1.72	3.82	6.52	6.69	4.75	6.03	6.34	7.21	6.99	59.6
6	CHOLOMA	1.67	1.29	0.62	1.25	1.71	4.22	4.21	2.43	3.76	2.59	4.08	2.63	30.5
7	VISIÓN DE AGUILA	0.95	0.68	0.2187	0.18	0.18	0.84	0.42	0.01	0.37	0.92	1.08	1.10	7.0
8	OXEC										0.35	5.45	9.97	15.8
9	RENACE 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
10	PACAYAS			0.194	0.750	1.217	1.878	1.234	0.644	1.456	1.792	2.716	2.281	14.163
11	LA PERLA	0.70	0.62	0.59	0.45	0.58	1.12	0.91	0.68	1.08	0.90	1.38	0.96	9.973
12	PEQUEÑAS HIDRO	5.47	4.28	4.39	3.84	4.89	4.71	5.24	5.35	4.83	6.69	4.87	3.85	58.4
13	SAN JOAQUIN 2	0.59	0.48	0.53	0.46	0.53	0.51	0.50	0.42	0.39	0.42	0.41	0.43	5.666
14	SAMUC				0.000	0.289	0.659	0.404	0.126	0.475	0.571	0.747	0.575	3.846
15	HIDRO SAN JOSÉ							0.004	0.079	0.080	0.084	0.086	0.102	0.434
TOTALES		164.9	138.4	129.7	106.2	124.7	145.1	126.0	116.0	120.7	201.4	179.0	208.5	1760.7
														100%

Fuente: elaboración propia con base en información estadística de Administrador de Mercado Mayorista (AMM), año 2015.

Cuadro 18 Oferentes de energía eléctrica 2016

CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HIDROELÉCTRICAS EN ALTA VERAPAZ AÑO 2016															
#	HIDROELÉCTRICAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	%
		ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	
		GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH		
1	CANDELARIA	2.04	1.62	1.53	1.26	0.79	1.72	2.76	2.81	3.01	2.74	2.15	1.98	24.4	1.23%
2	PACAYAS	1.889	1.947	1.055	0.846	0.471	1.125	0.904	1.442	1.482	2.468	2.325	1.545	17.497	0.88%
3	LA PERLA	0.68	0.56	0.55	0.50	0.46	0.94	1.10	1.34	1.27	0.80	0.67	0.64	9.517	0.48%
4	SAMUC	0.670	0.647	0.343	0.266	0.205	0.445	0.328	0.549	0.577	0.760	0.745	0.499	6.033	0.30%
5	VISIÓN DE AGUILA	0.87	1.00	0.3755	0.35	0.21	0.33	0.54	0.65	0.46	1.03	1.34	0.55	7.7	0.39%
6	PEQUEÑAS HIDRO SAMUC DOS	3.45	2.68	3.03	3.47	3.43	4.00	3.97	4.47	5.24	4.52	3.09	3.34	44.7	2.24%
7	SAN JOAQUIN 2	0.40	0.38	0.40	0.36	0.37	0.32	0.40	0.42	0.41	0.43	0.41	0.43	4.738	0.24%
8	HIDRO SAN JOSÉ	0.093	0.077	0.078	0.081	0.088	0.066	0.083	0.094	0.095	0.088	0.086	0.100	1.029	0.05%
9	CHIXOY	104.6	68.5	89.1	90.4	90.6	71.4	83.6	73.0	93.3	91.4	71.6	52.5	980.0	49.18%
10	RENACE	20.88	21.68	12.56	10.21	7.57	20.55	20.87	31.60	36.09	28.28	31.29	18.88	260.5	13.07%
11	RENACE 2	0.00	0.00	2.27	16.00	13.31	38.72	40.02	55.29	63.64	51.82	57.63	35.81	374.5	18.79%
12	RENACE 3										7.68	30.39	19.99	58.1	2.91%
13	SECACAO	7.97	6.48	6.22	5.20	3.36	7.25	10.61	10.77	11.37	10.54	8.33	7.79	95.9	4.81%
14	OXEC	5.44	3.15	1.35	0.74	0.35	3.13	7.38	7.62	5.99	8.65	9.13	5.66	58.6	2.94%
15	SANTA TERESA	0.732	0.683	0.692	0.637	0.704	0.702	0.697	0.694	0.730	0.737	0.686	0.669	8.364	0.42%
16	CHOLOMA	1.50	0.95	0.74	0.35	0.33	3.19	4.13	4.29	4.26	2.31	1.41	1.70	25.2	1.26%
17	RAAXHA					0.26	1.30	2.43	2.29	2.11	2.52	2.77	2.29	16.0	0.80%
TOTALES		151.2	110.4	120.3	130.7	122.6	155.2	179.8	197.3	230.0	216.8	224.0	154.3	1992.6	100%

Fuente: elaboración propia con base en información estadística de Administrador de Mercado Mayorista (AMM), año 2016.

Cuadro 19 Oferentes de energía eléctrica 2017

CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HIDROELÉCTRICAS EN ALTA VERAPAZ AÑO 2017															
#	HIDROELÉCTRICAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL	#
		ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	
		GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	
1	CANDELARIA	1.65	1.29	1.43	0.97	1.10	2.43	2.97	3.20	3.03	3.08	2.94	2.37	26.45	0.91%
2	PACAYAS	1.17	0.67	0.80	0.29	0.65	1.46	1.47	1.61	1.96	2.42	2.18	1.50	16.19	0.56%
3	HIDROELÉCTRICA LA PERLA	0.62	0.46	0.51	0.44	0.63	0.93	1.69	1.20	1.48	1.60	0.94	0.72	11.24	0.39%
4	SAMUC 2				0.00	0.12	0.55	0.56	0.62	0.76	0.92	0.85	0.58	4.97	0.17%
5	VISIÓN DE AGUILA	0.50	0.16	0.31	0.00	0.10	0.92	0.58	0.97	1.24	1.38	1.20	0.68	8.04	0.28%
6	SAN JOAQUIN	0.41	0.37	0.40	0.38	0.40	0.35	0.38	0.43	0.31	0.51	0.52	0.54	5.00	0.17%
7	SAMUC	0.38	0.23	0.25	0.12	0.31	0.57	0.53	0.51	0.54	0.57	0.60	0.50	5.10	0.18%
8	SAN JOSE	0.08	0.08	0.09	0.10	0.09	0.07	0.08	0.11	0.07	0.13	0.13	0.04	1.08	0.04%
9	CHIXOY	56.52	52.37	65.60	72.17	89.44	140.31	194.03	194.61	189.58	195.24	166.70	135.18	1551.75	53.26%
10	RENACE	21.66	11.39	13.44	7.55	7.61	34.01	32.91	31.78	35.86	43.73	36.63	25.75	302.31	10.38%
11	RENACE 2	39.62	21.51	22.39	14.01	18.97	56.52	61.85	60.91	62.61	77.30	64.95	46.32	546.95	18.77%
12	RENACE 3	21.29	11.84	14.77	6.84	10.21	34.22	36.44	34.94	33.46	41.67	34.67	24.62	304.98	10.47%
13	OXEC	3.45	4.19	0.00	0.00	0.00	8.34	9.94	8.89	6.81	10.43	7.49	5.07	64.59	2.22%
14	HIDROELÉCTRICA SANTA TERESA	0.67	0.59	0.64	0.55	0.63	0.73	0.73	0.75	0.83	0.92	0.87	0.89	8.80	0.30%
15	CHOLOMA	1.25	0.91	1.21	0.47	1.01	4.49	5.41	4.54	4.37	4.64	1.79	1.30	31.40	1.08%
16	RAAXHA	2.24	1.17	1.01	0.30	0.52	2.40	2.83	2.82	2.30	0.96	2.92	2.03	21.48	0.74%
17	CHICHAIC	0.20	0.21	0.23	0.17	0.13	0.23	0.27	0.32	0.28	0.31	0.35	0.35	3.05	0.10%
TOTALES		151.7	107.4	123.1	104.4	131.9	288.5	352.7	348.2	345.5	385.8	325.7	248.4	2913.4	100%

Fuente: elaboración propia con base en información estadística de Administrador de Mercado Mayorista (AMM), año 2017.

Cuadro 20 Oferentes de energía eléctrica 2018

CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HIDROELÉCTRICAS EN ALTA VERAPAZ AÑO 2,018															
#	HIDROELÉCTRICAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL	%
		GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	%
		ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	
1	CANDELARIA	2.12	1.72	1.50	1.07	1.41	2.34	2.84	2.93	3.06	3.01	2.49	2.03	26.53	1.01%
2	PACAYAS	1.75	1.48	0.50	0.57	1.27	1.67	0.97	1.21	1.22	1.67	1.64	1.60	15.56	0.59%
3	HIDROELÉCTRICA LA PERLA	0.80	0.69	0.56	0.50	0.58	1.11	1.07	1.06	1.71	1.40	0.96	0.70	11.14	0.42%
4	SAMUC 2	0.63	0.57	0.19	0.21	0.45	0.68	0.41	0.54	0.56	0.63	0.66	0.57	6.08	0.23%
5	VISIÓN DE AGUILA	0.69	0.56	0.12	0.03	0.36	0.66	0.57	0.05	0.08	0.97	0.66	0.73	5.49	0.21%
6	SAN JOAQUIN	0.50	0.44	0.45	0.43	0.41	0.44	0.45	0.46	0.44	0.47	0.45	0.46	5.40	0.21%
7	SAMUC	0.55	0.43	0.17	0.24	0.43	0.56	0.31	0.34	0.35	0.54	0.56	0.53	5.01	0.19%
8	SAN JOSE	0.14	0.13	0.16	0.16	0.15	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.15	0.05	1.73	0.07%
9	CHIXOY	81.23	100.74	120.00	104.73	85.06	133.78	174.78	101.24	98.27	116.26	92.10	88.42	1296.61	49.39%
10	RENACE 2	44.98	38.62	19.47	11.86	20.81	50.70	49.52	26.99	39.03	59.15	35.99	32.44	429.55	16.36%
11	RENACE 3	25.21	23.79	9.72	5.80	11.05	30.18	30.01	17.69	24.50	33.38	21.29	17.27	249.89	9.52%
12	RENACE	25.11	22.98	10.70	8.65	10.35	28.15	23.23	13.61	19.65	26.65	19.00	17.40	225.49	8.59%
13	SECACAO	8.24	6.79	6.05	4.41	5.68	9.05	10.77	11.12	11.42	11.36	9.56	7.96	102.41	3.90%
14	OEXEC 2								1.52	18.47	26.16	15.87	13.69	75.70	2.88%
15	SANTA TERESA	4.26	4.04	2.57	1.88	1.83	7.23	6.38	5.55	8.93	7.53	4.98	3.39	58.56	2.23%
16	OEXEC	5.91	7.56	2.04	0.57	2.52	3.60	7.15	7.64	4.90	7.80	4.86	2.46	56.99	2.17%
17	CHOLOMA	1.82	1.84	0.74	0.40	1.17	4.03	4.11	4.04	4.47	3.31	1.62	1.02	28.58	1.09%
18	RAAXHA	1.71	1.93	1.12	0.89	0.55	2.25	2.14	1.77	1.70	2.65	2.51	2.45	21.68	0.83%
19	CHICHAIC	0.33	0.32	0.28	0.24	0.19	0.16	0.24	0.32	0.25	0.19	0.18	0.19	2.90	0.11%
TOTALES		205.99	214.62	176.36	142.64	144.24	276.73	315.09	198.24	239.17	303.31	215.54	193.37	2625.31	100%

Fuente: elaboración propia con base en información estadística de Administrador de Mercado Mayorista (AMM), año 2018.

Cuadro 21 Oferentes de energía eléctrica 2019

CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HIDROELÉCTRICAS EN ALTA VERAPAZ AÑO 2,019															
#	HIDROELÉCTRICAS	ENERO GWH	FEBRERO GWH	MARZO GWH	ABRIL GWH	MAYO GWH	JUNIO GWH	JULIO GWH	AGOSTO GWH	SEPTIEMBRE GWH	OCTUBRE GWH	NOVIEMBRE GWH	DICIEMBRE GWH	TOTAL GWH	%
		ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA	
1	CHIXOY	74.14	73.87	81.58	88.46	80.18	45.69	53.03	42.24	41.04	116.89	157.31	52.97	907.39	42.79%
2	SANTA TERESA	2.83	1.86	1.64	1.55	2.49	4.49	4.95	4.11	6.06	6.65	5.22	4.08	45.93	2.17%
3	RENACE	16.33	8.98	6.58	6.53	8.20	13.16	12.41	7.83	17.86	26.41	24.83	18.39	167.51	7.90%
4	RENACE 2	31.50	16.74	12.07	10.09	19.57	24.72	24.59	14.15	37.20	52.80	50.23	38.28	331.94	15.65%
5	RENACE 3	16.74	8.58	5.82	5.00	11.53	15.57	15.47	7.96	23.99	31.41	28.37	20.19	190.63	8.99%
6	RENACE 4	7.26	7.11	4.28	3.99	10.47	12.82	9.90	7.22	13.96	18.66	15.90	13.83	125.40	5.91%
7	CHOLOMA	0.80	0.58	0.33	0.26	0.64	2.18	2.46	1.81	3.75	3.94	1.96	1.48	20.19	0.95%
8	OXC	1.69	1.91	0.63	0.50	1.37	1.79	1.44	1.43	2.89	6.30	4.82	4.20	28.96	1.37%
9	OXC 2	11.48	6.36	4.12	4.79	8.50	12.11	11.50	7.64	18.73	25.20	19.48	16.79	146.70	6.92%
10	RAAXHA	1.82	0.89	0.67	0.59	0.50	1.07	1.28	0.82	2.55	2.91	2.29	2.22	17.60	0.83%
11	SECACAO	6.58	5.35	5.06	3.60	3.71	5.92	7.50	7.24	8.11	10.20	7.82	7.28	78.38	3.70%
12	CHICHAIC	0.19	0.17	0.17	0.16	0.19	0.19	0.20	0.16	0.12	0.17	0.20	0.13	2.05	0.10%
13	CANDELARIA	1.63	1.30	1.22	0.85	0.83	1.47	1.89	1.80	2.06	2.66	1.99	1.83	19.51	0.92%
14	HIDROELÉCTRICA LA PERLA	0.61	0.49	0.50	0.47	0.46	0.66	0.78	0.54	0.69	1.32	0.74	0.65	7.91	0.37%
15	VISIÓN DE AGUILA	0.49	0.07	0.00	0.11	0.10	0.24	0.36	0.02	0.57	1.00	0.90	0.56	4.43	0.21%
16	SAN JOAQUIN	0.44	0.37	0.42	0.38	0.38	0.39	0.38	0.38	0.29	0.35	0.37	0.39	4.53	0.21%
17	SAMUC	0.47	0.18	0.24	0.25	0.31	0.23	0.26	0.08	0.57	0.62	0.58	0.49	4.28	0.20%
18	SAMUC 2	0.51	0.18	0.19	0.16	0.28	0.26	0.31	0.16	0.64	0.73	0.04	0.51	3.98	0.19%
19	PACAYAS	1.35	0.48	0.54	0.46	0.66	0.60	0.70	0.34	1.63	1.69	1.68	1.41	11.53	0.54%
20	SAN JOSE	0.00	0.14	0.16	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14	0.12	0.13	0.13	0.14	1.54	0.07%
TOTALES		176.86	135.61	126.22	128.34	150.52	143.69	149.53	106.07	182.82	310.03	324.87	185.82	2120.39	100%

Fuente: elaboración propia con base en información estadística de Administrador de Mercado Mayorista (AMM), año 2019