



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO, PARA  
CONVERTIR EN GRAN USUARIO A PLAZA COMERCIAL UBICADA EN EL ORIENTE DEL  
PAÍS**

**Diego Andrés Coronado Godínez**

Asesorado por la Msc. Ing. Erwin Rolando Barrios Torres

Guatemala, abril de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO, PARA  
CONVERTIR EN GRAN USUARIO A PLAZA COMERCIAL UBICADA EN EL ORIENTE DEL  
PAÍS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DIEGO ANDRÉS CORONADO GODINEZ**

ASESORADO POR LA MSC. ING. ERWIN ROLANDO BARRIOS TORRES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRICISTA**

GUATEMALA, ABRIL DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. José Guillermo Bedoya Barrios
EXAMINADOR	Ing. Gustavo Benigno Orozco Godínez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
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:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO, PARA  
CONVERTIR EN GRAN USUARIO A PLAZA COMERCIAL UBICADA EN EL ORIENTE DEL  
PAÍS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 30 de octubre de 2021.

**Diego Andrés Coronado Godinez**



EEPFI-PP-0071-2022

Guatemala, 12 de enero de 2022

Director  
Armando Alonso Rivera Carrillo  
Escuela De Ingeniería Mecánica Eléctrica  
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: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA CONVERTIR EN GRAN USUARIO A PLAZA COMERCIAL UBICADA EN EL ORIENTE DEL PAÍS**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Todas las áreas - Proyectos de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica en un mercado eléctrico regulado**, presentado por el estudiante **Diego Andres Coronado Godinez** carné número **201503649**, 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 Gestion De Mercados Eléctricos Regulados.

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"*

~~Erwin Rolando Torres Torres~~  
Ingeniero Eléctrico  
Colegiado No. 3,080

Rolando Barrios Torres  
Asesor(a)

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



Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





EEP-EIME-0071-2022

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: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA CONVERTIR EN GRAN USUARIO A PLAZA COMERCIAL UBICADA EN EL ORIENTE DEL PAÍS**, presentado por el estudiante universitario **Diego Andres Coronado Godinez**, 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

LNG.DECANATO.OI.266.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO, PARA CONVERTIR EN GRAN USUARIO A PLAZA COMERCIAL UBICADA EN EL ORIENTE DEL PAÍS**, presentado por: **Diego Andrés Coronado Godínez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, abril de 2022

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por haberme permitido realizar una más de mis metas.
- Mis padres** Por el incondicional apoyo a lo largo de todos estos años y motivarme a ser mejor persona cada día.
- Mis hermanos** Julio, María, Sophia y Fernando Coronado por estar presentes en mis logros, compartirlos con ustedes me llena de mucha felicidad.
- Mi asesor** Ingeniero Erwin Barrios por su disposición a compartir sus conocimientos y experiencia y aportarlos a este trabajo.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser el alma mater que me permitió ser un profesional y adquirir todo el conocimiento.

**Facultad de Ingeniería**

Por brindarme toda la enseñanza que me ha permitido realizar este trabajo.

**Escuela de Estudios de  
Postgrado**

Por el esfuerzo y dedicación en formar profesionales en Guatemala.

**Mis amigos**

Por el apoyo incondicional a lo largo de estos años en la facultad de ingeniería.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
2.1. Modelo de negocio para el suministro integral de energía a edificios de viviendas en áreas urbanas.....	5
2.2. Modelos de negocio en recursos distribuidos de electricidad....	5
2.3. Método para optimizar los costos del servicio de energía eléctrica de grandes usuarios en Colombia, incorporando flexibilidad de la demanda .....	6
2.4. Aclaraciones sobre la tarifa eléctrica .....	6
2.5. Análisis de los criterios de eficiencia económica y calidad para la determinación de las tarifas del sector eléctrico en Colombia .....	7
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
3.1. Contexto general .....	9
3.2. Descripción del problema .....	9
3.3. Formulación del problema .....	10
3.4. Delimitación del problema .....	11

4.	JUSTIFICACIÓN.....	13
5.	OBJETIVOS.....	15
5.1.	General .....	15
5.2.	Específicos.....	15
6.	NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN .....	17
7.	MARCO TEÓRICO .....	19
7.1.	Mercados eléctricos .....	19
7.2.	Estructura del mercado eléctrico.....	19
7.2.1.	Estructura vertical.....	20
7.2.2.	Estructura horizontal .....	21
7.3.	Mercado eléctrico guatemalteco .....	24
7.3.1.	Ente rector.....	24
7.3.2.	Ente regulador.....	25
7.3.3.	Ente operador.....	25
7.4.	Participantes .....	26
7.4.1.	Generadores .....	26
7.4.2.	Transmisores.....	26
7.4.3.	Distribuidores .....	27
7.4.4.	Comercializadores.....	28
7.5.	Grandes usuarios.....	28
7.5.1.	Figura de gran usuario .....	28
7.5.2.	Grandes usuarios en Guatemala.....	29
7.5.3.	Beneficios de ser gran usuario .....	31
	7.5.3.1.    Procedimiento para inscripción como gran usuario .....	31

7.5.4.	Documentación solicitada por Ministerio de Energía y Minas.....	32
7.5.4.1.	Personas individuales.....	32
7.5.4.2.	Personas jurídicas.....	32
7.5.5.	Requisitos específicos.....	33
7.6.	Instalaciones nuevas.....	33
7.7.	Instalaciones existentes.....	34
7.7.1.	Grandes usuarios en el marco legal de compraventa de energía eléctrica.....	34
7.8.	Tarifas energéticas en Guatemala.....	35
7.8.1.	Usuarios regulados.....	36
7.8.1.1.	Usuarios con servicio de baja tensión simple.....	36
7.8.1.2.	Usuarios con servicio en baja o media tensión.....	37
7.8.2.	Usuarios no regulados.....	37
7.8.3.	Tarifa social.....	37
7.8.4.	Tarifa horaria.....	38
7.8.5.	Tarifa con máxima demanda.....	38
7.8.6.	Tarifa con media demanda.....	39
7.9.	Tarifa con mínima demanda.....	39
7.10.	Medición de energía eléctrica.....	40
7.10.1.	Medidor de energía.....	41
7.10.2.	Principio de funcionamiento.....	41
7.10.3.	Transformadores de medida.....	42
7.10.4.	Transformador de corriente.....	43
7.10.5.	Transformador de potencial.....	44
7.11.	Requisitos de equipos de medición en el mercado mayorista para un gran usuario.....	45

7.11.1.	Parámetros para medir.....	45
7.11.2.	Medidores de energía .....	46
7.11.3.	Transformadores de potencial y de corriente .....	47
7.11.4.	Sistema de medición inteligente.....	48
7.11.5.	Medición electrónica.....	48
7.12.	Evaluación de proyectos .....	49
7.12.1.	Análisis técnico.....	50
7.12.2.	Análisis económico.....	51
7.12.2.1.	Valor actual neto .....	51
7.12.2.2.	Tasa interna de retorno .....	52
7.12.2.3.	Flujo de caja proyectado .....	53
7.12.2.4.	Tasa de descuento.....	54
7.12.2.5.	Tasa de costo de capital.....	54
7.12.3.	Criterios en el análisis económico de la evaluación de proyectos.....	54
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	57
9.	METODOLOGÍA .....	61
9.1.	Características del estudio .....	61
9.2.	Unidades de análisis .....	62
9.3.	Variables .....	62
9.4.	Fases del estudio .....	63
9.4.1.	Fase 1: revisión bibliográfica.....	64
9.4.2.	Fase2: determinar demanda Eléctrica del Proyecto .....	64
9.4.3.	Fase 3: análisis económico .....	64
9.4.4.	Fase 4: análisis de costos energía eléctrica.....	65
9.5.	Resultados esperados.....	65

10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	67
11.	CRONOGRAMA.....	69
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	71
13.	REFERENCIAS.....	73
14.	APÉNDICES.....	79



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Esquema de solución del trabajo de investigación.....	18
2.	Monopolio verticalmente integrado .....	20
3.	Comprador único.....	21
4.	Competencia mayorista.....	22
5.	Competencia minorista.....	23
6.	Curva de carga horaria miércoles 16 de noviembre 2020 día de máxima demanda de potencia .....	40
7.	Esquema de funcionamiento del medidor de energía .....	42
8.	Transformador de corriente.....	44
9.	Transformador de potencial .....	45
10.	Cronograma de actividades .....	69

### TABLAS

I.	Transformador de potencial.....	47
II.	Estructura de flujo de caja .....	53
III.	Análisis de Sensibilidad del VAN.....	62
IV.	Definición de variables .....	63
V.	Análisis de sensibilidad del Valor Actual Neto VAN .....	68
VI.	Descripción de actividades y fechas .....	70
VII.	Recursos necesarios para la investigación .....	71





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Hp</b>	Caballos de fuerza
<b>I</b>	Corriente
<b>\$</b>	Dólares
<b>Fp</b>	Factor de potencia
<b>Hz</b>	Hercio
<b>=</b>	Igual que
<b>Kw</b>	Kilovatio
<b>KV</b>	Kilovatio
<b>KVA</b>	Kilovatio ampere
<b>Kwh</b>	Kilovatio hora
<b>&gt;</b>	Mayor que
<b>MVA</b>	Megavoltio ampere
<b>&lt;</b>	Menor que
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q</b>	Quetzales
<b>R</b>	Resistencia



## GLOSARIO

<b>AMM</b>	Administrador del Mercado Mayorista.
<b>AP</b>	Alumbrado Público.
<b>Bivariado</b>	Es un análisis estadístico en donde se estudian aquellos sucesos en los que intervienen dos variables simultáneas.
<b>BTHD</b>	Baja Tensión Horaria con Demanda.
<b>BTS</b>	Baja Tensión Simple.
<b>BTSH</b>	Baja Tensión Simple Horaria.
<b>CNEE</b>	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
<b>Corriente</b>	Flujo de portadores de carga a lo largo de un conductor, es expresada en amperios.
<b>Exactitud</b>	Es la cercanía del valor experimental obtenido, con el valor exacto de dicha medida.
<b>LGE</b>	Ley General de Electricidad.
<b>MTHD</b>	Media Tensión Horaria con Demanda.

<b>NCC</b>	Norma de Coordinación Comercial. Norma utilizada para la coordinación comercial del mercado mayorista en Guatemala.
<b>Precisión</b>	Es la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud.
<b>Resistencia</b>	Es la oposición al paso de corriente eléctrica a lo largo de un conductor, es expresada en ohmios-
<b>TC</b>	Transformador de Corriente.
<b>Tensión</b>	Diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, es expresada en voltios.
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno.
<b>TP</b>	Transformador de Potencial.
<b>VAN</b>	Valor Actual Neto.

## RESUMEN

Se busca analizar desde una perspectiva económica y técnica la mejor opción para el suministro de electricidad de una plaza comercial ubicada en la región oriente del país. En proyectos comerciales la energía eléctrica representa un alto costo monetario que muchos inversionistas buscan disminuir. Además, en esta zona del país las tarifas eléctricas resultan estar muy por encima en comparación a los precios que se manejan en ciudad de Guatemala. Por lo tanto, una alta demanda eléctrica conlleva un alto precio a pagar al distribuidor.

Estos estudios no suelen considerarse en la mayoría de los proyectos debido a la falta de información por parte de los inversionistas, de las ventajas que a mediano y largo plazo puede traer la compra de energía en bloque y brindarla como un servicio a los comercios dentro de la instalación. La propuesta de solución plantea la elaboración de un estudio económico para determinar la viabilidad de la inversión inicial, y técnico para demostrar si se cumplen los requisitos que solicita el Ministerio de Energía y Minas para ser gran usuario.

La presente investigación se realizará utilizando criterios de análisis y evaluación de proyectos. Se elaborará un flujo de efectivo contemplando todos los ingresos y egresos que se proyectan en el desarrollo y construcción del comercial. Posterior a esto se utilizarán métodos como el valor actual neto y la tasa interna de retorno. Estos proyectarán los beneficios proyectarán los beneficios esperados como el tiempo de recuperación y el nivel de rentabilidad de la inversión. Así mismo, se estimará la demanda eléctrica en kilovatios (kW)

que tendrá la plaza partiendo de las demandas de cada uno de los comercios que estarán ubicados dentro para poder calcular una demanda global.

# 1. INTRODUCCIÓN

El objeto de estudio en la presente tesis es realizar un análisis que permita evaluar la mejor alternativa para adquirir un suministro de energía eléctrica para una plaza comercial. El estudio se enfoca en un modelo de negocio que involucra la compra de energía en bloque en el mercado mayorista guatemalteco y en hacer uso de un sistema de medición electrónica inteligente que permita una gestión en la energía en los puntos donde se estará consumiendo la electricidad.

El problema principal de la investigación se centra en analizar la viabilidad económica utilizando métodos financieros y la técnica mediante la determinación de la demanda eléctrica que tendrá dicha plaza comercial.

La justificación de esta investigación explica la importancia y necesidad del trabajo de investigación, en esta se explica que en Guatemala existen zonas en donde la inestabilidad de suministro eléctrico y deficiencias en servicio al cliente a los consumidores resultan ser muy frecuentes. Esto fuerza en cierta manera a los inversionistas a ofrecer proyectos donde se garantice una solución eficiente en la distribución de energía eléctrica que permita dar a conocer a los usuarios finales no únicamente el consumo de energía que tienen si no la manera en la que se está consumiendo.

El objetivo general de este trabajo es demostrar la factibilidad económica y técnica del proyecto. Se analizará desde el punto de vista económico utilizando métodos como el valor actual neto y tasa interna de retorno. Esto para determinar si las inversiones iniciales para la compra de equipo e infraestructura



eléctrica traerán consigo algún beneficio económico a los inversionistas del proyecto. El aspecto técnico permitirá demostrar si la demanda eléctrica que tiene el proyecto es suficiente para optar a comprar energía en bloque bajo la figura de gran usuario. Esto se determinará analizando las demandas de cada uno de los comercios que estarán ubicados dentro del centro comercial para luego obtener una demanda eléctrica global.

En el primer capítulo se desglosa el marco referencial, en este se muestra estudios similares que se han realizado en países como España. Explica la manera que se abordó el tema y los resultados de este.

El capítulo dos, marco teórico, el cual contiene una recopilación de información bibliográfica que permitirá fundamentar de una manera más sólida la solución que se está planteando. En este se muestran temas generales como los requisitos para ser gran usuario, medición electrónica, y la forma de evaluar proyectos con criterios como el VAN y TIR.

El capítulo tres, desarrollo de la investigación muestra los pasos a seguir para llegar a una solución del tema. En esta se muestran las variables a analizar y la forma en la que estas se analizarán. Este indica que se elaborará un flujo de efectivo para poder evaluar la inversión y evidenciar los ingresos y egresos que el proyecto tendrá. Se presenta también una parte que explica los resultados que se esperan obtener al solucionar el problema. Se utilizarán técnicas de análisis de sensibilidad con el fin de demostrar qué tanto puede ser afectado el proyecto si existe una disminución de ingresos y un aumento de egresos en el flujo de caja proyectado.

En el capítulo cuatro se presentan los de resultados en donde se analizarán los valores obtenidos haciendo uso de la metodología anteriormente explicada.

El capítulo cinco, discusión de resultados se determinará la viabilidad del proyecto y se enlistaran las conclusiones y recomendaciones que se sugieren para poder llevarlo a cabo.

Y finalmente se presentan las conclusiones del presente trabajo de graduación y las recomendaciones para el mismo.



## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. Modelo de negocio para el suministro integral de energía a edificios de viviendas en áreas urbanas**

Arenas, Gómez y Baquero (2010) analizan en su investigación la manera de distribuir energía a viviendas residenciales. Se explica la manera de adquirir bloques de energía a un precio competitivo para luego llevar la electricidad a los consumidores finales ubicados en cada una de las viviendas. Este modelo de negocio es analizado desde una perspectiva financiera-económica utilizando los criterios del VAN y TIR. Se menciona el costo que tiene todo el equipo eléctrico, el cual permitirá realizar las mediciones y lecturas de consumos de energía; y se compara con el beneficio que traerá la reventa de esta a los inquilinos.

Este artículo habla acerca del cambio que se hizo en donde se pasó de ofrecer energía como un producto, a ofrecerla como un servicio adicional que pasa a ser responsabilidad del dueño del proyecto. Esto con el objetivo de poder mejorar la estabilidad de suministro en cada uno de los apartamentos. El hecho de ser responsable de la distribución de energía del proyecto ofrece un monitoreo de los consumos de energía de los apartamentos las veinticuatro horas y también permite buscar la eficiencia energética.

### **2.2. Modelos de negocio en recursos distribuidos de electricidad**

Larrea y Bilbao (2020) mencionan como bajo este esquema se pasa de vender energía a los clientes en forma de kWh a vender energía como servicio

a los usuarios finales. Menciona que se debe tener una buena gestión para poder conocer la cantidad de energía consumida por cada uno de los puntos en donde es entregada la electricidad. Este trabajo presenta la importancia de ofrecer el suministro de electricidad no como un producto, si no como un servicio que permita hacerle saber al cliente no solo cuánta energía está consumiendo si no cómo la está consumiendo.

### **2.3. Método para optimizar los costos del servicio de energía eléctrica de grandes usuarios en Colombia, incorporando flexibilidad de la demanda**

Cardona (2007) en su tesis de maestría indica la importancia en tratar de hacer que la tendencia del consumo de energía tenga un comportamiento más lineal. Al lograr tener un comportamiento de este tipo da origen a una disminución del valor de la energía. Trata de explicar también los rangos de tiempos que se establecen en el país y las diferencias de precios entre ellos. Así también hace énfasis en la importancia de concentrar la máxima demanda en horas donde el precio sea menor.

### **2.4. Aclaraciones sobre la tarifa eléctrica**

Para determinar la tarifa eléctrica a un usuario o consumidor de electricidad hay que tomar diversos factores, Pérez, Peco, y Vásquez (2003) mencionan en este trabajo los principios que deben tomarse en cuenta al momento de definir el precio de la electricidad. Indican que el precio debe estar íntimamente relacionado con la calidad del servicio que se está ofreciendo. El precio debe siempre de ser razonable para el usuario final y cumplirse a cabalidad criterios que deben de ser ofrecidos por el distribuidor como la estabilidad en el suministro, calidad de la energía, y servicio al cliente.

## **2.5. Análisis de los criterios de eficiencia económica y calidad para la determinación de las tarifas del sector eléctrico en Colombia**

García y Ca (2005) en esta investigación elaboran ciertas consideraciones para poder otorgarle un valor monetario a la energía en Colombia. Se mencionan varios requisitos que debe de cumplir una tarifa eléctrica. La simplicidad y transparencia son uno de los criterios en los cuales hacen énfasis en su artículo. Simplicidad, para facilitar la comprensión, aplicación y control de las tarifas. Transparencia, los precios deben de ser accesibles para todo el mundo y desglosados de una manera detallada a modo de que sean entendibles para cualquier usuario.



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1. Contexto general**

Este trabajo de investigación se centra en la necesidad de reducción de costos en la construcción y operación de una plaza comercial. Se busca plasmar los distintos puntos tanto económicos como técnicos para poder analizar la factibilidad de optar a ser gran usuario ante el mercado mayorista.

#### **3.2. Descripción del problema**

La contratación del servicio de energía eléctrica en proyectos comerciales representa un costo monetario importante. Por lo tanto, se busca la mejor opción para poder eficientizar los recursos económicos. El costo de la energía depende de la cantidad de demanda que se tenga, si esta es superior a los 100 kW se puede optar a ser gran usuario lo cual permitiría una reducción de costos en la compra de electricidad. La tendencia en los ajustes tarifarios emitidos por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica en el primer semestre de este 2021 indican que las tarifas que se manejan en el occidente y oriente del país son superiores a las tarifas que se manejan en la ciudad capital. Estos reportes tarifarios emitidos por el ente regulador del país muestran que la tarifa no social de estas dos zonas se encuentra alrededor de un 40 % arriba en comparación con la tarifa de la ciudad de Guatemala.

El alto precio de la electricidad en esta área da origen a la búsqueda de alternativas de proveedores de energía eléctrica, con el fin de disminuir el costo que este servicio representa. Si se cuenta con una serie de requisitos, mismos



que se analizarán en esta investigación. El proyecto puede optar a ser gran usuario y comprar la energía directamente en el Mercado Mayorista o a través de un agente Comercializador.

La ubicación geográfica donde se encuentra la plaza comercial trae algunas desventajas ya que usuarios vecinos han reportado quejas de inestabilidad en el servicio de energía eléctrica con la distribuidora de la zona. Por lo tanto, se planea hacer una inversión económica en el sistema eléctrico de la Plaza para poder mejorar el servicio de distribución de electricidad a los distintos comercios que estarán ubicados en este complejo.

Una inversión en la red eléctrica del proyecto permitirá distribuir energía eléctrica a los comercios ubicados dentro. Para llevar acabo esto se contará con un sistema de medición de energía propio que permitirá tener un control del consumo de cada uno de los puntos dentro de la plaza comercial. Un análisis económico a través de métodos como el valor actual neto (VAN) o tasa interna de retorno (TIR) le podrán dar una visibilidad de manera más concreta a los inversionistas sobre la viabilidad de llevar a cabo este proyecto.

### **3.3. Formulación del problema**

- Pregunta central
  - ¿Es factible técnica y económicamente convertir en Gran Usuario a la Plaza Comercial?

- Preguntas auxiliares

Para responder a esta interrogante se deberán contestar las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuál es la demanda de energía eléctrica proyectada para la plaza comercial?
- ¿Qué estudios o análisis deberán considerarse para determinar la factibilidad del proyecto?
- ¿Cuánto sería el porcentaje de ahorro al comprar energía eléctrica como gran usuario?

### **3.4. Delimitación del problema**

El proyecto tiene lugar en la región oriente del país, específicamente en el área de El Progreso, Guastatoya. La plaza actualmente se encuentra en fase de planeación, y se proyecta empiece su construcción en el segundo semestre del año 2022. El trabajo de investigación propuesto se realizará en el transcurso de los primeros seis meses del siguiente año. Con la finalidad de encontrar la mejor alternativa de suministro de energía eléctrica para el comercial.

La solución planteada se abordará desde un punto de vista técnico, estimando la cantidad de energía eléctrica que la plaza demandará y económico, mediante el uso de métodos como el valor actual neto y TIR. Los cuales permitirán demostrar el nivel de rentabilidad que se proyecta en un futuro. Los resultados de estos análisis les permitirán a los inversionistas tener

un panorama más claro del beneficio que este proyecto les pueda traer, si estos son positivos el proyecto podrá ser implementado a finales del próximo año.

## 4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de graduación de la Maestría en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados se elabora bajo la línea de proyectos de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica en un mercado eléctrico regulado. Este sitúa en el rubro de contratación de suministros eléctricos, y presenta un análisis el cual permitirá evaluar la viabilidad de optar a ser Gran Usuario en el mercado eléctrico guatemalteco.

Esta investigación tiene como finalidad analizar la viabilidad de adquirir un suministro de energía eléctrica a la plaza comercial bajo la figura de gran usuario. Evaluará la perspectiva económica y técnica y busca determinar el ahorro que se tendría en el proyecto al comprar energía de esta manera.

El alto costo y la inestabilidad de la energía eléctrica en la zona obligan a buscar alternativas como esta para poder mejorar estos aspectos y así ofrecer un mejor servicio de energía. La plaza comercial será la encargada de llevar electricidad a los comercios, ofreciendo un servicio extra como lo es la energía de respaldo con plantas de emergencia para evitar las interrupciones.

Se busca conocer el costo que tendría la energía al comprarla como gran usuario en el mercado mayorista y a través del distribuidor de electricidad de la zona. Esto con la finalidad de poder trasladar un precio final con cierto margen de utilidad a los inquilinos de la plaza por el servicio de suministro de electricidad.

El análisis económico que se realizará en este trabajo dará a conocer si es atractivo para el proyecto hacer estas inversiones en infraestructura y equipos eléctricos para determinar en cuánto tiempo se puede recuperar el monto que se necesita para llevar a cabo y qué tan rentable puede ser para los inversionistas.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Determinar la factibilidad técnica y económica de convertir en Gran Usuario a la Plaza Comercial.

### **5.2. Específicos**

- Estimar la demanda de energía eléctrica que tendrá la Plaza Comercial.
- Realizar el análisis económico para determinar la factibilidad del proyecto a través de la proyección de flujo de caja, para evaluar las inversiones iniciales que se deben de realizar aplicando los criterios de Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno.
- Determinar el porcentaje de ahorro al comprar energía eléctrica como Gran Usuario.



## **6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

El presente trabajo de investigación evaluará la mejor alternativa para el suministro de energía eléctrica que una plaza comercial puede adquirir. Se elabora bajo dos vías una de ellas es adquirir un suministro mediante el distribuidor de la zona y la otra es comprando bloques de energía en el mercado mayorista a través de un comercializador bajo la figura de gran usuario. Se propone un modelo de negocio en el cual la administración de la plaza será la encargada de suministrar electricidad a cada uno de los comercios ubicados dentro de ella, ofreciendo un mejor servicio y estabilidad de la red a los consumidores.

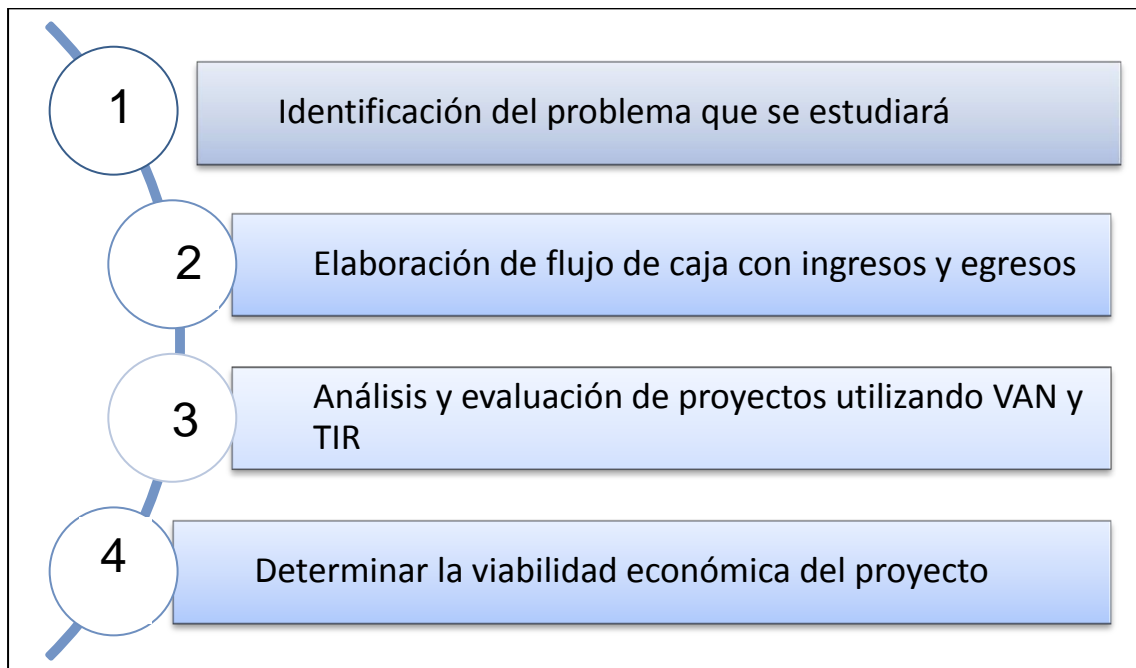
La necesidad de una evaluación técnica y económica nace a partir de encontrar una manera de determinar si existirá una rentabilidad para el proyecto y modelo de negocio propuesto. Comparando así los montos de las inversiones que se planean hacer en infraestructura y equipos eléctricos contrastándolos con el beneficio económico que estos podrían traer. En esta investigación se utilizarán métodos de análisis económicos como el valor actual neto y la tasa interna de retorno para determinar la viabilidad de la inversión. Así mismo se calculará la demanda eléctrica que tendrá el comercial partiendo de las demandas individuales de cada uno de los consumidores y servicios generales como iluminación exterior, bombas de agua y áreas de mantenimiento.

Se aportará un análisis económico con la información necesaria para evaluar inversiones en proyectos de este tipo. En donde se requiera un elevado desembolso inicial, para poder adquirir todos los equipos e infraestructura eléctrica que permitan la distribución de electricidad dentro de la plaza. Así



como los sistemas de medición electrónica los cuales son de suma importancia para la buena gestión y control de los consumos de energía.

Figura 1. **Esquema de solución del trabajo de investigación**



Fuente: elaboración propia.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Mercados eléctricos**

En este capítulo se expondrán el funcionamiento de cada una de las estructuras de mercados eléctricos que existen. Un mercado eléctrico puede ser definido como el conjunto de interacciones monetarias y legales en el proceso de actividades de generar, transmitir, distribuir y comercializar la energía eléctrica.

### **7.2. Estructura del mercado eléctrico**

La forma en la que está constituido un mercado eléctrico, varía según las condiciones de cada país. La estructura del mercado es la que rige cómo este se maneja y quiénes son las personas individuales o jurídicas que lo conforman. Es necesario plasmar las diferencias entre los tipos de estructuras que existen ya que la regulación varía entre una y otra. (Hunt, 2002).

Citado por (Dammert, Gallardo, y García, 2005) clasifica en dos las estructuras de un mercado eléctrico.

- Estructura vertical, en esta se encuentran los modelos Monopolio verticalmente integrado y Modelo de único comprador.
- Estructura horizontal, acá en este tipo de estructura aparecen modelos como competencia mayorista y competencia minorista.

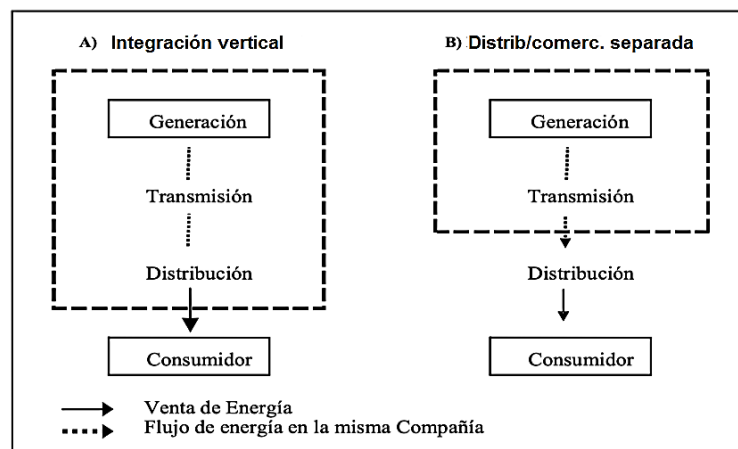
### 7.2.1. Estructura vertical

Este tipo de estructura es en la cual todas las actividades del sector eléctrico, desde la generación hasta la entrega al consumidor son responsabilidad de una empresa. En la década de los ochenta, una gran parte del sector eléctrico a nivel mundial se encontraba a cargo de empresas pública, la gran mayoría de estas era integrada de una manera vertical (Antolín, 2004).

Este tipo de estructura tiene beneficios en la operación de un sistema eléctrico, ya que permite una pronta respuesta ante fallas eléctricas debido a que una organización tiene a cargo cada uno de los distintos procesos.

“La estructura de monopolio verticalmente integrado hace referencia a que una sola empresa, usualmente del sector público posee y opera generadoras, redes de transmisión y distribución y realiza la comercialización de energía a los usuarios”. (Weinstok, 2020, p. 5).

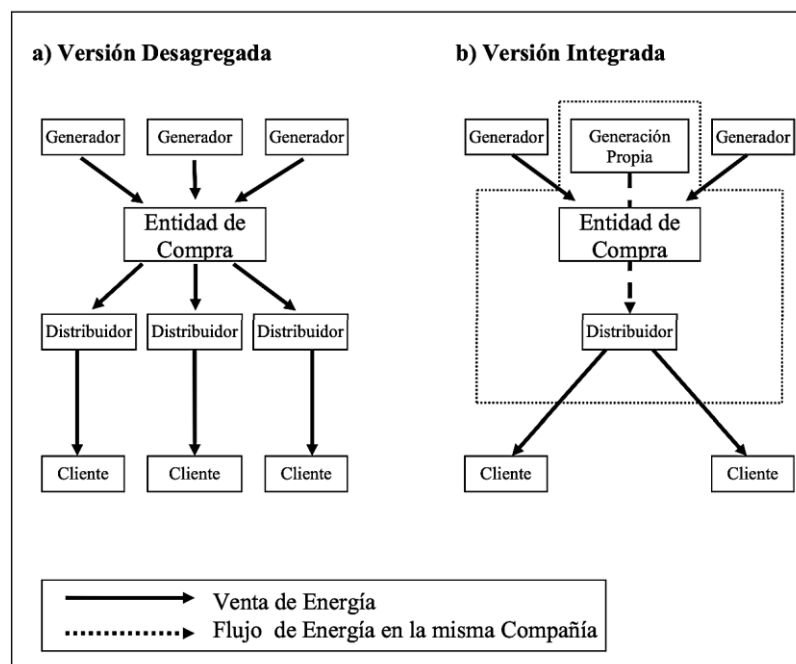
Figura 2. **Monopolio verticalmente integrado**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio.

El modelo de comprador único, es similar al anteriormente expuesto a diferencia que sí existen varios generadores de electricidad. Quienes deben de vender su producto a un único comprador. Este comprador puede decidir entregar la energía a varios distribuidores. (Weinstok, 2020, p. 6)

Figura 3. **Comprador único**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio.

### 7.2.2. Estructura horizontal

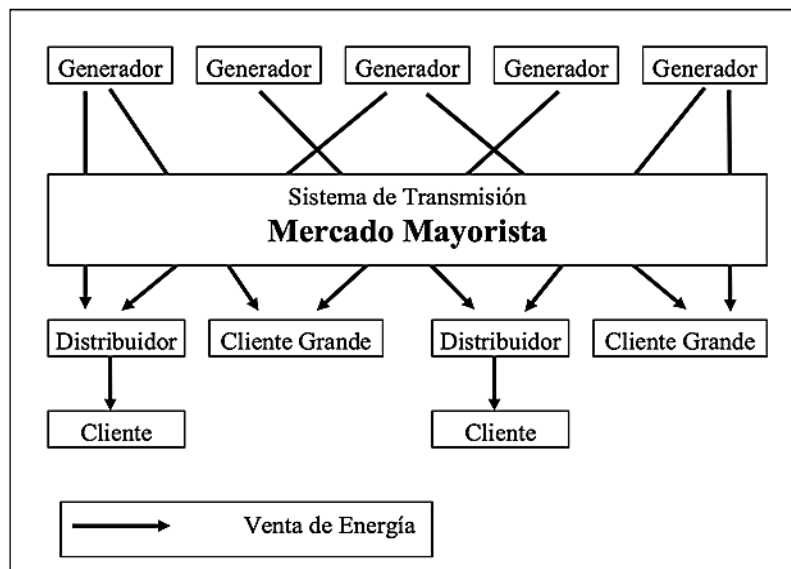
Esta forma en un mercado eléctrico otorga la división de acciones. Esta estructura le permite al mercado y a sus agentes competir de una mejor manera.

Como lo indica Molina (2017)

Anteriormente se argumentaba que el manejo de las actividades bajo una misma entidad era más simple sin embargo, con el tiempo el avance tecnológico ha permitido reducir la escala de las centrales eléctricas, haciendo factibles la construcción de plantas de distintos tamaños, logrando menores costos de producción. Además, actualmente se cuenta con los sistemas de cómputo que permiten llevar a cabo mediciones en tiempo real para que más de una empresa generadora pueda operar en las mismas redes de transmisión y distribución. (p.72)

El modelo mayorista es un modelo en donde existe una mayor competencia, ya que los generadores disputan en igualdad de condiciones para poder vender electricidad a las empresas distribuidoras. (Weinstok, 2020).

Figura 4. **Competencia mayorista**



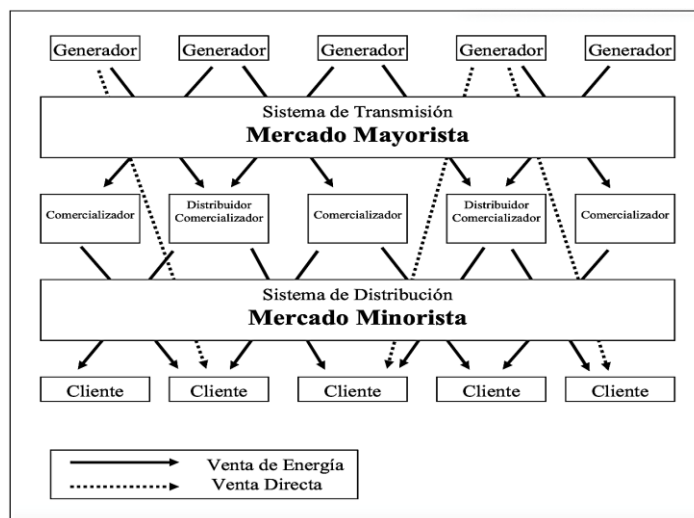
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio.

La competencia minorista, este modelo los consumidores pueden elegir a sus proveedores de energía eléctrica. El usuario final es libre de elegir la comercializadora e incluso puede negociar el suministro directamente con los generadores, incentivando la competencia en el mercado. Se sigue manteniendo un monopolio en la transmisión de electricidad (Weinstok, 2020)

Una competencia minorista es un modelo en el cual:

Se considera por defecto la competencia en el mercado mayorista donde los generadores compiten por establecer contratos de suministro con comercializadores *retailers* y grandes consumidores y se incorpora el funcionamiento de un mercado minorista en el que las empresas comercializadoras minoristas y/o distribuidoras compiten entre ellas para la venta de energía a los usuarios finales”. (Lozano, Molina, y Luyo, 2018, p. 9)

Figura 5. **Competencia minorista**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio.

### **7.3. Mercado eléctrico guatemalteco**

Desde la aprobación en 1996 por parte del Congreso la Ley General de Electricidad ha sufrido de una serie de cambios a lo largo de los años. Con el fin de acabar con la concentración del poder del sector esta Ley fue creada. A raíz de la creación de esta, la estructura del mercado guatemalteco tomó una forma horizontal.

El mercado eléctrico guatemalteco está basado en un modelo competitivo mayorista de costos, esta le puede otorgar acceso al sistema eléctrico a cualquier persona o empresa que cumpla con los requisitos establecidos en la Ley. (Rojas, 2016)

Esta ley estableció varias entidades cada una con funciones distintas. Las cuales se detallan a continuación.

#### **7.3.1. Ente rector**

En Guatemala es el Ministerio de Energía y Minas (MEM). La función principal de este es:

“Es el encargado de aplicar la Ley General de Electricidad y su Reglamento. El responsable de formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos relativos al subsector eléctrico”. (Decreto 93-96. Ley general de electricidad, 1996, p. 24)

### **7.3.2. Ente regulador**

La entidad reguladora en Guatemala es la Comisión Nacional de Energía Eléctrica. La Ley General de Electricidad establece que esta entidad:

“Es creada como un órgano técnico cuya principal función es cumplir y hacer cumplir la ley y sus reglamentos, e imponer sanciones a los infractores de esta. Esta tiene independencia funcional y vela también por proteger los derechos de los usuarios”. (Decreto 93-96. Ley general de electricidad, 1996, p. 25)

### **7.3.3. Ente operador**

Es el administrador del mercado mayorista. La ley establece tres funciones principales para el ente operador:

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.

Establecer precios de mercado a corto plazo para las transferencias de potencia y energía entre generadores, comercializadores, distribuidores, importadores y exportadores.

Garantizar la seguridad y el abastecimiento de energía eléctrica en el país. (Decreto No.93-96 1996, art. 2)



## **7.4. Participantes**

Un participante lo define la Ley General de Electricidad como:

“El conjunto de agentes que realizan transacciones económicas en el Mercado Mayorista, con excepción a los usuarios de servicio de distribución final sujetos a regulación de precios”. (Decreto No.93-96, 1996, art. 1)

Entre los participantes se encuentran:

### **7.4.1. Generadores**

Consiste en las empresas que se dedican a la producción de electricidad mediante el uso de fuentes renovables o no renovables.

La Ley General en su artículo 1 del capítulo 1 inciso a menciona que:

“Es libre la generación de electricidad y no se requiere para ello autorización o condición previa por parte del Estado, más que las reconocidas por la Constitución Política de la República de Guatemala y las leyes del país”. (Decreto No.93-96, 1996, art. 4).

### **7.4.2. Transmisores**

Son aquellos que se dedican al transporte de electricidad utilizando una red de líneas de alta tensión, llevando esta hasta puntos determinados donde se procede con la reducción del voltaje.

La Ley General de Electricidad define como sistema de transmisión a:

“Aquel conjunto de subestaciones de transformación y líneas de transmisión, entre el punto de entrega del generador y el punto de recepción del distribuidor o de los grandes usuarios. Este está conformado por un sistema principal y sistemas secundarios”. (Decreto No.93-96, 1996, art. 4)

En Guatemala la red eléctrica transmisora está definida en dos segmentos: principal y secundario.

“El Sistema Principal está compartido por los generadores e interconexiones a otros países. Los Sistemas Secundarios es aquella infraestructura eléctrica utilizada por los generadores para el suministro de energía al Sistema Principal y está dividido en tres áreas: central, occidental y oriental. Los voltajes utilizados en los circuitos de transmisión son: 230, 138 y 69 kV”. (Cabrera, 2014, p. 9).

La Ley General de Electricidad en el artículo 1 capítulo 1 inciso a se menciona que:

“Es libre el transporte de electricidad, cuando para ello no sea necesario utilizar bienes de dominio público; también es libre el servicio de distribución privada de electricidad” (Decreto No.93-96, 1996, art.1).

### **7.4.3. Distribuidores**

Son los encargados en llevar la electricidad a usuarios finales ya sean residenciales o industriales. Las redes de distribución en Guatemala son todas aquellas líneas cuyo voltaje es inferior a los treinta y cinco mil voltios.

#### **7.4.4. Comercializadores**

Como hace mención Weinstok (2020), la función principal de un comercializador se puede definir como:

Supone una labor de intermediación entre la oferta y la demanda de energía, por la cual el comercializador representa a los grandes consumidores en el mercado, negociando con los distintos generadores y ofreciendo a los consumidores soluciones o paquetes energéticos con valor agregado, para atender sus necesidades específicas de energía a corto o largo plazo . (p. 9).

#### **7.5. Grandes usuarios**

En Guatemala un gran usuario de energía es definido como aquel consumidor que supera el rango de demanda que establece la Ley General de Electricidad LGE.

##### **7.5.1. Figura de gran usuario**

En este capítulo se entrará en detalle en cuanto a la función que tiene el participante llamado gran usuario en el mercado guatemalteco. Así también los distintos requisitos que este debe cumplir para optar a este título dentro del mercado mayorista.

Un gran usuario es definido por la Ley General de Electricidad como:

“Un consumidor de energía cuya demanda de potencia excede cien kilovatios (kw), o el límite inferior fijado por el Ministerio en el futuro. El gran

usuario no estará sujeto a regulación de precio y las condiciones de suministro serán libremente pactadas con el distribuidor o con cualquier otro suministrador”. (Decreto No.93-96, 1996, art.1)

El gran usuario puede optar a participar directamente en el mercado mayorista o puede ser representado a través de un comercializador. Si tiene una representación, el comercializador se hace cargo de todas las atribuciones que pueda tener en el mercado. Un participante es aquel que se involucra de manera directa en el mercado y que asume todas las obligaciones que se le puedan solicitar.

#### **7.5.2. Grandes usuarios en Guatemala**

Según el informe estadístico emitido por la CNEE el año pasado, en Guatemala:

“Existen más de 1,142 grandes usuarios registrados en el mercado mayorista de los cuales más del 98 % son grandes usuarios representados”. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica Guatemala, 2020, p. 63)

Los grandes usuarios representan un considerable porcentaje en el consumo de energía eléctrica en el país. Según el informe estadístico preliminar emitido por el Administrador del Mercado Mayorista en el año 2020:

“Los grandes usuarios tuvieron una demanda de 3,158 (Gwh). Esto representa más de un 25 % del consumo de la demanda a nivel nacional” (Administrador del Mercado Mayorista, 2020, p. 2)

A continuación, se enlistan algunos grandes usuarios participantes y representados:

- Grandes usuarios participantes
  - Agencias J. I. Cohen
  - Instituto de recreación de los trabajadores de las empresa privadas de Guatemala
  - Inmobiliaria la Roca, S. A.
  - Instituto Nacional de Electrificación
  - Entre Ríos, S. A.
  - Entre Ríos Sustainable Woods, S. A(Administrador del Mercado Mayorista, 2021)

- Grandes usuarios representados
  - Asociación Guatemalteca De Exportadores (Agexport)
  - Banco G & T Continental
  - Cervecería Centroamericana, S. A.
  - Gas Zeta, S. A.
  - Ingenio La Unión, S. A.
  - Nestle Guatemala S. A.
  - Pollo Campero, S. A.
  - Rayovac Guatemala, S. A.
  - Universidad Del Valle De Guatemala
  - Universidad Francisco Marroquin(Administrador del Mercado Mayorista, 2021)

### **7.5.3. Beneficios de ser gran usuario**

Los grandes usuarios pueden adquirir un suministro dependiendo la cantidad de energía que necesiten. La principal ventaja de estar bajo esta modalidad, es que no existe un ente regulador que pueda incidir en la tarifa. Es decir, existe una libertad para poder negociar un precio con un comercializador basándose en el consumo de energía que se necesite en determinado momento.

#### **7.5.3.1. Procedimiento para inscripción como gran usuario**

Los pasos a seguir para la inscripción como gran usuario son:

- “Presentar formulario y documentación de solicitud de inscripción como Gran Usuario de Electricidad en la Dirección General de Energía, DGE, 24 calle 21-12 Zona 12”.
- “Generar el formulario de pago para solicitud de inscripción como Gran Usuario de Electricidad”:
- “Efectuar el pago en efectivo (Quetzales) o cheque de caja”.
- “Dirigirse a la ventanilla asignada por la DGE con la papelería correspondiente para su revisión y boleta de pago”. (Ministerio de Energía y Minas, 2020, p. 1)

#### **7.5.4. Documentación solicitada por Ministerio de Energía y Minas**

De acuerdo a la información recopilada en el Ministerio de Energía y Minas, los documentos que las personas individuales y jurídicas deben presentar para la inscripción como gran usuario, se describen a continuación.

##### **7.5.4.1. Personas individuales**

- “Documento personal de identificación (DPI) o pasaporte completo, en caso de ser extranjero”.
- “Patente de Comercio de Empresa, cuando corresponda”.
- (Ministerio de Energía y Minas, 2020, p. 2)

##### **7.5.4.2. Personas jurídicas**

De acuerdo a la información recopilada en el Ministerio de Energía y Minas, las personas jurídicas deben presentar la siguiente papelería:

- Testimonio de la escritura pública de constitución social o del documento donde conste la creación de la entidad, con sus respectivas modificaciones si las hubiere, con la razón de inscripción registral.
- Patentes de comercio de empresa y de sociedad, cuando corresponda o bien la autorización gubernamental respectiva”.
- Documento con el que se acredite la calidad del representante legal de la entidad, vigente y debidamente razonado por los registros correspondientes.

- Documento personal de identificación (DPI) o pasaporte completo, en caso de ser extranjero. (Ministerio de Energía y Minas, 2020, p. 2)

#### **7.5.5. Requisitos específicos**

Los requisitos que solicita el Ministerio de Energía y Minas dependen de si el proyecto ya se encuentra operando o si este se trata de un proyecto completamente nuevo. Por ende, podemos dividir los requisitos en:

#### **7.6. Instalaciones nuevas**

Los requisitos para instalaciones que aún no están operando y desean conectarse desde el momento que se energicen al mercado mayorista deben de cumplir los siguientes lineamientos establecidos por el MEM.

Declaración Jurada (Anexo II) en Acta Notarial, en la que se indique:

- Que la Instalación nueva requerirá una demanda que excede de 100 kW o el límite inferior, fijado por el Ministerio de Energía y Minas, en el futuro.
- Que no ha realizado transacciones en el Mercado Mayorista.
- Que el punto de medición es único y exclusivo del solicitante.
- Un mes después de obtener su habilitación comercial ante el AMM, deberá presentar ante la DGE, copia de la certificación en la que el AMM le informa que ha sido habilitado comercialmente para realizar transacciones en el Mercado Mayorista y Nota informando el número de contador que le fue asignado, para adjuntarlo a dicho expediente. (Ministerio de Energía y Minas, 2020, p. 3)



## **7.7. Instalaciones existentes**

Los requisitos que solicita el MEM para instalaciones que ya se encuentren operando son los siguientes:

Constancia de los registros de potencia máxima o mediciones horarias (Facturas o registros emitidos por un distribuidor autorizado), en forma consecutiva de los últimos tres meses, en los que se compruebe tener una demanda que excede a 100 kW (kilovatios) o el límite inferior fijado por el Ministerio de Energía y Minas en el futuro.

Que el punto de medición es único y exclusivo del solicitante”.

(Ministerio de Energía y Minas, 2020, p. 3)

### **7.7.1. Grandes usuarios en el marco legal de compraventa de energía eléctrica**

De acuerdo a lo expuesto en el capítulo anterior, el mercado eléctrico está regido por tres entes que cumplen funciones específicas. A pesar de la creación de la ley siguen existiendo ciertas lagunas legales que no se cubren o contemplan dentro de esta.

Dentro de la normativa que respecta a la distribución de electricidad. Existen dos tipos de distribución en Guatemala: privada y pública. La primera es aquella que se presta al usuario en condiciones pactadas acordadas por el consumidor y distribuidor, sin ajustes de precios ni tarifas fijadas por alguna otra entidad más que ellos mismos. Esta no hace uso de ningún bien público para llevarse a cabo. La segunda es aquella que se presta a un usuario en condiciones ya pactadas y en donde el usuario no puede negociar alguna de

ellas ya que estas son establecidas por una entidad gubernamental. Esta utiliza bienes de dominio público para instalar su infraestructura y redes eléctricas.

Un claro ejemplo de una distribución final son las casas en condominios o colonias del país, para llevar energía eléctrica a estas se debe de hacer uso de carreteras, calles o aceras, que resultan ser propiedad del Estado. Sin embargo, en el caso de proyectos comerciales o de vivienda vertical resulta que no se utilizan bienes de dominio público para distribuir electricidad a los usuarios finales. Ya que existe solo una acometida en el proyecto de manera que no puede ser considerado cada comercio ubicado dentro del proyecto esté utilizando bienes públicos en el suministro de energía.

Esto ocasiona que inversionistas tomen una ventaja de esta falta de claridad dentro de la ley para proporcionar la distribución de electricidad a los consumidores, comprando un bloque de energía a un precio inferior, para luego suministrarlo a un precio superior a los usuarios finales. A pesar de la falta de regulación en la venta de energía, todo este proceso ocurre dentro del dominio privado. Lo cual complica la regulación de este modelo de distribución de electricidad adoptado por varios proyectos en Guatemala.

## **7.8. Tarifas energéticas en Guatemala**

Una tarifa se puede establecer como el precio que se le da a la electricidad. Este valor lo establece la CNEE, con base a parámetros como el nivel de tensión, demanda y los rangos de tiempo en que esta puede ser consumida.

La Ley General de Electricidad (1996) en el artículo 61 define que:

“Las tarifas de electricidad a usuarios finales serán establecidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, este artículo indica que toda tarifa debe de tener una igualdad para los usuarios y para la eficiencia económica del sector”. (Decreto No.93-96, 1996, art.61)

La comisión en el país hace referencia a dos tipos de tarifa:

“Usuarios regulados y no regulados. La CNEE define como un usuario a aquel poseedor de un bien inmueble que recibe un suministro de energía eléctrica”. (p. 6)

#### **7.8.1. Usuarios regulados**

Este tipo de usuarios se le llama a todos los que tienen una demanda que por debajo de los cien kilovatios. Otra condición de estos es que los niveles de tensión a los cuales se encuentran conectados a la red son siempre en baja tensión. En el momento que deseen conectarse a la red, se ven obligados a adquirir un suministro a través de un distribuidor.

Se pueden clasificar en dos niveles dependiendo de la cantidad de potencia que puedan llegar a utilizar:

##### **7.8.1.1. Usuarios con servicio de baja tensión simple**

- Estos tienen un consumo inferior a los once kilovatios. Dentro de esta clasificación pueden optar a contratar alguno de estos tipos de tarifa:

- Baja Tensión Simple Social
- Baja Tensión Simple

#### **7.8.1.2. Usuarios con servicio en baja o media tensión**

Estos usuarios tienen un consumo de potencia es mayor a 11 kW. El tipo de tarifa que se contrate depende del voltaje del suministro en la acometida principal, si es un usuario en baja tensión es hasta 13,8 kV. Mientras que si se trata de un usuario en media tensión este es hasta 69 kV. Entra también a jugar un papel importante el horario en donde se exista una máxima demanda.

#### **7.8.2. Usuarios no regulados**

Se define así a aquellos consumidores de energía que superan el límite de los cien kilovatios. Estos son llamados grandes usuarios, y son libres de fijar condiciones y precios de la electricidad. Como se ha mencionado anteriormente estos pueden negociar el precio directamente con el mercado mayorista o con un comercializador.

#### **7.8.3. Tarifa social**

La tarifa social es el precio que se le otorga a la energía eléctrica de aquellos usuarios regulados que tienen un servicio de distribución final que tienen un consumo inferior a los 300kWh. Es una tarifa de carácter solidario, que tiene como función favorecer de una manera económica a aquellos usuarios afectados por el incremento de costos que estén relacionados con la generación de energía.

#### **7.8.4. Tarifa horaria**

La tarifa horaria es el precio que se le otorga a la energía eléctrica en diferentes horarios del día. El operador del mercado menciona en su Reglamento que existen tres tipos de bandas horarias en las cuales se puede consumir energía eléctrica durante el día: máxima demanda (punta), media (intermedia) y mínima (valle).

El establecer rangos de tiempo lleva a los usuarios a la búsqueda de la eficiencia energética. Incentivando a tener un mayor consumo de eléctrico en horas del día donde no hay una sobrecarga en la demanda. (Corporación EEGSA, 2019)

#### **7.8.5. Tarifa con máxima demanda**

“La tarifa con máxima demanda, o demanda en punta es aquella utilizada para los usuarios que poseen una demanda superior a 11 kW y su potencia máxima se encuentra dentro del horario de mayor demanda energética del país”. (Pellecer, 2019, p. 74)

El rango de horario para esta tarifa es establecido en el artículo 87 del Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista.

“Esta es comprendido desde las 18:00 hasta las 22:00 horas del mismo día”. (Administrador del Mercado Mayorista, 2014, p. 87)

#### **7.8.6. Tarifa con media demanda**

Puede ser descrita como el precio tiene la electricidad en aquellos consumidores que superan los once kilovatios. Esta se sitúa en la mitad del tiempo en donde ocurre la mayor y menor demanda del día.

El rango horario de esta tarifa es definido de igual manera en el artículo 87 “Está comprendido desde las 06:00 a 18:00 del mismo día”. (Administrador del Mercado Mayorista, 2014, p. 87)

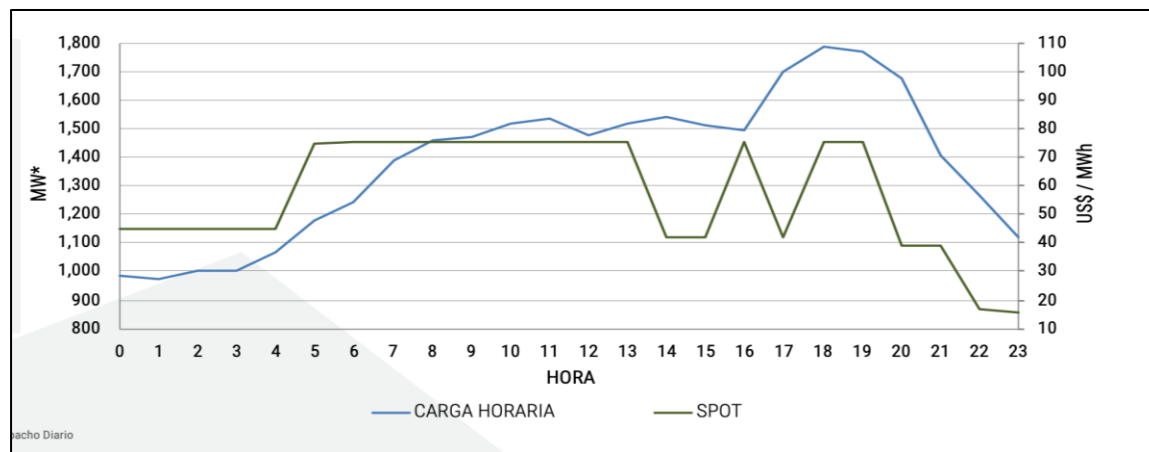
#### **7.9. Tarifa con mínima demanda**

La tarifa con mínima demanda, también llamado fuera de punta o banda valle. Es el precio de todos los consumidores que sobrepasan los once kilovatios, ocurre en donde existe la menor demanda en el país.

El rango de horario que comprende esta tarifa es definido en el mismo artículo que las anteriores:

“Está comprendido desde las 22:00 hasta las 06:00 del día siguiente”. (Administrador del Mercado Mayorista, 2014, p. 87)

Figura 6. **Curva de carga horaria miércoles 16 de noviembre 2020 día de máxima demanda de potencia**



Fuente: Administrador del Mercado Mayorista. (2020). *Informe Estadístico Mercado Mayorista*.

Como se logra apreciar en esta gráfica en la línea color azul, las bandas horarias poseen distintos niveles de consumo energético en el país. Siendo el horario de mayor consumo de las 18:00 a 22:00.

### 7.10. Medición de energía eléctrica

Un medidor es la pieza fundamental para poder gestionar y controlar los consumos de electricidad de un usuario o algún equipo. Permiten dar a conocer parámetros como la cantidad de energía consumida, niveles de voltaje, corriente, frecuencia, entre otros.

En el transcurso de los años se han convertido más sofisticados, buscando mejorar aspectos como la precisión en sus mediciones en parámetros como voltaje, corriente, energía y otros factores.

### **7.10.1. Medidor de energía**

Un medidor de energía eléctrica es definido como:

Un conjunto de elementos electromecánicos o electrónicos que se utilizan para medir el consumo de energía, tanto activa como reactiva y en algunos casos su demanda máxima. En otras palabras, es un instrumento destinado a medir la energía mediante la integración de la potencia activa o reactiva en función del tiempo, y consta de dos partes:

- Caja principal o verificadora: es donde se encuentra el mecanismo del medidor, compuesta por: bobina de tensión, bobina de corriente, el disco giratorio y el numerador.
- Caja de conexiones o bornera: como lo indica su nombre es donde se realizan las conexiones del medidor". (Heredia, 2013, p. 18)

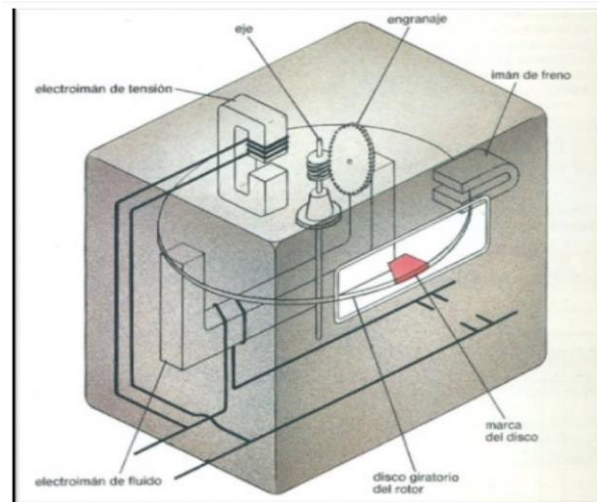
### **7.10.2. Principio de funcionamiento**

El principio de funcionamiento puede ser descrito como

Una bobina de corriente es recorrida por una corriente y la bobina de tensión alimentada por una tensión, se crea un campo magnético. En este campo se encuentra un disco con eje, soportado en unos cojinetes o joyas; la velocidad del disco va de acuerdo a la magnitud de la carga que se encuentre conectada. El eje tiene un sinfín que hace contacto con un piñón y este a su vez se conecta con otros hasta llegar al numerador o registro. En otras palabras, es un sistema de transmisión mecánica. (Heredia, 2013, p. 19)



Figura 7. **Esquema de funcionamiento del medidor de energía**



Fuente: Heredia (2013). *Desarrollo para una guía enfocada a medidores de energía y conexiones de medidores.*

### 7.10.3. Transformadores de medida

El manejar altos niveles de voltaje o de corriente puede resultar ser peligroso y no seguro para personas, equipos o animales. En las mediciones se utilizan comúnmente transformadores de medida los cuales permiten manejar niveles de tensión y amperajes relativamente bajos y seguros para ser manipulados e interpretados por un medidor de energía eléctrico. Esta es una de las razones por las cuales se utilizan ampliamente para esta aplicación.

Otra razón del uso de los transformadores de medida es que resulta económica y técnicamente más viable la fabricación de estos equipos para niveles de voltaje y corriente altos, que la producción de medidores de energía que acepten estos niveles de voltaje.

González menciona que las principales funciones de un transformador de medida son:

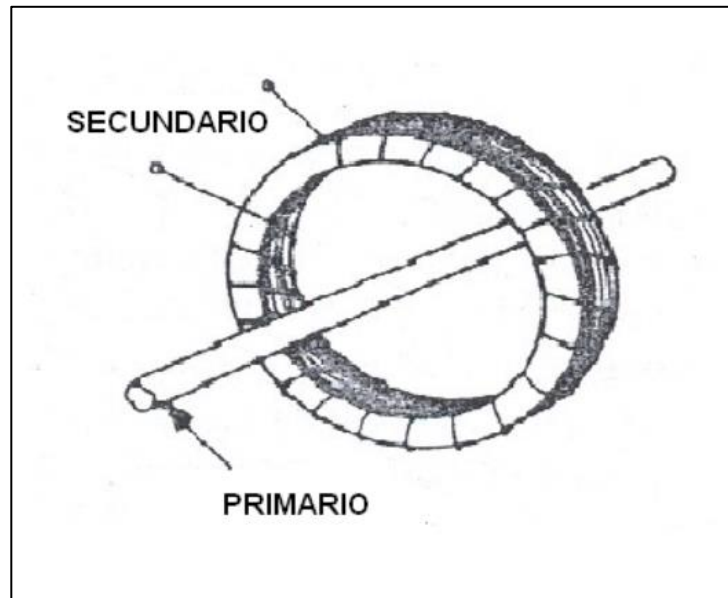
- Aislar los instrumentos de medición y protección de los circuitos de media y alta tensión, para obtener parámetros de corriente y voltaje en un rango manejable.
- Otorgar seguridad al personal técnico al trabajar con valores reducidos de corriente y amperaje.
- Estandarizar los niveles de voltaje y corriente que serán los datos de entrada al medidor de energía. (González, 2009, p. 17)

#### **7.10.4. Transformador de corriente**

Un transformador de corriente, comúnmente conocido como CT o TC es definido como:

Es un dispositivo utilizado para suministrar la corriente adecuada a los aparatos de medición y/o protección en el cual la corriente secundaria es proporcional a la corriente primaria. La principal función de un CT según es la de reducir a valores no peligrosos y manejables las características de corriente en un sistema eléctrico, por consiguiente, más económicos y que pueden manipularse sin peligro. (Dampé, Arrojo, y Dias, 2021, p. 11)

Figura 8. **Transformador de corriente**

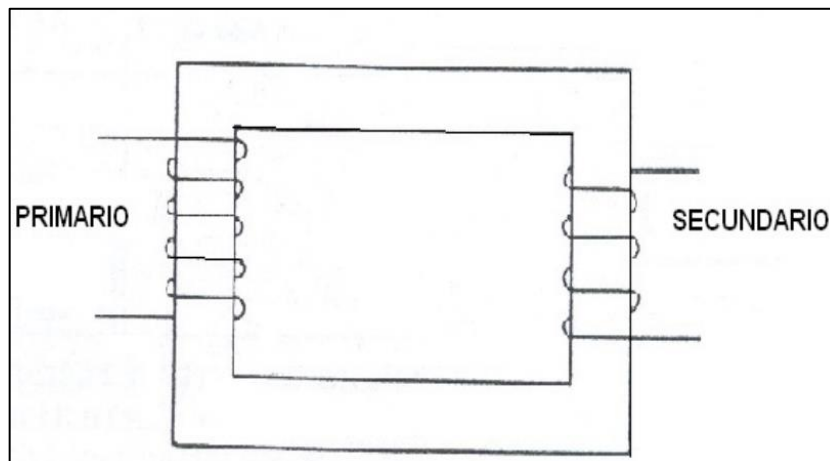


Fuente: González (2009). *Mejoramiento de los sistemas de medición eléctrica bidireccional con interrogación automática a distancia para las distribuidoras de energía eléctrica en Guatemala.*

#### **7.10.5. Transformador de potencial**

Un transformador de potencial está construido físicamente por un devanado primario el cuál maneja voltajes de tensiones altas y un secundario de baja tensión. Su única función es la de transformar el voltaje a niveles que puedan ser manipulados y aceptados por instrumentos de medición y/o protección. (González, 2009, p. 21).

Figura 9. **Transformador de potencial**



Fuente: González (2009). *Mejoramiento de los sistemas de medición eléctrica bidireccional con interrogación automática a distancia para las distribuidoras de energía eléctrica en Guatemala.*

### **7.11. Requisitos de equipos de medición en el mercado mayorista para un gran usuario**

En las normativas técnicas y comerciales que emite el operador del mercado, se indican todos los pasos que se deben seguir para tener una medición inscrita en el mercado. En estas se indica los requisitos técnicos con los que deben de cumplir los equipos de medición que se instalen para llevar un registro, facturación o monitoreo de energía eléctrica.

#### **7.11.1. Parámetros para medir**

Conforme al Administrador del Mercado Mayorista, 2000, establece dentro del artículo 7 las magnitudes a registrar y almacenar en la memoria, este indica que:

Deberán registrarse las siguientes magnitudes:

- (a) Registro acumulado de energía activa y reactiva entregada y/o recibida.
- (b) Potencia activa y reactiva máxima entregada y/o recibida.
- (c) Potencia activa entregada y/o recibida instantánea.
- (d) Factor de potencia instantáneo.
- (e) Voltaje instantáneo en fases.

Se deberán almacenar las siguientes magnitudes:

- (a) Energía activa entregada y/o Recibida para el período de integración.
- (b) Energía reactiva entregada y/o Recibida para el período de integración.
- (c) Potencia activa máxima entregada y/o Recibida para el período de integración.

(Administrador del Mercado Mayorista, 2000, p. 4)

### **7.11.2. Medidores de energía**

La NCC-14, hace mención que, en cualquier nivel de tensión en el que se encuentren conectados, toda persona o empresa tiene la obligación de apegarse a las Normas IEC 687 o ANSI/IEEE 12.20 en el campo relacionado a medidores de energía.

La IEC y ANSI, establecen que la exactitud de 0.2 % puede ser también mencionada como la clase 0.2S, este valor designa el porcentaje máximo de error que puede existir en una medición de entre el 20 % y 120 % de la capacidad nominal del equipo.

### 7.11.3. Transformadores de potencial y de corriente

Dentro de estas normativas, también se encuentran los valores máximos de error permitidos por los transformadores de medida. Esta hace mención que existen diferentes valores de error para los medidores y que estos están relacionados directamente a la tensión en el que estén instalados. Uno de estos es si es superior a los 69 kV y el otro es si la tensión de servicio es inferior a 69 kV.

Debido a que el proyecto tendrá una tensión de suministro inferior a los 69 kV, los márgenes de error permisibles para dicha medición se encuentran dados por la siguiente tabla.

Tabla I. **Transformador de potencial**

<b>ANSI/IEEE C57,13</b>		
	<b>Clase exactitud (%)</b>	<b>Carga (Burden)</b>
<b>Entre 69 y 13,8 kV</b>		
<b>PT</b>	0,3	75 VA
<b>CT</b>	0,3	22,5 VA
<b>13,8 kV</b>		
<b>PT</b>	0,3	75 VA
<b>CT</b>	0,3	12,5 VA

Fuente: elaboración propia.

En la figura 9 se muestra que el máximo porcentaje de error permitido para los transformadores de corriente y de potencial se encuentra en un 0,3 %. Este dato es un valor dado por el fabricante de estos equipos. La carga (Burden) es la capacidad máxima en Volti-Amperios que puede tener un transformador sin superar el margen de error. Por ejemplo, se puede mencionar

que un transformador de potencial para un voltaje de 13.8 kV debe tener una capacidad de 75 VA o inferior para mantener el 0.3 % de margen de error en su operación.

#### **7.11.4. Sistema de medición inteligente**

Un sistema de medición inteligente será implementado en el centro comercial para poder tener un registro de los consumos de cada uno de los comercios ubicados dentro de la plaza. Este sistema permite la medición no solo de energía eléctrica, si no también es posible realizar la lectura de los consumos de agua, aire comprimido, vapor. El objetivo de un sistema de este tipo es unificar todos los servicios básicos y poder tener un monitoreo y control completo por parte de los administradores del proyecto para aumentar la eficiencia energética de la instalación.

El fabricante Schneider Electric (2008) hace mención que la eficiencia energética resulta ser la manera más rápida, económica y limpia para poder disminuir el consumo de electricidad. Buscando la eficiencia energética en un proyecto se logra la reducción de gases que deterioran el medio ambiente.

#### **7.11.5. Medición electrónica**

Una medición electrónica es la lectura y procesamiento de información, a través de un software de gestión de datos que permite almacenar, registrar, y analizar los consumos de energía eléctrica que tenga un usuario. Dentro de los parámetros que se administran mediante esta plataforma se encuentran los valores de: voltaje, corriente, frecuencia, armónicos, energía, potencia, desbalance de cargas, interrupciones de energía, picos y caídas de voltaje entre otros.

Un sistema de medición que permita conocer el consumo de energía que tendrá la plaza, es la pieza clave para el cobro de la electricidad a los inquilinos ubicados dentro del comercial. Ya que mediante a este podremos determinar no cuánto fue lo que consumieron estos usuarios, sino cómo lo hicieron. Es decir, permite darnos una idea de la eficiencia energética que están teniendo estos en el transcurso del mes, ya que los medidores tienen la capacidad de mostrar alarmas para indicarnos fallas, y consumos elevados que se puedan tener en ciertas horas del día.

El software de gestión permite generar un informe del punto de medición sin necesidad de tener un conocimiento avanzado en el tema de la energía o en sistemas de cómputo. Los informes que se pueden generar se pueden filtrar por días, horas, o un rango de tiempo definido acorde a las necesidades del proyecto.

## **7.12. Evaluación de proyectos**

Por su parte los autores Como lo indica Sapag, N., Sapag, R., y Sapag, J. (2014):

La evaluación de proyectos pretende medir objetivamente ciertas variables resultantes del estudio del proyecto, las cuales permiten obtener diferentes indicadores financieros que finalmente sirven para evaluar la conveniencia económica de implementar el proyecto. Son varios los estudios particulares que deben realizarse para evaluar un proyecto: de viabilidad comercial, técnica, legal, organizacional, de impacto ambiental y financiera. (p. 6)



### **7.12.1. Análisis técnico**

Como lo indican los autores Sapag, N., Sapag, R., y Sapag, J. (2014):

El estudio de la viabilidad técnica analiza las posibilidades materiales, físicas o químicas de producir el bien o servicio que desea generarse con el proyecto. Muchos proyectos nuevos requieren ser aprobados técnicamente para garantizar la capacidad de su producción, incluso antes de determinar si son o no convenientes desde el punto de vista de su rentabilidad económica. (p. 6)

Los aspectos relacionados con ingeniería del proyecto resultan tener una mayor incidencia sobre la magnitud de los costos e inversiones que deberán efectuarse si se implementa el proyecto.

La factibilidad técnica se realiza analizando la posibilidad de saber cuánta energía demandarán los comercios que estarán dentro de la plaza comercial. Gracias al sistema de medición inteligente y medidores electrónicos explicado en el capítulo anterior se puede demostrar que técnicamente es factible realizar este proyecto ya que podemos tener una medición del servicio de energía eléctrica.

Dentro de este análisis también se debe definir la demanda de energía que tendrá el comercial y verificar si cumple con los límites mínimos establecidos por la LGE. Como se expuso en capítulos anteriores el límite deberá superar los 100 kW.

### **7.12.2. Análisis económico**

Los autores Sapag, N., Sapag, R., y Sapag, J. (2014): brindan una definición sobre el análisis económico, la cual consiste en:

El análisis económico del proyecto tiene como objetivo el ordenar y sistematizar la información de carácter monetario y definir la aprobación o rechazo de un proyecto. En esta etapa se mide la rentabilidad de la inversión, tomando en cuenta el monto de las inversiones y los costos de operación del proyecto. (p. 34)

Se procederá a evaluar el proyecto desde dos métodos:

#### **7.12.2.1. Valor Actual Neto**

Sapag, N., Sapag, R., y Sapag, J. (2014): El valor actual neto (VAN) se puede definir como:

La diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual. El VAN como criterio representa una medida de valor o riqueza, es decir, al calcular un VAN se busca determinar cuánto valor o desvalor generaría un proyecto para una compañía o inversionista en el caso de ser aceptado. Este plantea que el proyecto debe de aceptarse si el resultado es igual o mayor a cero. (p. 252).

El cálculo del VAN variará acorde a la tasa de flujos que tenga la inversión, es decir si en los meses o años iniciales se aumenta el margen de utilidad, el proyecto el VAN se verá afectado. Este método estima las ganancias brutas que tendrá la empresa en un tiempo determinado.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{[FE]_t}{[(1+r)]^t}$$

$$VAN = [FE]_0 + \frac{[FE]_1}{[(1+r)]^1} + \frac{[FE]_2}{[(1+r)]^2} + \dots + \frac{[FE]_n}{[(1+r)]^n}$$

Donde,  $[FE]_t$  es el flujo neto esperado en el periodo  $t$  y  $r$  es la tasa de rendimiento que el inversionista espera para invertir en el proyecto.

### 7.12.2.2. Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno da a conocer si el proyecto traerá una rentabilidad y si esta va acorde a lo que el inversionista espera ganar de la inversión que está realizando.

Como lo indica el autor Girón (2012) la confirmación de una inversión con tasa interna de retorno es igual al costo de capital, se basa en los mismos aspectos que la tasa de aceptación de un proyecto, cuyo Valor Actual Neto es cero.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{[FE]_t}{[(1+TIR)]^t} = 0$$

$$[FE]_0 = \frac{[FE]_1}{[(1+TIR)]^1} + \frac{[FE]_2}{[(1+TIR)]^2} + \dots + \frac{[FE]_n}{[(1+TIR)]^n}$$

### 7.12.2.3. Flujo de caja proyectado

La elaboración de un flujo de caja en cualquier proyecto es de vital importancia, según define Sapag, N., Sapag, R., y Sapag, J. (2014).

En la construcción de un flujo de caja es que existen diferentes fines: medir la rentabilidad del proyecto, medir la rentabilidad de los recursos propios y medir la capacidad de pago frente a los préstamos que ayudaron a su financiación, o bien, frente a la misma inversión realizada. El flujo de caja de cualquier proyecto se compone de cuatro elementos básicos: a) ingresos y egresos de operación, b) egresos iniciales de fondos, c) momento en el que ocurren estos ingresos y egresos, y d) valor de desecho o salvamento del proyecto. (p. 226, 225)

Tabla II. Estructura de flujo de caja

+ Ingresos afectos a impuestos
- Egresos afectos a impuestos
= Utilidades antes de impuestos
- Gastos no desembolsables
= Resultado antes de impuesto
- Impuesto
= Resultado después de impuesto
+ Ajustes por gastos no desembolsables
= Resultado operacional neto
- Egresos no afectos a impuestos
+ Beneficios no afectos a impuestos
= Flujo de caja

Fuente: elaboración propia.

#### **7.12.2.4. Tasa de descuento**

La tasa de descuento puede ser definida como una variable en la evaluación de proyectos, desde una perspectiva económica, es un valor que define el inversionista el cual indica la tasa utilidad que desea obtener de la inversión.

#### **7.12.2.5. Tasa de costo de capital**

Es definido como la serie de desembolsos que efectúa una persona individual o empresa por los capitales empleados. Los inversionistas consiguen capitales de dos fuentes: préstamos entidades bancarias o instituciones, y fondos económicos que vienen de los inversionistas o accionistas del proyecto. (Cabrejos, 2003)

#### **7.12.3. Criterios en el análisis económico de la evaluación de proyectos**

Cuando se analiza un proyecto mediante métodos como Valor Actual Neto o la Tasa Interna de Retorno se evalúa cada uno de los beneficios y costos que involucran las opciones que se tienen para desarrollarlo (Sapag, N., Sapag, R., y Sapag, J. 2014).

Estos métodos permiten visualizar de una manera más concreta la rentabilidad y el beneficio económico que tendrá el proyecto en un futuro determinado. El objetivo de estos es evidenciar la viabilidad financiera para realizarlo. Como primer paso se debe de establecer un flujo de caja que contemple todos los ingresos y egresos monetarios que se realicen en el transcurso del desarrollo proyecto. Este flujo servirá para poder determinar el

Valor Actual Neto (VAN) este dato podrá indicar tres tipos de escenarios que pueden ocurrir dependiente que valor tome:

- Primer escenario:

- $VAN < 0$

Cuando este es un número inferior a cero, se puede determinar que no se puede desarrollar el proyecto ya que existe una pérdida monetaria.

- Segundo escenario:

- $VAN = 0$

Si toma un valor igual a cero, la inversión no procede ya que indicaría que los ingresos y egresos resultan ser muy similares en montos.

- Tercer escenario:

- $VAN > 0$

Si toma un valor mayor a cero, la inversión procede ya que indicaría que es rentable y que se tendrá una ganancia en la inversión.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es otro método empleado para evaluar la inversión. Este se enfoca en evaluar una tasa de rendimiento en un tiempo determinado que el inversionista espera del proyecto. Esta tasa permite determinar si la rentabilidad del proyecto es así de alta o baja como lo espera el inversionista.



## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO REFERENCIAL

#### 1.1. Antecedentes

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Mercados eléctricos

##### 2.1.1. Estructura del mercado eléctrico

###### 2.1.1.1. Estructura vertical

###### 2.1.1.2. Estructura horizontal

##### 2.1.2. Mercado eléctrico guatemalteco

###### 2.1.2.1. Ente rector

###### 2.1.2.2. Ente regulador

###### 2.1.2.3. Ente operador

##### 2.1.3. Participantes

###### 2.1.3.1. Generadores



- 2.1.3.2. Transmisores
- 2.1.3.3. Distribuidores
- 2.1.3.4. Comercializadores
- 2.1.3.5. Grandes Usuario
- 2.2. Figura de gran usuario
  - 2.2.1. Grandes usuarios en Guatemala
    - 2.2.1.1. Grandes usuarios participantes
    - 2.2.1.2. Grandes usuarios representados
  - 2.2.2. Beneficios de ser gran usuario
  - 2.2.3. Procedimiento para inscripción como gran usuario
  - 2.2.4. Documentación solicitada por Ministerio de Energía y Minas
    - 2.2.4.1. Personas individuales
    - 2.2.4.2. Personas jurídicas
  - 2.2.5. Requisitos Específicos
    - 2.2.5.1. Instalaciones nuevas
    - 2.2.5.2. Instalaciones existentes
- 2.3. Tarifas energéticas en Guatemala
  - 2.3.1. Usuarios regulados
    - 2.3.1.1. Usuarios con servicio de baja tensión simple
    - 2.3.1.2. Usuarios con servicio en baja o media tensión
  - 2.3.2. Usuarios no regulados
  - 2.3.3. Tarifa social
  - 2.3.4. Tarifa horaria
    - 2.3.4.1. Tarifa con máxima demanda
    - 2.3.4.2. Tarifa con media demanda
    - 2.3.4.3. Tarifa con mínima demanda

- 2.4. Medición de energía eléctrica
  - 2.4.1. Medidor de energía
  - 2.4.2. Principio de funcionamiento
  - 2.4.3. Transformadores de medida
    - 2.4.3.1. Transformador de corriente
    - 2.4.3.2. Transformador de potencial
  - 2.4.4. Requisitos de equipos de medición en el mercado mayorista para un Gran Usuario
    - 2.4.4.1. Parámetros para medir
    - 2.4.4.2. Medidores de energía
    - 2.4.4.3. Transformadores de potencial y de corriente
  - 2.4.1. Sistema de Medición Inteligente
    - 2.4.1.1. Medición Electrónica
- 2.5. Evaluación de Proyectos
  - 2.5.1. Análisis Técnico
  - 2.5.2. Análisis Económico
    - 2.5.2.1. Valor actual neto
    - 2.5.2.1. Tasa Interna de retorno
    - 2.5.2.2. Flujo de caja proyectado
    - 2.5.2.3. Tasa de descuento
    - 2.5.2.4. Tasa de costo de capital
  - 2.5.3. Criterios en el análisis económico de la evaluación de proyectos
- 3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN
  - 3.1. Características del estudio
  - 3.2. Unidades de análisis
  - 3.3. Variables

- 3.4. Fases del estudio
  - 3.4.1. Fase 1: Revisión bibliográfica
  - 3.4.2. Fase 2: Determinar demanda eléctrica del proyecto
  - 3.4.3. Fase 3: Análisis económico
  - 3.4.4. Fase 4: Análisis de costos de energía eléctrica
- 3.5. TÉCNICAS DE ANÁLISIS
  - 3.5.1. Análisis de sensibilidad

#### 4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 5.1. Viabilidad técnica
- 5.2. Viabilidad económica

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

El presente capítulo contiene la metodología empleada en este trabajo, en este se explica cómo se hizo para resolver el problema relacionado con la contratación del suministro eléctrico de un proyecto comercial y su respectiva factibilidad técnica y económica de este.

### **9.1. Características del estudio**

El enfoque del estudio es cuantitativo, ya que el objetivo de este es determinar la viabilidad de adquirir un suministro de energía eléctrica como gran usuario. Esto será determinado variables calculadas a través de métodos de análisis económicos que nos permitirán darnos una idea más concreta de los beneficios que traería la compra de energía en bloque.

En cuanto alcance del estudio este es del tipo descriptivo, ya que busca describir las opciones de suministro de energía eléctrica a las que puede optar tener el proyecto y analizar cada una de las ventajas y desventajas de esta. Así mismo busca medir la opción más económica, rentable y atractiva para los inversionistas; a través del uso de métodos como flujos de caja, valor actual neto y tasa interna de retorno.

El diseño es del tipo no experimental ya que no se estarán manipulando variables para determinar la factibilidad técnica y económica del proyecto.

## 9.2. Unidades de análisis

El sujeto de estudio es el centro comercial. Este busca la mejor opción para suministrar energía eléctrica al proyecto. Este será proyectado desde los dos tipos de tarifa a los cuales puede optar el comercial: la tarifa no regulada (gran usuario) y regulada. Este valor depende de factores como la energía, energía reactiva, potencia máxima, peaje, valor agregado de distribución, horario de consumo, y cargos por alumbrado público.

## 9.3. Variables

Las variables de estudio de dicho diseño de investigación se clasifican en distintos tipos, como se muestra a continuación en la tabla III y la definición de cada una de las variables en la tabla IV.

Tabla III. **Análisis de Sensibilidad del VAN**

Variable Criterio	Categorica		Numérica		Manipulable	Observable	Nivel de medición
	Dicotómica	Policotómica	Discreta	Continua			
Demanda				X		X	De razón
VAN				X		X	De razón
TIR				X		X	De razón
Costo de la energía				X		X	De razón
Tipo de tarifa		X			X		Nominal

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Definición de variables**

<b>Variable</b>	<b>Definición teórica</b>	<b>Definición operativa</b>
Demanda	Es la cantidad de electricidad que un usuario consume.	Es calculado con base a la cantidad de equipos conectados a la red (kW)
VAN	Es un método de análisis económico que indica la tasa de rentabilidad que se origina por una inversión. Es un valor que refleja el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión.	Es calculado con base a la elaboración de un flujo de caja (%)
TIR	Es un método de análisis económico el cual implica proyectar todos los ingresos y egresos de un proyecto para determinar si existirá una ganancia o utilidad futura.	Es calculado con base a la elaboración de un flujo de caja (%)
Costo de la energía	Es el precio que se le asigna a la demanda de energía eléctrica que será consumida por el centro comercial.	Será proyectado desde adquiriéndola como Gran Usuario y con un Distribuidor. (Quetzales)
Tipo de tarifa	Es la categoría de tarifa a la cual se puede acceder según el voltaje y tipo de demanda que se tenga.	Puede ser del tipo: no social o no regulada (Gran Usuario).

Fuente: elaboración propia.

#### **9.4. Fases del estudio**

Se describirán a continuación las fases que conforman el estudio de investigación que se estará desarrollando.

#### **9.4.1. Fase 1: revisión bibliográfica**

La primera fase es la construcción del marco teórico y la recopilación de información bibliográfica la cual permitirá conocer más a detalle los temas que se están tratando en esta investigación.

#### **9.4.2. Fase 2: determinar Demanda Eléctrica del Proyecto**

La segunda fase de estudio de esta investigación contempla determinar la demanda de energía eléctrica que tendrá el proyecto. En esta se analiza la demanda de cada uno de los comercios ubicados dentro del complejo así también las áreas de servicios generales para poder determinar la demanda global de toda la instalación.

La demanda eléctrica global será determinada mediante la sumatoria de cada uno de las demandas de los comercios que estarán ubicados dentro de la plaza comercial.

El determinar una demanda global de toda la instalación determinará si técnicamente es factible cumplir con lo estipulado por la ley para optar al título de gran usuario ante el mercado mayorista guatemalteco.

#### **9.4.3. Fase 3: análisis económico**

En la tercera fase se elaborará el análisis económico de la inversión que se planea realizar. Se empezará elaborando un flujo de caja para el proyecto, en el cual se contemplarán todos los ingresos y egresos que se proyectan en el desarrollo y construcción de la plaza. Este flujo se elaborará acorde a los lineamientos mencionados en la sección 7.5.2.3. (gastos, impuestos, entradas y

salidas del proyecto). Dentro de los ingresos se establecerá un porcentaje de utilidad que indicará el precio al cual se debe de suministrar la electricidad a los comercios ubicados dentro del proyecto. Los egresos contemplan todo tipo de compras que se tengan en la construcción de la infraestructura eléctrica y equipos tales como los paneles de medición electrónica, y todos los servicios de ingeniería para el condicionamiento y puesta en marcha de estos elementos.

Posterior a esto se realizarán los análisis económicos empleando los métodos del VAN y TIR según lo expuesto en la sección 7.5.2.1 y 7.5.2.2. en las cuales se explican la metodología para calcular el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno de un proyecto. Se calculará un valor numérico de estos dos indicadores y se determinará la viabilidad económica con base a los criterios mencionados en la sección 7.5.3.

#### **9.4.4. Fase 4: análisis de costos energía eléctrica**

En la cuarta fase se realizará una comparación directa del costo proyectado del suministro energía eléctrica desde cada una de las dos maneras, comprándola como un gran usuario representado ante una comercializadora y adquiriéndola mediante un distribuidor de la zona. En esta se analizará la diferencia neta entre cada una de ellas y determinar si existe un porcentaje de ahorro al comprar energía en bloque y plasmar de cuánto sería este.

#### **9.5. Resultados esperados**

Los resultados esperados de este trabajo de investigación determinarán posibilidad de llevarlo a cabo desde una perspectiva tanto técnica como económica. Principalmente se busca determinar la demanda en kilovatios (kW)



que tendrá la plaza comercial, esto haciendo una sumatoria de los consumos en cada uno de los puntos consiguiendo una demanda global. Con este dato se podrá verificar que efectivamente se puede optar a tener la calidad de Gran Usuario y optar a las tarifas de energía en bloque en el Mercado Mayorista de Electricidad.

El siguiente dato que se espera obtener con esta investigación es el beneficio monetario que este proyecto traerá. Este beneficio será medido mediante dos métodos de análisis financieros, uno de ellos es el Valor Actual Neto (VAN) y el otro es la Tasa Interna de Retorno (TIR). Con estos se proyectarán los beneficios en un período de años pendiente por determinar para poder definir factores como: tiempo de recuperación de la inversión, y el nivel de rentabilidad de la inversión.

Por último, se evidenciará si existe algún beneficio en la compra de energía en bloque. Es decir, si realmente vale la pena el realizar estas inversiones en infraestructura eléctrica y equipos de medición comparado con el precio al que se puede adquirir la electricidad con el distribuidor de la zona. Este último punto le dará sentido al trabajo al analizar no solo de una perspectiva de si existirá una rentabilidad en el proyecto, si no que si es factible suministrar electricidad a un precio competitivo y parecido al de un distribuidor

## **10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

En esta sección se mencionan las técnicas que se implementarán para determinar los límites de variabilidad que puede tener los datos obtenidos por los análisis financieros del valor actual neto y tasa interna de retorno.

En primera instancia acorde al resultado del valor actual neto obtenido y acorde a los criterios establecidos en la sección 7.5.3., se determinará si el proyecto es aceptado o rechazado. Después de definir la viabilidad del proyecto, se aplicará un análisis de sensibilidad que permitirá simular escenarios posibles que puedan ocurrir en el transcurso del tiempo de vida de la plaza comercial.

Para este trabajo de investigación se aplicará un análisis de sensibilidad bidimensional, el cual busca medir qué tanto pueden aumentar o disminuir las variables de ingresos y egresos establecidas en el flujo de caja. Este análisis permitirá definir un equilibrio entre las entradas y salidas de dinero que tendrá el proyecto, y determinar qué tan flexible es el proyecto a estas variaciones.

El análisis de sensibilidad busca plasmar en qué manera se pueden ver afectada la disminución de ingresos y el aumento de egresos. Esto provocaría cierto desbalance en el flujo de caja del proyecto y en la rentabilidad del mismo. Por ende, se busca determinar cuánto es el límite de variación que pueden tener estos parámetros para garantizar que el valor actual neto siga siendo positivo y que no exista una pérdida monetaria. Se realizará este análisis utilizando el programa de Microsoft Excel en el cual se simularán cada una de

las condiciones indicadas en la tabla III, estas son ingresadas a la fórmula del valor actual neto VAN en la hoja de cálculo.

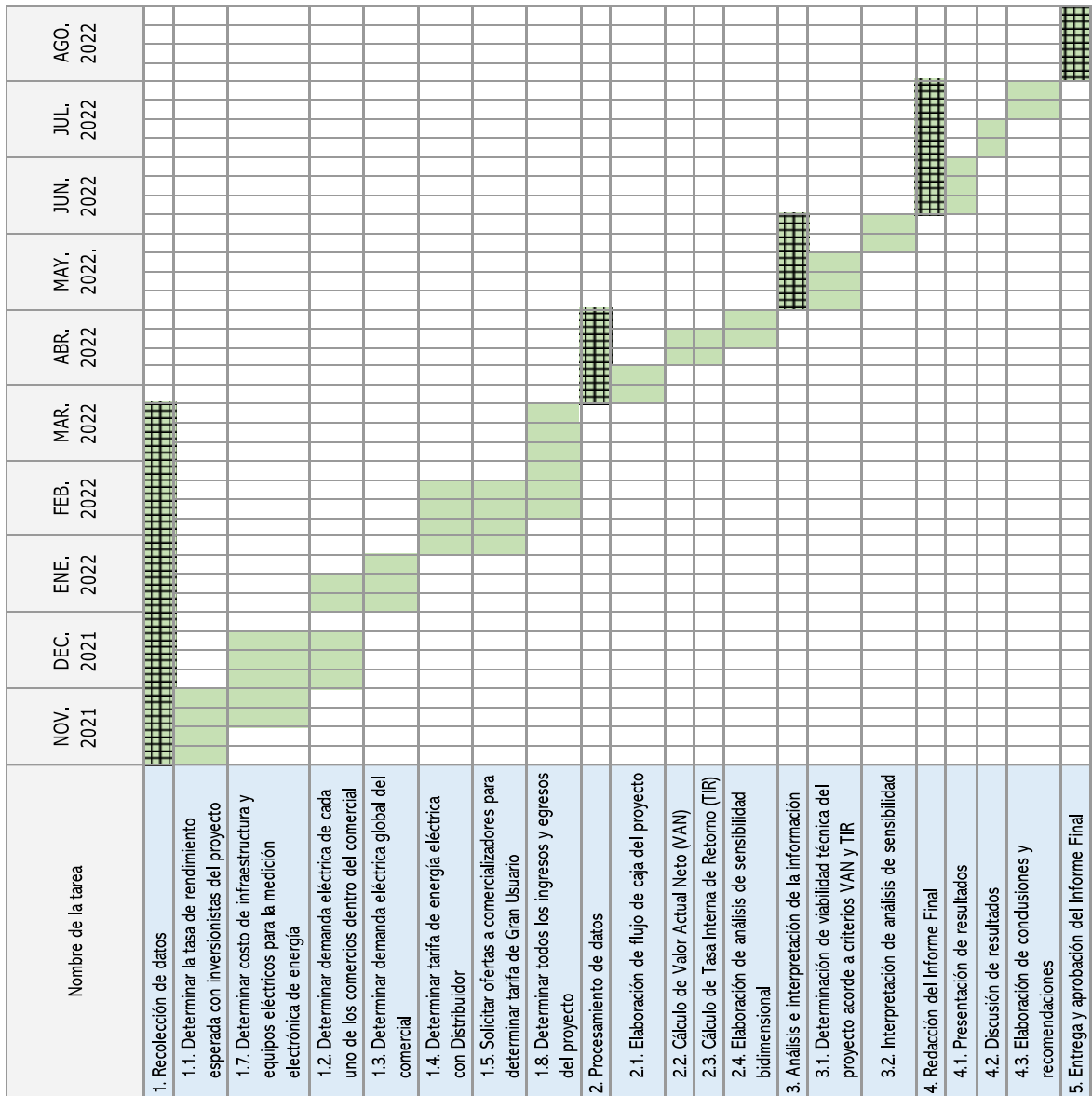
Tabla V. **Análisis de sensibilidad del Valor Actual Neto VAN**

<u>Decisión:</u>	Aceptar	NIVELES DE VARIACIÓN DE INGRESOS						
	Rechazar							
Valor Actual Neto	Q	0.0%	-0.5%	-1.0%	-1.5%	-2.0%	-2.5%	-3.0%
<b>NIVELES DE VARIACIÓN DE EGRESOS</b>	0.0%							
	0.5%							
	1.0%							
	1.5%							
	2.0%							
	2.5%							
	3.0%							
	3.5%							
	4.0%							
	4.5%							
	5.0%							
	5.5%							
	6.0%							
	6.5%							
	7.0%							
	7.5%							
	8.0%							
8.5%								
9.0%								
9.5%								
10.0%								

Fuente: elaboración propia.

# 11. CRONOGRAMA

Figura 10. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Descripción de actividades y fechas

Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha de finalización
1. Recolección de datos	<u>5/11/21</u>	<u>25/03/21</u>
1.1. Determinar la tasa de rendimiento esperada con inversionistas del proyecto	5/11/21	29/11/21
1.7. Determinar costo de infraestructura y equipos eléctricos para la medición electrónica de energía	17/11/21	21/12/21
1.2. Determinar demanda eléctrica de cada uno de los comercios dentro del comercial	3/01/22	14/01/22
1.3. Determinar demanda eléctrica global del comercial	3/01/22	21/01/22
1.4. Determinar tarifa de energía eléctrica con Distribuidor	24/01/22	18/02/22
1.5. Solicitar ofertas a comercializadores para determinar tarifa de Gran Usuario	24/01/22	18/02/22
1.8. Determinar todos los ingresos y egresos del proyecto	14/02/22	25/03/22
2. Procesamiento de datos	<u>25/03/22</u>	<u>29/04/22</u>
2.1. Elaboración de flujo de caja del proyecto	25/03/22	4/04/22
2.2. Cálculo de Valor Actual Neto (VAN)	11/04/22	11/04/22
2.3. Cálculo de Tasa Interna de Retorno (TIR)	11/04/22	11/04/22
2.4. Elaboración de análisis de sensibilidad bidimensional	18/04/22	29/04/22
3. Análisis e interpretación de la información	<u>2/05/22</u>	<u>3/06/22</u>
3.1. Determinación de viabilidad técnica del proyecto acorde a criterios VAN y TIR	2/05/22	20/05/22
3.2. Interpretación de análisis de sensibilidad	23/05/22	3/06/22
4. Redacción del Informe Final	<u>6/06/22</u>	<u>1/08/22</u>
4.1. Presentación de resultados	6/06/22	20/06/22
4.2. Discusión de resultados	21/06/22	7/07/22
4.3. Elaboración de conclusiones y recomendaciones	11/07/22	29/07/22
5. Entrega y aprobación del Informe Final	<u>1/08/22</u>	<u>26/08/22</u>

Fuente: elaboración propia.

## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo con recursos del estudiante. Esta investigación involucrará el uso de recursos económicos para su realización los cuales se enlistan en la siguiente tabla:

Tabla VII. **Recursos necesarios para la investigación**

<b>Recurso</b>	<b>Costo</b>
Honorarios Asesor de Tesis	Q 2 500,00
Honorarios Tesista	Q 2 500,00
Acceso a internet	Q 800,00
Dos resmas de hojas	Q 200,00
Tóner de impresora	Q 600,00
	Q 1 665,00
Depreciación equipo de computo	Q 300,00
Software para análisis de plagio	Q 2 500,00
Viáticos para visitas al proyecto (combustible alimentación hospedaje)	Q 2 500,00
<b>TOTAL</b>	<b>Q 11 065,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Los recursos mencionados provendrán de fondos propios del estudiante de maestría, por ende, se considera factible llevar a cabo el trabajo de investigación propuesto.



### 13. REFERENCIAS

1. Administrador del Mercado Mayorista. (28 de febrero de 2021). *Demanda Firme de Distribuidores y Grandes Usuarios*. Guatemala. Recuperado de: <https://www.amm.org.gt/pdfs2/dfc/2020/DFC2020.pdf>.
2. Antolín, J. (5 de junio de 2004). Efectos de la expansión de empresas transnacionales en el sector eléctrico en Guatemala. *Revista Latinoamericana de Economía*. 35(137). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11825947009>.
3. Arenas, Gómez y Baquero (2 de octubre 2010) Suministro integral de energía a edificios. *Modelo de negocio para el suministro integral de energía a edificios de viviendas en áreas urbanas*. (3)(9) Recuperado de: [https://www.iit.comillas.edu/documentacion/IIT-11-005A/Modelo\\_de\\_negocio\\_para\\_el\\_suministro\\_integral\\_de\\_energ%c3%ada\\_a\\_edificios\\_de\\_viviendas\\_en\\_%c3%a1reas\\_urbanas.pdf](https://www.iit.comillas.edu/documentacion/IIT-11-005A/Modelo_de_negocio_para_el_suministro_integral_de_energ%c3%ada_a_edificios_de_viviendas_en_%c3%a1reas_urbanas.pdf).
4. Cabrejos, J. (3 de enero de 2003). Costo de Capital. *Revista de la facultada de ciencias económicas de la UNMSM*. Volumen (166). Recuperado de: <https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/economia/22/a09.pdf>.



5. Cabrera, G. (2014). Modelo de atención al cliente en una empresa comercializadora de energía eléctrica. Guatemala.
6. Cardona E. (2007) *Método para optimizar los costos del servicio de energía Eléctrica de grandes usuarios en Colombia, incorporando flexibilidad de la demanda*. Tesis de Maestría en Administración. Universidad Eafit. Colombia. Recuperado de: [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/2340/CardonaRendon\\_Edison\\_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/2340/CardonaRendon_Edison_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
7. Comisión Nacional de Energía Eléctrica Guatemala. (2020). Informe Estadístico Gerencia de Planificación y Vigilancia de Mercados Eléctricos 2015-2019. Guatemala: Editorial Norma.
8. Corporación EEGSA. (01 de octubre de 2019). ¿Qué es la tarifa horaria? Recuperado: <https://eegsa.com/noticia/que-es-la-tarifa-horaria/>.
9. Dammert, A., Gallardo, J., y García, R. (2005). Reformas Estructurales en el Sector Eléctrico Peruano. Lima, Perú: Organismo Superior de la Inversión de Energía.
10. Dampé, J., Arrojo, C., y Dias, R. (2021). Medidas Eléctricas Guía de Estudios. Argentin: editorial. Recuperado de: <https://catedra.ing.unlp.edu.ar/medidas/> .
11. Decreto No. 93-96. Ley General de Electricidad. Ciudad De Guatemala. Congreso de la República de Guatemala. 15 de noviembre de 1996.

12. García y Ca (5 de octubre de 2005) Análisis de los criterios de eficiencia económica y calidad para la determinación de las tarifas del sector eléctrico en Colombia. *Ecos de Economía*. ( 9) (126). Universidad EAFIT Medellín, Colombia Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329027258004>.
13. Girón, E. (2012). *La tasa interna de retorno y el valor actual neto como herramientas de evaluación financiera, en proyectos para plantaciones de madera teca. Guatemala*. tesis de maestría de la Facultad de Ciencias Económicas. Universidad San Carlos de Guatemala. Recuperado de: [http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_4056.pdf](http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_4056.pdf).
14. González, J. (2009). *Mejoramiento de los sistemas de medición eléctrica bidireccional con interrogación automática a distancia, para las distribuidoras de energía eléctrica de Guatemala*. Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0731\\_EA.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0731_EA.pdf).
15. Heredia, D. (2013). Desarrollo de una guía enfocada a medidores de energía y conexión de medidores. Tesis de la Facultad de Tecnología Escuela de Tecnología Eléctrica Pereira. Universidad tecnológica de Pereira. Recuperado de: <https://core.ac.uk/reader/71397220>.
16. Hunt, S. (2002). *Making Competition Work in Electricity*. New York, Estados Unidos de América: John Wiley y Sons, Inc.

17. Larrea y Bilbao (1 de septiembre 2020) modelos de Negocio en Recursos Distribuidos de Electricidad. *Orkestra*. (5)(231) Recuperado de: <https://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orquestra/200006-modelos-negocio-castellano.pdf>.
18. Lozano, J., Molina, Y., y Luyo, J. (2018). El Mercado Eléctrico Mayorista: Agentes y Modelos de Organización. *Tecnia* Lima. Volumen 1 (1). Recuperado de <http://www.revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnica/article/view/188>.
19. Ministerio de Energía y Minas. (2020). Registro de Agentes y Grandes Usuarios. Recuperado de <https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2021/05/9.-Grandes-Usuarios.pdf>.
20. Molina, A. (2017). Estructura de la industria eléctrica mexicana: *El Modelo de Comprador Único*. Volumen 1 (4): Universidad Autónoma Metropolitana. Recuperado de: <https://economiatyp.uam.mx/index.php/ETYP/article/view/58>.
21. Pérez, Peco, y Vásquez (5 de mayo de 2003). Aclaraciones sobre la tarifa eléctrica. *Anales de mecánica eléctrica*. Recuperado de: <https://www.iit.comillas.edu/documentacion/IIT-03-089A/.pdf>.

22. Pellecer, J. (2019). Estructuración virtual constructivista de los conceptos de sistemas trifásicos, ahorro energético en sistemas industriales y seguridad eléctrica en el curso de ingeniería eléctrica 2. Tesis de la facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Universidad de San Carlos De Guatemala. Recuperado de: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13933/1/Javier%20Andr%C3%A9s%20Pellecer%20Ram%C3%ADrez.pdf>.
23. Rojas, J. (2016). *Evaluación de las implicaciones del nuevo marco regulatorio del mercado eléctrica en la región centroamericana, en el caso del mercado eléctrico de Guatemala, para las transacciones de electricidad hacia la región centroamericana*. Tesis de maestría en formulación y evaluación de proyectos. Universidad de San Carlos De Guatemala. Recuperado de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_5410.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_5410.pdf).
24. Sapag, N., Sapag, R., y Sapag, J. (2014). Preparación y Evaluación de Proyectos. Ciudad de México, México: Mcgraw-Hill/interamericana editores.
25. Schneider Electric. (01 de Octubre de 2008). Guía de Soluciones de Eficiencia Energética. Francia: Autor Recuperado de [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=Catalog&p\\_File\\_Id=3165812&p\\_File\\_Name=EEFED108010ES.pdf&p\\_Reference=EEFED108010E](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Id=3165812&p_File_Name=EEFED108010ES.pdf&p_Reference=EEFED108010E).
26. Weinstok, U. (2020). Propuesta para una mejor regulación del sector eléctrico en Costa Rica. San José: ULEAD.



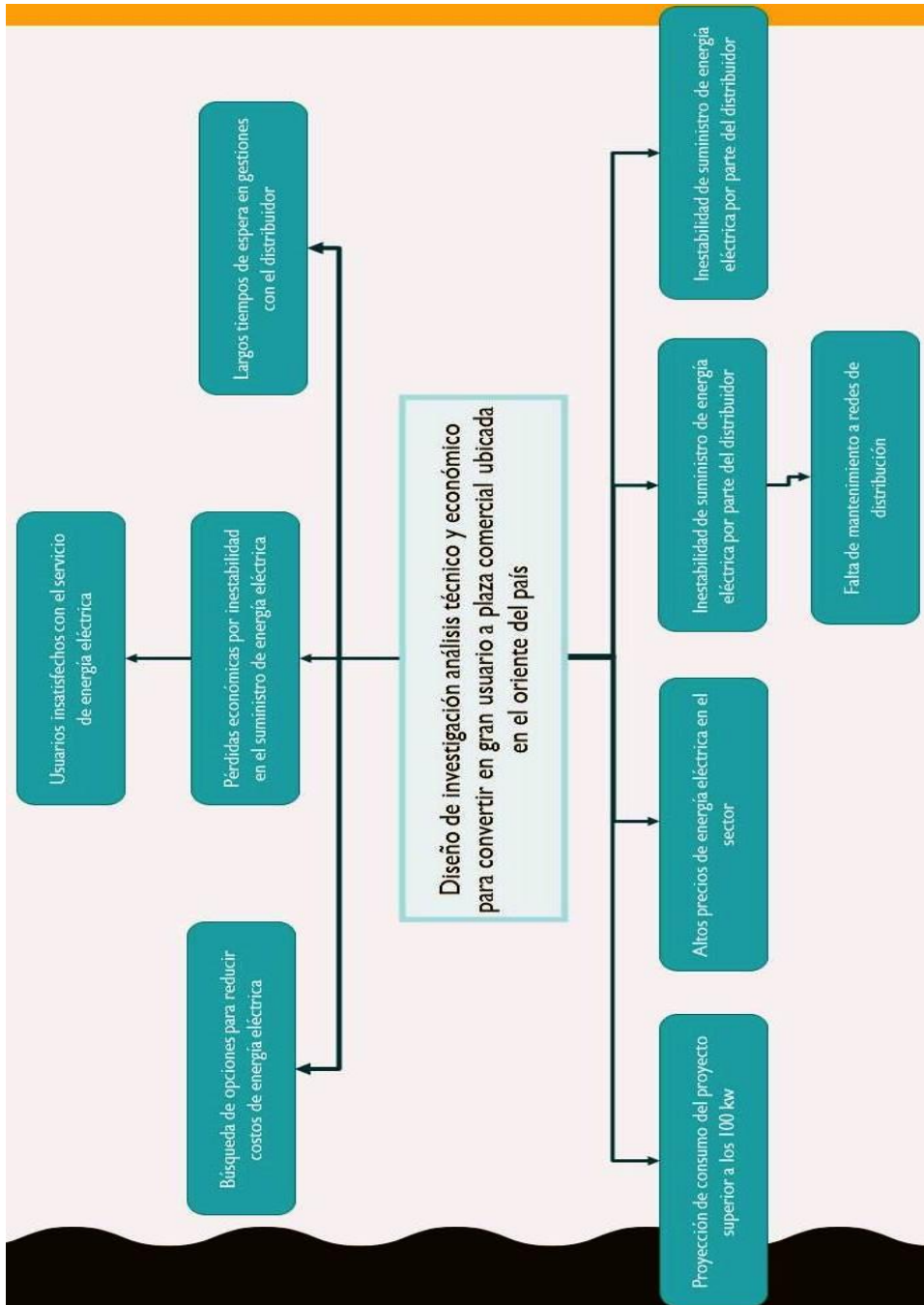
# 14. APÉNDICES

## Apéndice 1. Matriz de coherencia

Título	Planteamiento del problema	Preguntas de investigación	Objetivos	Resultados esperados	Metodología
Análisis técnico y económico para convertir en gran usuario a plaza comercial ubicada en el oriente del país	Este trabajo de investigación se centra en la necesidad de reducción de costos en la construcción de una plaza comercial. Se busca plasmar los distintos puntos tanto económicos como técnicos para poder analizar la factibilidad de optar a ser gran usuario ante el mercado mayorista.  La contratación del servicio de energía eléctrica en proyectos comerciales representa un costo monetario importante. Por lo tanto, se busca la mejor opción para poder eficientizar los recursos económicos.	Principal	General	Los resultados esperados de este trabajo de investigación determinarán la posibilidad de llevarlo a cabo desde una perspectiva tanto técnica como económica. Utilizando criterios de análisis económicos como el VAN Y TIR.  Con estos se proyectarán los beneficios en un periodo de años pendiente por determinar para poder definir factores como: tiempo de recuperación de la inversión, y el nivel de rentabilidad de la inversión.  Por último, se evidenciará si existe algún beneficio en la compra de energía en bloque. Es decir si realmente vale la pena el realizar estas inversiones en infraestructura eléctrica y equipos de medición comparado con el precio al que se puede adquirir la electricidad con el distribuidor de la zona.	Fase 1: revisión bibliográfica  Fase 2: determinar demanda eléctrica del proyecto  Fase 3: análisis económico  Fase 4: análisis de costos de energía eléctrica
		¿Es factible técnica y económicamente convertir en gran usuario a la plaza comercial?	Determinar la factibilidad técnica y económica de convertir en gran usuario a la plaza comercial.		
		Auxiliares	Específicos		
		¿Cuál es la demanda de energía eléctrica proyectada para la plaza comercial?	Estimar la demanda de energía eléctrica que tendrá la plaza comercial.		
		¿Que estudios o análisis deberán considerarse para determinar la factibilidad del proyecto	Realizar el análisis técnico-económico para determinar la factibilidad del proyecto.		
		¿Cuánto es el porcentaje de ahorro al comprar energía eléctrica como Gran Usuario?	Determinar el porcentaje de ahorro al comprar energía eléctrica como Gran Usuario.		

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia.