



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

**PROYECCIÓN DE LA DEMANDA Y CONSUMO DE UNA MUESTRA DE GRANDES
USUARIOS REPRESENTADOS POR UNA COMERCIALIZADORA PARA LA OPTIMIZACIÓN
DE CONTRATOS DE GENERACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA ELÉCTRICA, CIUDAD DE
GUATEMALA, GUATEMALA**

Hamilton Eliseo Ixcot Reyna

Asesorado por el Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí

Guatemala, mayo de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROYECCIÓN DE LA DEMANDA Y CONSUMO DE UNA MUESTRA DE GRANDES
USUARIOS REPRESENTADOS POR UNA COMERCIALIZADORA PARA LA OPTIMIZACIÓN
DE CONTRATOS DE GENERACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA ELÉCTRICA, CIUDAD DE
GUATEMALA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HAMILTON ELISEO IXCOT REYNA
ASESORADO POR EL MTRO. ING. EDGAR DARÍO ÁLVAREZ COTÍ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, MAYO DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Aníbal Silva de los Ángeles
EXAMINADOR	Ing. Armando Alonzo Rivera Carrillo
EXAMINADORA	Inga. María Magdalena Puente Romero
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PROYECCIÓN DE LA DEMANDA Y CONSUMO DE UNA MUESTRA DE GRANDES
USUARIOS REPRESENTADOS POR UNA COMERCIALIZADORA PARA LA OPTIMIZACIÓN
DE CONTRATOS DE GENERACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA ELÉCTRICA, CIUDAD DE
GUATEMALA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 12 de enero de 2022.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hamilton Eliseo Ixcot Reyna', written over a horizontal line.

Hamilton Eliseo Ixcot Reyna



EEPFI-PP-0196-2022

Guatemala, 12 de enero de 2022

Director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica
Presente.

Estimado Ing. Rivera

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **PROYECCIÓN DE LA DEMANDA Y CONSUMO DE UNA MUESTRA DE GRANDES USUARIOS REPRESENTADOS POR UNA COMERCIALIZADORA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE CONTRATOS DE GENERACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA ELÉCTRICA, CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Energía Aplicada - Uso Eficiente de la Energía - Uso eficiente en residencias y edificios**, presentado por el estudiante **Hamilton Eliseo Ixcot Reyna** carné número **200430649**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Energía Y Ambiente.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Edgar Dario Álvarez Coti
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 3424

Mtro. Edgar Dario Alvarez Coti
Asesor(a)



Mtro. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador(a) de Maestría

Mtro. Edgar Dario Alvarez Coti
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EPP-EIME-0196-2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **PROYECCIÓN DE LA DEMANDA Y CONSUMO DE UNA MUESTRA DE GRANDES USUARIOS REPRESENTADOS POR UNA COMERCIALIZADORA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE CONTRATOS DE GENERACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA ELÉCTRICA, CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA** , presentado por el estudiante universitario **Hamilton Eliseo Ixcot Reyna**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingenieria en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Director
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica

Guatemala, enero de 2022

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **PROYECCIÓN DE LA DEMANDA Y CONSUMO DE UNA MUESTRA DE GRANDES USUARIOS REPRESENTADOS POR UNA COMERCIALIZADORA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE CONTRATOS DE GENERACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA ELÉCTRICA, CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA**, presentado por: **Hamilton Eliseo Ixcot Reyna** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, mayo de 2024

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2024 Correlativo: 225 CUI: 1923330540901

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

- Jehová Dios** A quien sea la honra, la gloria y la alabanza. Por brindarme vida, salud y sabiduría durante mis estudios y proceso de graduación.
- Mis padres** Jaime Eliseo Ixcot Citalán y Ángela Reyna Lux, por el sacrificio, esfuerzo, apoyo, amor y ejemplo de superación.
- Mis hermanas** Ing. Angela Esther, Licda. Wendy Mayabel y Licda. Norma Carolina Ixcot Reyna, por darme el ejemplo de continuar mis estudios universitarios.
- Mis hermanos** Jaime Oswaldo Ixcot Reyna, Mynor Amilcar Ixcot Calderón, con cariño, aprecio y amor, por ser parte especial en mi vida, por cuidarme y apoyarme desde pequeño.
- Mis sobrinos** Kevin Estuardo Ixcot Mazariegos, Dulce Melissa Ixcot Mazariegos, Jeymi Idali Ixcot Mazariegos, Josué Daniel Bravo Ixcot, Dayri Karolina Bravo Ixcot y Angela Joselyn Batres Ixcot por darme alegría y motivación en mi vida.

Mis abuelas

Dominga Citalán Sacalxot (q. e. p. d.), María Luisa Lux Acabal (q. e. p. d.), Por su ejemplo de lucha hasta el final de su vida.

Mi esposa

Reyna Regina Pumay Car, Por su apoyo incondicional durante mi proceso de graduación y darme su ejemplo de finalizar los estudios universitarios.

Mis amigos

Por compartir los mejores momentos en la carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Mi <i>alma mater</i> , por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por albergarme en sus aulas, laboratorios y demás instalaciones que facilitaron el aprendizaje de la carrera.
Quetzaltenango	Ciudad de la luna de plata, lugar que me vio nacer. En especial al Centro Universitario de Occidente CUNOC.
Corporación EEGSA	En especial a la Comercializadora Eléctrica de Guatemala, S.A. por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente y darme los conocimientos iniciales sobre el Mercado Mayorista.
Corporación Multi Inversiones	Por complementar los conocimientos en Generación y Energías Renovables.
Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí	Por su asesoría en la realización de este trabajo de graduación, por el apoyo incondicional para culminar los estudios universitarios y motivarme a seguir una carrera de postgrado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Análisis de resultados de investigaciones previas.....	1
1.1.1.1. Análisis a nivel internacional	2
1.1.1.2. Análisis a nivel nacional	8
1.1.2. Discusión de resultados de investigaciones previas.....	18
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
2.1. Descripción general del problema.....	23
2.2. Definición del problema	23
2.3. Problemas específicos.....	24
2.4. Delimitación del problema.....	24
2.5. Pregunta principal de investigación	25
2.6. Preguntas complementarias de investigación	25
2.7. Necesidades por cubrir o satisfacer	25
2.8. Localización del área o lugar de estudio	26
2.9. Ubicación de área en estudio	27

3.	MARCO TEÓRICO PRELIMINAR.....	29
3.1.	Organización del subsector eléctrico	29
3.1.1.	Ministerios de Energía y Minas	32
3.1.2.	Comisión Nacional de Energía Eléctrica	33
3.1.3.	Administrador del Mercado Mayorista.....	35
3.2.	El Mercado Mayorista.....	37
3.2.1.	Precio spot	39
3.2.2.	Costo variable	40
3.2.3.	Mercado a término.....	41
3.2.4.	Tipos de contratos	43
3.3.	Medición comercial	43
4.	MARCO METODOLÓGICO	47
4.1.	Tipo de la investigación o propuesta	48
4.2.	Diseño de la investigación o propuesta	48
4.3.	Enfoque de la investigación o propuesta	49
4.4.	Variables	50
4.4.1.	Operacionalización de variables	50
4.5.	Universo y población de estudio.....	51
4.5.1.	Criterios de inclusión	52
4.5.2.	Criterios de exclusión	53
4.6.	Muestreo	53
4.7.	Hipótesis	55
4.8.	Métodos de recolección de datos	55
4.9.	Técnicas de recolección de datos	55
4.10.	Instrumentos de recolección de datos	56
4.11.	Procesamiento y análisis de datos	56
4.12.	Límites de la investigación	56
4.13.	Obstáculos (riesgos y dificultades)	56

4.14.	Aspectos éticos de la investigación	57
4.15.	Autonomía	57
4.16.	Riesgo de la investigación	57
5.	CRONOGRAMA Y COSTO DEL ESTUDIO	59
5.1.	Descripción detallada del cronograma y sus fases	59
5.2.	Cronograma.....	60
5.3.	Costo del estudio	64
6.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	67
7.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO	71
	REFERENCIAS	75
	APÉNDICES.....	79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Resultados del proceso de resolución de discrepancias	11
Figura 2.	Generación y demanda de energía anual en Guatemala	12
Figura 3.	Proyección de la demanda de energía.....	14
Figura 4.	Proyección de la potencia máxima anual	15
Figura 5.	Proyección de Demanda 2050	17
Figura 6.	Localización de área en estudio.....	27
Figura 7.	Ubicación de área en estudio.....	28
Figura 8.	Marco Legal y estructura del Subsector Eléctrico	30
Figura 9.	Composición del Subsector Eléctrico de Guatemala.....	31
Figura 10.	Cronograma propuesto para la elaboración de la investigación ...	61

TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de variables	50
Tabla 2.	Operacionalización de variables	54
Tabla 3.	Costo del estudio	65

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
US \$	Dólar americano
kW	Kilowatio
kWh	Kilowatio
kvar	kilovoltioamperios reactivos
MW	Megawatio
MWh	Megawatio
%	Porcentaje
Q	Quetzal

GLOSARIO

AMM	Administrador del Mercado Mayorista. Ente Operador.
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Ente Regulador y órgano técnico.
Comercializadora	Empresa que compra, vende o intercambia productos o servicios para ganar dinero.
CVG	Costo Variable de Generación.
Demanda	Representa a los compradores en un mercado, la cantidad de bienes y servicios que son adquiridos por consumidores a diferentes precios en una unidad de tiempo específica, en este caso el tiempo a considerar es de una hora para poder definir si crece o decrece.
<i>Econometría</i>	Especialidad que aplica al económico modelo basados en técnicas matemáticas y estadísticas. Explicar una variable en función de otras variables.
Energías Renovables	Son un tipo de energía derivadas de fuentes naturales que llegan a reponerse más rápido de lo que pueden consumirse. Es decir, se regeneran naturalmente con el tiempo y no se agotan.

MEM	Ministerio de Energía y Minas.
Muestra	Parte o Porción extraída de un conjunto, producto o mercancía que permiten considerarla como representativa para conocer la calidad de género.
Optimizar	Buscar la mejor forma de realizar una actividad, perfeccionar una técnica, potenciar el rendimiento o eficiencia en alguna tarea, actividad o estrategia para obtener o afinar los mejores resultados posibles
Potencia	Cantidad de trabajo efectuado de alguna manera en un tiempo determinado, en este caso la unidad de tiempo será de una hora. Es una medida de la tasa a la que se realiza un trabajo.
Proyectar	Diseñar o Proponer un plan y la estrategia para lograr algo.

RESUMEN

Para realizar la presente investigación, se estudiará a los grandes usuarios que participan en el Mercado Mayorista, toda persona jurídica, empresa, industria o institución desea planificar su futuro, dentro de esta planificación se encuentra el presupuesto por demanda y consumo de energía eléctrica, obteniendo un precio competitivo acorde a su poder adquisitivo.

El objetivo de este trabajo es poder optimizar los contratos de generación de potencia y energía eléctrica de una muestra de grandes usuarios, representados por una comercializadora ubicada en la ciudad de Guatemala, para que esta pueda ofrecer un precio menor al de referencia, es decir, el precio que ofrece el mercado de corto plazo, como lo es el precio de energía spot y precio del desvío de potencia.

Se estimó que el costo de este estudio desde su inicio hasta la presentación del informe final asciende a aproximadamente Q 44,902.00, el uso de instalaciones, maquinaria y personal no interviene en las actividades de la empresa, el costo será cubierto por el investigador por medio de financiamiento propio. El investigador dispone de los recursos necesarios para su desarrollo permitiendo la factibilidad económica de la investigación.

Para saber cuánto se invertirá en energía, el gran usuario de electricidad tiene que conocer cuánto y cómo consume energía durante un día, semana, mes y año.

En este proyecto se recopilarán los datos históricos de grandes usuarios consumidores que son representados por una comercializadora, se tabularán en una tabla electrónica, se ordenarán para analizar y clasificar la forma en que se consume en un día hábil, en un fin de semana y en un día feriado para obtener una curva típica, luego se realizarán pruebas para proyectar el consumo futuro con un modelo estadístico.

En caso no se cuente con datos históricos de consumos, se relaciona el tipo de actividad que realiza la entidad con la curva típica de otra entidad que más se asemeje, otra ayuda puede ser los datos de su última factura de electricidad.

Este trabajo de investigación pretende dar los lineamientos para predecir la cantidad de demanda y consumo de energía que realmente se necesita y la forma en que esta se consume, ganado así una optimización en la contratación del servicio, lo que se reflejaría en una reducción en los costos de la factura de energía eléctrica.

Desde el punto de un comercializador también es de interés este tema; si se proyecta la demanda y consumos de energía de cada gran usuario que representa, obtendría su propia demanda y consumo, también la forma de su curva de carga.

Como actualmente el número de grandes usuarios representados es de 1264 (Informe de Transacciones Económicas, AMM, 2021), únicamente se trabajará con una muestra de alrededor de 206 puntos, los cuales en su mayoría están ubicados en el centro de carga de consumo de energía en el país.

Una vez seleccionada la muestra, se clasificarán a los consumidores según la actividad comercial a la que se dedican.

Es importante indicar que las proyecciones no es nada nuevo; se han realizado para garantizar la seguridad y abastecimiento de energía eléctrica, también optimizar los recursos energéticos disponibles en el país, esta tarea la ha realizado el Administrador del Mercado Mayorista (AMM) y la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) sin embargo no existe evidencia que esta tarea la realice activamente un gran usuario y/o una comercializadora, en este sentido sería una forma específica de realizar el análisis.

OBJETIVOS

General

Determinar cuál es la proyección de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora para la optimización de contratos de generación de potencia y energía eléctrica, ciudad de Guatemala, Guatemala.

Específicos

1. Identificar cuáles son los tipos de contratos de generación de potencia y energía eléctrica que se pueden utilizar para el cubrimiento de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala.
2. Determinar cuáles son los registros de demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala.
3. Proyectar la demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala.

INTRODUCCIÓN

Dentro del contenido del primer capítulo del presente trabajo se describen y analizan los resultados de investigaciones previas a nivel internacional y nacional sobre proyecciones que se han realizado de consumos a nivel urbano, residencial y de país, la metodología utilizada y el plazo para el cual realizan dichas proyecciones.

En el segundo capítulo se describe, define y delimita el problema, se plantean las preguntas de investigación, se describen las necesidades a cubrir, la localización y ubicación del área en estudio.

En el tercer capítulo se desarrolla un marco teórico preliminar para describir la organización del subsector eléctrico, las instituciones que lo conforman, se define que es el mercado mayorista, el precio spot, costo variable de generación, el mercado a término, los tipos de contratos y la medición comercial.

En el cuarto capítulo se desarrolla el marco metodológico se define el tipo, diseño y el enfoque de la investigación, la definición de las variables, la población en estudio, la muestra a utilizar, se definirán las hipótesis, los métodos de recolección de datos, se procesarán y analizarán los datos, luego de verificarán los límites, obstáculos y riesgos de la investigación, así como otros aspectos que influyen dentro del presente estudio para poder determinar la proyección de la demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora.

Luego de establecer el marco metodológico se desarrolla un cronograma de actividades y se hizo una estimación de los gastos para la realización de la investigación, se presenta la factibilidad del estudio y se presenta una propuesta de índice de contenido para la elaboración del informe final.

Para finalizar; se establecen todas las referencias utilizadas en los antecedentes y marco teórico del estudio y como apéndice se muestra la herramienta fundamental para la elaboración del presente estudio llamada matriz de consistencia.

1. ANTECEDENTES

En el presente capítulo se describen los aspectos más importantes investigados a nivel nacional e internacional de diferentes autores e instituciones que han realizado referente a proyecciones de demanda y consumo de energía eléctrica.

1.1. Generalidades

Luego de analizar los resultados de las investigaciones previas encontramos que hay cinco a nivel internacional, dos en Europa y tres en América, también se analizaron cinco a nivel nacional que trata sobre el tema de proyecciones de consumo y demanda de energía eléctrica.

1.1.1. Análisis de resultados de investigaciones previas

De acuerdo a la investigación realizada, a nivel internacional se encontró un artículo de revista de la universidad Autónoma de Madrid en España y una tesis de doctorado en la Universidad de Sevilla en España estudios recientes sobre proyecciones de consumo de energía a nivel de país, un artículo de revista en Uruguay, un artículo de revista en Argentina y un estudio en Colombia, en la mayoría son artículos de revista, únicamente se ubicó una tesis de doctorado en España de la Universidad de Sevilla, en su mayoría utiliza el método de escenarios para realizar dichas proyecciones, también se valen de la relación que hay entre en desarrollo económico del país al utilizar el indicador del producto interno bruto (PIB).

En Guatemala se encontró un artículo de revista y publicaciones de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), del Administrador del Mercado Mayorista (AMM) y en su mayoría del Ministerio de Energía y Minas (MEM), en las que resalta las metodologías econométricas, método de escenarios y método tendencial para realizar la proyección de demanda y consumo de energía.

El interés de este tema es de planificar el cubrimiento de energía a la población y la industria, es importante aclarar que para el AMM el largo plazo es de un año.

1.1.1.1. Análisis a nivel internacional

En la Universidad Autónoma de Madrid de España, en la revista Encuentros Multidisciplinares una publicación realizada por el economista Jesús Lizcano Álvarez en el año 2019 que demuestra la relevancia de la energía eléctrica en la economía por lo que es necesario optimizarla para tener una mejor rentabilidad, la importancia de dicho estudio se cita a continuación.

Según Lizcano (2019):

La energía constituye un elemento trascendental, tanto en la naturaleza, como en la sociedad, y también en la economía de cualquier país, puesto que representa el motor fundamental que viene a alimentar los procesos económicos.

En este artículo se aborda, desde una perspectiva interdisciplinar, la necesidad y los conceptos básicos de un sistema de información

económica de carácter macrocontable y representativo de los procesos de producción y distribución de la energía a nivel nacional, con base en la metodología inherente a la contabilidad multidimensional, que haga posible disponer, utilizar y representar todo el caudal informativo inherente a la energía.

Con base en sus diferentes tipos de unidades físicas o magnitudes raíces, además de las propias magnitudes económicas, ya monetizadas.

(p. 1)

Según se explicó en la cita anterior, se puede concluir de la publicación realizada por el economista Jesús Lizcano Álvarez en el año 2019, lo más importantes es que considera la energía como un motor del proceso económico, que hace posible la resiliencia y calidad de vida de las personas, realiza una proyección de la energía mediante un modelo macro contable, resalta una relación entre el consumo de energía eléctrica y el PIB.

Siempre en España, en la Universidad de Sevilla, el doctor Rafael Sánchez Durán en el año 2020, en su tesis de doctorado que se cita a continuación, menciona que es necesario desagregar el consumo de energía eléctrica por secciones.

Como expresa Sánchez (2020):

Existen diferentes motivos para defender la necesidad de un estudio en profundidad sobre la demanda energética, la sociedad avanza con cada

vez mayores necesidades de recursos energéticos que acompañan al crecimiento poblacional y económico, impulsando a las sociedades y en especial a aquellas en vías de desarrollo. La planificación de la demanda energética es clave para anticipar y gestionar una transición sostenible a lo largo de este siglo XXI. (...) Otro motivo es la necesidad de una adecuada comprensión de los factores que influyen en el consumo energético.

La compleja mezcla de efectos, provocados en ocasiones por razones económicas (ejemplo reciente en la crisis financiera), por cambios en la composición de subsectores, la diferente climatología, o incluso por la incorporación de eficiencia en el uso de los recursos energéticos, lleva a confusión en la justificación de las variaciones de demanda.

La descomposición factorial va a ser un recurso útil para explicar las variaciones en la demanda por cada sector de uso en el tiempo. La identificación de algoritmos de predicción de la demanda, recogidos en la terminología anglosajona bajo el concepto *Energy Forecasting*, serán una herramienta de especial importancia en un mundo basado en la recolección y tratamiento de los datos. La transición energética, en cuanto al proceso de evolución del modelo hacia un nuevo modelo sostenible, necesitará identificar (...) un suficiente nivel de desagregación por cada

sector de consumo final (Industria, Transporte, Residencial y Servicios) e inductor de consumo de éstos. (p. 9)

Según se indicó en la tesis de doctorado realizada por el doctor Rafael Sánchez Durán en el año 2020, lo más importantes es planificar la demanda para adelantarse y negociar la energía, resalta la necesidad de descomponer factorialmente la energía por sectores para revelar los cambios en la demanda, al utilizar la herramienta *Energy Forecasting* para el tratamiento de datos.

En un artículo de la revista Cuaderno Urbano, sobre un estudio en Argentina, el doctor Pedro Joaquín Chévez, la Magister en Políticas Ambientales y Territoriales Irene Martini y el doctor Carlos Alberto Discoli en el año 2019 presentan en la siguiente cita un método para realizar una proyección de consumo de energía.

Como señala Chévez, Martini & Discoli (2019):

El desarrollo metodológico para la construcción de escenarios urbano-energéticos de largo plazo (2014-2040) a partir de la implementación de estrategias de eficiencia energética y energías renovables. Dichos escenarios consideran tanto la oferta como la demanda de energía, focalizando sobre el sector residencial y en las diferencias intra-urbanas que este presenta.

Se utiliza como caso de estudio la ciudad de La Plata (Argentina).

Se exponen los aspectos teórico-conceptuales, los métodos, técnicas,

procedimientos, variables e hipótesis necesarias para su desarrollo a los efectos de que la presente metodología pueda ser replicada en otros casos de estudio. (p. 70)

En la cita anterior el doctor Pedro Joaquín Chévez, la Magister en Políticas Ambientales y Territoriales Irene Martini y el doctor Carlos Alberto Discoli en el año 2019, lo más importante es que resaltan la necesidad de tomar en cuenta las oportunidades de eficiencia energética, las cuales juegan un papel importante para reducir la demanda y el consumo de energía eléctrica, sin embargo, se enfoca en el área residencial.

En Uruguay, en un artículo de la revista Estrategia realizado por el ingeniero Enrique Morales Rodríguez en el año 2019, sostiene su estudio en un Objetivo Fundamental del país que se cita a continuación.

Como lo hace notar Rodríguez (2019):

Partiendo del desarrollo socioeconómico del país como un Objetivo Fundamental, (...) asume el suministro energético, en particular el eléctrico como un insumo crítico de dicho desarrollo, (...) según el método de CALEN, (...) Con base en los escenarios delineados, señala posibles infraestructuras críticas que puedan ser necesidades estratégicas a futuro. (p. 54)

Según se observa en la cita anterior, se puede concluir que el estudio realizado por el ingeniero Enrique Morales Rodríguez en el año 2019, lo más

importante es que evidencia una correlación entre desarrollo y consumo energético, también indica que es conveniente establecer una estrategia energética nacional a largo plazo.

En un artículo de la revista Avances en Colombia el doctor Ricardo Moreno, el doctor Yuri Uliyanov López Castrillon y el doctor Enrique Ciro Quispe Oqueña en el año 2018 indicaron en la siguiente referencia que, para realizar las proyecciones de demanda, adicional al plan de eficiencia energética, toman en cuenta la energía renovable como Fuentes No Convencionales.

Moreno, Lopez & Oqueña (2018) sostienen:

La política energética acerca de la integración de planes de eficiencia energética y energías renovables tienen impactos a corto, mediano y largo plazo en la competitividad y productividad de Colombia. (...) construye un escenario energético entre 2017-2030 basado en planes de eficiencia energética con impacto en la curva de demanda de energía eléctrica.

Adicionalmente, este escenario considera la integración de energías renovables para dilucidar aspectos claves de la matriz energética y sus implicaciones para Colombia en un contexto de crecimiento verde. Este artículo aplica una metodología de escenarios para caracterizar las alternativas energéticas basada en premisas vigentes y en perspectivas de desarrollo. Los resultados muestran una disminución de 6000 GWh a

2030 obtenidos por la aplicación de planes de eficiencia energética y un nivel de integración de FNCE de aproximadamente un 20%. (p. 329)

Según se explicó en la cita anterior, se puede concluir que lo más importante de este artículo realizado por doctor Ricardo Moreno, el doctor Yuri Uliyanov López Castrillon y el doctor Enrique Giro Quispe Oqueña en el año 2018, lo más importantes es que realizaron proyecciones a largo plazo, utiliza el método de escenarios, desarrolla un análisis de concepto para efectuar investigaciones energéticas que ayuden a explicar los impactos del desarrollo energético.

1.1.1.2. Análisis a nivel nacional

En Guatemala la proyección de demanda y consumo de energía se han realizado para garantizar y abastecer de energía. El cubrimiento de los requerimientos del sistema se ha realizado de forma diaria, semanal, mensual y por año, con el fin de optimizar la usanza de los recursos disponibles, sin embargo esto lo ha realizado una entidad externa de los Grandes Usuarios (GU), que ha buscado cubrir al costo minimizado las transacciones de la potencia y energía entre un generador a otro, comercializador, distribuidores, importadores de energía y exportadores de energía, en específico cuando no tienen contratos pactados libremente.

Lamentablemente el Gran Usuario no se ha involucrado activamente en la proyección de sus consumos y demanda, con la ventaja que conoce de mejor forma como consume la demanda y la energía en su producción.

En un artículo de la revista UFM MARKET TRENDS el doctor Daniel Fernández en marzo de 2020 considera la demanda de energía para calcular

cuánto cae la economía en Guatemala por motivos del COVID-19 el estudio se cita a continuación.

Como expresa Fernández (2020):

La lógica detrás de utilizar la demanda de energía es la siguiente: la actividad empresarial e industrial demanda una parte importante de la energía eléctrica que se produce. Por tanto, la caída en la demanda de energía eléctrica mostraría y dimensionaría la caída en la actividad económica.

Es por ello que hemos recogido los datos de todos los días de lunes a viernes en la demanda de energía eléctrica y los hemos comparado con los datos de febrero de 2020 para ver efectivamente la caída en la demanda de energía eléctrica.

No tenemos datos desagregados de demanda energía residencial, comercial, e industrial por día. Sin embargo, tenemos datos de demanda de usuarios regulados y de grandes consumidores. Los usuarios regulados son aquellos que no tienen una demanda suficiente como para comprar en el mercado mayorista de energía eléctrica y deben comprar a los distribuidores al precio regulado. Los grandes usuarios pueden salirse

de este esquema y usualmente está en su interés hacerlo porque pueden negociar precios y condiciones en el suministro de electricidad.

Entonces, los grandes usuarios son aquellos que tienen gran (...) demanda de electricidad. Estos grandes usuarios tienden a ser usuarios comerciales e industriales mientras que los usuarios regulados tienden a ser usuarios residenciales. (p. 1)

Lo más importante de este artículo realizado por Daniel Fernández en el año 2020, citado anteriormente, es que toma como base solo los días laborales de lunes a viernes; el sábado solo algunas empresas laboran y si lo hacen solo medio día, no digamos el domingo que por lo general es un día de descanso.

Sin embargo, también hay que tomar en cuenta los asuetos y días feriados. También hace una segregación de la demanda eléctrica en usuarios regulados en que domina el uso residencial y los grandes usuarios en los que domina el uso comercial e industrial.

En la memoria de labores de la CNEE publicada en mayo 2020, que se cita a continuación, revela el proceso de resolución de discrepancias en las proyecciones realizada por el AMM y las proyecciones realizadas por participantes consumidores, en estos últimos se incluye a grandes usuarios, la metodología utilizada se describe a continuación.

Como lo hace notar la CNEE (2020):

El proceso seguido por la Comisión actualmente utiliza 10 modelos econométricos como parte del análisis de las discrepancias establecidas en la normativa del subsector, así como en la coherencia de los datos, aplicando los modelos de proyección que mejor se ajustan a cada caso y considerando la información aportada por las partes. (p. 71)

Figura 1.

Resultados del proceso de resolución de discrepancias

Información	Datos
No. Casos en discrepancia	69
Total proyección del AMM en kW	80,551.0 kW
Total proyección de los Participantes Consumidores en kW	62,350.1 kW
Monto de potencia en discrepancia en kW	18,200.9 kW
No. Casos resueltos a favor del AMM	64
No. Casos resueltos a favor del Participante Consumidor	5
Monto de potencia resultante producto de las resoluciones de la CNEE	80,267.6 kW

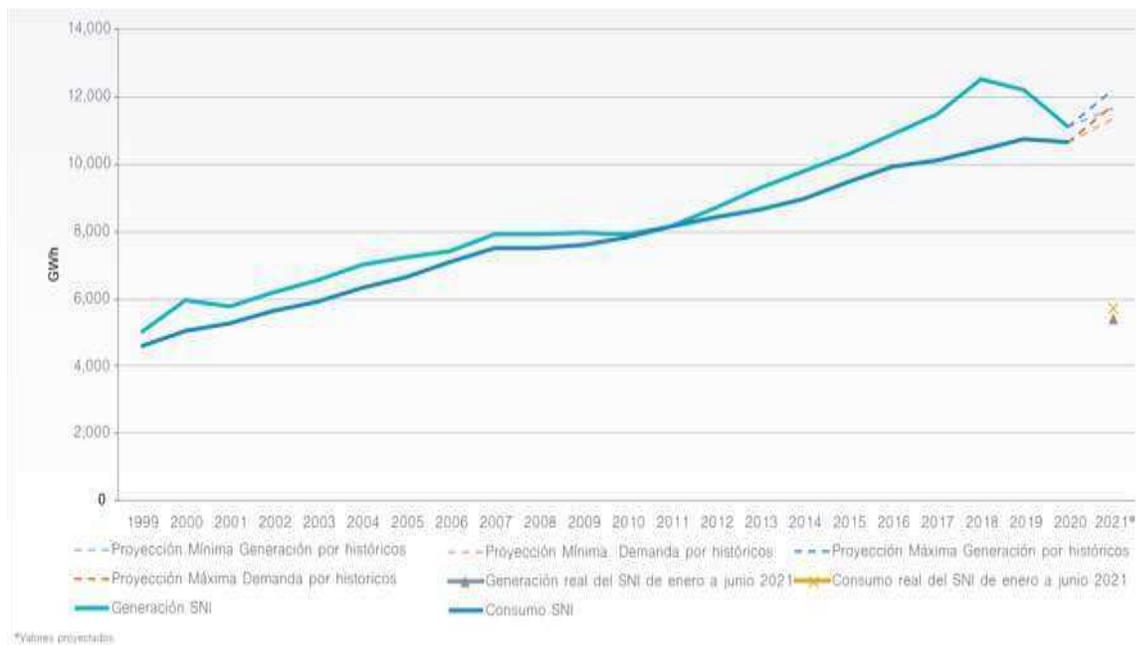
Nota. El gráfico muestra el resumen del proceso de resolución de discrepancias en la proyección de demanda declarada por el AMM y la proyección declarada por el Participante Consumidor. Obtenido de Comisión Nacional de Energía Eléctrica (2020). *Memoria de Labores 2019-2020*. (<https://www.cnee.gob.gt/xhtml/memo/Memoria%20CNEE%202019-2020.pdf>), consultado el 29 de mayo de 2020. De dominio público.

Lo más importante que se observa en la cita anterior de la publicación de la CNEE en el año 2020, lo más importante son los resultados del proceso de resolución de discrepancias en las proyecciones de demanda se evidencia un dominio en los casos a favor de la proyección realizada por el AMM, por lo que vemos necesario que el Gran Usuario pueda mejorar sus proyecciones.

Dentro de la información estadística Preliminar primer semestre 2021, el AMM en una de las gráficas de este documento presenta una proyección mínima y máxima basada en históricos, se cita a continuación.

Figura 2.

Generación y demanda de energía anual en Guatemala



Nota. El gráfico se muestran las proyecciones de Generación y Demanda por históricos. Obtenido del Administrador del Mercado Mayorista (2021). *Información Estadística Preliminar primer semestre 2021.* (<https://www.amm.org.gt/anuales-vwp.php>), consultado el 16 de septiembre de 2021. De dominio público.

En el documento citado anteriormente realizado por el AMM en el año 2021 no explica la metodología utilizada para efectuar la proyección tanto de la generación como para las proyecciones de energía, sin embargo, lo más importante es que mediante la gráfica se puede concluir que la metodología utilizada es la tendencial.

En el Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación 2020-2050, realizado por el MEM en abril del año 2020, evalúa las proyecciones nivel de país y resalta la relevancia de esta, dicha evaluación se cita a continuación.

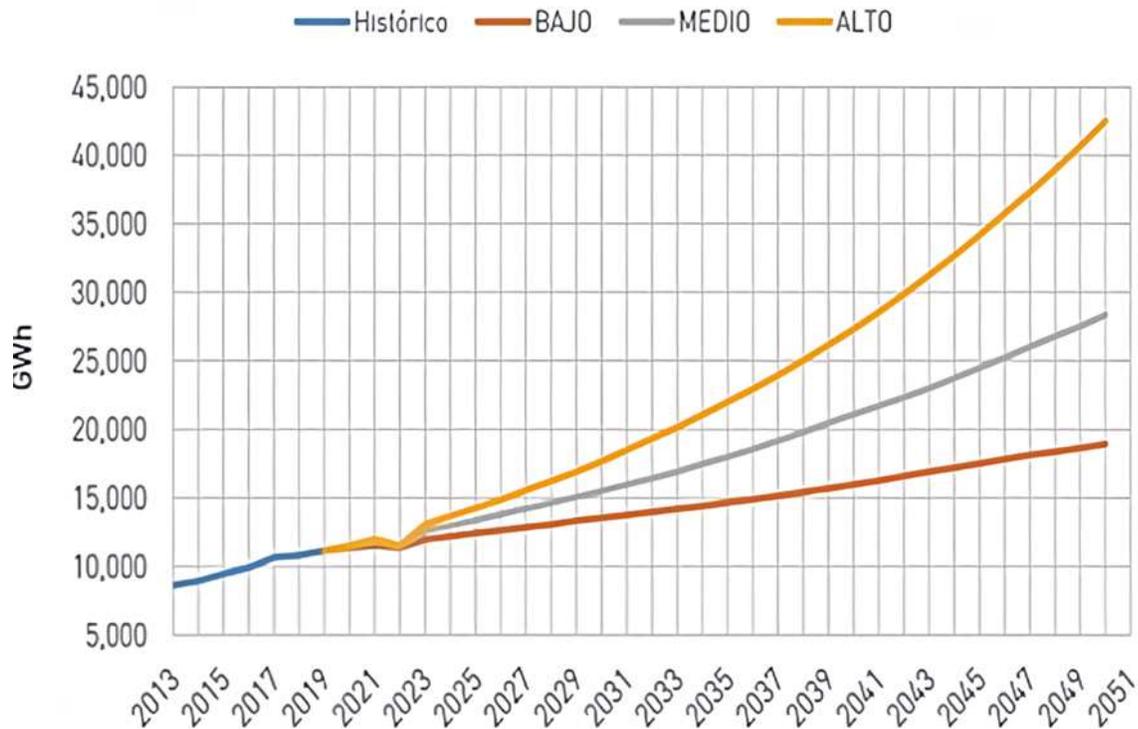
Desde la posición del MEM (2020):

La proyección de los escenarios de demanda de energía y potencia eléctrica en el Sistema Nacional Interconectado es uno de los indicadores más importantes, puesto que este es una señal de mercado.

Vale la pena recalcar la importancia de la proyección de energía eléctrica, puesto que por medio de estos cálculos se determinará la necesidad de ejecución de proyectos de generación y transporte, y dada la conflictividad social es necesario establecer plazos más precisos que den la oportunidad de planificar la construcción de estos proyectos.

Figura 3.

Proyección de la demanda de energía



Nota. El gráfico muestra el Histórico y las proyecciones de la Demanda de la Energía Bajo, Medio y Alto. Obtenido del Ministerio de Energía y Minas (2020). *Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación 2020-2050*. (<https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/09/Plan-de-Expansion-Indicativo-del-Sistema-de-Generacion-2020-2050-.pdf>), consultado el 16 de septiembre de 2021. De dominio público.

Para realizar la estimación de la demanda de energía existen diversas metodologías que se pueden utilizar para determinar el consumo a lo largo del tiempo, tradicionalmente se han utilizado métodos econométricos que utilizan solamente como variables explicativas el Producto Interno Bruto y el Crecimiento Poblacional entre otros.

Para los presentes planes indicativos, se utilizará una metodología diseñada por la Unidad de Planeación Energético Minero la cual tiene como objetivo aumentar la precisión del modelo, en esta se realizó un desglose mensual donde se relacionaron variables económicas para la proyección de tres escenarios de crecimiento de la demanda y la potencia eléctrica. (p. 34)

Figura 4.

Proyección de la potencia máxima anual



Nota. El gráfico muestra el Histórico y las proyecciones de la Potencia Bajo, Medio y Alto. Obtenido del Ministerio de Energía y Minas (2020). *Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación 2020-2050.* (<https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/09/Plan-de-Expansion-Indicativo-del-Sistema-de-Generacion-2020-2050-.pdf>), consultado el 16 de septiembre de 2021. De dominio público.

En el plan realizado por el MEM en el año 2020 citado anteriormente, lo más importante es que realiza una contabilización de los sectores que someten el subsector, en la que concluye que el incremento en el consumo es mayormente impulsado por la demanda que representa los grandes usuarios y los distribuidores.

También menciona que el progreso de la demanda ha acaecido vegetativamente en conjunto con el incremento poblacional y económico, la demanda se relaciona con el consumo de energía para no sobrevalorarla.

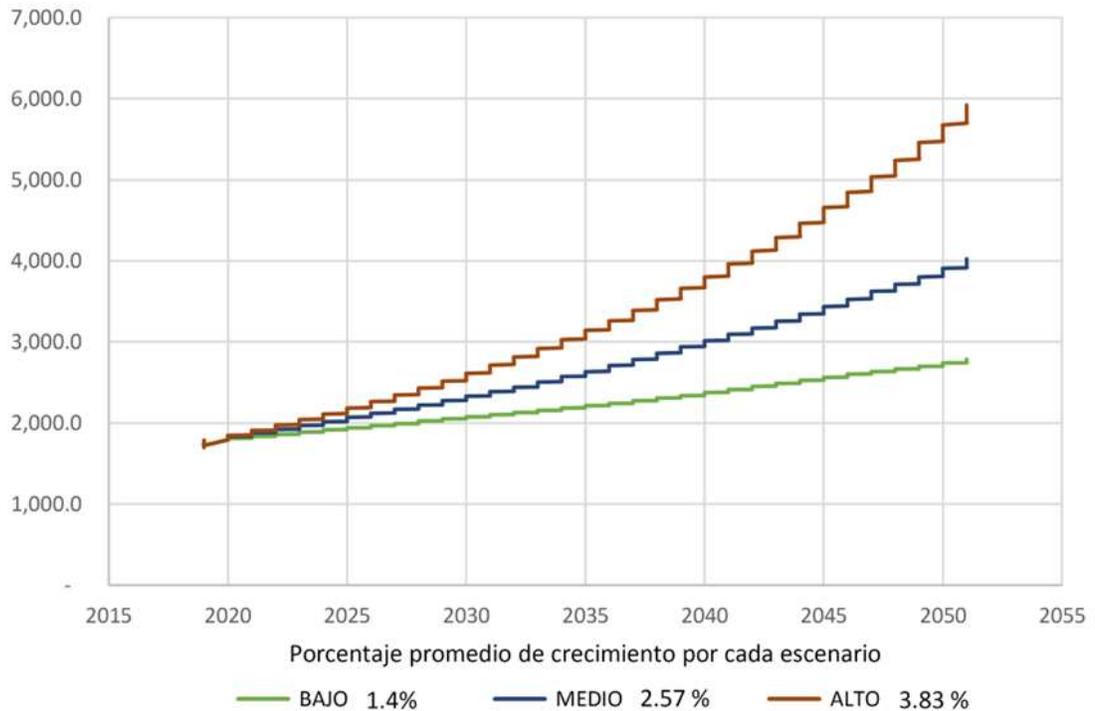
En el Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2020-2050, realizado por el MEM en el año 2020, expone de manera explícita la forma en que realiza las proyecciones de la demanda, se cita a continuación.

Desde el punto de vista del MEM (2020):

La estimación de la demanda futuro es un insumo indispensable en la planificación de la expansión de a la transmisión, dado que define la capacidad de la infraestructura. La visión de largo plazo requiere de una estimación basado en pronósticos de crecimiento de la población, crecimiento económico y otras variables; dicha información se utiliza para el pronóstico de la demanda hasta el año 2032, para los años posteriores se realiza una proyección tendencial. (p. 40)

Figura 5.

Proyección de Demanda 2050



Nota. El gráfico muestra la Proyección de Demanda 2050 Bajo, Medio y Alto. Obtenido del Ministerio de Energía y Minas (2020). *Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Transmisión 2020-2050.* (<https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/12/Plan-de-Expansi%C3%B3n-del-Sistema-de-Transporte-2020-2050-1.pdf>), consultado el 17 de septiembre de 2021. De dominio público.

En el documento citado anteriormente realizado por el MEM en el año 2020, lo más importante es que se reitera la importancia de planear el incremento de la demanda para abastecer la demanda en el futuro y el acceso de la energía a nuevos usuarios y garantizar la calidad de servicio. Utiliza el método tendencial para realizar la proyección de la demanda.

1.1.2. Discusión de resultados de investigaciones previas

En las investigaciones a nivel internacional, como la de Lizcano y Sánchez en España resalta la relevancia de la planificación para el futuro, para planear y balancear tanto el consumo como la generación de energía eléctrica, Morales en Uruguay considera que es un insumo crítico para el progreso económico, Chévez, Martini & Discoli, Morales en Argentina y Moreno, López & Oqueña en Colombia realizan las proyecciones a largo plazo, en tanto que Sánchez sugiere que las proyecciones se realicen para la formación de un modelo sostenible.

En Guatemala la planificación se efectúa para garantizar el cubrimiento de energía eléctrica, la CNEE por su parte se enfoca en atraer inversión para la construcción de nuevos proyectos de generadores de energía renovable y proyectos de transporte de energía eléctrica para el cubrimiento de la potencia y energía de los Usuarios Regulados y como una señal de la conducta del mercado mayorista a largo plazo, en tanto que el AMM se enfoca en que se garantice el abastecimiento de los Participantes del mercado entre ellos los Grandes usuarios con un plazo de un año.

El MEM da importancia a las proyecciones para poder resguardar la demanda en el futuro y el acceso a la energía a nuevos usuarios y garantizar la calidad del servicio.

Sánchez resalta la importancia de desagregar el consumo por cada sector, Lizcano delega esta tarea a un método macrocontable que represente el proceso de generación y la distribución en España, en tanto que Chévez, Martini & Discoli se enfocan en el área residencial de Argentina.

En Guatemala la CNEE no hace una clasificación de los tipos de Usuarios Regulados que en su mayoría son residenciales tampoco lo hace para los Grandes Usuarios, en tanto que el MEM realiza una separación del consumo por tipo de actividad económica y hace un detalle mensual donde se relaciona las variables económicas.

El AMM con los grandes usuarios al igual que Fernández realiza una diferencia en los consumos de energía de los días de la semana similar a la que realiza el AMM que los separa en días hábiles, fin de semana y feriados, sin embargo, no realiza una diferenciación en el tipo de actividad que realizan los Grandes Usuarios, lo que crea discrepancias en las proyecciones presentadas por el AMM y los Grandes Usuarios ante la CNEE, hacer esta diferenciación será importante; ayudará a realizar escenarios, pronósticos y proyecciones del comportamiento de la demanda y consumo de energía futuros que sean conservadores.

Una de las variables en común que han utilizado a nivel internacional como nacional para las proyecciones es el crecimiento poblacional y el crecimiento económico, este último medido por medio del PIB, por ejemplo, Lizcano, Sánchez en España y Morales en Uruguay utilizan el PIB que guarda una correlación con el consumo de la energía. En Guatemala Fernández, la CNEE y el AMM también hacen esta correlación, sin embargo, Sánchez en España utiliza la climatología, la crisis financiera y plan de eficiencia energética, es de resaltar que en Guatemala el MEM toma en cuenta también el plan de eficiencia energética.

Chévez, Martini & Discoli en Argentina introducen las energías renovables y Moreno, López & Oqueña en Colombia se enfocan en las Fuentes No Convencionales de Energía. Morales se enfoca en un objetivo fundamental de

Uruguay, similar a la estrategia en Guatemala de basarse en los compromisos obtenidos para cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Para realizar las proyecciones Lizcano en España sugiere realizar las proyecciones mediante una metodología contable, Sánchez también en España recomienda utilizar el concepto de Energy Forecasting. Morales en Uruguay, Chévez, Martini & Discoli en Argentina, Moreno, López & Oqueña en Colombia y en Guatemala el MEM y la CNEE desarrollan una metodología que construye escenarios, sin embargo, Morales señala poner atención en las críticas infraestructuras que pueden ser requerimientos estratégicos en el futuro.

En Guatemala la CNEE al igual que el AMM utiliza modelos econométricos con el uso de los datos históricos para realizar las proyecciones de demanda y consumo de energía eléctrica, el MEM y el AMM utilizan una metodología tendencial. El MEM indica que para las proyecciones de la demanda hasta el año 2,032 utiliza un método de pronóstico de la demanda basado en una estimación de pronósticos de incremento de la población, desarrollo económico y otras variables.

En conclusión, se puede decir que una vez definidas las variables a utilizar se deben analizar los diferentes métodos de predicción como series temporales, contemplar la tendencia, la estacionalidad y ciclos.

Los métodos predictivos se encuadran en el requerimiento de planear el cubrimiento de la demanda y energía por medio de fuentes de generación, debido a que el almacenamiento es restringido, también se debe de analizar y desarrollar los diferentes métodos de predicción, en tendencia lineal, el método de medias móviles de forma simples y/o ponderadas, alisamiento exponencial simple y

ajustado, entre otros. para poder obtener resultados que sean coherentes a la realidad.

Dentro de la información estadística Preliminar primer semestre 2021, el AMM en una de las gráficas de este documento presenta una proyección mínima y máxima basada en históricos, se cita a continuación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el presente capítulo se describen aspectos sobre cómo determinar la proyección de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora para la optimización de contratos de generación de potencia y energía eléctrica en Guatemala, las preguntas de investigación para contextualizar la importancia, y valor significativo que tiene la temática que se aborda en esta investigación.

2.1. Descripción general del problema

En los últimos años las proyecciones de demanda han tomado auge en los últimos años, máxime para una comercializadora que los representa ante el Administrador del Mercado Mayorista, la cual debe de optimizar su contratación de generación de potencia y energía eléctrica para cubrir la demanda y consumo de energía de cada gran usuario.

2.2. Definición del problema

En Guatemala no se ha determinado cuál es la proyección de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora para poder optimizar los contratos de generación de potencia y energía eléctrica.

2.3. Problemas específicos

En Guatemala no se ha identificado cuáles son los tipos de contratos de generación de potencia y energía eléctrica que se pueden utilizar para el cubrimiento de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora, existen algunos definidos en la Norma de Coordinación Comercial No. 13 emitida por el Administrador del Mercado Mayorista, sin embargo en el Mercado a Término existen más tipos de contratos a los que pueden llegar a común acuerdo el comercializador y el gran usuario.

Otro de los problemas es que no se han determinado cuáles son los registros de demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala, en la norma de Coordinación Comercial No. 14 se define cuáles son los registros que debe guardar un medidor de energía, pero no todos son realmente necesarios.

Como consecuencia de los problemas mencionados, no se ha proyectado la demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala.

2.4. Delimitación del problema

El estudio se pretende realizar en la ciudad de Guatemala, Guatemala, durante los meses enero a junio del año 2022, por medio de observación y recolección de datos.

2.5. Pregunta principal de investigación

¿Cuál es la proyección de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora para la optimización de contratos de generación de potencia y energía eléctrica, ciudad de Guatemala, Guatemala?

2.6. Preguntas complementarias de investigación

- ¿Cuáles son los tipos de contratos de generación de potencia y energía eléctrica que se pueden utilizar para el cubrimiento de la de demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala?
- ¿Cuáles son los registros de demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala?
- ¿Cómo proyectar la demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala?

2.7. Necesidades por cubrir o satisfacer

Esta investigación es de carácter explicativo debido a que se trata de explicar porque los datos históricos de consumo de energía ayudan a que se pueda proyectar hacia futuro.

Cada consumidor tiene hábitos de consumos, se ha observado que entre semana (lunes a viernes) el consumo de energía es muy similar, en tanto que los fines de semana (sábado y domingo) y días feriados (asuetos) el consumo por lo regular menor que el de un día hábil.

Pero esto no aplica para los consumidores tipo centro comercial, los cuales consumen energía en mayor proporción los fines de semana o feriados que en un día entre semana.

Es por ese motivo que es necesario realizar una clasificación de los tipos de consumidores y analizar su forma de consumo.

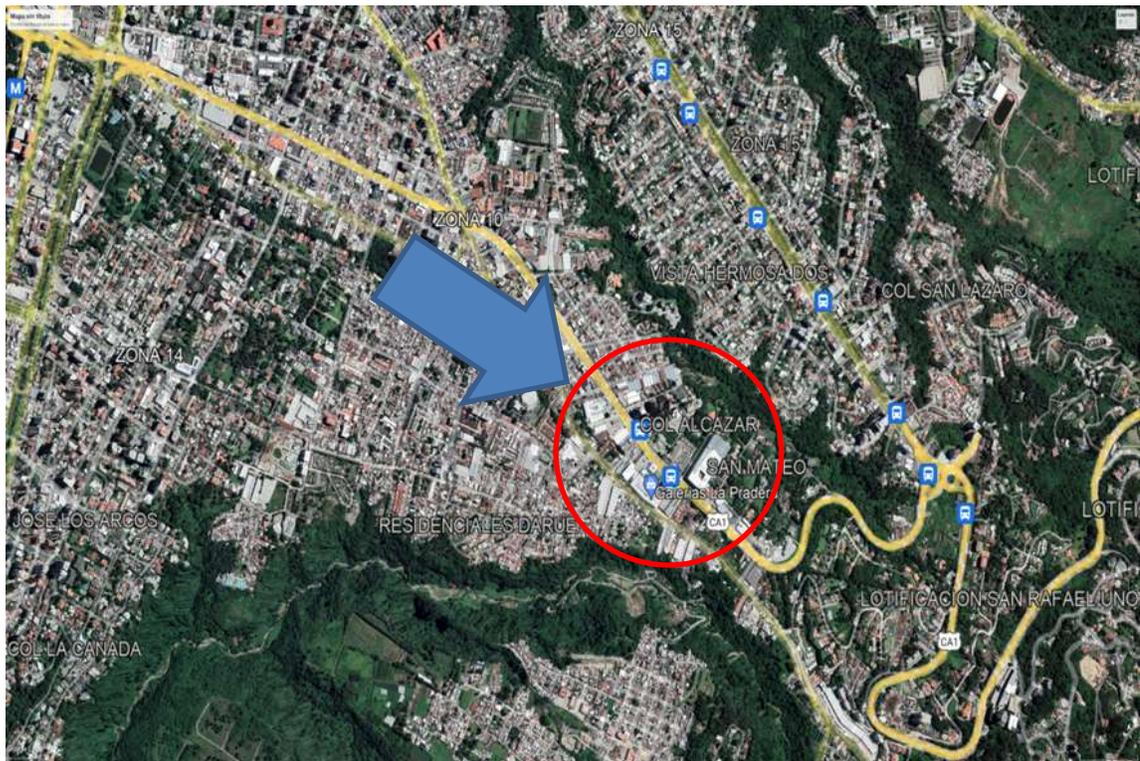
Lo que se pretende con este proyecto es crear una herramienta que permita tanto al gran usuario como a una comercializadora poder predecir la demanda y consumos de energía a futuro para tener una mejor perspectiva y realizar su presupuesto semanal, mensual y/o anual.

2.8. Localización del área o lugar de estudio

El área donde se llevará a cabo el estudio se encuentra ubicada en la ciudad de Guatemala, en el municipio de Guatemala, departamento de Guatemala.

Figura 6.

Localización de área en estudio



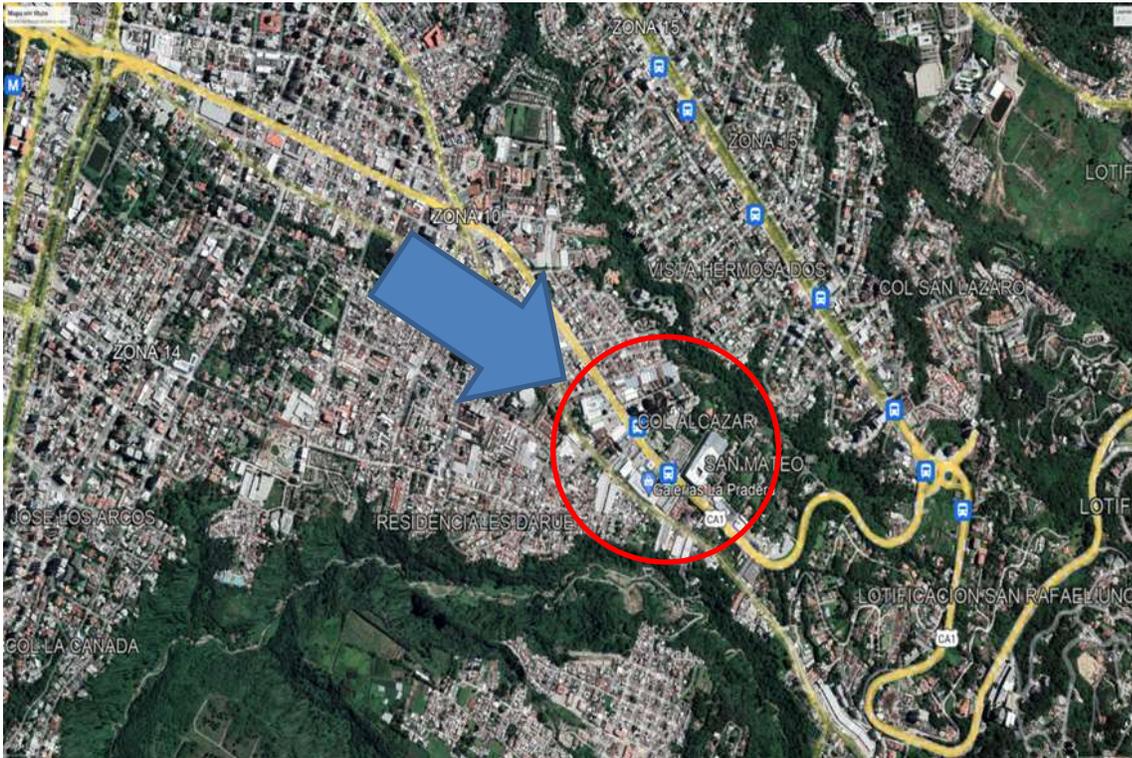
Nota. En la gráfica se localiza el área en estudio. Obtenido de Google Earth Pro (2021). CNES/Airbus 2021 Maxar Technologies. (<https://www.google.com/maps/@14.5914459,-90.5071956,14.58z?authuser=0&entry=ttu>), consultado el 15 de octubre de 2021. De dominio público.

2.9. Ubicación de área en estudio

El área en estudio se encuentra ubicada en la ciudad de Guatemala, municipio Guatemala, departamento de Guatemala, se encuentra a una altura de metros sobre el nivel del mar, con una latitud 14°34'55" norte y una longitud de 90° 29'42" oeste. En la dirección siguiente: 18 calle 24-69 zona 10, Ciudad Guatemala.

Figura 7.

Ubicación de área en estudio



Nota. En la gráfica se ubica el área en estudio. Obtenido de Google Earth Pro (2021). CNES/Airbus 2021 Maxar Technologies. (<https://www.google.com/maps/@14.5914459,-90.5071956,14.58z?authuser=0&entry=ttu>), consultado el 15 de octubre de 2021. De dominio público.

3. MARCO TEÓRICO PRELIMINAR

Este capítulo está dirigido a presentar la base teórica para dar a conocer el fundamento del conocimiento en materia de la proyección de la demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en Guatemala.

3.1. Organización del subsector eléctrico

En Guatemala, según se define en el Plan de Expansión del Sistema de Generación y Transporte 2018-2032 emitido por el MEM en el año 2018, se cita a continuación.

Figura 8.

Marco Legal y estructura del Subsector Eléctrico



Nota. El gráfico muestra el Marco Legal y Estructura del Subsector Eléctrico, reglamentos y normas. Obtenido del Ministerio de Energía Eléctrica (2018). *Plan de Expansión del Sistema de Generación y Transporte 2018-2032.* (https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/01/Plan_Indicativo_Generacion_Transporte-min.pdf), consultado el 17 de septiembre de 2021. De dominio público.

En el documento citado anteriormente se observa una jerarquía vertical y horizontal del Marco Legal y la estructura del subsector eléctrico, el estudio se centrará en la ley general de electricidad, reglamentos y normas aplicables.

Las instituciones que conforman el subsector eléctrico y su organización también se detallan en el Plan de Expansión del Sistema de Generación y

Transporte 2018-2032 emitido por el MEM en el año 2018, que se cita a continuación.

Figura 9.

Composición del Subsector Eléctrico de Guatemala



Nota: El gráfico muestra la Composición del Subsector Eléctrico de Guatemala. Obtenido del Ministerio de Energía y Minas (2018). Plan de Expansión del Sistema de Generación y Transporte 2018-2032.

(https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/01/Plan_Indicativo_Generacion_Transporte-min.pdf), consultado el 17 de septiembre de 2021. De dominio público.

Según la cita anterior, se puede observar en el plan realizado por el MEM en el año 2018, los comercializadores y Grandes Usuarios forman parte del subsector eléctrico.

3.1.1. Ministerios de Energía y Minas

En el Plan de Expansión del Sistema de Generación y Transporte 2018-2032 emitido por el MEM en el año 2018 en la siguiente cita se define las funciones.

Como expresa el MEM (2018):

Es el órgano del Estado responsable de aplicar la Ley General de Electricidad y su Reglamento para dar cumplimiento a sus obligaciones. De igual forma, es el encargado de exponer y organizar las políticas, planes de estado y programas indicativos relativos al subsector eléctrico y al subsector de hidrocarburos, así como la explotación de los recursos Mineros.

El Ministerio, en el subsector eléctrico, dentro de sus funciones está:

- Otorgar autorizaciones para uso de bienes de dominio público para la instalación de centrales generadoras y para prestar los servicios de transporte y distribución final de electricidad.
- Elaboración de informes de evaluación socioeconómica, que es un requisito indispensable para que se pueda gestionar el

financiamiento parcial o total de proyectos de electrificación rural, de las instituciones que ejecutan los proyectos anteriormente citados.

- Inscripción y actualización de Grandes Usuarios y Agentes del Mercado Mayorista.
- La promoción del desarrollo de proyectos de energía renovable y calificar proyectos de fuentes renovables de energía, al amparo de la ley de incentivos. (p. 17)

Según se indicó en el plan realizado por el MEM en el año 2018, la función más importante para la investigación es la inscripción y actualización de grandes usuarios y agentes del mercado mayorista, entre estos agentes están los comercializadores.

3.1.2. Comisión Nacional de Energía Eléctrica

En el Plan de Expansión del Sistema de Generación y Transporte 2018-2032 emitido por el MEM en el año 2018 presenta a la CNEE y sus funciones en la siguiente cita.

Como señala el MEM (2018):

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica fue creada por la Ley General de Electricidad, contenida en el Decreto No. 93- 96 del Congreso de la República de Guatemala, publicada en el Diario Oficial el 21 de noviembre de 1996, como órgano técnico del Ministerio de Energía y Minas, con independencia funcional para el ejercicio de sus atribuciones y de las siguientes funciones:

- Cumplir y hacer cumplir la Ley y sus reglamentos, en materia de su competencia e imponer las sanciones a los infractores, velar por el cumplimiento de las obligaciones de los adjudicatarios y concesionarios, proteger los derechos de los usuarios y prevenir conductas atentatorias contra la libre empresa, así como prácticas abusivas o discriminatorias.
- Definir las tarifas de transmisión y distribución, de acuerdo a la Ley General de Electricidad, así como la metodología para el cálculo de las mismas.

- Arbitrar las controversias entre los agentes del subsector eléctrico actuando como mediador entre las partes cuando éstas no hayan llegado a un acuerdo.
- Emitir las normas técnicas relativas al subsector eléctrico y fiscalizar su cumplimiento en congruencia con prácticas internacionales aceptadas, así como también emitir las disposiciones y normativas para garantizar el libre acceso y uso de las líneas de transmisión y redes de distribución, de acuerdo a lo establecido en la ley y su reglamento. (p. 17)

En la cita anterior el MEM en el año 2018, lo más importante es que se define a la CNEE como un órgano técnico, entre las funciones más relevantes está la de arbitrar las controversias entre agentes actúa como mediador entre partes, cuando éstas no han conciliado un acuerdo, en este caso las proyecciones de demanda y consumo de energía.

3.1.3. Administrador del Mercado Mayorista

En el Plan de Expansión del Sistema de Generación y Transporte 2018-2032 emitido por el MEM en el año 2018, sostiene la siguiente definición que se cita a continuación.

Como lo hace notar el MEM (2018):

El Administrador del Mercado Mayorista es una entidad privada sin fines de lucro, que coordina las transacciones entre los participantes del Mercado Mayorista, cuyas funciones principales son:

- La coordinación de la operación de centrales generadoras, interconexiones internacionales y líneas de transporte, al mínimo costo para el conjunto de operaciones del mercado mayorista, en un marco de libre contratación entre generadores, comercializadores, incluidos importadores y exportadores, grandes usuarios y distribuidores.
- Establecer precios de mercado de corto plazo para las transferencias de potencia y energía entre sus agentes, cuando estas no corresponden a contratos de largo plazo libremente pactados.
- Garantizar la seguridad y el abastecimiento de energía eléctrica en el país, así como la de crear las disposiciones generales para la operación de los agentes del mercado mayorista. (p. 18)

Según la cita anterior, la función más importante del AMM descrita en el plan del MEM en el año 2018 evidencia que debe establecer los precios del mercado de corto plazo (spot) para las transacciones de potencia y energía que tienen sus agentes, cuando no corresponden a contratos conciliados libremente, el cual sirve como referencia para el precio de la energía a nivel nacional.

3.2. El Mercado Mayorista

En la tesis de grado de José Andrés Villalobos Bracamonte realizada en el año 2018, la cual se cita a continuación, define el termino de mercado y el mercado mayorista en Guatemala.

Como afirma Villalobos (2018):

Se puede deducir entonces, que el mercado es un lugar físico o virtual, en donde se intercambian bienes o servicios. Donde son necesarios dos o más participantes, específicamente, un vendedor y un comprador. Los cuales estarán dispuestos a comprar y/o vender sus bienes y servicios, bajo ciertas condiciones de mercado. En un sistema de mercado, todo tiene un precio, que es el valor expresado en términos de dinero.

También es un lugar que permite que los compradores y vendedores obtengan información y hagan negocios entre sí.

En el mercado eléctrico, el Administrador del Mercado Mayorista favorece a las plantas con menor costo variable para su funcionamiento

en el mercado. Las centrales generadoras son despachadas con base al costo que les representa generar un KWh.

Las actividades de compra - venta de energía eléctrica se realizan en los distintos mercados de Sistema Nacional Interconectado. (pp. 19-20)

En la tesis citada anteriormente se realiza por de José Andrés Villalobos Bracamonte en el año 2018, lo más importante que revela es que el mercado eléctrico en Guatemala se favorece a las plantas con menor costo variable, como lo vimos anteriormente este costo se asocia al costo de operación de cada generador, pero este mercado es de corto plazo.

En la tesis de maestría de Fernando (2010), amplía la definición “El Mercado Mayorista de Guatemala es el conjunto de operaciones de compra y venta de bloques de potencia y energía que se efectúan a corto y a largo plazo entre Agentes del Mercado Mayorista” (p. 11).

También en la tesis de maestría de Fernando José Álvarez Paz realizada en 2010, expone una definición más amplia del mercado de electricidad en Guatemala, esto se cita a continuación.

Desde el punto de vista de Álvarez (2010):

Guatemala cuenta con un mercado de electricidad, denominado Mercado Mayorista, en donde se realizan, en condiciones de libre competencia, transacciones de compra y venta de bloques de potencia y energía que se efectúan a corto y a largo plazo entre sus Agentes. Está integrado por los

Participantes del Mercado Mayorista que corresponden a los Agentes (Generadores, Distribuidores, Comercializadores y Transportistas) y, como una consideración especial, a los Grandes Usuarios. (p. 20)

En el documento realizado por Fernando José Álvarez Paz realizada en 2010, citado anteriormente, lo más relevante es que se hace la aclaración de que existe un mercado spot y un mercado de largo plazo e identifica quienes efectúan las compras y ventas de potencia y energía.

3.2.1. Precio spot

En Guatemala, según se define en la Norma de Coordinación Comercial no. 4 (NCC-14), en el Artículo 1, emitida por el AMM en el año 2000, se cita a continuación.

El precio spot o POE lo define el AMM (2000):

El valor del Costo Marginal de Corto Plazo de la Energía en cada hora, definido como el costo en que incurre el Sistema Eléctrico para suministrar un kilovatio-hora (kWh) adicional de energía a un determinado nivel de demanda de potencia y considerando el parque de generación y transmisión efectivamente disponible. El Costo Marginal de Corto Plazo corresponde al máximo costo variable de las unidades generadoras, en el Nodo de Referencia, que fueron convocadas por el Despacho Económico y resultaron operando en función de su costo variable de acuerdo con el

resultado del despacho diario, respetando los requerimientos de Servicios Complementarios. (p. 2)

Según se explicó en la cita anterior, de la NCC-14 del AMM en el año 2018, lo relevante es que se concluye que el precio spot o POE está en función del costo marginal, está ligado al máximo costo variable de las generadoras que son convocadas en cada hora del día.

3.2.2. Costo variable

Felipe (2016) menciona que “el costo de operación varía para cada tecnología de generación de acuerdo al combustible utilizado y características particulares de operación y mantenimiento” (p. 65); este costo variable, según la tecnología y el año estacional “se puede calcular de acuerdo a una fórmula o metodología que incluya todos los costos en los que se incurre por cada central de generación para poder producir la energía, considerando las características operativas y tipo de combustible” (Felipe, 2016, p. 69).

En la tesis de maestría Lutín (2021) define que es el costo variable de generación, se cita a continuación.

Como expresa Lutín (2021):

Bajo las premisas mencionadas, se define al CVG de una central generadora, como el costo económico en la que está incurre para ingresar a línea e inyectar su generación de electricidad.

Cabe mencionar la importancia de presentar la conceptualización de los CVG de las centrales; dichos costos son indicadores directos del tipo de tecnología que se esté utilizando en precisos momentos para abastecer de electricidad la demanda de Guatemala, indicadores que se interpretan a través del precio spot, lo cual también podría ser un indicador de la cantidad de transacciones de corto plazo que esté realizando el país con México y Centroamérica. (p. 23)

Lo más importante de la cita anterior de la investigación realizada por Victor Hugo Lutín Sandoval en el año 2021, es la definición del costo variable como el costo económico que tiene que incurrir para ingresar en línea e introducir su generación.

3.2.3. Mercado a término

En la tesis de maestría de Fernando José Álvarez Paz en el año 2010, se evidencia la organización del mercado eléctrico, la importancia de dicho estudio se cita a continuación.

Según Álvarez (2010):

El Mercado Mayorista (MM) comprende el Mercado de Contratos o Mercado a Término y el Mercado de Oportunidad; también se tiene un mercado de Desvíos de Potencia y un mercado de servicios auxiliares.

En el Mercado a Término se realizan transacciones de energía y potencia bajo distintas modalidades, incluyendo contratos de diferencias con curva de carga (energía), de potencia (para cubrir la demanda firme), de potencia con energía asociada (contrato de opción con precio de ejercicio), de demanda faltante y de reserva de potencia entre generadores.

En el Mercado de Oportunidad se establecen transacciones horarias valoradas al costo marginal de corto plazo (Precio Spot o costo marginal del sistema), resultante del despacho diario. Dicho precio de oportunidad se calcula con respecto a un nodo de referencia y sirve, entre otros, para el cálculo de los sobrecostos por generación forzada.

También opera un mercado de potencia entre productores para cerrar financieramente las desviaciones de los compromisos contractuales de potencia (Desvíos de Potencia), las cuales se transan a un precio de referencia de la potencia, igual al costo de inversión de una unidad de generación para pico; en la actualidad este precio de referencia es US \$8.90 kW/mes. (p. 21)

Según se explicó en la cita anterior, se deduce del estudio realizado por Alvarez (2010), que lo más importantes es que en el mercado a término se transan compras y ventas de potencia y energía bajo diferentes modalidades,

menciona algunos de las tipologías de contratos definidos en la Norma de Coordinación Comercial no. 13 (NCC-13) emitida por el AMM.

3.2.4. Tipos de contratos

Siempre en la tesis de maestría de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Fernando José Álvarez Paz en el año 2010, en la siguiente cita menciona la reglamentación de los tipos de contratos.

Como expresa Álvarez (2010):

La Norma de Coordinación Comercial No. 13 (NCC-13) reglamenta cada tipo de contrato que puede ser acordado entre los Agentes y Grandes Usuarios. En general, los contratos son de tipo financiero, con excepción de los Contratos Existentes (PPA) para los que se respeta, en el predespacho, las cláusulas existentes de compras obligatorias. (p. 23)

Según se indicó en la tesis de maestría realizada Álvarez (2010), lo más importantes es la referencia que realiza a la NCC-13 en donde se especifica las tipologías de contratos los cuales pueden ser acordado por los Participantes del mercado y los grandes usuarios.

3.3. Medición comercial

En la tesis de grado de Palencia (2019), define los registros que debe almacenar un medidor, las cuales se mencionan en la siguiente cita.

Como señala Palencia (2019):

En una instalación comercial, ya sea de consumo o de producción de energía, los medidores deben registrar ciertos valores que se utilizan para monitorear el sistema y con base en eso realizar las transacciones económicas correspondientes.

Los valores que regularmente se monitorean son:

- Energía activa Kwh por cada fase y la total
- Potencia activa Kw
- Potencia reactiva kvar
- Factor de potencia
- Voltajes por fase y total
- Corrientes por fase y total
- Frecuencia

Estos valores son visualizados en tiempo real en los medidores y también se guarda el registro acumulado para el caso de la energía activa y reactiva. Actualmente, con los medidores modernos se puede conectar por medio de enlaces de comunicación hacia una unidad remota de transmisión y luego enviar los datos, también en tiempo real, hacia centros de control y el AMM. (pp. 31-32)

En la cita anterior Erwin Hugo Leonel Palencia Villatoro en el año 2019, lo más importante es que resalta que las variables que se almacenan en el registro acumulado es la energía activa y reactiva.

4. MARCO METODOLÓGICO

En esta sección se detallan los procedimientos a seguir para dar respuesta a los objetivos de la investigación.

En un artículo de la revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía realizado por Angel Enrique Azuero en el año 2019 que se cita a continuación, define el marco metodológico.

Según Azuero (2019):

La formulación del marco metodológico en una investigación es permitir, descubrir los supuestos del estudio para reconstruir datos, a partir de conceptos teóricos habitualmente operacionalizados. Significa detallar cada aspecto seleccionado para desarrollar dentro del proyecto de investigación que deben ser justificado por el investigador. Respaldado por el criterio de expertos en la temática, sirviendo para responder al como de la investigación. Se expone el tipo de datos que se requiere buscar para dar respuesta a los objetivos, así como la debida descripción de los diferentes métodos y técnicas que se emplearan para obtener la información necesaria. (p. 1)

Como lo dijo Azuero (2019), lo más importante es que se deben detallar los aspectos seleccionados para el desarrollo de la investigación los cuales van

a ser justificados, exponer los datos que darán respuesta a los objetivos y métodos y técnicas que se emplearán para obtener la información.

4.1. Tipo de la investigación o propuesta

La investigación será descriptiva; es el que mejor se adapta a las características y necesidades de la investigación.

Ortega (2017) indica que la investigación descriptiva “utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades” (p. 155). Es decir, mediante el análisis logra describir las características y propiedades del objeto de estudio.

4.2. Diseño de la investigación o propuesta

El diseño de la investigación es no experimental, que se aplicará de forma tendencia longitudinal.

David Alan Neill y Liliana Cortez Suárez en el libro titulado Procesos y Fundamentos de la investigación científica publicado en el año 2018 define la investigación no experimental y la investigación longitudinal en la siguiente cita.

En la opinión de Neill y Cortez (2018):

Investigación no experimental. Se fundamenta básicamente en la realización de observaciones, sin ninguna intervención o participación con el entorno observable, por este motivo no existe un control sobre las variables, por ende, los resultados revelados son superficiales.

Investigación longitudinal. Consiste en dar un seguimiento a una misma muestra de sujetos u objetos durante un determinado periodo de tiempo, lo que implica efectuar varias observaciones o mediciones, con el fin de examinar la evolución del evento bajo estudio. (p. 34)

En el libro citado anteriormente publicado por Neill y Cortez (2018), lo más importante es que define lo que es la investigación no experimental y la investigación longitudinal.

En esta investigación se realizarán solo observaciones sin intervención en la demanda y consumo de energía eléctrica en por lo menos dos años.

4.3. Enfoque de la investigación o propuesta

Ortega (2018) señala que “La investigación cuantitativa presenta características esenciales en su forma de abordar los estudios como es el establecimiento de las hipótesis, las cuales se generan antes de recolectar y analizar los datos” (p. 7). En otras palabras, aborda los estudios por medio de hipótesis, recolección y análisis de datos.

La investigación será cuantitativa; se enfocará en la proyección de la demanda y consumo de energía de grandes usuarios representados por una comercializadora para tener certeza de la cantidad de energía y demanda necesaria en el futuro para contratar así el cubrimiento de esta en un período mínimo de dos años.

4.4. Variables

Las variables estudiadas durante el proceso de esta investigación serán: Cantidad de contratos con base a precio de la potencia y energía, también la duración en años, Tipos de contratos, historial y tasa de crecimiento de la demanda y consumos de energía de los grandes usuarios, con el fin de obtener resultados para el análisis de la investigación. Las definiciones pueden observarse en la Tabla 1. Operacionalización de variables.

4.4.1. Operacionalización de variables

La variable independiente será la cantidad y tipos de contratos a utilizar para cubrir la demanda y consumo de energía eléctrica, las variables dependientes serán la demanda y consumo de energía proyectada de los grandes usuarios representados, las cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 1.

Operacionalización de variables

Problema	Variable	Definición	Dimensión	Indicador
No se ha determinado cuál es la proyección de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora para la optimización de contratos de generación de potencia y energía eléctrica, ciudad de Guatemala, Guatemala.	Optimización	La optimización es la acción de desarrollar una actividad lo más eficientemente posible, es decir, con la menor cantidad de recursos y en el menor tiempo posible. Westreicher (2020)	Precio de los Contratos utilizados	Cantidad de contratos: <ul style="list-style-type: none">• Precio de potencia• Precio y energía• Duración de contratos.

Continuación de la Tabla 1.

No se ha identificado cuáles son los tipos de contratos de generación de potencia y energía eléctrica que se pueden utilizar para el cubrimiento de la de demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala.	Contratos	Pacto o convenio, oral o escrito, entre partes que se obligan sobre materia o cosa determinada, y a cuyo cumplimiento pueden ser compelidas. Real Academia Española (2021)	Tipo de contratos de electricidad	Tipos de contratos a utilizar
No se han determinado cuáles son los registros de demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala.	Magnitudes y Registros	Magnitudes a registrar y almacenar en Memoria. AMM (2002)	Historial de registros de Demanda y Consumo de energía.	Cantidad y tipos de datos históricos a utilizar
No se ha proyectado la demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala.	Demanda y Consumo de Energía	Idear, trazar o proponer el plan y los medios para la ejecución de algo. Real Academia Española (2021)	Cantidad de demanda y consumo de energía en el futuro	Tasa de crecimiento kW/año y kWh/año

Nota. Presentación de las variables de la investigación utilizadas para el desarrollo de los instrumentos de recolección de datos. Elaboración propia, realizado con Excel.

4.5. Universo y población de estudio

En un curso taller impartido por Condori (2020) define cada uno de los conceptos en un estudio como lo es el universo, población y muestra la cual se cita a continuación.

De acuerdo con Condori (2020):

Universo o Población Objetivo Elementos (personas, objetos, programas, sistemas, sucesos, base de datos) globales, finitos e infinitos

Población elementos accesibles o unidad de análisis que perteneces al ámbito especial donde se desarrolla el estudio.

Muestra parte representativa de la población, con las mismas características generales de la población. (p. 3)

Lo más importante del curso taller impartido por Condori (2020), es la definición de los diferentes conceptos a utilizar en la investigación a realizar.

El Universo en este estudio es los participantes del Mercado Mayorista. La población de grandes usuarios en el país es de más de 1264, la investigación se limitará a una muestra representativa para nuestro estudio, la cual será de alrededor de 206 puntos, los puntos en su mayoría están conectados en el centro de carga de consumo de la ciudad de Guatemala.

4.5.1. Criterios de inclusión

- Grandes usuarios que participan en el mercado mayorista y son representados por una comercializadora.

- Grandes usuarios de los que se tenga registros históricos de demanda y consumo de energía de por lo menos dos años.

4.5.2. Criterios de exclusión

- Grandes usuarios que participan en el mercado mayorista pero no son representados por una comercializadora (Gran Usuario Participante).
- Grandes usuarios de los que no se tenga registro de demanda y consumo de energía de por lo menos dos años.

4.6. Muestreo

De los grandes usuarios que participan en el mercado mayorista, debido a que es una población relativamente grande, será tomada en cuenta solo una muestra representativa de los mismos a excepción de los grandes usuarios de los que no se tiene registro histórico.

Se tomó un error de 5 % y una confianza de 90 % y un porcentaje de Grandes Usuarios que se tenga registros de demanda para el estudio en un 80 %, lo que indica que un 20 % no se tiene registros históricos.

Fórmula de muestreo:

$$n = \frac{k^2 pqN}{e^2 (N - 1) + k^2 pq}$$

Donde:

n: tamaño muestra a determinar

p: variabilidad positiva = (0.80)

q: variabilidad negativa = (0.20)

N: tamaño de la población = (1264)

e: es el error muestral que se considera = (0.05)

k: constante de nivel de confianza que indica la probabilidad que los resultados del estudio sean ciertos o no. Los valores de k que más se utilizan y sus respectivos niveles de confianza son:

Tabla 2.

Operacionalización de variables

Nivel de Confianza	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	97.5 %	99 %
Valores de k	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.24	2.58

Nota. Valores k y niveles de confianza. Elaboración propia, realizado con Excel.

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.80) (0.20) (1264)}{(0.05)^2 (1264 - 1) + \{(1.96)^2 (0.80) (0.2)\}} = \frac{776.925}{3.158+0.615} = 205.92 \approx 206$$

La muestra fue la siguiente:

- Población de grandes usuarios: 1264
- Muestra de grandes usuarios: 206

4.7. Hipótesis

- HO: con la determinación de las proyecciones de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, se optimizará el precio de los contratos de generación de potencia y energía eléctrica aproximadamente en un 10 %.
- HI: con la determinación de las proyecciones de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, no se optimizará el precio de los de contratos de generación de potencia y energía eléctrica aproximadamente en un 10 %.

4.8. Métodos de recolección de datos

Para la obtención de los datos se utilizará el método de síntesis bibliográfica, por ejemplo, para los datos de la demanda se utilizará el informe anual de Demanda Firme publicado por el Administrador del Mercado Mayorista.

Para la obtención de los datos de energía se utilizará el Informe de Transacciones Económicas publicado por el Administrador del Mercado Mayorista de forma mensual.

4.9. Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de los datos se empleará la técnica de investigación documental de informes y documentos publicados que sean de utilidad para el propósito del estudio.

4.10. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento que se utilizará para la recolección de datos es la elaboración de fichas de trabajo bibliográfico que permitirá la ordenación lógica de las ideas y el sintetizar información fundamental para el desarrollo de la investigación.

4.11. Procesamiento y análisis de datos

Luego de haber identificado las variables a analizar, con la obtención de los datos cuantificables, serán ingresados los datos en el programa Microsoft Office Excel para el sistema operativo Windows donde se generarán modelos de predicción, métodos de correlación y modelos estadísticos, que se utilizarán en el desarrollo de la investigación para determinar la proyección de demanda y consumo de energía eléctrica de los grandes usuarios.

Al tener el análisis se procederá a presentar mediante tablas y gráficas para realizar una mejor explicación de los resultados obtenidos.

4.12. Límites de la investigación

Debido a que la investigación depende de datos que sean de acceso público, la obtención de información está limitada por los informes públicos a los que se pueda tener acceso.

4.13. Obstáculos (riesgos y dificultades)

No poder obtener los datos a analizar de dos años completos de la demanda y consumo de energía eléctrica de la muestra de grandes usuarios.

Limitaciones de tiempo debido a las actividades laborales y educativas.

4.14. Aspectos éticos de la investigación

No se observan aspectos éticos que comprometan el desarrollo de la investigación, debido a que los datos a utilizar son de acceso público.

4.15. Autonomía

Para la realización de la presente investigación, se considera un estudio no experimental y la recolección de datos es de forma electrónica, por lo que no es necesaria la participación de otras personas durante la realización de la investigación. Sin embargo, de ser necesario se contará con el consentimiento informado de las personas que pueden verse afectas durante el desarrollo de la investigación.

4.16. Riesgo de la investigación

En el presente trabajo de investigación se emplearán técnicas y métodos documentales sobre datos disponibles que son de dominio público, no involucra modificación o intervención intencionada a la intimidad de las personas; no se realizará sobre seres humanos. De lo anterior podemos concluir que el riesgo de la investigación es nivel 1 (sin riesgo).

5. CRONOGRAMA Y COSTO DEL ESTUDIO

El presente capítulo se presenta la organización cronológica del proceso de solución, organizado por semanas, abarca una duración total mínima de 6 meses de duración, desde el inicio hasta la presentación del informe final.

5.1. Descripción detallada del cronograma y sus fases

En el primer capítulo se trabajará la información general del lugar en donde se desarrollará la investigación, se hará una revisión bibliográfica de publicaciones, informes y reportes relacionados con el tema de investigación con la finalidad de preparar los instrumentos de obtención de información que permitan determinar las fuentes a utilizar para la recopilación de datos que cumplan con las variables objeto del estudio, se definirá el problema, las especificaciones, delimitación, preguntas de la investigación y necesidades a cubrir.

En el capítulo dos se realizará la revisión bibliográfica para conceptualizar cómo funciona el mercado eléctrico de Guatemala desde sus orígenes, sus principales actores, los equipos a utilizar y una visión hacia el futuro.

En el marco metodológico de la investigación se definirá la metodología a utilizar, el tipo de investigación, diseño, enfoque y variables a trabajar, se definirá la muestra, se planteará la hipótesis, luego se realizará una recolección de datos, se procesarán y analizarán.

El estudio técnico se describirá el área de estudio, la visión, los recursos a utilizar y el estudio de mercado.

Se incluyó un capítulo de marco legal debido a que hay normativa y leyes que hay que cumplir en el mercado eléctrico de Guatemala.

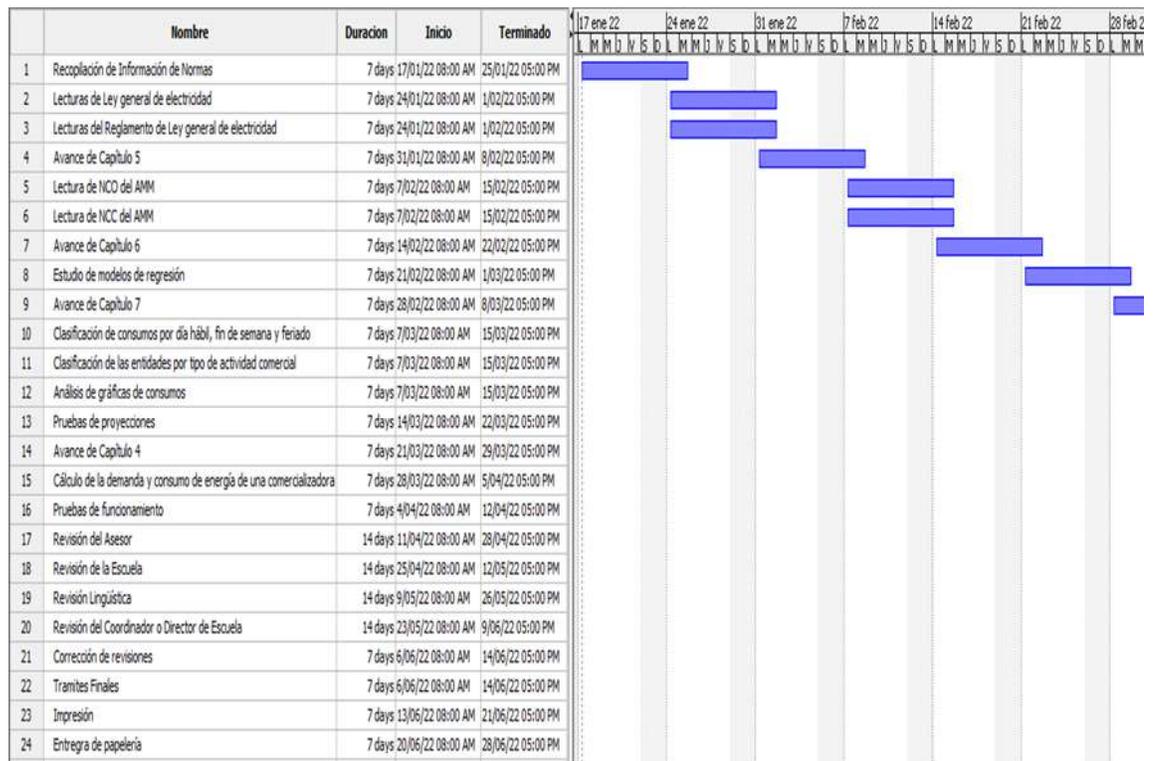
Para finalizar se realizará la propuesta de solución, el análisis de los resultados obtenidos de la investigación, los costos incurridos, la evaluación de la factibilidad de la propuesta, las conclusiones y recomendaciones respectivas.

5.2. Cronograma

En la siguiente figura se presenta el cronograma propuesto para la elaboración de la investigación.

Figura 10.

Cronograma propuesto para la elaboración de la investigación



Continuación de la Figura 10.

Nombre	Duración	Inicio	Terminado	08 feb 22	17 mar 22	14 mar 22	21 mar 22	28 mar 22	4 abr 22	11 abr 22
				L M N O V S D L M M D V S D L M M D V S D L M M D V S D L M M D V S D L M M						
1 Recopilación de Información de Normas	7 days	17/02/22 08:00 AM	25/02/22 05:00 PM							
2 Lecturas de Ley general de electricidad	7 days	24/02/22 08:00 AM	1/03/22 05:00 PM							
3 Lecturas del Reglamento de Ley general de electricidad	7 days	24/02/22 08:00 AM	1/03/22 05:00 PM							
4 Avance de Capítulo 5	7 days	31/02/22 08:00 AM	8/03/22 05:00 PM							
5 Lectura de RCC del AMM	7 days	7/03/22 08:00 AM	15/03/22 05:00 PM							
6 Lectura de RCC del AMM	7 days	7/03/22 08:00 AM	15/03/22 05:00 PM							
7 Avance de Capítulo 6	7 days	14/03/22 08:00 AM	22/03/22 05:00 PM							
8 Estudio de modelos de regresión	7 days	21/03/22 08:00 AM	1/04/22 05:00 PM	■						
9 Avance de Capítulo 7	7 days	28/03/22 08:00 AM	8/04/22 05:00 PM	■	■					
10 Clasificación de consumos por día hábil, fin de semana y feriado	7 days	7/03/22 08:00 AM	15/03/22 05:00 PM		■	■				
11 Clasificación de las entidades por tipo de actividad comercial	7 days	7/03/22 08:00 AM	15/03/22 05:00 PM		■	■				
12 Análisis de gráficas de consumos	7 days	7/03/22 08:00 AM	15/03/22 05:00 PM		■	■				
13 Pruebas de proyecciones	7 days	14/03/22 08:00 AM	22/03/22 05:00 PM			■				
14 Avance de Capítulo 4	7 days	21/03/22 08:00 AM	29/03/22 05:00 PM				■			
15 Cálculo de la demanda y consumo de energía de una comercializadora	7 days	28/03/22 08:00 AM	5/04/22 05:00 PM					■		
16 Pruebas de funcionamiento	7 days	4/04/22 08:00 AM	12/04/22 05:00 PM						■	
17 Revisión del Asesor	14 days	11/04/22 08:00 AM	25/04/22 05:00 PM							■
18 Revisión de la Escuela	14 days	25/04/22 08:00 AM	12/05/22 05:00 PM							■
19 Revisión Lingüística	14 days	9/05/22 08:00 AM	26/05/22 05:00 PM							■
20 Revisión del Coordinador o Director de Escuela	14 days	23/05/22 08:00 AM	9/06/22 05:00 PM							■
21 Corrección de revisiones	7 days	6/06/22 08:00 AM	14/06/22 05:00 PM							■
22 Trámites Finales	7 days	6/06/22 08:00 AM	14/06/22 05:00 PM							■
23 Impresión	7 days	13/06/22 08:00 AM	21/06/22 05:00 PM							■
24 Entrega de papelería	7 days	20/06/22 08:00 AM	28/06/22 05:00 PM							■

Continuación de la Figura 10.

	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	11 abr 22	18 abr 22	25 abr 22	2 may 22	9 may 22	16 may 22	23 may 22
					L M M D V S b	L M M D V S b	L M M D V S b	L M M D V S b	L M M D V S b	L M M D V S b	L M M
1	Recopilación de Información de Normas	7 days	17/01/22 08:00 AM	25/01/22 05:00 PM							
2	Lecturas de Ley general de electricidad	7 days	24/01/22 08:00 AM	1/02/22 05:00 PM							
3	Lecturas del Reglamento de Ley general de electricidad	7 days	24/01/22 08:00 AM	1/02/22 05:00 PM							
4	Avance de Capítulo 5	7 days	31/01/22 08:00 AM	8/02/22 05:00 PM							
5	Lectura de NCO del AMM	7 days	7/02/22 08:00 AM	15/02/22 05:00 PM							
6	Lectura de NCC del AMM	7 days	7/02/22 08:00 AM	15/02/22 05:00 PM							
7	Avance de Capítulo 6	7 days	14/02/22 08:00 AM	22/02/22 05:00 PM							
8	Estudio de modelos de regresión	7 days	21/02/22 08:00 AM	1/03/22 05:00 PM							
9	Avance de Capítulo 7	7 days	28/02/22 08:00 AM	8/03/22 05:00 PM							
10	Clasificación de consumos por día hábil, fin de semana y feriado	7 days	7/03/22 08:00 AM	15/03/22 05:00 PM							
11	Clasificación de las entidades por tipo de actividad comercial	7 days	7/03/22 08:00 AM	15/03/22 05:00 PM							
12	Análisis de gráficas de consumos	7 days	7/03/22 08:00 AM	15/03/22 05:00 PM							
13	Pruebas de proyecciones	7 days	14/03/22 08:00 AM	22/03/22 05:00 PM							
14	Avance de Capítulo 4	7 days	21/03/22 08:00 AM	29/03/22 05:00 PM							
15	Cálculo de la demanda y consumo de energía de una comercializadora	7 days	28/03/22 08:00 AM	5/04/22 05:00 PM							
16	Pruebas de funcionamiento	7 days	4/04/22 08:00 AM	12/04/22 05:00 PM	■						
17	Revisión del Asesor	14 days	11/04/22 08:00 AM	28/04/22 05:00 PM	■	■	■				
18	Revisión de la Escuela	14 days	25/04/22 08:00 AM	12/05/22 05:00 PM			■	■	■		
19	Revisión Lingüística	14 days	9/05/22 08:00 AM	26/05/22 05:00 PM					■	■	■
20	Revisión del Coordinador o Director de Escuela	14 days	23/05/22 08:00 AM	9/06/22 05:00 PM							■
21	Corrección de revisiones	7 days	6/06/22 08:00 AM	14/06/22 05:00 PM							
22	Tramites Finales	7 days	6/06/22 08:00 AM	14/06/22 05:00 PM							
23	Impresión	7 days	13/06/22 08:00 AM	21/06/22 05:00 PM							
24	Entrega de papelería	7 days	20/06/22 08:00 AM	28/06/22 05:00 PM							

Tabla 3.*Costo del estudio*

	Materiales	Presupuesto
Humano	Investigador	Q. 17,200.00
Materiales	1 computadora personal	Q. 4,500.00
	1 software electrónico	Q. 950.00
	1 impresora Canon MG 2400	Q. 450.00
	Sistema de inyección de tinta	Q. 450.00
	Hojas tamaño carta	Q. 150.00
	Alimentación	Q. 3,000.00
	Transporte	Q. 4,500.00
	1 servicios de telefonía móvil e internet	Q. 2,200.00
	Consumo de energía eléctrica	Q. 90.00
	Inscripción Curso PAG1 y PAG2	Q. 6,062.00
	Gastos imprevistos 10%	Q. 5,800.00
Financieros	Financiada por el investigador	
	TOTAL	Q. 44,902.00

Nota. Presentación de costo del estudio. Elaboración propia, realizado con Excel.

6. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

A continuación, se presenta un análisis de los factores relevantes del proyecto de investigación, se consideran los aspectos económicos, técnicos, social, ecológico y de implementación para determinar la probabilidad de completar el proyecto de investigación con éxito.

Dentro de los recursos técnicos a utilizar está la información pública de la demanda y consumo de la energía de los grandes usuarios para utilizar la base de datos. En el caso que no se tuviera acceso a esta información se tendría que utilizar un equipo de monitoreo de parámetros eléctrico, el alquiler de este equipo es de Q 3,000.00 a la semana, si la muestra fuera de 206, tendríamos que haber gastado Q 618,000.00 sin contar los gastos de transporte, recurso humano, permisos, entre otros., también no se tendría un historial extenso, más bien una pequeña muestra de cada consumidor.

Se debe de contar por lo menos de una computadora para procesar los datos, la más básica tiene un precio aproximado de Q 4,500.00, también debe de contar con un software apropiado para manejar tablas electrónicas, el paquete más utilizado es el office el cual tiene un precio aproximado de Q 950.00.

Hay que tomar en cuenta el consumo de energía eléctrica el cual será aproximadamente de 3 horas al día por 7 meses, una computadora consume alrededor de 100 W y una bombilla ahorradora 23 W a un precio de la energía de Q 1.14 el kwh, esto nos daría $(3 \text{ horas} \times 30 \text{ días} \times 7 \text{ meses} \times 123 \text{ W}) / 1000 \times (\text{Q}/\text{KW}1.14) = \text{Q } 88.34$. También debe de tomarse en cuenta el lugar donde trabajará, el cual tendrá un costo de alquiler de Q 1,500.00 incluye el mobiliario.

Si se toma en cuenta el recurso humano, se tendría que contratar a un ingeniero que cobra Q 60.00 la hora, es decir en total se invertirían Q 17,200.00 por mano de obra, sin embargo, el investigador cuenta con los conocimientos necesarios en ingeniería eléctrica y en manejo de hojas de cálculo para poder recopilar la información y realizar un análisis estadístico que permita correlacionar las variables y poder sacar conclusiones de los resultados obtenidos. Además, el asesor cuenta experiencia y conocimiento en el mercado eléctrico de Guatemala con lo que aportará su experiencia profesional y técnica para el análisis de resultados y del desarrollo de la investigación, sin ningún tipo de riesgo para el investigador y las personas involucradas.

Desde el punto de vista ecológico, se observa que es factible realizar la investigación. No tendrá ningún impacto ecológico, solamente se realizarán observaciones del registro de la demanda y consumo de energía eléctrica de los grandes usuarios.

Se estima que el estudio es factible realizarlo de forma social, debido a que no afectará a otras personas, no se contempla ninguna intervención intencionada sobre variables sociales debido a que no se realizará sobre seres humanos, no se modificarán sus actividades cotidianas.

No se afectará en ningún momento el ambiente pues no se realizarán pruebas en sitio, no se contempla alterar o crear un impacto negativo en el entorno ecológico.

Basados en el análisis de costos del estudio presentado en la Tabla 3, el costo aproximado del desarrollo del estudio es de Q 44,902.00, el investigador cuenta con los recursos económicos para poder desarrollar la investigación sin

inconvenientes, por lo que se visualiza factible el estudio para poder alcanzar los objetivos planteados.

7. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Aspectos generales

1.1.1 El área / departamento / municipio o zona en estudio

1.2 Antecedentes del área en estudio

1.3 Definición del problema

1.3.1 Especificación del problema

1.3.2 Delimitación del problema

1.3.3 Pregunta principal de investigación

1.3.3.1 Preguntas complementarias de investigación

1.3.4 Necesidades a cubrir por la investigación o proyecto

1.4 Ubicación área/departamento/municipio o zona en estudio

1.5 Localización de área/departamento/municipio o zona en estudio

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del mercado eléctrico nacional

2.2 Regulador y administrador del mercado eléctrico

- 2.2.1 Comisión Nacional de Energía Eléctrica
- 2.2.2 Administrador del Mercado Mayorista
- 2.3 Participantes del Mercado Eléctrico
- 2.4 Equipos de medición comercial
- 2.5 Visión del futuro del Mercado Eléctrico

3. MARCO METODOLÓGICO

- 3.1 Tipo de la investigación o propuesta
- 3.2 Diseño de la investigación o propuesta
- 3.3 Enfoque de la investigación o propuesta
- 3.4 Variables
 - 3.4.1 Operacionalización de variables
- 3.5 Universo y población de estudio
 - 3.5.1 Criterios de inclusión
 - 3.5.2 Criterios de exclusión
- 3.6 Muestreo
- 3.7 Hipótesis
- 3.8 Métodos de recolección de datos
- 3.9 Técnicas de recolección de datos
- 3.10 Instrumentos de recolección de datos
- 3.11 Procesamiento y análisis de datos
- 3.12 Límites de la investigación
- 3.13 Obstáculos (riesgos y dificultades)
- 3.14 Aspectos éticos de la investigación
- 3.15 Autonomía
- 3.16 Riesgo de la investigación
 - 3.16.1 Nivel 1 (sin riesgo)

4. ESTUDIO TÉCNICO
 - 4.1 Descripción del área en estudio
 - 4.2 Visión del área en estudio
 - 4.3 Organización del talento humano del área en estudio
 - 4.4 Áreas de atención del área en estudio
 - 4.5 Recursos físicos y tecnológico del área u objeto en estudio
 - 4.5.1 Recursos físicos del área u objeto en estudio
 - 4.5.2 Recursos tecnológicos del área u objeto en estudio
 - 4.6 Estudio de mercado del área u objeto de estudio
 - 4.6.1 Capacidad
 - 4.6.2 Demanda
 - 4.6.3 Infraestructura del área en estudio.

5. MARCO LEGAL
 - 5.1 Ley General de Electricidad
 - 5.2 Normas Técnicas
 - 5.3 Normas de Coordinación Comercial
 - 5.4 Normas de Operación Comercial

6. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8. COSTOS APROXIMADOS Y ANÁLISIS FINANCIERO
 - 8.1 Costo del estudio
 - 8.2 Presupuesto de mejora
 - 8.3 Análisis financiero
 - 8.4 Análisis financiero de costo-beneficio
 - 8.5 Propuesta económica de proyecto

9. EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA

9.1 Factibilidad técnica de la propuesta

9.2 Factibilidad económica de la propuesta

9.3 Factibilidad social de la propuesta

9.4 Factibilidad ecológica de la propuesta

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICE

ANEXOS

REFERENCIAS

- Administrador del Mercado Mayorista (2000). Comisión Nacional De Energía Eléctrica. Norma de coordinación comercial No. 4 precio de oportunidad de la energía. Resolución 157-02. AMM. <https://www.cnee.gob.gt/pdf/resoluciones/2000/67-2000.pdf>
- Administrador del Mercado Mayorista (2021). Información Estadística (Preliminar primer semestre 2021). AMM. https://www.amm.org.gt/portal/?page_id=145
- Alan, D., & Cortez, L. (2018). Procesos y fundamentos de la investigación científica. UTMACH.
- Alvarez, F. J. (2010). Determinar los retos y las oportunidades que ofrece el mercado eléctrico regional al mercado eléctrico de Guatemala. [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5261/>
- Azuero, Á. E. A. (2019). Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación. Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 4(8), 110-127. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7062667>
- Bracamonte, J. (2018). El rol del administrador del mercado mayoristas en la evolución del mercado de generación eléctrica en Guatemala de 1996 a 2016. [Tesis de licenciatura, Universidad Rafael Landívar]. Archivo digital. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2018/01/01/Villalobos-Jose.pdf>

Chévez, P., Martini, I., & Discoli, C. (2019). Desarrollo metodológico para la construcción de escenarios urbano-energéticos de largo plazo. Cuaderno Urbano, 26(26), 69-107.
<http://www.scielo.org.ar/pdf/cuba/v26n26/v26n26a04.pdf>

Comisión Nacional de Energía Eléctrica (2020). Memoria de Labores CNEE 2019-2020. CNEE.
<https://www.cnee.gob.gt/xhtml/memo/Memoria%20CNEE%202019-2020.pdf>

Condori, P. (2020). Universo, población y muestra. Curso Taller.

Felipe, B. (2016). Optimización del despacho de generación para corto plazo con simulación de escenarios en época seca y época lluviosa, considerando la incorporación de centrales eólicas al SNI 78 de Guatemala. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/5724/>

Fernández, D. (29 de marzo, 2020). Cerrado hasta nuevo aviso, ¿cuánto está cayendo la economía en Guatemala? UFM Market Trends.
<https://trends.ufm.edu/articulo/cerrado-nuevo-aviso/>

Gabriel-Ortega, J. (2017). Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación. Journal of the Selva Andina Research Society, 8(2), 155-156.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942017000200008

- Lizcano, J. (2019). Una proyección multidisciplinar de la energía: Su modelización macrocontable. Encuentros Multidisciplinares, 62, 1-5. <https://repositorio.uam.es/handle/10486/688473>
- Lutín, V. (2021). Estudio de seguridad energética del parque generador de electricidad de Guatemala ante escenarios de pérdida de generación de las centrales San José y Jaguar Energy. [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/15713/>
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). Plan de Expansión del Sistema de Generación y Transporte 2018-2032. MEM. <https://mem.gob.gt/planes-de-expansion-del-sistema-de-generacion-y-transporte/>
- Ministerio de Energía y Minas. (2020). Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación 2020-2050. MEM.
- Ministerio de Energía y Minas. (2020). Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2020-2050. MEM. <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/03/Plan-de-Expansio%CC%81n-del-Sistema-de-Transporte-2020-2050-mayo.pdf>
- Moreno, R., López, Y., & Oqueña, E. (2018). Escenario de Desarrollo Energético Sostenible en Colombia 2017-2030. Avances: Investigación en Ingeniería, 15(1), 329-343. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.4743>
- Ortega, A. (2018). Enfoques de investigación. Unesco. [https://www.researchgate.net/publication/326905435 ENFOQUES DE INVESTIGACION](https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION)

Palencia, E. (2019). Propuesta de actualización técnica de la Norma de Coordinación Comercial Nro. 14 (NCC-14) del Administrador del Mercado Mayorista (AMM). [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/14149/>

Rodríguez, E. (2019). Estrategia energética Uruguay 2050—algunos elementos clave a considerar en diagnóstico y política. *Estrategia* (6), 54-68. <https://www.gub.uy/ministerio-defensa-nacional/sites/ministerio-defensa-nacional/files/2022-02/5-%20morales.pdf>

Sánchez, R. (2020). El futuro y la demanda energética. [Tesis de doctorado, Universidad de Sevilla]. Archivo digital. <https://idus.us.es/handle/11441/102598>

APÉNDICES

A continuación, se presenta la matriz de consistencia la cual fue una herramienta fundamental para la elaboración del presente estudio.

Apéndice 1.

Matriz de consistencia

Tema:

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA Y CONSUMO DE UNA MUESTRA DE GRANDES USUARIOS REPRESENTADOS POR UNA COMERCIALIZADORA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE CONTRATOS DE GENERACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA ELÉCTRICA, CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase Final
<p>1. Problema principal</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se ha determinado cuál es la proyección de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora para la optimización de contratos de generación de potencia y energía eléctrica, ciudad de Guatemala, Guatemala. 	<p>1. Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar cuál es la proyección de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora para la optimización de contratos de generación de potencia y energía eléctrica, ciudad de Guatemala, Guatemala. 	<p>1. Pregunta principal de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la proyección de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora para la optimización de contratos de generación de potencia y energía eléctrica, ciudad de Guatemala, Guatemala? 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de Investigación: Hipotético Deductivo 	<p>1. Conclusión General</p> <ul style="list-style-type: none"> • La proyección de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora para la optimización de contratos de generación de potencia y energía eléctrica, ciudad de Guatemala, Guatemala es...

Continuación del Apéndice 1.

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase Final
2. Problemas Secundarios	2. Objetivos Específicos	2. Preguntas complementarias de investigación		2. Conclusiones Específicas
<ul style="list-style-type: none"> No se ha identificado cuáles son los tipos de contratos de generación de potencia y energía eléctrica que se pueden utilizar para el cubrimiento de la de demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala. No se han determinado cuáles son los registros de demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala. No se ha proyectado la demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar cuáles son los tipos de contratos de generación de potencia y energía eléctrica que se pueden utilizar para el cubrimiento de la de demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala. Determinar cuáles son los registros de demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala. Proyectar la demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala. 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los tipos de contratos de generación de potencia y energía eléctrica que se pueden utilizar para el cubrimiento de la de demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala? ¿Cuáles son los registros de demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala? ¿Cómo proyectar la demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala? 	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de Investigación: Descriptivo Metodología de Investigación: Cuantitativa Diseño de Investigación: No experimental 	<ul style="list-style-type: none"> Los tipos de contratos de generación de potencia y energía eléctrica que se pueden utilizar para el cubrimiento de la de demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala son... Los registros de demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala. La demanda y consumo de energía de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, Guatemala se proyecta...

Continuación del Apéndice 1.

		Fase Final
3.Hipótesis		3. Recomendaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Positiva: <p style="margin-left: 20px;">Con la determinación de las proyecciones de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, se optimizará el precio de los contratos de generación de potencia y energía eléctrica aproximadamente en un 10%.</p> • Negativa: <p style="margin-left: 20px;">Con la determinación de las proyecciones de la demanda y consumo de una muestra de grandes usuarios representados por una comercializadora en la ciudad de Guatemala, no se optimizará el precio de los contratos de generación de potencia y energía eléctrica aproximadamente en un 10%.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Población: grandes usuarios en Guatemala • Muestra: 206 grandes usuarios • Técnica: Documental de informes y documentos públicos. • Instrumento: Fichas de trabajo bibliográfico 	<ul style="list-style-type: none"> • X • X

Nota. Presentación matriz de consistencia, Elaboración propia, realizado con Excel.

