



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Artes en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados

**PROPUESTA DE MODELO PARA EL COBRO DE LA TASA MUNICIPAL DE ALUMBRADO
PÚBLICO, CON BASE EN EL CONSUMO DE ENERGÍA, EN SALCAJÁ,
QUETZALTENANGO**

Ing. Mynor Daniel García Jacobs

Asesorado por M. A. Ing. Benedicto Estuardo Martínez Guerra

Guatemala, enero de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE MODELO PARA EL COBRO DE LA TASA MUNICIPAL DE ALUMBRADO
PÚBLICO, CON BASE EN EL CONSUMO DE ENERGÍA, EN SALCAJÁ,
QUETZALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. MYNOR DANIEL GARCÍA JACOBS

ASESORADO POR M.A. ING. BENEDICTO ESTUARDO MARTÍNEZ
GUERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN DE MERCADOS ELÉCTRICOS
REGULADOS**

GUATEMALA, ENERO DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE DEFENSA DE TESIS

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
DIRECTORA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Carlos Alfredo Bój de León
SECRETARIO	Mtro. 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:

**PROPUESTA DE MODELO PARA EL COBRO DE LA TASA MUNICIPAL DE ALUMBRADO
PÚBLICO, CON BASE EN EL CONSUMO DE ENERGÍA, EN SALCAJÁ,
QUETZALTENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 07 de noviembre del 2022.

Ing. Mynor Daniel García Jacobs

LNG.DECANATO.OI.029.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE MODELO PARA EL COBRO DE LA TASA MUNICIPAL DE ALUMBRADO PÚBLICO, CON BASE EN EL CONSUMO DE ENERGÍA, EN SALCAJÁ, QUETZALTENANGO**, presentado por: **Ing. Mynor Daniel García Jacobs**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión de mercados eléctricos regulados después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, enero de 2024

JFGR/gaoc



Guatemala, enero de 2024

LNG.EEP.OI.029.2024

En mi calidad de Directora de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“PROPUESTA DE MODELO PARA EL COBRO DE LA TASA MUNICIPAL DE ALUMBRADO PÚBLICO, CON BASE EN EL CONSUMO DE ENERGÍA, EN SALCAJÁ, QUETZALTENANGO”

presentado por **Ing. Mynor Daniel García Jacobs** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión de mercados eléctricos regulados**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Guatemala, 27 de julio de 2023

M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

Estimada M.A. Inga. Cordova Estrada

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **PROPUESTA DE MODELO PARA EL COBRO DE LA TASA MUNICIPAL DE ALUMBRADO PÚBLICO, CON BASE EN EL CONSUMO DE ENERGÍA, EN SALCAJÁ, QUETZALTENANGO** del estudiante **Mynor Daniel García Jacobs** quien se identifica con número de carné **201230452** del programa de Maestria En Gestion De Mercados Electricos Regulados.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



Msc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador
Maestria En Gestion De Mercados Electricos Regulados
Escuela de Estudios de Postgrado

Oficina Virtual



Guatemala, 27 de julio de 2023

M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrados
Presente

Estimada M.A. Inga. Cordova Estrada

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: "**PROPUESTA DE MODELO PARA EL COBRO DE LA TASA MUNICIPAL DE ALUMBRADO PÚBLICO, CON BASE EN EL CONSUMO DE ENERGÍA, EN SALCAJÁ, QUETZALTENANGO**" de el/la estudiante **Mynor Daniel García Jacobs** del programa de **Maestría En Gestion De Mercados Electricos Regulados** identificado(a) con número de carné 201230452.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



Ing. Benedicto Estuardo Martínez
Maestro en Energía y Ambiente
Col. 4157

Mtro. Ing. Benedicto Estuardo Martínez Guerra
Colegiado No. 4157
Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por las oportunidades brindadas y por haberme dado la sabiduría y el conocimiento.
Mis padres	Mynor García y Claudia Jacobs, por su apoyo incondicional y siempre creer en mí.
Mis hermanos	Rebeca y Abner García, por apoyarme y darme alegría y cariño a lo largo de mi vida.
Mis abuelos	Rudy Jacobs y Adolfina Rodríguez, por sus sabios consejos y motivación.
Mi novia	Karla Granados, por apoyarme en el proceso y darme ánimos.
Mi tía	Laura Jacobs, por todo su apoyo, motivación y cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios que me formó como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
Mis amigos	A todos mis amigos en general con los que he compartido buenos momentos y que me han apoyado.
Mi asesor	M.A. Ing. Estuardo Martínez, por haberme brindado su apoyo en la ejecución del trabajo de graduación.
M.A. Inga. Ana Martínez	Por su apoyo en el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
OBJETIVOS.....	XVII
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Servicio de alumbrado público.....	5
2.1.1. Funciones del alumbrado público	5
2.1.2. Historia del servicio de alumbrado público en Guatemala.....	6
2.1.3. Evolución histórica de la tasa de alumbrado público en Guatemala.....	6
2.1.4. Metodologías de cobro por servicio de alumbrado público actualmente en Guatemala	7
2.1.4.1. Por porcentaje	8
2.1.4.2. Costo fijo.....	8
2.1.4.3. Escalonados según rangos de consumo	8
2.2. Tasa de alumbrado público desde el ámbito legal.....	8
2.2.1. Entidades.....	9

2.2.1.1.	Municipalidades.....	9
2.2.1.1.1.	Servicios públicos	10
2.2.1.2.	Ministerio de Energía y Minas	10
2.2.1.3.	Comisión Nacional de Energía Eléctrica	11
2.2.1.3.1.	Autorización del cobro del servicio alumbrado público	11
2.2.1.3.2.	Estimación del consumo mensual de energía del alumbrado público.....	11
2.2.1.4.	Distribuidora de Electricidad.....	12
2.2.2.	Tributos	12
2.2.2.1.	Impuesto.....	13
2.2.2.2.	Arbitrio	13
2.2.2.3.	Contribuciones	13
2.2.3.	Tasa	13
2.3.	Estructura actual del servicio municipal de alumbrado público en Salcajá	15
2.3.1.	Unidad de mantenimiento de alumbrado público	15
2.3.2.	Metodología de cobro por servicio del alumbrado público actualmente	16
2.4.	Tarifas del servicio de energía eléctrica.....	16
2.4.1.	Ley de Tarifa Social para el Suministro de Energía Eléctrica en Guatemala.....	18
2.4.2.	Aporte del Instituto Nacional de Electrificación a la tarifa social.....	19
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	21

3.1.	Características del estudio	21
3.1.1.	Diseño	21
3.1.2.	Enfoque	21
3.1.3.	Alcance.....	22
3.2.	Unidad de análisis.	22
3.3.	Variables.....	22
3.4.	Fases de desarrollo de la investigación.....	23
3.4.1.	Fase 1: Revisión documental.....	23
3.4.2.	Fase 2: Recolección de información.....	24
3.4.3.	Fase 3: Identificación de los costos asociados al servicio municipal de alumbrado público	25
3.4.4.	Fase 4: Cálculo de la correlación entre el consumo promedio de energía eléctrica de los usuarios y la cantidad de lámparas de alumbrado público por su ubicación	26
3.4.5.	Fase 5: Definición de rangos de consumo y porcentajes de cobro de la tasa municipal de alumbrado para cada uno de estos rangos	28
3.4.6.	Fase 6: Determinación de una tasa municipal de alumbrado público para los grandes usuarios, con base en su consumo.....	35
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	39
4.1.	Identificación de los costos asociados al servicio municipal de alumbrado público, su mantenimiento y expansión para el municipio de Salcajá, Quetzaltenango.....	39
4.2.	Cálculo de la correlación entre el consumo promedio de energía eléctrica de los usuarios y la cantidad de lámparas de alumbrado público por su ubicación	43

4.3.	Definición de rangos de consumo y porcentajes de cobro de la tasa municipal de alumbrado para cada uno de estos rangos.....	45
4.4.	Determinación de una tasa municipal de alumbrado público para los grandes usuarios, con base en su consumo	49
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	51
5.1.	Identificación de los costos asociados al servicio municipal de alumbrado público.....	51
5.2.	Cálculo de la correlación entre el consumo promedio de energía eléctrica de los usuarios y la cantidad de lámparas de alumbrado público por su ubicación.....	53
5.3.	Definición de rangos de consumo y porcentajes de cobro de la tasa municipal de alumbrado para cada uno de estos rangos.....	54
5.4.	Determinación de una tasa municipal de alumbrado público para los grandes usuarios, con base en su consumo	55
5.5.	Diseño de un modelo para cobro de la tasa municipal de alumbrado público, con base en el consumo de energía eléctrica de los usuarios, para el municipio de Salcajá, Quetzaltenango.....	57
	CONCLUSIONES.....	59
	RECOMENDACIONES	61
	REFERENCIAS	63
	APÉNDICES.....	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Árbol de Problemas	XIV
Figura 2.	Lámparas instaladas por tipo de tecnología	41
Figura 3.	Consumo del alumbrado público por tipo de tecnología	42
Figura 4.	Análisis de la tasa actual y el consumo de los usuarios	48

TABLAS

Tabla 1.	Estructura del aporte a la tarifa social del INDE	20
Tabla 2.	Tipos de variables.....	23
Tabla 3.	Rangos y tarifas.....	29
Tabla 4.	Consumo de energía de cada rango y tarifa.....	30
Tabla 5.	Relación del precio de la energía respecto a la tarifa BTS	31
Tabla 6.	Pesos de la tasa de alumbrado público (TAP).....	32
Tabla 7.	Tasa de alumbrado público calculada para cada rango y tarifa...	35
Tabla 8.	Consumo de energía del gran usuario.....	36
Tabla 9.	Costos de la unidad de mantenimiento del alumbrado público....	39
Tabla 10.	Consumo de energía del alumbrado público y su costo	40
Tabla 11.	Costos asociados al servicio de alumbrado público	43
Tabla 12.	Usuarios y lámparas por usuario de cada área	44
Tabla 13.	Rangos definidos y tasa de alumbrado público	45
Tabla 14.	Tasa de alumbrado público para las tarifas con demanda.....	46
Tabla 15.	Estimación de recaudación utilizando el modelo propuesto	47

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
r	Coefficiente de correlación de Pearson.
\$	Dólares americanos.
kWh	Kilowatts hora.
kW	Kilowatts.
\bar{y}	Promedio de la cantidad de lámparas por usuario de las áreas.
\bar{x}	Promedio del consumo de energía de todas las áreas
$\Sigma Costos AP$	Sumatoria de los costos promedio mensuales asociados al alumbrado público
ΣCPM	Sumatoria del consumo mensual promedio de los usuarios en una tarifa o rango.
T_{BTS}	Tarifa baja tensión simple sin IVA.
T_{APGU}	Tasa de alumbrado público para el gran usuario.
T_{AP}	Tasa de alumbrado público para la tarifa baja tensión simple.
x_i	Valores del consumo de energía de cada una de las áreas.
y_i	Valores de la cantidad de lámparas por usuario de cada una de las áreas.
Q	Quetzales.
Q/ kWh	Quetzales por kilowatts hora.

GLOSARIO

Alumbrado público	Servicio de iluminación de áreas comunes dentro de un municipio.
Autonomía	Potestad que dentro de un Estado tienen municipios, provincias, regiones u otras entidades, para regirse mediante normas y órganos de gobierno propios.
BT	Baja Tensión.
MT	Media Tensión.
BTS	Baja Tensión Simple.
BTSS	Baja Tensión Simple Social.
CNEE	Instituto Nacional de Electrificación.
Consejo Municipal	Máxima autoridad que existe en un municipio.
INDE	Instituto Nacional de Electrificación.
ITE	Informe de Transacciones Económicas.

Lámpara	Aparato de alumbrado que filtra y reparte la luz emitida por una o varias luminarias y que constituye el soporte, fijación y protección de estas.
LGE	Ley General de Electricidad.
MEM	Ministerio de Energía y Minas.
Municipalidad	Corporación integrada por un alcalde y varios concejales que se encarga de administrar y gobernar un municipio.
Municipio	Entidad local formada por los vecinos de un determinado territorio para gestionar autónomamente sus intereses comunes.
<i>spot</i>	Mercado al contado donde se compra y vende energía al instante con el precio actual.
Tasa municipal	Pago impuesto por un servicio municipal.

RESUMEN

El alumbrado público es un servicio municipal y dado que las municipalidades cuentan con autonomía, cada concejo municipal define los criterios y metodologías para el cobro de la tasa de alumbrado público. En el Municipio de Salcajá, Quetzaltenango, se ha aplicado como un cobro fijo en la factura de energía eléctrica a los usuarios, esto sin considerar la capacidad de pago de cada usuario, o si las condiciones de alumbrado público son las mismas para todos los usuarios en el municipio.

El objetivo de esta investigación fue diseñar un modelo para el cobro de la tasa municipal de alumbrado público con base en el consumo de energía eléctrica de los usuarios, para el Municipio de Salcajá, Quetzaltenango, para ello se identificaron los costos asociados al servicio, se calculó la correlación entre el consumo promedio de energía eléctrica de los usuarios y la cantidad de lámparas de alumbrado público por su ubicación, también se determinaron distintas tasas para los usuarios según el consumo y tarifa de estos, tomando como base el precio de la energía eléctrica para cada tarifa y el aporte del INDE para los usuarios que gozan de este subsidio.

La investigación posee una metodología con un diseño mixto, enfoque cuantitativo y alcance descriptivo, profundizando en un modelo para el Municipio de Salcajá con las condiciones actuales.

El principal resultado es un modelo para el cobro de la tasa municipal de alumbrado público, con base en el consumo de energía eléctrica de los usuarios regulados y grandes usuarios para el Municipio de Salcajá, el cual satisface los

costos asociados al servicio. Aunque el modelo fue específicamente diseñado para el Municipio de Salcajá, este puede ser adaptable a otros municipios.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El alumbrado público es un servicio municipal, por lo que cada municipalidad en Guatemala establece su propia tasa, sin embargo, esta es cobrada por las distribuidoras de electricidad en la factura de sus clientes como un servicio que le presta a las municipalidades donde brinda el servicio eléctrico, y cuyo monto les es trasladado a las municipalidades oportunamente.

Partiendo de lo anterior, se debe considerar individualmente cada municipio, pero no todos los municipios han realizado un análisis adecuado para establecer un modelo apropiado de dicho cobro.

- Contexto general

La tasa municipal de alumbrado público en el Municipio de Salcajá, Quetzaltenango, se ha aplicado como un cobro fijo en la factura de energía eléctrica a todos los usuarios, sin considerar su condición socioeconómica, capacidad de pago o si se cuenta con el servicio en donde se ubica el domicilio. Para algunos usuarios es un rubro que no representa un alto porcentaje del monto total facturado, no obstante, para otro grupo de usuarios con ingresos y/o consumos de energía eléctrica bajos, el aporte de este concepto es mayor a lo pagado por su consumo final de energía eléctrica.

Los hogares con bajos ingresos cuentan con el aporte a la tarifa social del Instituto Nacional de Electrificación (INDE); sin embargo, la tasa de alumbrado público está excluida de este aporte, lo cual se ve reflejado en el monto total de

la factura de energía eléctrica, causando inconformidades y resistencia de parte de los usuarios para realizar el pago de este servicio, generando conflictividad contra las distribuidoras y fomentando las conexiones ilegales en el país.

- Descripción del problema

En el siguiente diagrama se identifican algunas causas y consecuencias del problema central.

Figura 1.
Árbol de Problemas



Nota. Descripción grafica del problema central, causas y efectos. Elaboración propia, realizado con Canva.

- Formulación del problema

A continuación, se presentan las principales problemáticas que generaron la necesidad de realizar este estudio.

- Pregunta central

¿Cuál sería una manera más equitativa de establecer una tasa municipal de alumbrado público que considere las particularidades de la población en el Municipio de Salcajá, Quetzaltenango?

- Preguntas auxiliares

Para poder responder a esta interrogante se planteó las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cómo delimitar los costos asociados a esta tasa, únicamente para el alumbrado público?
- ¿Cuál es la correlación entre el promedio de consumo de energía eléctrica de los usuarios y la cantidad de lámparas de alumbrado público según su ubicación?
- ¿Cuál sería el porcentaje de la tasa de alumbrado público para los usuarios considerados en el aporte de la tarifa social del INDE?
- ¿Es posible considerar a los Grandes Usuarios en el cobro de la tasa de alumbrado público y cuál sería su porcentaje de aportación?

- Delimitación del problema

A continuación, se presenta la delimitación contextual, geográfica e histórica del problema de investigación.

- Delimitación contextual

El presente trabajo de investigación propone una metodología de cobro de la tasa de alumbrado público que considere los costos únicamente asociados a este servicio y en el consumo de los usuarios, para lo cual fue necesario estudiar y analizar aspectos propios de los habitantes de la Municipalidad de Salcajá, Quetzaltenango, como su patrón de consumo y gasto por el servicio de energía eléctrica, al igual, que los costos municipales para proveer y mantener el servicio de alumbrado público.

- Delimitación geográfica

El estudio se propone para la jurisdicción de la Municipalidad de Salcajá, del departamento de Quetzaltenango, Guatemala, considerando a los usuarios del servicio de energía eléctrica, tanto regulados como no regulados que se encuentren ubicados en este municipio.

- Delimitación Histórica

Con el fin de realizar la propuesta de modelo de cobro de la tasa municipal de alumbrado público, se analizarán los datos de consumo y costos de alumbrado público, aunado con el consumo de los usuarios durante el año 2022, para poder contar con los datos de un año calendario y que los mismos sean los más actualizados posible.

OBJETIVOS

General

Diseñar un modelo para el cobro de la tasa municipal de alumbrado público con base en el consumo de energía eléctrica de los usuarios, para el Municipio de Salcajá, Quetzaltenango.

Específicos

1. Identificar los costos asociados al servicio municipal de alumbrado público, su mantenimiento y expansión para el Municipio de Salcajá, Quetzaltenango.
2. Calcular la correlación entre el consumo promedio de energía eléctrica de los usuarios y la cantidad de lámparas de alumbrado público por su ubicación.
3. Establecer rangos de consumo y el porcentaje de cobro de la tasa municipal de alumbrado público para cada uno de estos rangos, utilizando como base la segmentación del aporte a la tarifa social del Instituto Nacional de Electrificación (INDE).
4. Determinar de acuerdo con su consumo, una tasa municipal de alumbrado público para los grandes usuarios instalados dentro del Municipio de la Salcajá, Quetzaltenango.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

El estudio posee un diseño mixto, no experimental, dado que, ciertas variables fueron analizadas y experimental, ya que otras variables si fueron manipuladas. El estudio tiene un corte longitudinal, ya que, se estudió la tendencia del consumo de los usuarios en un periodo de tiempo determinado. El enfoque es cuantitativo, teniendo un alcance descriptivo, ya que, se profundizo en un modelo para el municipio de Salcajá con las condiciones actuales.

La población en estudio fueron los grandes usuarios y usuarios regulados del servicio de energía eléctrica del municipio de Salcajá, las principales variables del estudio son:

- Consumo de Energía Eléctrica
- Costos Alumbrado Publico
- Tasa Municipal de Alumbrado Público

La primera fase consistió en la revisión documental del problema de investigación. En esta fase se recopiló y analizó diferentes investigaciones previas, propuestas de ley presentadas al Congreso de Guatemala y la normativa vigente que aplica al tema.

La segunda fase consistió en la recolección de información. En esta fase se recopiló la información necesaria para la investigación a través de las diferentes unidades de información pública.

La tercera fase consistió en la identificación de los costos asociados al servicio municipal de alumbrado público, para realizarlo se utilizó la información brindada por la Municipalidad de Salcajá y la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, excluyendo los costos que no están asociados al alumbrado público.

La cuarta fase consistió en calcular la correlación entre el consumo promedio de energía eléctrica de los usuarios y la cantidad de lámparas de alumbrado público por su ubicación, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson y los datos proporcionados por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

La quinta fase consistió en definir los rangos de consumo y porcentajes de cobro de la tasa municipal de alumbrado para cada uno de estos rangos, para realizarlo se utilizó como base el consumo de energía mensual promedio de los usuarios, su tarifa y el precio de la energía para cada una de las tarifas.

La sexta y última fase consistió en determinar una tasa municipal de alumbrado público para los grandes usuarios, con base en su consumo, para su efecto se analizó el consumo de energía de estos y se utilizó como base el precio de la energía en el mercado spot para definir la tasa.

INTRODUCCIÓN

La tasa municipal de alumbrado público es un tema que ha causado controversia en el interior del país, dado que no se cuenta con un instrumento regulatorio para el cobro de esta a nivel nacional, por lo que, cada municipalidad establece una metodología propia para realizar el cobro de este servicio, en el caso del municipio de Salcajá se tiene una cuota fija, siendo esta cobrada por medio de la distribuidora de electricidad, lo cual ha causado inconformidad en los usuarios, ya que, para algunos este cobro representa un porcentaje bastante alto del total de la factura del servicio de energía eléctrica, es por ello que en este estudio se planteará un modelo de cobro de esta tasa para dicho municipio, proponiendo que esta sea justa y equitativa para todos los usuarios, tomando como base el consumo de energía eléctrica de estos.

En el primer capítulo, se presentan los estudios previos que muestran la importancia de una correcta metodología de cobro del servicio, desde el punto de vista legal, así como el impacto económico que tienen estas para los usuarios. También se presentan propuestas de ley que han pretendido regular este cobro a nivel nacional con diferentes metodologías.

En el segundo capítulo, se muestra la historia del servicio de alumbrado público en Guatemala y las diferentes metodologías de cobro actuales, también se analiza el ámbito legal que respalda el cobro de este, así mismo se presenta la estructura actual de este servicio en el municipio de Salcajá. Por último, se detallan las diferentes tarifas que se tienen para los usuarios regulados, además de la Ley de Tarifa Social para el Suministro de Energía Eléctrica en Guatemala y el aporte del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) a esta tarifa.

En el tercer capítulo, se presenta la metodología empleada para desarrollar la investigación, se aborda las características del estudio, las variables analizadas y se detallan las fases en que fue subdividido el proceso para obtener los resultados, así mismo se detallan las técnicas utilizadas.

En el cuarto capítulo se realiza la presentación de los resultados obtenidos, se detallan los costos asociados al alumbrado público, la correlación entre el consumo promedio de energía eléctrica de los usuarios y la cantidad de lámparas de alumbrado público por su ubicación, también se detallan los rangos y tasas de alumbrado público calculadas para los usuarios regulados y la tasa de alumbrado público para los grandes usuarios.

En el quinto capítulo se discuten los resultados obtenidos, con base en los objetivos de la investigación, analizando el modelo planteado para el cobro de la tasa municipal de alumbrado público con base en el consumo de energía eléctrica de los usuarios, para el municipio de Salcajá, Quetzaltenango, dando así respuesta a las preguntas de investigación planteadas.

1. ANTECEDENTES

Actualmente existen trabajos de investigación que analizan la importancia legal de una correcta aplicación de la tasa municipal de alumbrado público, su impacto económico en los usuarios; así como, iniciativas de ley con propuestas de metodologías de cobro de dicha tasa, los cuales ayudarán como soporte para la presente investigación. A continuación, se mencionan el resumen de los estudios más importantes:

En su trabajo de investigación Romero (2016), muestra la importancia legal de establecer las tarifas de alumbrado público, partiendo desde un estudio técnico, para determinar las cuotas de alumbrado público en la república de Guatemala, mostrando la falta de capacidad que tienen las municipalidades para poder determinar el costo asociado a este servicio y la irresponsabilidad social que esto representa, derivado de la falta de fiscalización y legislación sobre este servicio. Presentando como solución un estudio técnico especializado con base en los costos de cada luminaria, para poder establecer las tasas por este servicio en los diversos municipios del país, contando con la autorización y fiscalización de esta tasa por parte de las comisiones respectivas.

Lau et al. (2016), presentaron la iniciativa de ley para suministrar alumbrado público por medio de una tarifa compartida, donde presentan las tasas actuales de este servicio como insostenibles, ya que son impuestas por las municipalidades de forma discrecional, generando que estas entidades establezcan tasas excesivas por este servicio, indicando que la Corte de Constitucionalidad ha decretado que estas tasas violan el artículo 239 de la Constitución Política de la República. Planteando como solución la creación de

una tarifa social compartida, donde el usuario pague únicamente el 25 % del valor de dicho servicio, viendo una reducción en el total de su factura del servicio, el otro 75 % estaría siendo cubierto por las municipalidades, las empresas distribuidoras y el Estado mediante un subsidio de consumo, de forma equitativa con un 1/3 cada uno.

Como solución a la problemática que ocasiona la falta de regulación en el tema Pirir (2017), expone la creación e importancia del arbitrio del consumo de alumbrado público en Guatemala, en donde debido a la falta de legislación vigente, que regule las tarifas para el cobro de este servicio, ha provocado que las autoridades fijen una propia. Adicionalmente, menciona que dicho cobro se considera inconstitucional desde sus inicios, debido a que las municipalidades lo incluyeron como una tasa en las facturas de energía eléctrica, pero por las características de las “tasas” esta no puede ser considerada una, agregando a ello que los usuarios deben pagarla hagan uso o no de este servicio. Finalmente, propone la creación de un arbitrio municipal de alumbrado público con base en el consumo de los usuarios, el cual debe ser decretado por el Congreso de la República.

En cuanto a el impacto económico que tiene la tasa del servicio de alumbrado público en los usuarios, González (2021) lo exhibe en dos municipios del departamento de San Marcos, comparando los dos tipos de tasas actuales: 1) como porcentaje del consumo y 2) porcentaje fijo. Además, identifica que lo recaudado en este rubro se invierte únicamente en el consumo de energía y en el mantenimiento de este servicio. Asimismo, evidencia que solo en uno de los dos municipios se cuenta con un plan de eficiencia energética, con el objetivo de reducir el consumo de energía del alumbrado público. Por último, concluye que el impacto económico del cobro de este servicio es mayor para los usuarios con una tasa fija, alcanzando en algunos casos, un valor del 75 % de la factura del

servicio de energía eléctrica, en comparación con los usuarios con una tasa porcentual al consumo.

Montepeque et al. (2022), presentaron una iniciativa de ley referente al arbitrio del alumbrado público municipal, con el objeto de resolver la problemática por las altas tasas de este servicio, generadas por la falta de regulación en el tema, en la que proponen una metodología en función al consumo de los usuarios, considerando principalmente la cantidad de usuarios por cada 100 lámparas en el municipio; más los rubros de expansión, mantenimiento y un porcentaje para compensar otros costos no contemplados o desviaciones en el cálculo. Dando como resultado un porcentaje de arbitrio a cobrar por la prestación de este servicio. Asimismo, para los usuarios con el beneficio del aporte a la tarifa social del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) establecen que se les aplique un porcentaje menor en 2.5 %, que al resto de usuarios en general.

2. MARCO TEÓRICO

Para diseñar un modelo para el cobro de la tasa municipal de alumbrado público es necesario definir algunos conceptos, aspectos regulatorios y la normativa vigente asociada a este cobro, obteniendo así un mejor panorama del problema y la manera de abordarlo, a continuación, se abordarán estos.

2.1. Servicio de alumbrado público

Es el servicio brindado en espacios públicos, para iluminar estas áreas cuando carece de iluminación natural, estando a disponibilidad de todas las personas que utilicen, circulen o transiten por estas áreas. Tiene como objeto proveer iluminación a los bienes no domiciliarios y de uso público como la vía pública, parques y aceras; los cuales son de libre circulación peatonal y vehicular.

2.1.1. Funciones del alumbrado público

La función principal de este servicio es proveer iluminación de tipo artificial a las áreas de uso común y ayudar a las personas a desarrollar sus actividades convencionales, durante las horas en las cuales no hay luz natural.

González (2021) indica que se puede definir las siguientes funciones básicas:

- Permitir la visibilidad de los espacios públicos.
- Ofrecer seguridad.

- Contribuir a la estética del municipio.

Por descrito anteriormente, es necesario planificar este servicio acorde a las exigencias y necesidades de cada municipio, y de esta manera brindar el servicio adecuadamente.

Este servicio debe prestarse principalmente en horario nocturno, porque es cuando hay ausencia de luz natural, aunque por algunas condiciones consideradas atípicas, como climáticas por mencionar alguna, este servicio puede ser brindado en cualquier horario según sea requerido.

2.1.2. Historia del servicio de alumbrado público en Guatemala

Padilla (2021) expone en su investigación, que ya en la época colonial por el año 1,811, la Capitanía General de Guatemala, solicitó al ayuntamiento que considerara el poder alumbrar la ciudad con faroles y candelas. El 2 de agosto de 1840, se conoce de una gestión para establecer alumbrado público con faroles y velas, debido a los altos índices de criminalidad. El 22 de octubre de 1841, se creó la primera Ley de alumbrado público, esta consistía en iluminar las principales calles y avenidas de la ciudad capital por medio de faroles.

2.1.3. Evolución histórica de la tasa de alumbrado público en Guatemala

Gonzalez (2021), indica en que el Código Municipal de 1957, se establecía al municipio, como el responsable de prestar determinados servicios públicos, confiriéndole a la municipalidad la facultad de establecer tanto tasas como contribuciones; además de proponer arbitrios al Organismo Ejecutivo, los cuales debían ser presentados con iniciativa de ley al Congreso. En ese entonces la

cuota a pagar por el servicio se consideraba un arbitrio, y de conformidad con el artículo 235 de la Constitución de 1965, las municipalidades solicitaban autorización al Organismo Ejecutivo, para hacer el cobro de dichos arbitrios.

En 1985 se emitió la Constitución Política de la Republica de Guatemala (1985), estableciendo en el artículo 239, que: “corresponde con exclusividad al Congreso, decretar impuestos ordinarios y extraordinarios, arbitrios y contribuciones especiales” (p.60).

En 1988, se publica un nuevo Código Municipal (1988), en el que se indicaba que el municipio era el responsable de prestar determinados servicios públicos, y facultaba a la municipalidad para establecer, tanto tasas como contribuciones, incluso proponer arbitrios, contrario a lo establecido en el artículo 239 de la Constitución, por lo que, las municipalidades decidieron llamar como “tasa”, a la cuota que los vecinos debían pagar por el alumbrado público, y de esa manera tener la competencia de poder establecerla.

En el año 2002 se publica el actual Código Municipal (2002), en el que se establece que todos los servicios municipales son competencia propia del municipio, indicando que estas tienen la facultad de establecer tasas por estos servicios.

2.1.4. Metodologías de cobro por servicio de alumbrado público actualmente en Guatemala

Dado que cada municipalidad cuenta con una autonomía, cada concejo municipal define los criterios y metodología a implementar para cobrar la tarifa de alumbrado público; es por ello que, esta varía según cada municipalidad,

actualmente en Guatemala se utilizan tres metodologías para realizar el cobro, las cuales son:

2.1.4.1. Por porcentaje

En esta metodología se realiza un cobro proporcional al consumo mensual de energía eléctrica del usuario, cobrado en la factura del servicio de energía eléctrica.

2.1.4.2. Costo fijo

En esta metodología, se determina un valor fijo a cobrar por el servicio de alumbrado público, este es cobrado a todos los usuarios de forma mensual en la factura del servicio de energía eléctrica.

2.1.4.3. Escalonados según rangos de consumo

Este es el de más reciente aplicación según el Acuerdo Municipal 12-2021 de la Municipalidad de Cobán (2021), en este se establecen rangos de consumo de energía eléctrica mensual y una tasa fija para cada uno de estos rangos, el cual es cobrado en la factura del servicio de forma mensual.

2.2. Tasa de alumbrado público desde el ámbito legal

Ya que actualmente en Guatemala, no existe ningún instrumento regulatorio de aplicación general para determinar la cuota a cobrar en concepto de alumbrado público, se deben desarrollar ciertos conceptos para conocer con que fundamentos se origina y así poder entender la aplicación de esta.

2.2.1. Entidades

Es importante conocer a los principales entes, que de alguna forma intervienen en este cobro; así como, las leyes y/o acuerdos que les brindan participación a estos.

2.2.1.1. Municipalidades

Municipalidad es el término por el que se hace referencia a los municipios dentro del ámbito jurídico, es la entidad que representa legalmente al municipio. En el Código Municipal (2002), se define a un municipio como, la unidad básica de organización territorial del estado, estando este determinado por un territorio específico; así también, define que el gobierno municipal será desempeñado por el Concejo Municipal.

En la Constitución Política de la República de Guatemala (1985), en el artículo 253 se indica: “Los municipios de la República de Guatemala, son instituciones autónomas” (p.64). Estableciendo entre las funciones que les corresponde, se encuentran los servicios públicos municipales.

Con el objetivo de regular el funcionamiento de las municipalidades, se creó el denominado Código Municipal, decreto 12-2002, dicho código contiene la normativa con la que se rige el funcionamiento de las municipalidades. En el artículo 68 del Código Municipal (2002), incluye entre las competencias del municipio el servicio de alumbrado público, y en el artículo 72 establece que es el municipio el encargado de regular y prestar los servicios públicos municipales; así como, la determinación y cobro de tasas equitativas y justas, con el objetivo de satisfacer los costos de operación, mantenimiento, expansión y mejora de estos servicios.

2.2.1.1.1. Servicios públicos

En el Diccionario Municipal de Guatemala, Linares e Hidalgo (2013) definen un servicio público como: “Actividad orientada a la satisfacción de necesidades de interés general, regulada por el Derecho Público y prestada por la administración pública, de manera directa o indirecta” (p.282). También establece que este debe cumplir con ciertas características como: la continuidad y la regularidad.

Por lo que, según el Código Municipal, la municipalidad está obligada a brindar el servicio de alumbrado público; así como, establecer una tasa justa por este servicio que pueda satisfacer los costos del mismo.

2.2.1.2. Ministerio de Energía y Minas

En el artículo 3 de la Ley General de Electricidad (1996) se establece que:

El Ministerio de Energía y Minas, (...), es el órgano del Estado responsable de formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos relativos al subsector eléctrico y aplicar esta ley y su reglamento para dar cumplimiento a sus obligaciones. (p.4)

Este es el ente con mayor jerarquía en el subsector eléctrico del país, el cual podría velar por la iniciación de una regulación del servicio y elevar la propuesta al Organismo Ejecutivo del país.

2.2.1.3. Comisión Nacional de Energía Eléctrica

En el artículo 4 de la Ley General de Electricidad (1996) se establece que, es el ente responsable de emitir y velar porque se cumplan las distintas normativas concernientes al subsector eléctrico del país.

2.2.1.3.1. Autorización del cobro del servicio alumbrado público

En el artículo 96 del Reglamento de la Ley General de Electricidad (1997) se indica que: *“La Comisión podrá autorizar la inclusión de la tasa por alumbrado público cuando haya un acuerdo en este sentido entre el distribuidor y las municipalidades”* (p.50).

Sin embargo, en ningún artículo de esta ley o en su reglamento se hace mención que, entre las atribuciones de la Comisión este el definir una tarifa por el servicio, únicamente el de autorizar a el distribuidor de incluirlo en las facturas, siempre que se tenga un acuerdo entre este y la municipalidad.

2.2.1.3.2. Estimación del consumo mensual de energía del alumbrado público

Ya que entre las atribuciones de la Comisión está el emitir normativa, este ente publicó la Resolución CNEE 155-2018 (2018), resolución que hace referencia a la metodología a emplear, para estimar el consumo de energía de todo el sistema de alumbrado público y las instalaciones sin medición de energía, para poder aplicar este cálculo, es necesario realizar un inventario de todas las lámparas e instalaciones sin medición, como lo son las vallas publicitarias,

semáforos y otros, para luego clasificarlas por el tipo de lámpara y la potencia; por último, estimar el total del consumo de estas mediante una fórmula.

Regulando así la facturación que hace la Distribuidora de Electricidad a la municipalidad, por el concepto del consumo de energía del alumbrado público, más no el cálculo de la tasa que es cobrada al usuario.

2.2.1.4. Distribuidora de Electricidad

Esta entidad se encarga de distribuir la energía eléctrica a el usuario final, siendo para este estudio las luminarias de alumbrado público, realizando el cobro por el concepto del consumo energía del alumbrado público a las municipalidades.

Y como se describió en el apartado anterior, estas pueden incluir en su facturación el cobro de la tasa de alumbrado público, cuando se tenga un acuerdo con la municipalidad respectiva y que en virtud de este acuerdo la Comisión lo haya autorizado.

2.2.2. Tributos

En el artículo 9 del Código Tributario (1991), define a los tributos como: “las prestaciones comúnmente en dinero que el Estado exige en ejercicio de su poder tributario, con el objeto de obtener recursos para el cumplimiento de sus fines” (art.9). Y en el artículo 10 indica que: “son tributos los impuestos, arbitrios, contribuciones especiales y contribuciones por mejoras” (Código Tributario, 1991, art.10).

2.2.2.1. Impuesto

En el artículo 11 del Código Tributario (1991) se define al impuesto como: “el impuesto es el tributo que tiene como hecho generador una actividad estatal general no relacionada concretamente con el contribuyente” (art.11).

2.2.2.2. Arbitrio

En el artículo 12 del Código Tributario (1991) se define al arbitrio como: “el impuesto decretado por ley a favor de una o varias municipalidades” (art.12).

2.2.2.3. Contribuciones

En el artículo 13 del Código Tributario (1991), se define a la contribución especial como: “el tributo que tiene como determinante del hecho generador, beneficios directos para el contribuyente, derivados de la realización de obras públicas o de servicios estatales” (art.13). Y la contribución especial por mejoras como: “La establecida para costear la obra pública que produce una plusvalía inmobiliaria y tiene como límite para su recaudación, el gasto total realizado y como límite individual para el contribuyente, el incremento de valor del inmueble beneficiado” (Código Tributario, 1991, art.13).

2.2.3. Tasa

En Código Tributario no incluye a la tasa como un tributo, y según los conceptos abordados en los párrafos anteriores, existe cierta discrepancia para poder considerar al cobro del alumbrado público como un tributo, ya que estos son definidos por el Estado, además que, en Guatemala, no se cuenta con una definición legal de la tasa.

Para la realización de esta investigación se tomará fundamento para establecer el concepto de la tasa en el expediente No. 259-93 emitido por la Corte de Constitucionalidad (1995), donde se indica que:

La tasa es el tributo cuya obligación tiene como hecho generador la prestación efectiva o potencial de un servicio público individualizado en favor del contribuyente; considerándose como elemento esencial del tributo tasa, que su producto se destine a la necesidad del servicio público que constituye la causa jurídica de la obligación. (p.4)

Y en el expediente No. 5572-2016 emitido por la Corte de Constitucionalidad (2020), donde se indica que: “La tasa es semejante al impuesto pues lleva implícita la coerción sobre el que esté obligado a pagarla, en la medida en que se constituya como beneficiario -directo o indirecto- del servicio” (p.10). Otro aspecto importante que resaltar de este expediente, es que hace mención que la Corte Constitucional, ya ha hecho distinción que servicios pueden ser objetos de este cobro, estando incluido entre estos el alumbrado público, haciendo mención también a dos tipos de tasas según el beneficio que se obtenga de este, pudiendo ser este un beneficio individual o colectivo.

Con base en los expedientes anteriormente mencionados, se puede decir que la tasa del servicio municipal de alumbrado público tiene un beneficio colectivo para todas las personas municipio, teniendo ésta un pago de carácter obligatorio para poder sufragar los costos de este.

2.3. Estructura actual del servicio municipal de alumbrado público en Salcajá

Salcajá es un municipio perteneciente al departamento de Quetzaltenango, ubicado en el altiplano de la República de Guatemala, cuenta con una extensión territorial de 12 kilómetros cuadrados. En el Plan de Ordenamiento Territorial Salcajá, Quetzaltenango (2020), se define la división territorial del municipio la cual se conforma de la siguiente manera: en el área urbana se encuentra la Zona 1, Zona 2, Zona 3, Zona 4 y Zona 5; y en el área rural se encuentra Cantón Curruchique, Caserío El Tigre, Cantón Marroquín, Aldea Santa Rita y Baños de San Juan.

Según Mendoza (2016), indica que, se tiene un 96 % de cobertura del servicio, el 4 % es por falta de infraestructura, es importante mencionar el porcentaje de cobertura del servicio de energía eléctrica en los hogares, ya que, el alumbrado público utiliza comúnmente las instalaciones de las distribuidoras, así como el servicio. En el XII Censo de Población y VII de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística (2018), indica que 98 % de los hogares del municipio cuentan con el servicio de energía eléctrica.

2.3.1. Unidad de mantenimiento de alumbrado público

Según el Manual de Organización Municipal de la Municipalidad de Salcajá (2008), cuenta en su estructura organizativa con la Unidad de Mantenimiento de Alumbrado Público, entre sus funciones se encuentra el elaborar y ejecutar el programa de mantenimiento, coordinar con las organizaciones que realiza actividades afines a este servicio, gestionar las mejoras y expansiones del servicio, para este último indica que se debe de llevar un control de las áreas sin cobertura, de los planes para la ampliación y mejora

del servicio. Esta unidad está a cargo del Departamento de Servicios Públicos Municipales, siendo El Concejo Municipal el órgano superior de todos los asuntos municipales.

2.3.2. Metodología de cobro por servicio del alumbrado público actualmente

La tasa por el servicio es recaudada a través de la distribuidora en la factura del servicio de energía eléctrica, según el Informe Estadístico Gerencia de Tarifas (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2021), la metodología de cobro actual es por un monto fijo, siendo este de Q40.50. Bolaños (2020) en su artículo indica que, debido a una inversión de cuatro millones de quetzales para la sustitución de las luminarias convencionales por unas más eficientes, se decidió mantener la metodología de cobro, para poder recuperar la inversión con lo ahorrado en el consumo mensual de energía.

2.4. Tarifas del servicio de energía eléctrica

Los usuarios del servicio de energía eléctrica se pueden diferenciar en tres grandes grupos: 1) Usuarios con servicio en baja tensión y una potencia demandada menor a 11 kW, 2) Usuarios con servicios en baja o media tensión con potencia demanda superior a 11 kW y 3) Usuarios con servicios en baja o media tensión que ostentan la calidad de Gran Usuario.

Los dos primeros grupos de usuarios son regulados para los cuales en el artículo 4 de la Ley General de Electricidad (1996), se establece que la Comisión Nacional de Energía Eléctrica es la encargada de definir las tarifas y la metodología empleada para el cálculo de estas.

Para los usuarios que cuentan con servicios en baja tensión y una potencia menor a 11 kW, se definen las tarifas para este período de estudio en la Resolución CNEE 114-2023 (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2023) y Resolución CNEE 115-2023 (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2023) siendo las siguientes:

- Baja Tensión Simple (BTS).
- Baja Tensión Simple Social (BTSS).
- Baja Tensión Simple Horaria (BTSH).
- Baja Tensión Simple Autoprodutores (BTSA).

El cobro en estas tarifas está compuesto por un cargo fijo por usuario y un cargo por la energía utilizada. Para la tarifa Baja Tensión Simple Horaria (BTSH) se mide la energía por banda horaria teniendo un precio diferente para cada banda, para la tarifa Baja Tensión Simple Autoprodutores (BTSA) se mide la diferencia entre la energía que el usuario inyecta a la red y la que demanda de la misma.

Para los usuarios que cuentan con servicios en baja o media tensión y una potencia entre 11 kW y 100 kW, se definen las tarifas para el período en estudio en la Resolución CNEE 114-2023 (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2023) siendo las siguientes:

- Baja Tensión con Demanda en Punta (BTDp).
- Baja Tensión con Demanda Fuera de Punta (BTDfp).
- Baja Tensión Horaria con Demanda (BTHD).
- Baja Tensión con Demanda en Punta Autoprodutores (BTDpA).
- Baja Tensión con Demanda Fuera de Punta Autoprodutores (BTDfpA).
- Media Tensión con Demanda en Punta (MTDp).

- Media Tensión con Demanda Fuera de Punta (MTDfp).
- Media Tensión Horaria con Demanda (MTHD).
- Media Tensión con Demanda en Punta Autoproductores (MTDpA).
- Media Tensión con Demanda Fuera de Punta Autoproductores (MTDfpA).

El cobro en estas tarifas está compuesto por un cargo fijo por usuario, un cargo por la energía demandada, un cargo por potencia contratada y un cargo por la potencia máxima demandada. Para las tarifas horarias con demanda se tienen estos cargos por banda horaria teniendo un precio diferente para cada banda, para las tarifas de los usuarios autoproducidos se mide la diferencia entre la energía que el usuario inyecta a la red y la que demanda de la misma.

Los grandes usuarios son aquellos que demandan una potencia de al menos 100 kW, estos deben de estar debidamente registrados en el Ministerio de Energía y Minas. Estos pueden participar en el mercado de diferentes formas, por medio de una comercializadora que los represente o participando ellos directamente en el mercado. Los cobros para estos son más detallados y dependerá también del tipo de compra que realicen, ya que estos pueden comprar directamente al mercado *spot* o por medio de un contrato en donde se definen las condiciones y precios por el servicio.

2.4.1. Ley de Tarifa Social para el Suministro de Energía Eléctrica en Guatemala

En el año 2000 el Congreso de la República de Guatemala emite el Decreto 96-2000, el cual establece la Ley de Tarifa Social para el Suministro de Energía Eléctrica en Guatemala (2001), en esta se considera que los estratos más pobres de la población se ven afectados por altos costos de producción de

la energía eléctrica, por lo que, se autoriza la creación de una tarifa social dirigida a los usuarios con consumos de energía eléctrica de hasta 300 kWh.

En Ley de Tarifa Social para el Suministro de Energía Eléctrica en Guatemala (2001), se establece que la Comisión Nacional de Energía Eléctrica deberá de establecer la normativa, metodología y procedimiento necesarios para la implementación de la tarifa social. También se indica que las empresas distribuidoras deberán de realizar una licitación abierta para la compra de energía y potencia cuyo objeto sea satisfacer la demanda de los usuarios de la tarifa social.

2.4.2. Aporte del Instituto Nacional de Electrificación a la tarifa social

El Instituto Nacional de Electrificación (INDE) otorga un subsidio a los usuarios que se encuentran en la tarifa social, desde 1999 el apoyo se ha brindado a los usuarios que demandan hasta 88 kWh, para realizarlo el Instituto Nacional de Electrificación eroga los fondos requeridos para aplicar el subsidio directamente en la factura del usuario, este beneficio no está sujeto a ninguna disposición legal, esto se da debido a la autonomía de la institución.

En el año 2023 el Congreso de la República de Guatemala emite el Decreto 1-2023, en el cual se establece la Ley de Fortalecimiento al Aporte Social de la Tarifa Eléctrica (2023), en esta se da la autorización temporal al Instituto Nacional de Electrificación para que brinde un apoyo a los usuarios que demandan entre 88 kWh y 125 kWh, para ello se le otorga una ampliación presupuestaria.

La estructura del aporte del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) a la tarifa social es escalonada según rangos de consumo, los rangos y aportes se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1.

Estructura del aporte a la tarifa social del INDE

Rango	Aporte del INDE a la tarifa social
0-60 kWh	Q1.32
60-88kWh	Q0.90
88-125kWh	Q0.82

Nota. Detalle de la estructura del aporte a la tarifa social del INDE. Elaboración propia, realizado con Excel.

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación se describe a continuación.

3.1. Características del estudio

Las principales características de la metodología del estudio se describen a continuación.

3.1.1. Diseño

El estudio posee un diseño mixto, no experimental, dado que, se recolectaron y analizaron los datos del consumo de energía eléctrica de los usuarios regulados y grandes usuarios, los costos del servicio de alumbrado público. Así como un diseño experimental, proponiendo una metodología de cobro de la tasa de alumbrado público en función a los diferentes rangos de consumo de los usuarios tanto regulados como no regulados, así como de los costos asociados a dicho servicio. Por otra parte, el estudio tiene un corte longitudinal, ya que, se estudió la tendencia del consumo de los usuarios en un periodo de tiempo determinado.

3.1.2. Enfoque

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, analizando los costos municipales asociados al servicio de alumbrado público y los rangos de consumo de todos los usuarios del Municipio de Salcajá, Quetzaltenango.

3.1.3. Alcance

El alcance de la presente investigación es proponer un modelo para establecer la tasa de alumbrado público a los usuarios del Municipio de Salcajá, Quetzaltenango, que considere sus patrones de consumo, así como aquellos renglones en el presupuesto municipal destinados únicamente a este servicio, y que permita a la municipalidad proveerlo con eficiencia y calidad.

3.2. Unidad de análisis.

La población en estudio fueron los grandes usuarios y usuarios regulados del servicio de energía eléctrica del municipio de Salcajá, específicamente el consumo de energía de estos, la tarifa en que se encuentran y los costos asociados al servicio de alumbrado público en dicho municipio.

3.3. Variables

A continuación, se describen las variables que fueron utilizadas, clasificadas por tipo y su nivel de medición.

Tabla 2.

Tipos de variables

Variable	Tipo	Nivel de medición
Tasa Municipal de Alumbrado Público	Numérica, continua	Razón
Costos Alumbrado Público	Numérica, continua	Razón
Lámparas por Usuario	Numérica, continua	Razón
Usuarios del Servicio de Energía Eléctrica	Numérica, discreta	Razón
Tarifa	Categoría, politómica	Ordinal
Gran Usuario	Numérica, discreta	Razón
Consumo de Energía Eléctrica	Numérica, continua	Razón

Nota. Descripción de variables utilizadas. Elaboración propia, realizado con Excel.

3.4. Fases de desarrollo de la investigación

A continuación, se presenta la secuencia del desarrollo de la investigación, agrupadas en 6 fases:

3.4.1. Fase 1: Revisión documental

Se recopiló y analizó diferentes investigaciones previas e informes asociados al impacto económico de la tasa de alumbrado público y la importancia de una correcta aplicación; así como, las propuestas de ley presentadas al Congreso de Guatemala que tuvieron como objetivo la regularización de este cobro, al igual que la normativa vigente en donde se describe la metodología para estimar el consumo de energía eléctrica del alumbrado público.

Esta revisión se realizó con el objetivo de observar cómo se ha abordado el problema, verificar las soluciones que se han planteado para la regulación de

este servicio, revisar la normativa vigente sobre el tema, otorgando así un mejor panorama del problema, logrando definir la manera de abordarlo.

3.4.2. Fase 2: Recolección de información

A través de las diferentes unidades de información pública se solicitó a la Municipalidad de Salcajá, los costos asociados al servicio de alumbrado público; a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) los datos de consumo mensual todos los usuarios registrados en el municipio de Salcajá para el año 2022, el listado con la ubicación y consumo de las luminarias de alumbrado público registradas en el municipio; y, al Ministerio de Energía y Minas (MEM), los datos de los grandes usuarios registrados en el municipio de Salcajá.

Por medio de la página web Oficina Digital de la Distribuidora de Electricidad de Occidente S.A., utilizando el número de identificación de suministro, se validó el tipo de tarifa para cada uno de los usuarios proporcionados por la CNEE, así mismo, se validó si se encontraban activos o inactivos.

En la paginada web Resultado de la Operación del Administrador del Mercado Mayorista se consultaron los Informes de Transacciones Económicas (ITE), obteniendo el consumo mensual del gran usuario registrado en el municipio de Salcajá; asimismo, se consultó el reporte de los precios *spot* del 2022, para calcular el precio promedio anual.

3.4.3. Fase 3: Identificación de los costos asociados al servicio municipal de alumbrado público

Con los datos proporcionados por la Municipalidad de Salcajá se analizaron los costos asociados a la unidad de mantenimiento del alumbrado público y los costos asociados a los materiales para la expansión y mantenimiento.

Dado que la municipalidad paga a la distribuidora de electricidad no solo el consumo del alumbrado público, sino que se incluye en la factura el consumo de las bombas de agua y edificios municipales, se procedió a identificar únicamente los costos asociados al alumbrado público. Para lo cual se utilizó como referencia el consumo mensual de todo el parque del alumbrado público provisto por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), el cual fue calculado utilizando la metodología autorizada por la misma entidad.

Para estimar el costo mensual asociado al consumo de energía del alumbrado público se utilizó como referencia el valor por la energía eléctrica establecido en el pliego tarifario para el alumbrado público, siendo este de: Q2.260746 por kWh sin IVA según la Resolución CNEE 114-2023.

Adicionalmente, con la información de las lámparas instaladas en el municipio provista por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) se analizó la cantidad de lámparas instaladas por tipo de tecnología y el consumo de energía que representa cada tecnología.

3.4.4. Fase 4: Cálculo de la correlación entre el consumo promedio de energía eléctrica de los usuarios y la cantidad de lámparas de alumbrado público por su ubicación

Para determinar el coeficiente de correlación entre el consumo promedio de energía eléctrica y la cantidad de lámparas, ambas por usuario, se utilizó como referencia las áreas establecidas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Municipio del Salcajá, estableciendo así diferentes ratios de lámparas por usuario y consumo promedio de los usuarios en las diferentes áreas.

Con los datos proporcionados por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica se logró establecer la cantidad de usuarios por área, así como sus consumos mensuales promedio. Es importante mencionar que se descartaron todos los usuarios que se encontraban con el servicio inactivo y a los usuarios con servicios de baja y media tensión con demanda, ya que estos generan un sesgo en el consumo promedio de cada área, debido al uso que le dan a la energía y la demanda que poseen.

Por medio del listado de lámparas instaladas en el municipio de Salcajá se determinó la cantidad en cada área y se calculó el ratio de lámparas por usuario.

Para establecer la correlación entre la cantidad de lámparas por usuario y el consumo promedio de los usuarios en cada una de las áreas, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, el cual se calculó por medio de la siguiente ecuación:

Ecuación 1

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(x_i - \bar{x})^2(y_i - \bar{y})^2}}$$

Donde:

- r = Coeficiente de correlación de Pearson, adimensional.
- x_i = Los valores del consumo de energía de cada una de las áreas, kWh.
- \bar{x} = Promedio del consumo de energía de todas las áreas, kWh.
- y_i = Los valores de la cantidad de lámparas por usuario de cada una de las áreas, unidad/usuario.
- \bar{y} = Promedio de la cantidad de lámparas por usuario de las áreas.

El coeficiente de correlación de Pearson nos sirve para medir el grado de relación entre 2 variables, este coeficiente puede tomar un rango de valores de +1 a -1, el signo nos indica el tipo de relación que existe entre estas, si este es negativo indica que se tiene una relación inversamente proporcional, mientras que el signo positivo indica una relación directamente proporcional. El valor absoluto del coeficiente mide el grado de correlación entre las 2 variables, Sampieri, Collado y Lucio (2014), establecen rangos de valores y la interpretación de estos, los cuales se listan a continuación:

- De 0 a 0.10 = Correlación nula.
- De 0.10 a 0.50 = Correlación débil.
- De 0.50 a 0.75 = Correlación media.
- De 0.75 a 0.90 = Correlación considerable.
- De 0.90 a 1 = Correlación muy fuerte.

3.4.5. Fase 5: Definición de rangos de consumo y porcentajes de cobro de la tasa municipal de alumbrado para cada uno de estos rangos

Para definir los rangos de consumo, primero se segmentaron a los usuarios según su tarifa. Para definir el primer rango se utiliza como base la Ley de la Tarifa Social para el Suministro de Energía Eléctrica (2001), la cual establece que todos los usuarios regulados que consumen menos de 300 kWh se beneficiaran aplicando a la tarifa de Baja Tensión Simple Social, mientras que los usuarios que consuman más de lo indicado se incluirán en la tarifa de Baja Tensión Simple o en su defecto, la tarifa que ellos requieran.

Para definir los rangos de los usuarios en la tarifa Baja Tensión Simple Social (BTSS) se utiliza como base el aporte a la tarifa social del Instituto Nacional de Electrificación (INDE). Para las tarifas de baja y media tensión con demanda no se definieron rangos, ya que de esa manera es más practica la aplicación del modelo para la distribuidora de electricidad, los rangos y tarifas definidas se describen en la tabla 3.

Tabla 3.

Rangos y tarifas

Tarifa	Rango
BTSS	0-60 kWh
BTSS	60-88kWh
BTSS	88-125kWh
BTSS	125-300kWh
BTS	> 300kWh
BT con Demanda	No Definido
MT con Demanda	No Definido

Nota. Detalle de los rangos y tarifas definidas para el modelo. Elaboración propia, realizado con Excel.

Por medio de los datos proporcionados por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) se estableció el consumo mensual promedio de cada usuario, se segmentaron según los rangos y tarifas establecidas, determinando el consumo mensual promedio de energía para cada uno de los rangos y tarifas, los cuales se describen en la tabla 4.

Tabla 4.*Consumo de energía de cada rango y tarifa*

Tarifa	Rango	Consumo mensual promedio
BTSS	0-60 kWh	95,610 kWh
BTSS	60-88 kWh	119,393 kWh
BTSS	88-125 kWh	143,467 kWh
BTSS	125-300 kWh	276,155 kWh
BTS	> 300 kWh	195,629 kWh
BT con Demanda	No Definido	121,523 kWh
MT con Demanda	No Definido	41,001 kWh
Total		992,777 kWh

Nota. Detalle de los consumos de energía eléctrica mensual promedio de cada rango y tarifa. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para definir la tasa municipal de alumbrado público se utilizó como base el precio de la energía eléctrica para cada uno de los rangos y tarifas aplicadas. Asimismo, se analizó los precios por kWh para cada uno de estos, considerando el aporte a la tarifa social del Instituto Nacional de Electrificación en los que aplica y se determinó que la tarifa BTS es la que tiene el precio más alto por la energía. Finalmente, se estableció la relación del precio de la energía de los rangos y tarifas respecto al precio de la tarifa Baja Tensión Simple.

Tabla 5.*Relación del precio de la energía respecto a la tarifa BTS*

Tarifa	Rango	Precio por kWh	Relación respecto a la tarifa BTS
BTSS	0-60 kWh	Q 0.98	0.38
BTSS	60-88kWh	Q 1.46	0.56
BTSS	88-125kWh	Q 1.54	0.59
BTSS	125-300kWh	Q 2.46	0.94
BTS	> 300kWh	Q 2.61	1.00
BT con Demanda	No Definido	Q 1.61	0.62
MT con Demanda	No Definido	Q 1.43	0.55

Nota. Detalle de relación del precio de la energía respecto a la tarifa BTS para cada rango y tarifa. Elaboración propia, realizado con Excel.

En la tabla anterior se detalla la relación del precio de la energía de los rangos y tarifas respecto al precio de la tarifa Baja Tensión Simple (BTS), en donde se observa que los usuarios que consumen de 0 a 60 kWh son lo que pagan menos por kWh, dado que cuentan con el mayor aporte a la tarifa social del Instituto Nacional de Electrificación (INDE), siendo el 38% del precio total que pagan los usuarios en la tarifa Baja Tensión Simple (BTS).

A partir de la relación del precio de la energía respecto al de la tarifa Baja Tensión Simple (BTS), se establecen los pesos para calcular la tasa de alumbrado público (T_{AP}) para cada uno de los rangos y tarifas, los cuales se describen en la tabla 6.

Tabla 6.

Pesos de la tasa de alumbrado público (T_{AP}).

Tarifa	Rango	Tasa de alumbrado público
BTSS	0-60 kWh	0.38 T_{AP}
BTSS	60-88kWh	0.56 T_{AP}
BTSS	88-125kWh	0.59 T_{AP}
BTSS	125-300kWh	0.94 T_{AP}
BTS	> 300kWh	1.00 T_{AP}
BT con Demanda	No Definido	0.62 T_{AP}
MT con Demanda	No Definido	0.55 T_{AP}

Nota. Detalle de los pesos para calcular la tasa de alumbrado público (T_{AP}) para cada uno de los rangos y tarifas. Elaboración propia, realizado con Excel.

También se valida que cuando se cobra la tasa de alumbrado público de forma porcentual al consumo, la distribuidora calcula el monto a pagar por ese concepto utilizando la tarifa BTS sin IVA, ya que este rubro está exento del aporte a la tarifa social del INDE y al ser un cobro a cuenta de terceros no se cobra el IVA sobre este monto.

Por lo que la ecuación que utiliza la distribuidora para realizar el cobro del alumbrado público es:

Ecuación 2

$$\text{Monto AP} = T_{AP} * T_{BTS} * \text{Consumo del Usuario}$$

Donde:

- Monto AP = monto a cobrar por concepto del alumbrado público, Q.
- T_{AP} = tasa de alumbrado público, adimensional.

- T_{BTS} = tarifa BTS sin IVA utilizada por la distribuidora para el cálculo de la tasa de alumbrado público de forma proporcional al consumo, $2.328409 \frac{Q}{kWh}$.

Teniendo en cuenta la ecuación No. 2 se determina la tasa de alumbrado público, y considerando que lo recaudado tiene que satisfacer los costos alumbrado público. Se propone igualar los costos promedio mensuales en los que incurre la municipalidad de Salcajá, con el aporte de los usuarios referente únicamente a este servicio, el cual se establece como la multiplicación de la tasa de alumbrado público por la sumatoria del consumo de energía por rango, multiplicado por la proporción de su tarifa respecto a la tarifa BTS sin IVA. Lo cual se representa como:

Ecuación 3

$$\begin{aligned} \sum \text{Costos AP} = T_{AP} * T_{BTS} * (& 0.38 * \sum CPM_{0-60} + 0.56 * \sum CPM_{60-88} + \\ & 0.59 * \sum CPM_{88-125} + 0.94 * \sum CPM_{125-300} + \sum CPM_{>300} + \\ & 0.62 * \sum CPM_{BT \text{ Demanda}} + 0.55 * \sum CPM_{MT \text{ Demanda}}) \end{aligned}$$

Donde:

- $\sum \text{Costos AP}$ = Sumatoria de los costos promedio mensuales asociados al alumbrado público, en quetzales.
- T_{AP} = Tasa de alumbrado público, adimensional.
- T_{BTS} = Tarifa BTS sin IVA utilizada por la distribuidora para el cálculo de la tasa de alumbrado público de forma proporcional al consumo, $2.328409 \frac{Q}{kWh} =$.

- $\sum CPM_{0-60}$ = Sumatoria del consumo mensual promedio de los usuarios en la tarifa de 0 a 60 kWh, en kWh.
- $\sum CPM_{60-88}$ = Sumatoria del consumo mensual promedio de los usuarios en la tarifa de 60 a 88 kWh, en kWh.
- $\sum CPM_{88-125}$ Sumatoria del consumo mensual promedio de los usuarios en la tarifa de 88 a 125 kWh, en kWh.
- $\sum CPM_{125-300}$ = Sumatoria del consumo mensual promedio de los usuarios en la tarifa de 125 a 300 kWh, en kWh.
- $\sum CPM_{>300}$ = Sumatoria del consumo mensual promedio de los usuarios en la tarifa de 300kWh o más, en kWh.
- $\sum CPM_{BT\ Demanda}$ = Sumatoria del consumo mensual promedio de los usuarios en la tarifa BT con Demanda, en kWh.
- $\sum CPM_{MT\ Demanda}$ = Sumatoria del consumo mensual promedio de los usuarios en la tarifa MT con Demanda, en kWh.

Resolviendo la ecuación:

Ecuación 4

$$\begin{aligned} \sum Costos AP &= T_{AP}(Q 1,724,597.90) \\ Q 218,568.08 &= T_{AP}(Q 1,724,597.90) \\ T_{AP} &= \mathbf{0.1267 = 12.67 \%} \end{aligned}$$

Al sustituir el valor de T_{AP} para cada rango y tarifa, se obtiene el valor de la tasa de alumbrado publica para cada uno de estos, las cuales se describen en la tabla 7.

Tabla 7.

Tasa de alumbrado público calculada para cada rango y tarifa.

Tarifa	Rango	Tasa de alumbrado público
BTSS	0-60 kWh	0.05
BTSS	60-88 kWh	0.07
BTSS	88-125 kWh	0.07
BTSS	125-300 kWh	0.12
BTS	> 300 kWh	0.13
BT con Demanda	No Definido	0.08
MT con Demanda	No Definido	0.07

Nota. Detalle de la tasa de alumbrado público calculada para cada rango y tarifa. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con las tasas obtenidas para cada rango y tarifa, se analiza la aplicación de estas para los datos de consumo mensual de los usuarios provistos por la Comisión, obteniendo los montos mensuales a recaudar por todos los usuarios del municipio, excluyendo de aplicación a los edificios y bombas de agua municipales, y verificando si estos ingresos satisfacen los costos asociados al servicio del alumbrado público del municipio de Salcajá.

Se calculó el porcentaje del consumo que representa la tasa actual para todos los usuarios del municipio, con el propósito de comparar y analizar las tasas propuestas en este trabajo de investigación.

3.4.6. Fase 6: Determinación de una tasa municipal de alumbrado público para los grandes usuarios, con base en su consumo

Con base en la información proporcionada por el Ministerio de Energía y Minas (MEM) se determinó que existe solo un gran usuario registrado en el

municipio y según los Informes de Transacciones Económicas (ITE) del Administrador del Mercado Mayorista se obtuvo su consumo mensual de energía para el año 2022, los cuales se describen en la tabla 8.

Tabla 8.

Consumo de energía del gran usuario

Mes	Consumo de energía
Enero	No Inscrito
Febrero	10,649.10 kWh
Marzo	47,255.08 kWh
Abril	43,039.15 kWh
Mayo	47,466.39 kWh
Junio	54,213.16 kWh
Julio	40,702.90 kWh
Agosto	44,881.55 kWh
Septiembre	39,107.60 kWh
Octubre	85,124.29 kWh
Noviembre	83,688.41 kWh
Diciembre	52,068.98 kWh
Total	548,196.60 kWh

Nota. Detalle del consumo de energía eléctrica del gran usuario. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con la información anterior, se determinó que el gran usuario consume mensualmente un promedio de 49,836.05 kWh, representando el 5% del total de consumo de energía eléctrica mensual del municipio. La tasa de alumbrado público del gran usuario no se incluirá en el modelo de la fase anterior, dado que la metodología de cobro de la tasa de alumbrado público no es la misma a la utilizada por la distribuidora para los demás usuarios. Por lo que esta servirá para compensar la variabilidad en los costos del alumbrado público, cuando estos sean superiores al promedio.

La tasa para el gran usuario se determinó estableciendo la relación del precio de la energía con respecto al precio de la tarifa Baja Tensión Simple. En los Informes de Transacciones Económicas del Administrador del Mercado Mayorista indica que el gran usuario participa en el mercado a través de una comercializadora, estando el precio por kWh establecido en un contrato confidencial, por lo que se utilizó como base el precio *spot* promedio del año 2022, el cual fue de 0.675977739 Q/kWh (con un tipo de cambio de 7.83379 Q/US\$, Banco de Guatemala, consultado el 14 de junio de 2023), obteniendo una relación de 0.26 con respecto a la tarifa Baja Tensión Simple.

Con la relación del precio de la energía respecto al precio de la tarifa Baja Tensión Simple, se estableció el peso para calcular la tasa de alumbrado público para el gran usuario siendo esta igual a $0.26 T_{AP}$, en donde el valor de la tasa de alumbrado público (T_{AP}) fue calculado en la fase 5 de este capítulo.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, considerando la metodología expuesta en el capítulo anterior, se presenta los resultados por cada objetivo del estudio.

4.1. Identificación de los costos asociados al servicio municipal de alumbrado público, su mantenimiento y expansión para el municipio de Salcajá, Quetzaltenango

Los costos mensuales de la unidad de mantenimiento del alumbrado público presupuestados por la municipalidad de Salcajá se detallan en la tabla 9.

Tabla 9.

Costos de la unidad de mantenimiento del alumbrado público

Mes	Costo unidad de mantenimiento del alumbrado público
Enero	Q 15,793.00
Febrero	Q 16,552.00
Marzo	Q 16,552.00
Abril	Q 16,552.00
Mayo	Q 16,552.00
Junio	Q 16,552.00
Julio	Q 30,991.00
Agosto	Q 15,824.00
Septiembre	Q 16,350.00
Octubre	Q 16,755.00
Noviembre	Q 16,552.00
Diciembre	Q 33,802.00
Total	Q 228,827.00

Nota. Detalle de los costos mensuales de la unidad de mantenimiento del alumbrado público. Elaboración propia, realizado con Excel.

La municipalidad de Salcajá indicó que durante el año 2022 invirtió en materiales para el mantenimiento y expansión Q 520,329.67, sin embargo, no proporcionó fechas puntuales de inversión, por lo que se dividió el monto total sobre doce, obteniendo así el gasto mensualizado de Q 43,360.81.

Los costos calculados del consumo de energía del alumbrado público, con base en los consumos de este proporcionados por la Comisión, se describen en la tabla 10.

Tabla 10.

Consumo de energía del alumbrado público y su costo

Mes	Consumo de energía del alumbrado público	Costo del consumo de energía del alumbrado público
Enero	66,710 kWh	Q168,776.00
Febrero	66,710 kWh	Q168,776.00
Marzo	60,254 kWh	Q152,443.00
Abril	61,651 kWh	Q155,977.00
Mayo	59,662 kWh	Q150,945.00
Junio	61,651 kWh	Q155,977.00
Julio	59,662 kWh	Q150,945.00
Agosto	61,651 kWh	Q155,977.00
Septiembre	61,651 kWh	Q155,977.00
Octubre	59,662 kWh	Q150,945.00
Noviembre	61,651 kWh	Q155,977.00
Diciembre	59,662 kWh	Q150,945.00
Total	740,577 kWh	Q1,873,660.00

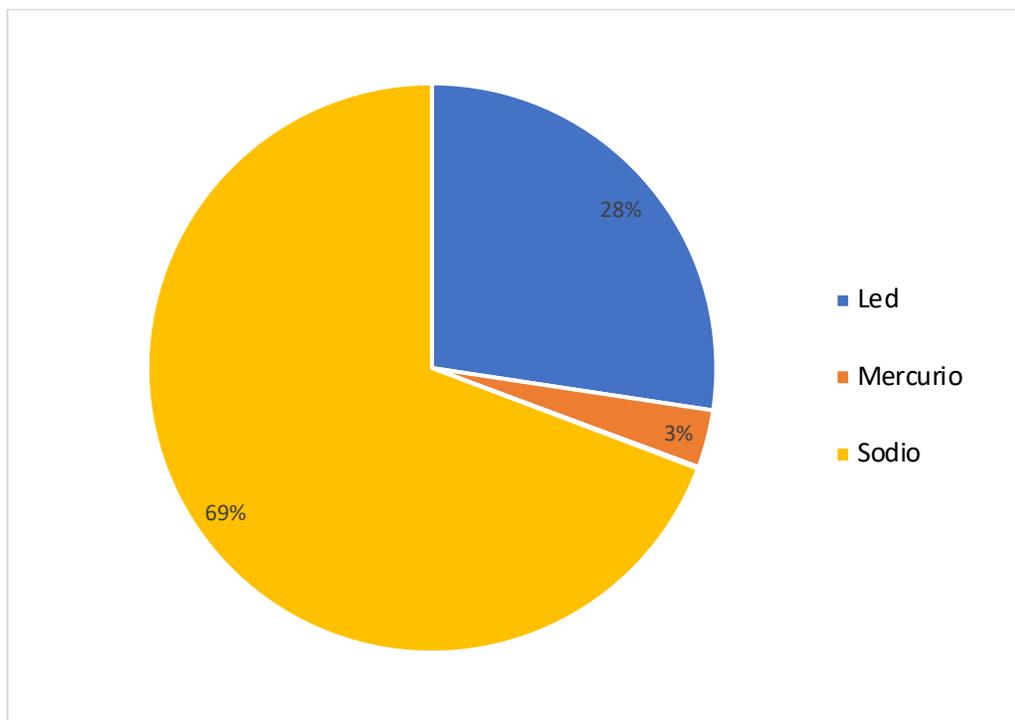
Nota. Detalle de los consumos mensuales de energía eléctrica del alumbrado público y sus costos. Elaboración propia, realizado con Excel.

El costo asociado al consumo de energía eléctrica del alumbrado público fue de Q1,873,659.81, representando el 71% del total de los costos anuales.

En el municipio de Salcajá se encuentran instaladas 2074 lámparas, para brindar el servicio de alumbrado público, las cuales son de diferentes tipos de tecnología, las cuales se expone en la figura 2.

Figura 2.

Lámparas instaladas por tipo de tecnología

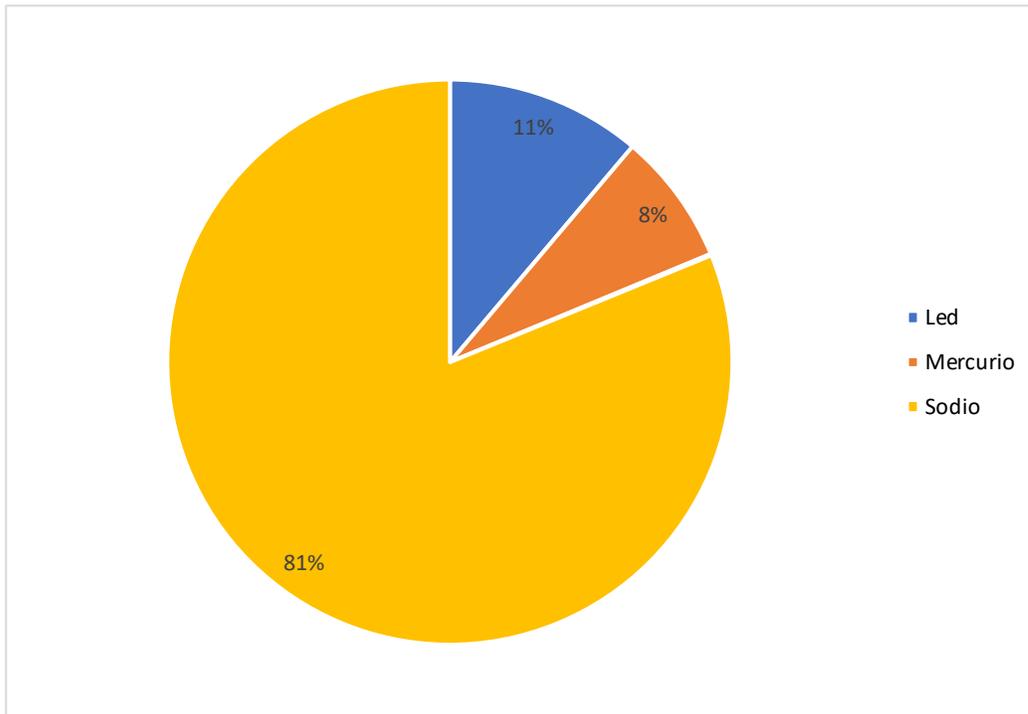


Nota. Descripción grafica de las lámparas instaladas por tipo de tecnología. Elaboración propia, realizado con Excel.

En la figura 3 se describe gráficamente el consumo de energía que representa cada tecnología, es importante hacer la comparación entre la cantidad de lámparas instaladas por tipo de tecnología y el consumo de energía que representan estas, ya que, de esa manera se puede analizar el comportamiento del consumo de alumbrado público.

Figura 3.

Consumo del alumbrado público por tipo de tecnología



Nota. Descripción grafica del consumo de energía del alumbrado público por tipo de tecnología. Elaboración propia, realizado con Excel.

La tabla 11, muestra los costos mensuales asociados al servicio municipal de alumbrado público, su consumo, mantenimiento y expansión para el municipio de Salcajá, Quetzaltenango.

Tabla 11.*Costos asociados al servicio de alumbrado público*

Mes	Costo del consumo de energía del alumbrado público	Costo unidad de mantenimiento del alumbrado público	Costo materiales, mantenimiento y expansión	Total de costos mensuales
Enero	Q168,776.00	Q15,793.00	Q43,361.00	Q227,930.00
Febrero	Q168,776.00	Q16,552.00	Q43,361.00	Q228,689.00
Marzo	Q152,443.00	Q16,552.00	Q43,361.00	Q212,356.00
Abril	Q155,977.00	Q16,552.00	Q43,361.00	Q215,890.00
Mayo	Q150,945.00	Q16,552.00	Q43,361.00	Q210,858.00
Junio	Q155,977.00	Q16,552.00	Q43,361.00	Q215,890.00
Julio	Q150,945.00	Q30,991.00	Q43,361.00	Q225,297.00
Agosto	Q155,977.00	Q15,824.00	Q43,361.00	Q215,162.00
Septiembre	Q155,977.00	Q16,350.00	Q43,361.00	Q215,688.00
Octubre	Q150,945.00	Q16,755.00	Q43,361.00	Q211,060.00
Noviembre	Q155,977.00	Q16,552.00	Q43,361.00	Q215,890.00
Diciembre	Q150,945.00	Q33,802.00	Q43,361.00	Q228,108.00
Total	Q1,873,660.00	Q228,827.00	Q520,330.00	Q2,622,817.00

Nota. Detalle de los costos mensuales asociados al alumbrado público. Elaboración propia, realizado con Excel.

Se determinó que la municipalidad gastó durante el año 2022 Q2,622,816.94, en total por los gastos asociados al alumbrado público, siendo en promedio Q218,568.08 mensuales.

4.2. Cálculo de la correlación entre el consumo promedio de energía eléctrica de los usuarios y la cantidad de lámparas de alumbrado público por su ubicación

Para brindar el servicio de alumbrado público dentro del municipio actualmente se cuenta con 2074 lámparas, la distribución de estas según las

áreas definidas en el Plan de Ordenamiento Territorial Salcajá, Quetzaltenango (2020) se describe en la tabla 12, la cantidad de usuarios activos en las tarifas Baja Tensión Simple y Baja Tensión Simple Social en el municipio es de 8262, la distribución de estos según las áreas definidas en el Plan de Ordenamiento Territorial se describe en la tabla 12.

Tabla 12.

Usuarios y lámparas por usuario de cada área

Área	Cantidad de usuarios	Promedio de consumo	Cantidad de lámparas	Lámparas por usuario
Baños San Juan	82	227.43 kWh	47	0.573
Curruchique	780	86.79 kWh	159	0.204
El Tigre	179	72.75 kWh	24	0.134
Marroquín	547	139.25 kWh	167	0.305
Santa Rita	903	79.60 kWh	163	0.181
Zona 1	1559	118.70 kWh	620	0.398
Zona 2	2007	84.48 kWh	331	0.165
Zona 3	892	87.01 kWh	186	0.209
Zona 4	939	100.52 kWh	227	0.242
Zona 5	374	150.35 kWh	150	0.401
Totales	8262		2074	

Nota. Detalle de la cantidad de usuario y lámparas por usuario en cada una de las áreas. Elaboración propia, realizado con Excel.

En la tabla 12 se muestra el promedio de consumo de los usuarios para cada área descrita en el Plan de Ordenamiento y la cantidad de lámparas por usuario en cada una de las áreas. Con lo cual se calculó el coeficiente de Pearson, dando un resultado de: + 0.95, entre el consumo promedio de los usuarios en cada área y la cantidad de lámparas por usuario.

4.3. Definición de rangos de consumo y porcentajes de cobro de la tasa municipal de alumbrado para cada uno de estos rangos.

Los rangos de consumo y los porcentajes de cobro de la tasa municipal de alumbrado público que se definieron para las tarifas Baja Tensión Simple y Baja Tensión Simple Social, con base en la tarifa de la energía eléctrica, se describen en la tabla 13.

Tabla 13.

Rangos definidos y tasa de alumbrado público

Tarifa	Rango	Tasa de Alumbrado Publico
BTSS	0-60 kWh	5%
BTSS	60-88kWh	7%
BTSS	88-125kWh	7%
BTSS	125-300kWh	12%
BTS	> 300kWh	13%

Nota. Detalle de los rangos definidos para las tarifas BTS y BTSS, y la tasa de alumbrado público para cada uno de estos. Elaboración propia, realizado con Excel.

Los porcentajes de cobro de la tasa municipal de alumbrado público que se definieron para las tarifas de baja y media tensión con demanda, con base en el precio de la energía eléctrica para cada uno de los estos se describen en la tabla 14.

Tabla 14.

Tasa de alumbrado público para las tarifas con demanda

Tarifa	Tasa de Alumbrado Publico
BT con Demanda	8%
MT con Demanda	7%

Nota. Detalle de la tasa de alumbrado público para las tarifas BT y MT con demanda. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para las tarifas de baja y media tensión con demanda no se definieron rangos de consumo dado que, estos no cuentan con alguna segmentación tarifaria por su consumo. Por lo que la división tarifaria es por otras variables como: el uso de la energía según la curva horaria, la potencia contratada, la demanda máxima, entre otros; que son variables que no son objeto de estudio de esta investigación, razón por la cual no fueron consideradas para realizar alguna segmentación de este tipo de usuarios.

Al aplicar las tasas de alumbrado público propuestas a los datos de consumo mensual de los usuarios provistos por la Comisión, se obtuvo los montos mensuales a recaudar por todos los usuarios del municipio, los cuales se describen en la tabla 15.

Tabla 15.

Estimación de recaudación utilizando el modelo propuesto

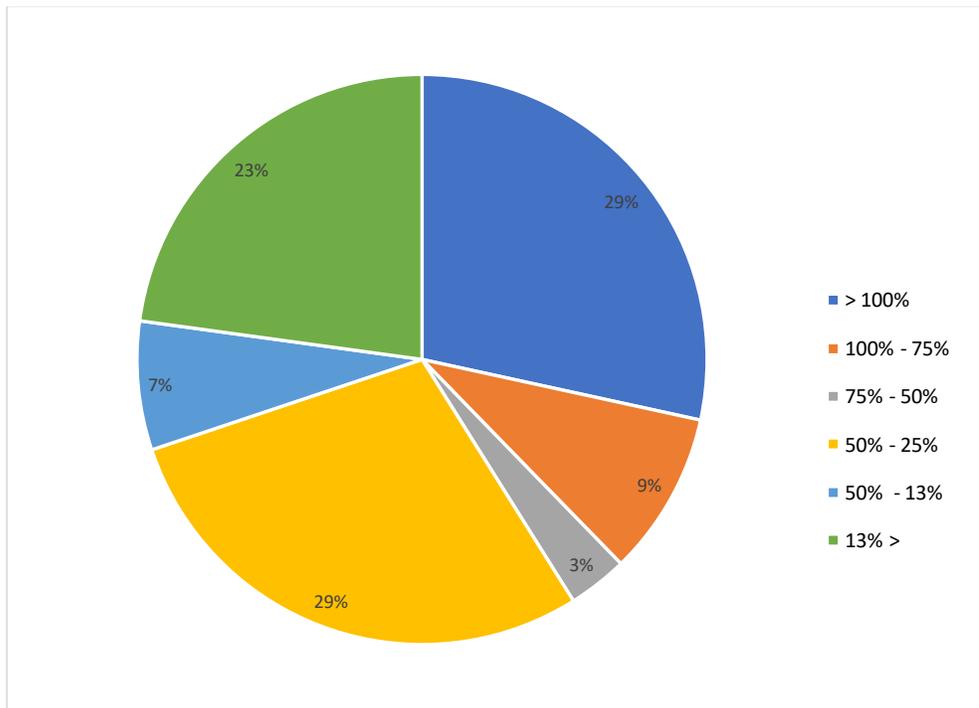
Mes	Monto Recaudado por Tasa de Alumbrado Publico
Enero	Q220,280.00
Febrero	Q218,384.00
Marzo	Q211,006.00
Abril	Q219,312.00
Mayo	Q199,136.00
Junio	Q219,254.00
Julio	Q222,661.00
Agosto	Q223,334.00
Septiembre	Q227,997.00
Octubre	Q236,681.00
Noviembre	Q217,437.00
Diciembre	Q214,605.00
Total	Q2,630,085.00

Nota. Cálculo de los montos a recaudar mediante la aplicación del modelo propuesto, para los consumos de los usuarios durante el año 2022. Elaboración propia, realizado con Excel.

Actualmente en el municipio de Salcajá, se tiene una tasa fija de Q40.55 para todos los usuarios, se calculó el porcentaje del consumo que representa esta para los usuarios del municipio, la distribución de este porcentaje se describe gráficamente en la figura 4.

Figura 4.

Análisis de la tasa actual y el consumo de los usuarios



Nota. Descripción grafica del porcentaje que representa la tasa de alumbrado público actual del consumo de energía de los usuarios. Elaboración propia, realizado con Excel.

En la figura 4 se muestra que solo a el 23% de los usuarios la tasa de alumbrado público actual les representa el 13% o menos del consumo de energía eléctrica; el 29% de los usuarios pagan más o lo mismo por alumbrado público que por el consumo de energía eléctrica.

4.4. Determinación de una tasa municipal de alumbrado público para los grandes usuarios, con base en su consumo

Actualmente en el municipio de Salcajá se encuentra únicamente un gran usuario registrado en el Ministerio de Energía y Minas (MEM), quién en promedio consume mensualmente el 5% del total del municipio. La tasa calculada para este no fue incluida en el modelo de la fase 5 del capítulo 3, dado que el cobro de energía del gran usuario es realizado por la comercializadora que lo representa, y la metodología de cobro de la tasa de alumbrado público no es la misma a la utilizada por la distribuidora para los demás usuarios.

Se definió la tasa de alumbrado público con base en el precio de la energía, se utilizó como referencia el precio *spot* promedio del año 2022, por lo que, se calculó utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 5

$$T_{APGU} = 0.26 T_{AP}$$

Donde:

- T_{APGU} = Tasa de alumbrado público para el gran usuario, porcentaje.
- T_{AP} = Tasa de alumbrado público definida en la fase 5 del capítulo 3, 12.76%.
- 0.26 = Coeficiente de relación del precio *spot* promedio del año 2022 respecto a la tarifa BTS.

Resolviendo la ecuación:

Ecuación 6

$$T_{APGU} = 0.26 * (12.76\%)$$

$$\mathbf{T_{APGU} = 3.3176 \%}$$

Definiendo que la tasa municipal de alumbrado público para el gran usuario es 3% del consumo de energía mensual de este.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Es importante recordar que la metodología del cobro de la tasa municipal de alumbrado público es establecida por los concejos municipales con base en la autonomía que brinda el Código Municipal, por lo que, la implementación de cualquier método de cobro es responsabilidad de estos.

5.1. Identificación de los costos asociados al servicio municipal de alumbrado público

Como se mencionó en la fase 2 del capítulo 3, la información referente a las condiciones actuales del servicio del alumbrado eléctrico fue solicitada a las municipalidades mediante la Ley de Acceso a la Información pública lo que permitió recabar todos los datos correspondientes y sobre los cuales se establecen las premisas.

Se determinó que el total los costos asociados al servicio municipal de alumbrado público durante el año 2022 fue de Q2,622,816.94, los cuales se dividen en el consumo de energía eléctrica del alumbrado público, la unidad de mantenimiento del alumbrado público y los materiales para el mantenimiento y expansión.

Para identificar el costo asociado al consumo de energía eléctrica del alumbrado público, se utilizó los datos del consumo de este proporcionados por la Comisión, el cual es calculado por la metodología autorizada por este ente, con base en la cantidad y tipo de las lámparas instaladas. El consumo de energía

eléctrica del alumbrado público tuvo un costo de Q1,873,659.81, representando el 71% del total de los costos anuales.

En el Municipio de Salcajá se encuentran instaladas 2074 lámparas para brindar el servicio de alumbrado público, de las cuales 69 % son de sodio, con una potencia entre 70 W a 200 W; dada la metodología que estableció la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) para estimar el consumo de energía del alumbrado público, el utilizar este tipo de tecnología incrementa el costo; también se observa que el 28 % de las lámparas instaladas son led, la potencia de estas es de 15 W a 100 W; mientras que las de mercurio representan el 3 %, la potencia de estas es de 40 W a 175 W.

El 81 % del consumo de energía lo representan las lámparas de tipo sodio, las de mercurio representan el 8 %, mientras que las lámparas tipo led representan el 11 %; es importante hacer la comparación entre la cantidad de luminarias instaladas por tipo de tecnología y el consumo de energía que representan estas, ya que se puede reducir los costos asociados al consumo de energía del alumbrado público al tener lámparas de tecnologías más eficientes como lo son las de tipo led.

Por medio de la información brindada por la Municipalidad de Salcajá a través de la unidad de información pública, se determinó que la unidad de mantenimiento tuvo un costo de Q228,827.46, representando el 9 % del total de los costos anuales, dado que el personal está registrado en la planilla municipal goza de beneficios de ley y adicionales, observando un incremento en los costos en los meses de julio y diciembre.

La Municipalidad invirtió en materiales para la expansión y mantenimiento durante el año 2022 un total de Q520,329.67, representando el 20 % del total de

los costos anuales, no se pudo establecer los costos individuales para el mantenimiento y para la expansión del servicio, ya que en la información brindada por la unidad de información pública no diferenciaban entre estos. En ese sentido, se determinó que la municipalidad gasta anualmente Q1,264.62 por luminaria instalada, al considerar todos los costos asociados al servicio.

5.2. Cálculo de la correlación entre el consumo promedio de energía eléctrica de los usuarios y la cantidad de lámparas de alumbrado público por su ubicación

El modelo propuesto en este trabajo de investigación consiste en realizar el cobro de la tasa de alumbrado público con base en el consumo de energía de los usuarios, siendo importante determinar si existe una correlación entre el consumo de energía eléctrica promedio de los usuarios y la cantidad de luminarias por usuario. Para realizar este análisis fue necesario segmentar a los usuarios y luminarias por áreas, obteniendo así distintos ratios de consumo promedio de energía por área y luminarias por usuario para cada área. Se determinó que era necesario excluir del análisis a los usuarios con servicios de baja y media tensión con demanda, dado que estos generaban un sesgo en los datos del consumo promedio de los usuarios, estos representan únicamente el 0.5% de la población, mientras que el consumo de energía de estos representa el 16 % del total del municipio.

Al calcular la correlación entre el consumo de energía promedio de los usuarios y la cantidad de luminarias por usuario en cada una de las áreas, se estableció que existe un coeficiente de correlación de Pearson de: + 0.95, con lo que se determina que existe una correlación positiva muy fuerte entre estos. Determinando que entre mayor sea el consumo de energía promedio de los

usuarios en un área, mayor será la cantidad de luminarias por usuario que se tiene en el área.

5.3. Definición de rangos de consumo y porcentajes de cobro de la tasa municipal de alumbrado para cada uno de estos rangos

La idea principal de este trabajo de graduación surge por los usuarios que tienen un bajo consumo de energía eléctrica y pagan una alta tasa de alumbrado público, por lo que, se propone una metodología de cobro de alumbrado público escalonado según rangos de consumo con tasas proporcional al consumo.

Se definieron rangos de consumo para los usuarios en la tarifa Baja Tensión Simple Social utilizando como base el aporte a la tarifa social del Instituto Nacional de Electrificación, para la tarifa Baja Tensión Simple se utilizó como base la Ley de la Tarifa para el Suministro de Energía Eléctrica, en la cual se establece que los usuarios que consuman más de 300 kWh se incluirán en la tarifa Baja Tensión Simple, o en la tarifa que ellos requieran. Los rangos para estas tarifas se encuentran descritos en la tabla 13. Para los usuarios con tarifas de con demanda no se definieron rangos.

Las tasas para cada rango y tarifa se calcularon utilizando como base el precio de la energía eléctrica para cada uno de estos, considerando el aporte a la tarifa social del Instituto Nacional de Electrificación(INDE) en las que aplica, las tasas para cada rango y tarifa se encuentran descritas en las tablas 13 y 14. Es importante mencionar que se para los rangos de 60 kWh a 88 kWh y de 88 kWh a 125 kWh se determinó para ambos una tasa de 7%, dado que el aporte actual del Instituto Nacional de Electrificación a la tarifa social tiene incluidos a usuarios de hasta 125 kWh, sin embargo, la diferencia del precio de energía para estos rangos no es significativa para determinar diferentes tasas.

Es importante considerar que el servicio de alumbrado público debe de ser rentable y autosostenible, por lo que la aplicación del modelo debe poder satisfacer los costos asociados al servicio. Para verificar esta condición se utilizaron los datos de consumo mensuales de los usuarios provistos por la Comisión y se aplicó la metodología propuesta en esta investigación; además, se calcularon los montos mensuales a recaudar utilizando el modelo, los cuales se describieron en la tabla 15. Validando que el modelo puede satisfacer los costos anuales asociados al servicio de alumbrado público que fueron calculados en la fase 3 del capítulo 3.

Para comparar entre la metodología actual y la propuesta, se analizó el porcentaje que representa la tasa de alumbrado público actual del consumo de energía de los usuarios, se verifico que a un 23% de los usuarios la tasa actual representa 13% o menos de su consumo; mientras que a 29% de los usuarios les representa 100% o más de su consumo. En el modelo propuesto en esta investigación la tasa más alta es de 13% para los usuarios en la tarifa Baja Tensión Simple y para los usuarios que consumen menos o en el rango más bajo de la tarifa Baja Tensión Simple Social es de 5%. Comprobando así que en el modelo propuesto se beneficia a los usuarios que consumen menos energía con tasas más bajas.

5.4. Determinación de una tasa municipal de alumbrado público para los grandes usuarios, con base en su consumo

En la metodología actual del cobro del servicio de alumbrado público del municipio de Salcajá no se encuentran considerados los grandes usuarios, siendo estos los únicos usuarios del servicio de energía eléctrica que no tienen alguna tasa definida. Como se definido en el capítulo 2, el beneficio del servicio municipal de alumbrado público es colectivo para todas las personas municipio,

siendo importante definir una tasa para los grandes usuarios, con el objetivo que estos puedan apoyar a sufragar los gastos asociados a este servicio.

Los grandes usuarios consumen grandes cantidades de energía, optando a mejores tarifas por kWh, actualmente solo existe un gran usuario registrado en el Municipio de Salcajá, el cual consume mensualmente el 5% del total del consumo de energía eléctrica del municipio. Considerando lo anterior, es importante poder definir una tasa proporcional al consumo que no incremente en gran proporción los costos para el gran usuario.

Para definir la tasa de alumbrado público para el gran usuario se consideró el precio de la energía, sin embargo, el precio de la energía para los grandes usuarios depende del tipo de participación que tengan en el mercado y el contrato que tengan con la comercializadora o generador que les provea la energía, y considerando que la tasa debe ser aplicable para futuros grandes usuarios en el municipio, se propuso utilizar como base el precio *spot* para poder definir el precio de la energía.

Así mismo es importante mencionar que en su mayoría los grandes usuarios utilizan la energía para producir artículos o procesar materia prima, con la finalidad de obtener ganancias; al incrementar los costos en estos procesos estos son trasladados al precio final del producto, incrementando de esta manera el valor de los artículos para el usuario final. Por lo que es importante que el incremento en los costos del gran usuario no tenga un alto impacto.

La tasa de alumbrado público que se definió para el gran usuario a criterio del investigador se considera que no tendrá un alto impacto en los costos asociados a la energía eléctrica del gran usuario, al solo representar el 3% del consumo de energía, y no realizarlo sobre el total de su factura, ya que se sabe

que para los grandes usuarios el cobro total incluye otros gastos como lo pueden ser peajes, servicios complementarios, ente otros. Además, es importante considerar que el gran usuario hace uso indirectamente de este servicio, por medio de las personas que laboran en el lugar.

5.5. Diseño de un modelo para cobro de la tasa municipal de alumbrado público, con base en el consumo de energía eléctrica de los usuarios, para el municipio de Salcajá, Quetzaltenango

Para dar respuesta al objetivo general de este trabajo de investigación fue necesario analizar varios factores. Por lo que se identificaron los costos asociados al servicio de alumbrado público, descartando otros pagos que se realizan utilizando lo recaudado como: el consumo de los edificios municipales y bombas de agua municipal, ya que estos no deben de ser costeados con lo recaudado por este concepto. En ese sentido, se calculó el coeficiente de relación entre el consumo de energía de los usuarios y la cantidad de lámparas por usuario que tienen estos por el área en donde se ubican, ya que el modelo contempla diferentes tasas para diversos rangos de consumo, determinando que existe una correlación positiva muy fuerte entre estos. Se definieron rangos de consumo para los usuarios en la tarifa BTSS utilizando como base el aporte a la tarifa social del INDE, para las otras tarifas no se establecieron rangos.

Para definir las tarifas para cada uno de los rangos y tarifas se utilizó como base el precio de la energía, considerando el aporte a la tarifa social del Instituto Nacional de Electrificación en las que aplica. Se determinó una tarifa para el gran usuario, ya que, este era el único exento del cobro del alumbrado público.

El modelo para el cobro de la tasa de alumbrado público propuesto abarca a todos los usuarios regulados y grandes usuarios del servicio de energía, el

mismo está enfocado en beneficiar a los usuarios con bajos consumos de energía eléctrica, evitando que el monto que se paga por la tasa de alumbrado público sea mayor al monto que se paga por el consumo de energía eléctrica.

El modelo propuesto es adaptable a otros escenarios tanto para el mismo municipio como para otros, ya que, la ecuación No. 3 determinada en la fase 4 del capítulo 3, se puede utilizar en otras condiciones siempre que se conozcan los valores de consumo de energía eléctrica de los usuarios, el precio de la energía para las diferentes tarifas y los costos asociados al alumbrado público.

CONCLUSIONES

1. Se pudo establecer que los costos asociados al servicio municipal de alumbrado público que deben ser considerados para calcular la tasa, comprenden: el costo de la energía eléctrica del alumbrado público, el costo de los materiales necesarios para el mantenimiento y expansión del servicio y los costos asociados al personal de mantenimiento, como salarios, transporte, entre otros. Siendo el principal costo del alumbrado el consumo de energía eléctrica, representando el 71% del total.
2. Como resultado del modelo propuesto se obtienen rangos de consumo y porcentajes de aporte a la tasa municipal de alumbrado público de la siguiente manera: 1) usuarios beneficiados por la tarifa social y el aporte del INDE, rango de 0 a 125 kWh, 7%, 2) usuarios beneficiados por la tarifa social sin el aporte del INDE, rango de 125 a 300 kWh, 12%, 3) usuarios con consumos mayores a 300 kWh, servicios sin demanda, 13%, y para los servicios con demanda, 8%.
3. Para los usuarios de menor consumo de energía eléctrica que cuentan con el aporte a la tarifa social del INDE, se ha establecido que su aporte por concepto del alumbrado público no debe exceder del 7% de su consumo de energía. Para el resto de los usuarios incluidos en la tarifa social, el aporte por concepto del alumbrado público no deberá exceder el 12% del consumo de energía de estos.
4. Del historial del consumo de los grandes usuarios instalados en el Municipio de Salcajá, se estableció que su aporte por concepto del

alumbrado público no deberá exceder el 3% del costo de la energía eléctrica que consumen, siendo un aporte que no tiene un impacto significativo en sus costos de producción, y si representa una contribución importante a los costos del alumbrado público del municipio.

RECOMENDACIONES

1. Implementar en el Municipio de Salcajá la metodología propuesta en el presente estudio para el cobro del alumbrado público, o en su defecto uno que permita la reducción de la tasa a los usuarios conforme los costos de consumo de energía del alumbrado público se reduzcan, derivado de la implementación de lámparas de tecnologías más eficientes.
2. Considerar en futuras investigaciones del mismo tema además de las variables acá contempladas, la relación de ingresos de los hogares versus el consumo de energía que estos tienen, para poder establecer la capacidad de pago de la tasa de alumbrado público que le correspondiera al usuario final.
3. Replicar investigaciones de este tipo para otras municipalidades, dado el impacto político y económico que tiene este tema en la población en general, considerando que la metodología propuesta sea de fácil implementación y con fundamento estadístico, para que las distribuidoras lo apliquen, enfocadas en usuarios con bajos consumos de energía eléctrica, procurando que el monto que se paga por la tasa de alumbrado público sea menor al monto que se paga por concepto consumo de energía eléctrica de los hogares.
4. Implementar en los municipios metodologías de cobro para la tasa de alumbrado público, que incluyan a los grandes usuarios, principalmente aquellos que tienen suscritos contratos con otros proveedores de energía

eléctrica que no son las distribuidoras de energía eléctrica adjudicadas al lugar.

REFERENCIAS

Administrador del Mercado Mayorista. (s.f.). *Resultado de la Operación.*

https://www.amm.org.gt/portal/?page_id=145

Banco de Guatemala. (s.f.). *Tipo de Cambio.*

https://www.banguat.gob.gt/tipo_cambio/TipoCambio/Historico

Bolaños, R. M. (02 de Mayo de 2019). Iniciativas para regular alumbrado público se han entrampado en el Congreso. *Prensa Libre.*

<https://www.prensalibre.com/economia/iniciativas-para-regularalumbrado-publico-se-han-entrampado-en-el-congreso/>

Bolaños, R. M. (02 de marzo de 2020). ¿Cobran lo justo las municipalidades por alumbrado público? La discusión está en punto muerto. *Prensa Libre.*

<https://www.prensalibre.com/economia/cobran-lo-justo-las-municipalidades-por-alumbrado-publico-la-discusion-esta-en-punto-muerto/>

Comisión Nacional de Energía Eléctrica. (27 de Julio de 2018). Resolución CNEE 155-2018. *Metodología general para el cálculo y estimación del consumo mensual de energía del sistema de alumbrado público e instalaciones sin medición directa de energía.* Guatemala.

<https://www.cnee.gob.gt/pdf/resoluciones/2018/CNEE%20155%202018.pdf>

Comisión Nacional de Energía Eléctrica. (2021). *Estadístico Gerencia de Tarifas 2021*. Guatemala.

<https://www.cnee.gob.gt/xhtml/informacion/Docs/INFORME%20ESTADISTICO%81STICO%20GT%202021-2022.pdf>

Comisión Nacional de Energía Eléctrica. (25 de Abril de 2023). Resolución CNEE 114-2023. Guatemala.

<https://www.cnee.gob.gt/pdf/resoluciones/2023/CNEE-114-2023.pdf>

Comisión Nacional de Energía Eléctrica. (15 de Abril de 2023). Resolución CNEE 115-2023. Guatemala.

<https://www.cnee.gob.gt/pdf/resoluciones/2023/CNEE-115-2023.pdf>

Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz. (12 de Octubre de 2021). Acuerdo número 12-2021, Tasa municipal por concepto de alumbrado público, para los usuarios del municipio de Cobán, Departamento de Alta Verapaz. *Diario de Centro América*.

Concejo Municipal de Salcajá, Quetzaltenango. (2008). Manual de Organización Municipal. Salcajá, Quetzaltenango, Guatemala.

<https://www.salcaja.gob.gt/wp-content/uploads/2017/08/Manual-de-Organizacion-Municipal.pdf>

Concejo Municipal de Salcajá, Quetzaltenango. (2020). Plan de Ordenamiento Territorial Salcajá, Quetzaltenango. Salcajá, Quetzaltenango, Guatemala.

https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/06/902_PDM_OT_SALCAJA_20221-1.pdf

Congreso de la Republica de Guatemala. (19 de Julio de 1957). Decreto número 1183, Código Municipal. *Diario de Centro América.*

Congreso de la Republica de Guatemala. (18 de Octubre de 1988). Decreto número 58-88, Código Municipal. *Diario de Centro América.*

Congreso de la República de Guatemala. (03 de Abril de 1991). Decreto número 6-91, Código Tributario. *Diario de Centro América.*

Congreso de la República de Guatemala. (15 de Noviembre de 1996). Decreto número 93-96, Ley General de Electricidad. *Diario de Centro América.*

Congreso de la República de Guatemala. (21 de Marzo de 1997). Decreto número 256-97, Reglamento de la ley General de Electricidad. *Diario de Centro América.*

Congreso de la República de Guatemala. (02 de Enero de 2001). Decreto número 96-2000, Ley de Tarifa Social para el Suministro de Energía Eléctrica en Guatemala. *Diario de Centro América.*

Congreso de la Republica de Guatemala. (13 de Mayo de 2002). Decreto número 12-2002, Código Municipal. *Diario de Centro América.*

Congreso de la Republica de Guatemala. (24 de Enero de 2023). Decreto número 1-2023, Ley de Fortalecimiento al Aporte Social de la Tarifa Eléctrica. *Diario de Centro América.*

Constitución Política de la República de Guatemala decretada por la Asamblea Constituyente. (15 de Septiembre de 1965). Guatemala, Guatemala, Guatemala.

Constitución Política de la República de Guatemala decretada por la Asamblea Constituyente. (03 de Junio de 1985). Guatemala, Guatemala, Guatemala.

Corte de Constitucionalidad de Guatemala. (31 de Agosto de 1995). Sentencia dictada dentro del expediente 259-93. Guatemala.

Corte de Constitucionalidad de Guatemala. (10 de Marzo de 2020). Sentencia dictada dentro del expediente 5572-2016. Guatemala.

Distribuidora de Electricidad de Occidente S.A. (s.f.). *Oficina Digital. Energuate*. <https://oficinavirtual.energuate.com/mifactura>

García, L. M. (2011). *La inconstitucionalidad de la tasa municipal de alumbrado público y el incremento en el costo del servicio de energía eléctrica en las facturas de las distribuidoras*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04_9042.pdf

Gonzalez López, K. M. (2021). *Proyecto de ley para regular la tasa de alumbrado público en Guatemala, orientado al uso eficiente de los recursos energéticos*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

González Miranda, M. A. (2021). *Impacto económico de la tasa de alumbrado público en los usuarios residenciales de dos municipios del Departamento de San Marcos*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0763_MT.pdf

Instituto Nacional de Estadística. (2018). *XII Censo de Población y VII de Vivienda*. Guatemala. <https://www.censopoblacion.gt>

Lau Quan, J. R., Alejos Lorenzana, F., Boussinot Nuila, C. J., Ubico Aguilar, J. A., Valladares Guillén, J. R., Arango Ordoñez, R. E., & Martínez Dell, J. A. (26 de Septiembre de 2016). Iniciativa 5167. *Ley del arbitrio del alumbrado público municipal*. Guatemala. https://www.congreso.gob.gt/assets/uploads/info_legislativo/iniciativas/1526418104_5167.pdf

Linares López, L. F., & Hidalgo Rosales, E. F. (2013). *Diccionario Municipal de Guatemala*. Guatemala.: Fundación Konrad Adenauer. https://www.kas.de/documents/252038/253252/7_dokument_dok_pdf_18657_4.pdf/12d37784-617d-a0b9-1617-3fe27851306f?version=1.0&t=1539661474950

Mendoza Hernández, A. (2016). *Comercialización y organización empresarial (Producción de melocotón) y proyecto: Producción de semilla de girasol*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0917_v11.pdf

Montepeque González, E. E., Pineda Lémus, L. F., Fión Morales, C. A., & Córdón Orellana, L. F. (04 de Mayo de 2022). Iniciativa 6069. *Ley del arbitrio del alumbrado público municipal*. Guatemala. https://www.congreso.gob.gt/assets/uploads/info_legislativo/iniciativas/7166b-6069.pdf

Padilla Miranda, R. A. (2021). *Propuesta de lineamientos para determinar el cobro del servicio de alumbrado público en las empresas electricas*

municipales de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Pirir De León, B. M. (2017). *Creación de arbitrio del consumo de alumbrado público municipal en Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04_14148.pdf

Romero Rosales, I. P. (2016). *Importancia legal de que el concejo municipal defina las tasas de alumbrado público partiendo de un estudio técnico para establecer costos que no afecten a la población*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04_13429.pdf

Sampieri Hernández, C. R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.

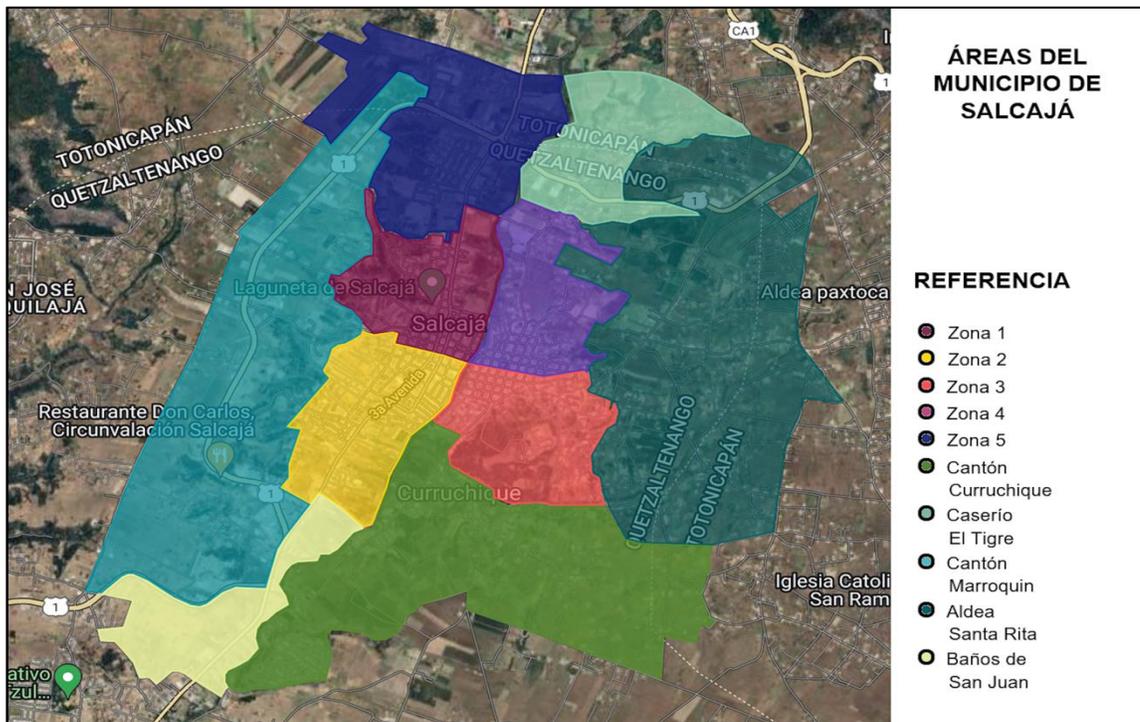
Velásquez, S. (2012). *Esquemas de Subsidios de las Tarifas de Electricidad*. Guatemala: Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

APÉNDICES

A continuación, se muestran las áreas del municipio de Salcajá según el Plan de Ordenamiento Territorial Salcajá, Quetzaltenango (2020), y la distribución de lámparas y usuarios en ellas.

Apéndice 1.

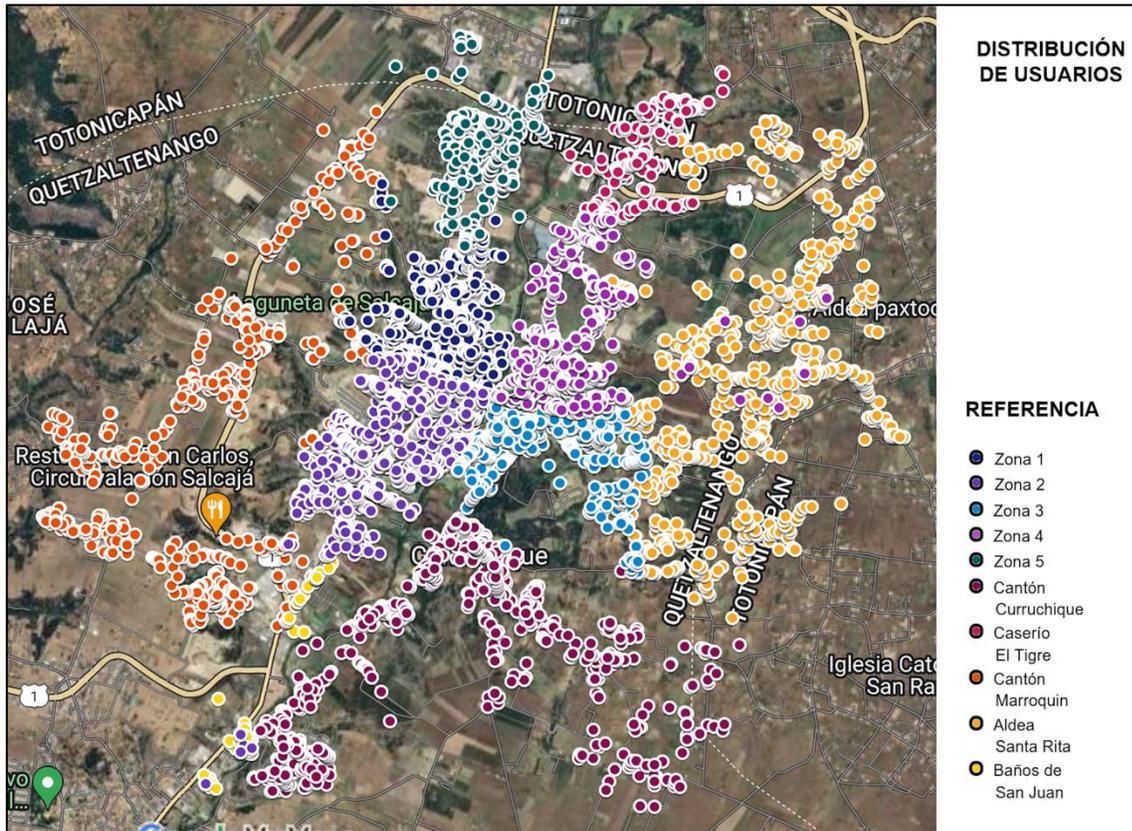
Áreas del Municipio de Salcajá



Nota. Áreas del municipio de Salcajá según el POT. Elaboración propia, realizado con Google Maps.

Apéndice 2.

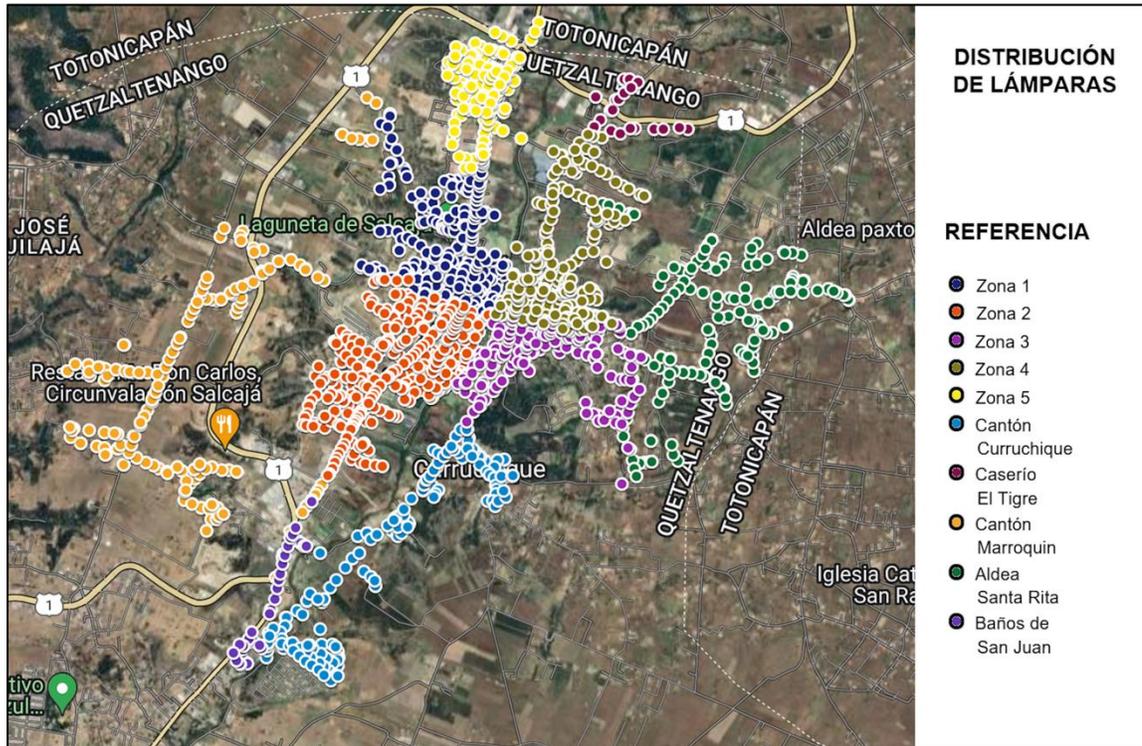
Distribución de usuarios por áreas



Nota. Distribución de usuarios por áreas del municipio de Salcajá. Elaboración propia, realizado con Google Maps.

Apéndice 3.

Distribución de lámparas por áreas



Nota. Distribución de lámparas por áreas del municipio de Salcajá. Elaboración propia, realizado con Google Maps.

