



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Energía y Ambiente

**ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN  
EN HOGARES DE LA COLONIA LOURDES, ZONA 17 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA,  
GUATEMALA**

**Inga. Claudia Lucía Carrillo Flores**

Asesorada por Maestro Ing. José David Panteul Sitán

Guatemala, octubre 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN  
EN HOGARES DE LA COLONIA LOURDES, ZONA 17 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA,  
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**INGA. CLAUDIA LUCÍA CARRILLO FLORES**

ASESORADO POR MAESTRO ING. JOSÉ DAVID PANTEUL SITÁN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRA EN ENERGÍA Y AMBIENTE**

GUATEMALA, OCTUBRE 2023

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 GENERAL PRIVADO**

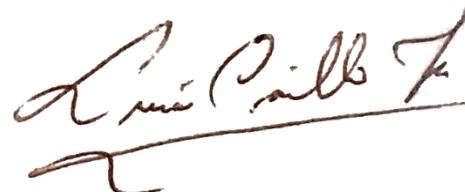
DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
DIRECTORA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADOR	Mtro. Ing. René Roberto Castellanos Moreira
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### **ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN EN HOGARES DE LA COLONIA LOURDES, ZONA 17 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Escuela de Estudios de Postgrado el 1 de octubre de 2021.



Inga. Claudia Lucía Carrillo Flores

Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
[secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt](mailto:secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt)

LNG.DECANATO.OI.702.2023



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: **ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN EN HOGARES DE LA COLONIA LOURDES, ZONA 17 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA**, presentado por: **Inga. Claudia Lucía Carrillo Flores**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Energía y ambiente 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, octubre de 2023

JFGR/gaoc



**Guatemala, octubre de 2023**

LNG.EEP.OI.702.2023

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:

**“ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN EN HOGARES DE LA COLONIA LOURDES, ZONA 17 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA”**

presentado por **Inga. Claudia Lucía Carrillo Flores** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Energía y ambiente**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

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





ESCUELA DE ESTUDIOS DE  
**POSTGRADO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala, 27 de abril 2022

M.Sc. Ing Edgar Álvarez Cotí  
Director, Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Por este medio informo a usted, que se ha revisado y APROBADO el siguiente TRABAJO DE GRADUACIÓN de la alumna:

Carné: 100023400  
Alumno: Claudia Lucía Carrillo Flores  
Maestría: Energía y Ambiente  
Título de la Investigación: ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN EN HOGARES DE LA COLONIA LOURDES, ZONA 17 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA

En este sentido, extiendo el Visto Bueno correspondiente, para el cumplimiento de requisitos de la Escuela de Estudios de Postgrado, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Sin otro particular

Vo. Bo. M.sc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque  
Coordinador Área de Desarrollo Socio Ambiental y Energético  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería



LUGAR Y FECHA [Guatemala 27 de abril 2022]

MSc. Ing Edgar Álvarez Cotí  
Director, Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Por este medio informo a usted, que hago constar que realicé el trabajo de asesoría de la tesis, **ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN EN HOGARES DE LA COLONIA LOURDES, ZONA 17 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA**, de forma ad honorem, del (la) alumno (a):

Carné: [100023400]  
Alumno: [Claudia Lucía Carrillo Flores]  
Maestría: Energía y Ambiente  
Título de la Investigación: [ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN EN HOGARES DE LA COLONIA LOURDES, ZONA 17 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA]

En este sentido, extiendo esta carta con mi firma para el cumplimiento de requisitos de la Escuela de Estudios de Postgrado, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Sin otro particular



Msc. [José David Panteul Sitán]  
Asesor

**Ing. José David Panteul S.**  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIADO NO. 12,271

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser mi roca de ayuda.
<b>Mis padres</b>	Julio César Carrillo e Ileana Nineth Flores.
<b>Mis hermanas</b>	Karen, Paola, Nathalie y Julissa Carrillo.
<b>Mis abuelos</b>	Clara Luz Liquidano y Salvador Flores Salán (q. e. p. d.)
<b>Mi amiga</b>	Josefa Hortensia de Méndez por su apoyo
<b>Ingeniero</b>	Luis Figueroa por su pronta ayuda.
<b>Mis tías</b>	Marta, Adriana y Ana Flores.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala** Por ser tan inspiradora en mi vida

**Mis amigos** Por reír siempre conmigo y escucharme

**Ingenieros** De la Escuela de Estudios de Postgrado por formarme.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XIII
JUSTIFICACIÓN .....	XV
OBJETIVOS .....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. ANTECEDENTES .....	1
1.1. Generalidades .....	1
1.2. Análisis de resultados de investigaciones previas .....	1
1.3. Análisis a nivel internacional .....	1
1.4. Análisis a nivel nacional .....	14
1.5. Discusión de resultados de investigaciones previas .....	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
2.1. Descripción general del problema .....	15
2.2. Definición del problema .....	15
2.3. Problemas específicos .....	15
2.4. Delimitación del problema .....	17
2.5. Pregunta principal de investigación .....	17
2.6. Preguntas complementarias de investigación .....	17
2.7. Necesidades por cubrir o a satisfacer .....	17
2.8. Localización del área o lugar en estudio .....	18
2.9. Ubicación de área en estudio .....	19

3.	MARCO TEÓRICO .....	21
3.1.	Sustentabilidad.....	21
3.2.	La energía solar en Guatemala.....	24
3.3.	La energía eólica en Guatemala .....	29
3.4.	La energía hídrica en Guatemala.....	32
3.5.	Matriz energética.....	35
3.6.	Eficiencia eléctrica.....	37
3.7.	Tarifa eléctrica.....	40
3.8.	Mapa de distribución de electricidad de la colonia Lourdes .....	40
3.9.	Gráfica horaria de consumo eléctrico de una residencia.....	42
4.	PROPIUESTA, METODOLOGÍA DE CAMPO .....	45
4.1.	Tipo de la investigación o propuesta .....	45
4.2.	Diseño de la investigación o propuesta.....	45
4.3.	Enfoque de la investigación o propuesta.....	45
4.4.	Variables .....	46
4.4.1.	Operacionalización de variables.....	46
4.5.	Universo y población de estudio .....	46
4.5.1.	Criterios de inclusión .....	47
4.5.2.	Criterios de exclusión .....	47
4.6.	Métodos de recolección de datos.....	47
4.7.	Técnicas de recolección de datos .....	47
4.8.	Instrumentos de recolección de datos.....	48
4.9.	Procesamiento y análisis de datos .....	48
4.10.	Límites de la investigación .....	48
4.11.	Obstáculos (riesgos y dificultades).....	49
4.12.	Aspectos éticos de la investigación.....	49
4.13.	Autonomía.....	49
4.14.	Riesgo de la investigación.....	49

4.14.1.	Nivel 1 (riesgo mayor).....	50
4.15.	Costo del estudio.....	50
5.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	51
6.	ESTUDIO TÉCNICO .....	53
6.1.	Descripción del área en estudio .....	53
6.2.	Visión del área en estudio .....	55
6.3.	Organización del talento humano del área en estudio.....	56
6.4.	Áreas de atención del área en estudio .....	56
6.5.	Estudio de mercado del área u objeto de estudio.....	57
6.5.1.	Capacidad.....	58
6.5.2.	Demandas .....	58
7.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	59
7.1.	Primera pregunta de investigación .....	60
7.2.	Segunda pregunta de investigación .....	61
7.3.	Tercera pregunta de investigación .....	63
7.4.	Cuarta pregunta de investigación .....	66
7.5.	Quinta pregunta de investigación .....	68
7.6.	Sexta pregunta de investigación.....	69
7.7.	Séptima pregunta de investigación.....	73
7.8.	Octava pregunta de investigación .....	74
8.	PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN .....	77
9.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	81
	CONCLUSIONES .....	85

RECOMENDACIONES .....	87
REFERENCIAS.....	89
APÉNDICES.....	95

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Colonia Lourdes zona 17 .....	18
<b>Figura 2.</b>	Vista de la colonia Lourdes zona 17 .....	19
<b>Figura 3.</b>	Radiación solar y ubicación de generadoras solares.....	27
<b>Figura 4.</b>	Resumen de mediciones de viento en Guatemala .....	30
<b>Figura 5.</b>	Mapa de presas .....	34
<b>Figura 6.</b>	Matriz energética del 6 de julio de 2023 .....	36
<b>Figura 7.</b>	Distribución de baja tensión de la colonia Lourdes.....	41
<b>Figura 8.</b>	Plano de distribución de electricidad en la colonia .....	42
<b>Figura 9.</b>	Gráfica horaria de consumo de energía eléctrica residencial .....	43
<b>Figura 10.</b>	Estudio de campo en colonia Lourdes zona 17 .....	54
<b>Figura 11.</b>	Vista del área en donde se realizaron las encuestas.....	55
<b>Figura 12.</b>	Hogares con servicio eléctrico en la colonia Lourdes zona 17 ....	61
<b>Figura 13.</b>	Energías alternativas al servicio eléctrico .....	65
<b>Figura 14.</b>	Aparatos de uso frecuente en el hogar .....	70
<b>Figura 15.</b>	Incluir energías renovables en el hogar .....	73
<b>Figura 16.</b>	Energía de su preferencia.....	75
<b>Figura 17.</b>	Consumo en quetzales de energía eléctrica.....	78

### TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Centrales generadoras con energía solar.....	28
<b>Tabla 2.</b>	Clasificación del recurso eólico.....	31
<b>Tabla 3.</b>	Sitios en donde se ha medido el potencial eólico al año 2006....	32
<b>Tabla 4.</b>	Tarifa no social.....	40

<b>Tabla 5.</b>	Operacionalización de variables.....	46
<b>Tabla 6.</b>	Costos del estudio.....	50
<b>Tabla 7.</b>	Integrantes del hogar.....	62
<b>Tabla 8.</b>	Energías alternativas al servicio eléctrico.....	64
<b>Tabla 9.</b>	Kilovatios consumidos al mes .....	67
<b>Tabla 10.</b>	Monto en quetzales de la factura eléctrica mensual.....	68
<b>Tabla 11.</b>	Aparatos eléctricos en el hogar .....	71

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperios (unidad de medida de corriente eléctrica)
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
kA	Kilo Amperio (1000 amperios)
kW/hr	Kilovatio - hora
kW	Kilovatio (1000 vatios)
kV	Kilovoltio (1000 voltios)
MW	Megavatio (1 000 000 vatios)
Q/kWh	Quetzales por kilovatios hora
V	Voltio
W	Watt o vatio



## GLOSARIO

<b>Amperaje</b>	Intensidad de corriente eléctrica expresada en amperios.
<b>BTS</b>	Baja tensión simple
<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CNEE</b>	Comisión Nacional de Energía Eléctrica
<b>CMMAD</b>	Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
<b>CTE</b>	Consejo Técnico Escolar
<b>DEA</b>	Análisis envolvente de datos
<b>EDEGEL</b>	Enel Generación Perú
<b>EEGSA</b>	Empresa Eléctrica de Guatemala S.A.
<b>Eficiencia eléctrica</b>	Capacidad para obtener los mejores resultados en cualquier actividad empleando la menor cantidad posible de recursos energéticos.

<b>Energía eléctrica</b>	Es un tipo de energía que consiste en el movimiento de los electrones entre dos puntos cuando existe una diferencia de potencial entre ellos.
<b>ESSALUD</b>	El Archivo Central del Seguro Social de Salud
<b>Flipones</b>	Aparato capaz de interrumpir o abrir automáticamente un circuito eléctrico cuando es energizado.
<b>FMAM</b>	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
<b>FONAFE</b>	Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado.
<b>IPCC</b>	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
<b>Kilovatios - hora</b>	Unidad de medida que se emplea para contabilizar el consumo eléctrico que se ha realizado durante un periodo de tiempo.
<b>Led</b>	Diodo emisor de luz empleado en computadoras, señales viarias, alumbrado urbano, iluminación doméstica, entre otros.
<b>LCE</b>	Ley de Comercio Exterior
<b>MEM</b>	Ministerio de Energía y Minas

<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>Quetzales</b>	Unidad monetaria de Guatemala
<b>Red inteligente</b>	Surge de la integración de la ingeniería eléctrica con las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
<b>TNS</b>	Tarifa no social
<b>Voltaje</b>	Potencial eléctrico, expresado en voltios



## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación consiste en un estudio del valor de consumo mensual de energía eléctrica, en donde se propone hacer eficiente dicho valor a través del cambio de ciertos aparatos de alto consumo eléctrico por unos más eficientes.

En la recaudación de datos se visitaron los hogares de la colonia Lourdes para obtener la información acerca de si los hogares contaban con servicio eléctrico, cuántos integrantes conformaban la casa, se les preguntó qué tipo de energías alternativas conocían, si conocían los kilovatios consumidos por el hogar, y lo más importante, cuánto consumían en el hogar en quetzales en energía eléctrica al mes, se les pidió que mencionaran los aparatos de uso frecuente en el hogar para determinar qué aparatos contribuyen al consumo desmedido en los hogares, y de si estarían dispuestos a incluir energías alternativas en el hogar.

Se debe tomar en cuenta la matriz energética del país como modelo base para esta investigación; se ha encontrado que la gran mayoría de consumo energético es a base de leña, un factor determinante si se desea profundizar en algún modelo para determinar otros detalles se utilizan este estudio como referencia.

La matriz energética guatemalteca también se compone, en su mayoría, de producción de energía a base de hidroenergía y petróleo; con lo cual se pretende incidir en la matriz, se hace eficiente el dicho consumo al cambiar los aparatos de mayor uso en el hogar por unos más eficientes.

Estos aparatos, en la actualidad están dotados de nueva tecnología que radicalmente ha revolucionado el mercado, como lo son los bombillos led, los calentadores de ducha solares, los televisores, la refrigeradora, la lavadora y secadora, entre alguno otros de alto impacto en el consumo energético en el hogar.

Para así proponer, el cambio de la refrigeradora por una de menor consumo, que las actuales cuentan hasta con etiquetas de eficiencia energética, al igual que las lavadoras ahorran hasta el recurso hídrico en sus lavados, con lo cual la revolución de las televisiones también juega un papel importante en el consumo de baja energía.

Los bombillos ahorradores o bien los ledes es lo más sencillo de relacionar cuando se habla de eficiencia; han cambiado notablemente su tecnología y los han hecho más eficientes, aunque su precio sea mayor al de los incandescentes.

La propuesta de cambiar los aparatos y denotar eficiencia es la finalidad de la presente propuesta de investigación, en donde se toma el valor ya mencionado de consumo de energía eléctrica para ejemplificar la eficiencia a través del cambio de aparatos en los hogares de la colonia Lourdes zona 17 en la Ciudad de Guatemala.

## **JUSTIFICACIÓN**

Guatemala se encuentra en una posición estratégica y privilegiada donde esta posee diversos recursos de los cuales pueden obtenerse energías renovables.

Existen distintas fuentes de recursos hídricos, geotérmicos, eólicos y solares disponibles para su explotación y comercialización, en distintos mercados, los cuales permiten acceso para grandes generadoras de energía, pequeñas y micro centrales de energía.

El desarrollo de actividades, fomento y utilización de energías renovables es responsabilidad del Ministerio de Energía y Minas (MEM), se le establece a este ministerio, la promoción y localización de recursos energéticos renovables para la generación de energía; el impulso de estudios para estimar el potencial técnico utilizable, el fomento y facilitación de inversiones para el desarrollo de proyectos, con recursos energéticos renovables; al propiciar la oferta energética nacional a través del uso de recursos renovables y un menor uso de combustibles importados y por último la facilitación de procesos de certificación para proyectos que se establezcan en el país mediante el uso de recursos renovables.

De conformidad con la información del MEM, durante el año 2013, la generación de energía eléctrica en Guatemala, más del 50 % proviene de fuentes renovables y principalmente de recursos hídricos.

A raíz de la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, se ha dependido menos del uso de combustibles fósiles y los incentivos que derivaron de dicha normativa, así como proyectos extranjeros e inversión nacional han permitido que más de la mitad de energía que se genera en el país sea a través del uso de energías renovables.

A la fecha, el porcentaje de generación va en aumento, lo cual propicia la utilización y generación de este tipo de energías en vez que se utilice la energía proveniente de combustibles fósiles.

Dadas la demanda y necesidad de consumo de energía eléctrica en poblaciones Guatemalteca, es necesario definir los factores que inciden en un sistema de consumo eléctrico en un hogar; nos topamos con la carencia de estudios de la viabilidad de utilización de energías alternativas o renovables en ellas, al igual que la carencia de estudios de tendencias de consumo eléctrico en poblaciones que utilizan energía, para así elaborar un diagnóstico del consumo eléctrico en un sistema de una población guatemalteca.

Este estudio establecerá una pauta para dar paso a introducir normativas en las cuales se puedan analizar parámetros de eficiencia permisibles en los aparatos eléctricos, al ayudar a equilibrar el gasto eléctrico en la población. Al igual que se contará con una pauta para establecer cuánto se puede hacer eficiente el consumo de energía eléctrica se tiene el dato de consumo eléctrico ya sea en kilovatios o quetzales mensuales, para así contar con un precedente para mostrar en una gráfica el tipo de eficiencia que se puede lograr al introducir etiquetas de eficiencia en los aparatos usados, nuevos aparatos con mejor y mucho tiempo de desarrollo tecnológico o incluso nueva tecnología al incursionar en los hogares, se menciona también nuevos diseños en los hogares o instalaciones nuevas como los famosos calentadores solares.

Es pertinente mantener el enfoque en la importancia del estudio, que es determinar dicho valor en kW/hr, quetzales o incluso amperios consumidos al mes, para concluir hasta cuánto se puede llegar a hacer eficiente dicho valor después de proponer aparatos más modernos y eficientes en cada una de las partes de un hogar, ya sea como ejemplo una refrigeradora, la televisión, el horno de microondas y el calentador de ducha.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar el análisis del consumo de energía eléctrica y propuesta de optimización en hogares de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala

### **Específicos**

1. Determinar cuáles son los parámetros de medición para la optimización de energía eléctrica en hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la ciudad de Guatemala, Guatemala
2. Identificar cuál es la percepción de los vecinos respecto a la autoproducción de energía eléctrica para su conexión a la red del suministro eléctrico en hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la ciudad de Guatemala, Guatemala
3. Enlistar cuáles son los aparatos eléctricos de uso frecuente que inciden directamente en el consumo eléctrico en los hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la ciudad de Guatemala, Guatemala.



## INTRODUCCIÓN

La carencia de estudios relacionados con la eficiencia energética en los hogares guatemaltecos, es una oportunidad para realizar dicha investigación del consumo eléctrico con bases confiables de información como lo son las encuestas, acerca de qué aparato son utilizados en las casas, así como conocer su verdadero consumo de electricidad para representarlo en una gráfica y que este pueda ser interpretado mejor luego de realizar las encuestas en los hogares, para al final conocer las tendencias de consumo eléctrico con base en los aparatos de uso frecuente en los hogares.

La situación anterior abre la pauta para discutir sobre ellos luego de encuestar a cada hogar, cuáles tienen y usan con frecuencia, qué factura eléctrica pagan y proyectar hasta cuánto se puede llegar a hacer eficiente la matriz en el hogar se incluye nuevas tecnologías en ella, refrigeradoras con etiqueta de eficiencia, calentadores eléctricos más nuevos, solares o térmicos, calculadoras con energía solar, entre otros.

Es parte importante determinar también las tendencias de consumo en aparatos en los habitantes de las casas, lo cual da la pauta para establecer la utilización de aparatos más modernos o incluso iniciar a incluir energías alternativas en los hogares como la solar térmica, en los calentadores de ducha.

En los hogares donde el consumo se detectó como desmedido, se recomienda la detección de fugas eléctricas en el hogar, debido a que este es un factor importante por considerar en las residencias que, por muchas razones, puede ser víctima de fugas en el hogar, en lugar de consumos reales.

Este estudio permitirá abrir puertas a la tecnología de punta relacionada con el campo del medio ambiente, la cual puede ser introducida, presentada incluso promocionada en muchos ámbitos para ser utilizada por los guatemaltecos, que se han visto en la necesidad de residir en el área de la ciudad capital, en algunos casos desprovistos de cobertura eléctrica, o en su defecto con un alto costo del consumo en su instalación, se pueden apoyar en las tecnologías más nuevas para mitigar su costo de funcionamiento; en algunos sitios se recomiendan este tipo de aparatos, como los famosos calentadores solar térmicos.

La inclusión de este tipo de aparatos puede aprovecharse dado su desarrollo; le pueden abrir las puertas a la tecnología al cambiarlos, incluirlos o presentarlos en estas instancias, o sea en las casas; se incluyen ciertas recomendaciones con este tipo de aparatos y en este tipo de temática, especialmente que esta investigación, está enfocada en las casas, en su consumo eléctrico y en cómo hacerlo eficiente.

El trabajo se compone de nueve capítulos importantes. En el capítulo 1 se trata acerca de los antecedentes, se habla de la eficiencia eléctrica en sus diferentes ámbitos. En el capítulo 2 se realiza el planteamiento del problema, en el capítulo 3 se aborda el marco teórico, se describe la sustentabilidad, la energía solar, eólica e hídrica al igual que la eficiencia energética según varios autores que relatan sobre ello, la matriz energética y las tarifas eléctricas. En el capítulo 4, se plantea la propuesta metodológica de campo, en donde se describe el tipo y diseño de la investigación, el enfoque, los criterios de inclusión y exclusión, en el capítulo 5, se describe y analiza la factibilidad del estudio, en el capítulo 6 se plantea el estudio técnico, en el capítulo 7 se describe la presentación de resultados obtenidos, en el capítulo 8, se realiza la propuesta de optimización y en el capítulo 9 se discuten los resultados.

# **1. ANTECEDENTES**

## **1.1. Generalidades**

Se cuenta con muchas definiciones y conceptos de eficiencia eléctrica, a continuación, se habla acerca de estos conceptos de manera introductoria.

## **1.2. Análisis de resultados de investigaciones previas**

En el ámbito de la eficiencia eléctrica, se tiene por considerar para el estudio en donde al determinar el consumo en cada hogar, se espera concluir con el porcentaje de ahorro que se puede llegar a tener al cambiar los aparatos eléctricos. Los estudios que hablan de la eficiencia eléctrica son 10 estudios realizados en el Perú.

## **1.3. Análisis a nivel internacional**

La eficiencia eléctrica es un tema de vanguardia en la era moderna, e incluirla en los hogares sería algo muy positivo, según el investigador Escobar (2011) en su informe elaborado *Eficiencia de la energía eléctrica en el área comercial*, hace mención acerca de la seguridad energética, como se describe a continuación:

En el presente informe de suficiencia trata la Determinación e Implementación del Banco de Condensadores para reducir, los costos de facturación de la Energía Reactiva, mejorar el voltaje en las barras del tablero principal, reducir perdidas por efecto Joule al mejorar la vida útil de las Instalaciones Eléctricas, se disminuye así la emisión de del C02 (con lo que podría obtener los bonos verdes) en el Área Comercial.

Además, contribuye a la seguridad energética, al preservar el uso de las fuentes de energía en beneficio de las generaciones venideras, haciéndola más eficiente el uso de la Energía Eléctrica, se cumple así con las exigencias de la Norma Técnica de Calidad del Servicio Eléctrico. Se realizará un diagnóstico con el objetivo de determinar los medios que posibiliten el aumento de la eficiencia energética y alternativas de ahorro de energía en el centro comercial "Galería Mercado Central II", importante oportunidad para reducir sus costos, mejorar su competitividad y el uso adecuado de los equipos instalados, se toma en cuenta que el análisis técnico está ligado con el análisis económico. Este análisis económico comprobará que los costos de adquisición de tecnología para la producción de energía eléctrica tengan un tiempo aceptable de recuperación. (párr. 1)

Es por ello por lo que la importancia de la eficiencia radica también en tener en cuenta un análisis económico que acompañe a la venta de los aparatos.

Según el investigador Flores (2017) en su tesis publicada llamada *Método fronteras de eficiencia para valorar el agregado de distribución eléctrica*, evalúa dicho valor como se muestra a continuación:

El objetivo principal de esta investigación es evaluar el valor agregado de distribución eléctrica, se utiliza el nuevo Método Fronteras de Eficiencia al considerar los datos de manera envolvente, para ser instaurado en el Marco Regulatorio de las tarifas eléctricas, se asevera un nivel de satisfacción por la rentabilidad de cada empresa de distribución eléctrica.

De igual manera, por el aseguramiento del equilibrio de correspondencia entre las empresas de distribución eléctrica y los Usuarios del producto eléctrico, por la prestación y contraprestación del servicio eléctrico. El epílogo de esta tesis Doctoral se fundamenta doctrinariamente en la instauración del "cómo debe ser' evaluando el valor agregado de distribución, para alcanzar un nivel de satisfacción por la rentabilidad de las empresas de distribución eléctrica e instituir el equilibrio de correspondencia por la prestación y contraprestación del servicio eléctrico entre las empresas de distribución eléctrica y usuarios del producto eléctrico. (párr. 1)

También es importante tomar en cuenta las tarifas social y no social se despiden a cuál pertenece la factura eléctrica de cada hogar.

Según Martínez & Chavarri (2014) en su tesis *Estudio de la eficiencia energética en instalaciones eléctricas, caso: Central Hidroeléctrica Yanango*, expone sobre la eficiencia energética lo siguiente:

El presente proyecto de tesis contiene la propuesta de un estudio de Eficiencia Energética en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Yanango de EDEGEL S.A., elaborados por los egresados de la Universidad Nacional del Callao, quienes han utilizado métodos, formas, y propuestas que nos permiten hoy proponer este modelo. Lo cual nos ha permitido que un estudio energético sea más efectivo y que contribuya al desarrollo sostenible energético de las centrales hidroeléctricas, en este caso es la central Hidroeléctrica de Yanango. El estudio se ha desarrollado sobre la base de una metodología para la determinación del potencial de ahorro de energía eléctrica, se garantiza que los recursos energéticos sean usados económicamente y de la manera más ventajosa.

El ahorro de la energía solo es posible en tanto se tenga información precisa y confiable sobre cómo, cuánto y de qué manera se utiliza la energía en las instalaciones eléctricas de la Central Hidroeléctrica Yanango.

Para ello, es necesario que se tengan las mediciones adecuadas en los lugares apropiados, el conocimiento de la utilización final de la

energía eléctrica actual y el estado de conservación y operación de las instalaciones eléctricas. La metodología tiene los siguientes objetivos: 1. El control del uso de la energía eléctrica, y 2. El logro de beneficios planificados a través del uso eficiente de la energía eléctrica. Para alcanzar estos beneficios, es necesario el compromiso de los funcionarios de alto nivel de la empresa EDEGEL S.A.A., de manera que el sistema de control sea incorporado en la estructura de la gestión empresarial existente, con la finalidad que el uso de la energía sea controlado adecuadamente en todos los niveles de la organización. (párr. 1)

Es de suma importancia hacer notar lo imprescindible que es incluir a la eficiencia eléctrica en otros sectores para que la matriz energética cuente con una buena eficiencia y bajar la dependencia de los combustibles fósiles.

Según Anccasi (2016) en su tesis *Eficiencia técnica en las empresas de distribución eléctrica de la corporación Fonafe*, describe acerca de la distribución eléctrica como se describe a continuación:

En el Perú, la distribución eléctrica es una actividad regulada con características de monopolio natural, donde el concepto de empresa eficiente se define como una empresa que se encuentra adaptada a la demanda y que opera bajo un plan de obras óptimo. En este esquema, para forzar a las empresas a ser eficientes, el regulador fija precios de

acuerdo con los costos de una empresa eficiente, diseñada desde cero y sin considerar a las empresas reales.

La evidente necesidad de revisar los procedimientos que se siguen para determinar la empresa eficiente, se consideran las características de la distribución eléctrica y su influencia en la frontera de eficiencia, desde el punto de vista del criterio de la eficiencia productiva, ha llevado a proponer la metodología Análisis Envolvente de Datos (DEA). Este permitió la determinación de eficiencia para el grupo de empresas de distribución eléctricas de la corporación Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE) e identificar un conjunto de indicadores relativos a la eficiencia del proceso productivo de las empresas. Las propiedades de la técnica DEA permitieron considerar conjuntamente variables con distintas dimensiones físicas que caracterizan la actividad de distribución en un análisis global del sector y, al mismo tiempo, contemplar características propias de cada empresa de distribución respecto a su entorno. (párr. 1)

Las líneas de distribución en Guatemala se encargan muy pocas empresas que prestan el servicio energético, por ello recaer la responsabilidad de tal tarea en una sola empresa formal y de trayectoria es importante.

Con base en el trabajo de investigación de López (2011) acerca de la Eficiencia energética en excavación de túneles, se expone lo siguiente en materia de eficiencia energética:

Las instalaciones eléctricas en excavación de túneles no están estandarizadas, por el hecho de ser instalaciones temporales, lo que ocasiona que se aplique una diversidad de distribuciones que no necesariamente son las óptimas. La presente tesis toma los casos de los túneles de conducción de las centrales de Santa Teresa, Huanza y Cerro del Águila y los dos túneles viales de Santa Rosa para diseñar un modelo de suministro eléctrico en baja y media tensión.

En el mismo sentido la estrategia de lograr los objetivos se ha encaminado por la aplicación de los conceptos de la eficiencia energética cuya metodología está diseñada para lograr importantes ahorros más cuando se tiene un uso intensivo de energía como es el caso de la excavación de túneles mediante el método de perforación y voladura. En la presente tesis se obtiene un modelo para la optimización de los consumos de energía eléctrica, al identificar oportunidades para reducirlos y aplicar tecnología para el control de energéticos. (párr. 1)

Las instalaciones eléctricas de los hogares son más sencillas que en otras instalaciones que requieren de equipos más complejos para su funcionamiento,

al contrario de un hogar guatemalteco en donde la energía radica en el gasto mensual.

En cuanto a eficiencia eléctrica se refiere, en los hogares es difícil pensar en ello hasta ahora recientemente con los bombillos ahorraores, Bonifaz, (2001) en su investigación *Distribución eléctrica en el Perú: Regulación y eficiencia*, lo describe a continuación:

La investigación consta de cinco capítulos. El primero presenta una visión general del sector eléctrico en el Perú, con énfasis en el sector de distribución. El segundo aborda el marco legal de la regulación de precios en el sector de la distribución eléctrica, para lo cual se analiza tanto la LCE como la forma en que ésta es aplicada por la CTE. En el capítulo 3 describen los principales métodos de regulación desarrollados por la teoría económica y discuten las formas de regulación implementadas en el sector de distribución eléctrica en el Perú.

El cuarto capítulo revisa los efectos de la metodología aplicada por la CTE tanto sobre las tarifas como sobre el comportamiento de los actores dentro del sector. Y en el quinto capítulo, presentan un análisis de la eficiencia relativa de las empresas distribuidoras de energía en el Perú, en el período 1995- 1998, para lo cual se estimó una frontera estocástica con máxima verosimilitud. El cálculo de estas medidas pretende contribuir al

desarrollo de instrumentos que permitan una regulación eficiente de las empresas del sector. (párr. 1)

La teoría pone a la práctica en este estudio, donde en el Perú se analizan las formas de regulación de la distribución de la energía eléctrica, lo cual es de suma importancia; comparado con este estudio, se analizará el consumo de energía eléctrica por un solo sector, el residencial de la colonia propuesta.

Según el investigador Servelleón (2002) con base en el trabajo para la obtención del grado de licenciatura, habla acerca de la calidad, eficiencia y optimización de las instalaciones eléctricas del estadio monumental de la U, como se expone a continuación en relación a instalaciones eléctricas:

El presente informe tiene como objetivo principal el de fijar criterios adicionales a los tradicionales, en el desarrollo de diseños de instalaciones eléctricas, con mención especial a las instalaciones del Estadio Monumental de la U, de la cual se ha tomado gran parte de la información para este informe. Este informe consta de 10 capítulos, del segundo al tercer capítulo se exponen terminologías usadas y la necesidad actual de contar con un buen sistema eléctrico en nuestras empresas.

Del tercer al noveno capítulo se exponen generalidades, conceptos y cómo afrontar desde el diseño, ejecución y puesta en marcha de las instalaciones eléctricas, anomalías tales como armónicos, ineficiencia en el consumo de energía, falta de confiabilidad del sistema, mal sistema de

puesta a tierra, que generalmente producen el mal funcionamiento de los equipos electrónicos y eléctricos y un consumo excesivo de energía. Finalmente, en el capítulo 10 se desarrolla los capítulos antes mencionados aplicado a las instalaciones del Estadio Monumental de la U, para lograr la calidad, eficiencia y confiabilidad en el uso de la energía eléctrica. (párr. 1)

Todos los demás equipos periféricos al funcionamiento de la red eléctrica como por ejemplo un banco de capacitores para garantizar la estabilidad eléctrica son de suma importancia, en los hogares una buena caja de flipones no pasa de tener más equipo en su instalación.

Según el investigador Díaz (2017) en el trabajo de tesis *Implementación de una Auditoría Eléctrica para Reducir el Consumo de Energía Eléctrica en el Hospital II De Essalud Cajamarca, 2017*, hace el análisis energético de un hospital, como se muestra a continuación:

EsSalud es una institución prestadora de servicios de salud cuyo ámbito de atención son los trabajadores de la Región Cajamarca, cuenta con doce unidades de prestación distribuida en la zona de sur de la región de Cajamarca, que atienden aproximadamente 150,000 asegurados. Para atender adecuadamente a los asegurados, está implementada con equipamiento biomédico y electromecánico, suyo uso requiere del abastecimiento de energía eléctrica.

Así mismo la funcionalidad de las áreas de atención, comprende ambientes los cuales deben ser iluminados según categoría de uso médico. Pero la falta de actualización tecnológica del sistema eléctrico permite que todavía se empleen aparatos e instalaciones eléctricas ineficientes que genera sobre consumo de energía, se debe hacerse algo al respecto. La presente tesis persigue efectuar una auditoria eléctrica para determinar si se logra reducir el consumo de energía eléctrica, se mantiene los estándares de uso y de iluminación. (párr. 1)

Las empresas que prestan servicios adicionales al eléctrico en Guatemala son escasas, siendo un electricista y su profesión lo único que el hogar requiere para el funcionamiento de equipos complicadas como lo son los calentadores eléctricos, estufas eléctricas, entre otros.

Según Chasquero & Guerrero (2015) en su investigación denominada *Mejoramiento de la eficiencia eléctrica en el Jockey Club de Chiclayo con aplicación de domótica*, hacen un análisis de la calidad del sistema eléctrico, como se muestra a continuación:

El estado actual del centro de esparcimiento del club de Jockey de Chiclayo, en cuanto a la calidad del sistema eléctrico, es presentado un gran de fice así mismo un consumo excesivo en su facturación de energía eléctrica, es por esto que se realizó una auditoría eléctrica al club de jockey para determinar los factores que influían de manera categórica, y posteriormente presentar propuestas de mejora, y así optimizar el

consumo de energía se hace uso de la tecnología domótica. A través de recorridos por las instalaciones y siendo identificado las áreas potenciales de consumo energético, es que se define el rediseño del sistema de cableado y equipos instalados, se tiene una reducción considerable de utilización de energía y costo de esta.

Se concluye el estudio es que se comprueba que utiliza equipos adecuados de alta eficiencia y de menor consumo de energía, tanto en iluminación como artefactos y equipos instalados, se logra alcanzar una minimización considerable en ahorro de energía, ahorro económico y sobre todo de mucha importancia, ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>. Entre las recomendaciones más destacadas se tiene que, algunas propuestas planteadas tienen un costo de implementación muy elevado, por lo que se recomienda analizar este punto; además se pide extenderse sobre todas las áreas del club de Jockey, para obtener un club ecológicamente completo. (párr. 1)

Existen sistemas eléctricos más complicados que alimentan un hogar, ahora en la modernidad se tienen redes inteligentes en las cuales se incluyen los hogares inteligentes en estas redes de instalación eléctrica, para lo cual Guatemala no está muy avanzado en ahondar en esta temática.

Según Ttacca & Mostajo (2017) en su trabajo de tesis *Estudio de la eficiencia energética en los sistemas hospitalarios de Salud – Hospital II Ayaviri*,

analizan la eficiencia energética con los sistemas hospitalarios en salud, como se muestra a continuación:

El presente trabajo se realizó, en el hospital II de Ayaviri, durante los meses de mayo-octubre del 2017. El objetivo general es establecer la relación que existe entre la eficiencia energética con los sistemas hospitalarios de salud, como objetivos específicos determinar la relación del consumo energético con los sistemas hospitalarios y así como el rendimiento de los equipos de producción con los sistemas hospitalarios de salud. La metodología que se utilizó para los objetivos fue la recolección de información, análisis, interpretación y evaluación de los sistemas hospitalarios existentes que tienen consumo de energía eléctrica y térmica.

El estudio realizado fue según normas nacionales e internacionales se toma como referencia estándares mínimos de eficiencia energética para los diferentes sistemas hospitalarios con lo cual busca mejorar el consumo energético dentro de los sistemas hospitalarios y dar propuestas a cambios de tecnologías y planes que fomentan el correcto uso de sistemas eléctrico-mecánicos y lograr mejorar los índices de consumo energéticos actuales. (párr. 1)

La relación de la eficiencia eléctrica y demás periféricos no está bien estudiada, y es una de las intenciones de este estudio generar más información con respecto a ello, en específico para hogares en Guatemala.

#### **1.4. Análisis a nivel nacional**

A nivel nacional, el tema de la eficiencia energética específicamente a lo que se quiere realizar no se han evidenciado existencia, de trabajos o estudios a nivel maestría o doctorado similares en la ciudad de Guatemala.

#### **1.5. Discusión de resultados de investigaciones previas**

Se tiene que las investigaciones previas realizadas a este estudio tratan y abordan los temas energéticos acerca de instituciones tales como hospitales para realizar los estudios, es por ello que cabe mencionar que no se han encontrado fácilmente investigaciones que daten estudios acerca de la eficiencia eléctrica tomando como base los hogares, es por ello la importancia de dicha investigación que analizará los datos tomados de las casas de una colonia en la Ciudad de Guatemala.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A continuación, se describe como se ha expuesto el problema de investigación.

### **2.1. Descripción general del problema**

Ausencia de un estudio diagnóstico del consumo de energía eléctrica en los hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala, no permite proponer mejoras en el consumo y eficiencia energética, al igual que analizar los aparatos que están siendo utilizados en el hogar.

### **2.2. Definición del problema**

No se ha realizado un estudio diagnóstico para optimizar el consumo de energía eléctrica en hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala.

### **2.3. Problemas específicos**

Los problemas específicos determinados son los que a continuación se van a describir:

- No se han determinado cuáles son los parámetros de medición para la optimización de energía eléctrica en hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala.

- No se ha investigado cuál es la percepción de los vecinos respecto a la autoproducción de energía eléctrica para su conexión a la red del suministro eléctrico en hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala.
- No se han enlistado los aparatos eléctricos de uso frecuente que inciden directamente en el consumo eléctrico en los hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala.

Lo anterior supone que la investigación dará una base práctica para la determinación de un valor de consumo promedio de energía eléctrica en los hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.

La colonia Lourdes fue construida y no se han realizado estudios previos acerca de diagnósticos eléctricos que denoten el valor promedio de consumo de energía eléctrica, el cual daría la pauta para recomendar cambiar ciertos aparatos eléctricos para hacer eficiente el consumo de energía en dichos hogares.

Tanto a nivel público como privado la eficiencia energética es importante para economizar recursos que están implícitos desde su generación de energía, dada la matriz energética guatemalteca que está basada en petróleo, hidroeléctricas y en consumo a base de leña en el país, hacer eficiente el consumo de energía es importante según los recursos utilizados para generar dicha electricidad, como para generar una eficiencia en los hogares guatemaltecos de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.

## **2.4. Delimitación del problema**

El estudio se pretende realizar en el área de la colonia Lourdes en la zona 17, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala, durante los meses de febrero, marzo y abril del año 2022, por medio de observación y recolección de datos.

## **2.5. Pregunta principal de investigación**

¿Qué se debe realizar para optimizar el consumo de energía eléctrica en hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala?

## **2.6. Preguntas complementarias de investigación**

Las preguntas complementarias de investigación que se plantean en el presente protocolo son tres, las cuales se describen a continuación:

- Cuáles son los parámetros de medición relacionados con la energía eléctrica que son determinantes en el estudio.
- Cuál es la percepción de los vecinos respecto a la autoproducción de energía eléctrica para su conexión a la red del suministro eléctrico.
- Cuáles son los aparatos eléctricos de uso frecuente que inciden directamente en el consumo eléctrico en el hogar.

## **2.7. Necesidades por cubrir o por satisfacer**

Las necesidades por cubrir es el alto consumo de energía eléctrica en los hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala; las casas de esta colonia tienen un gasto mensual que se pretende determinar

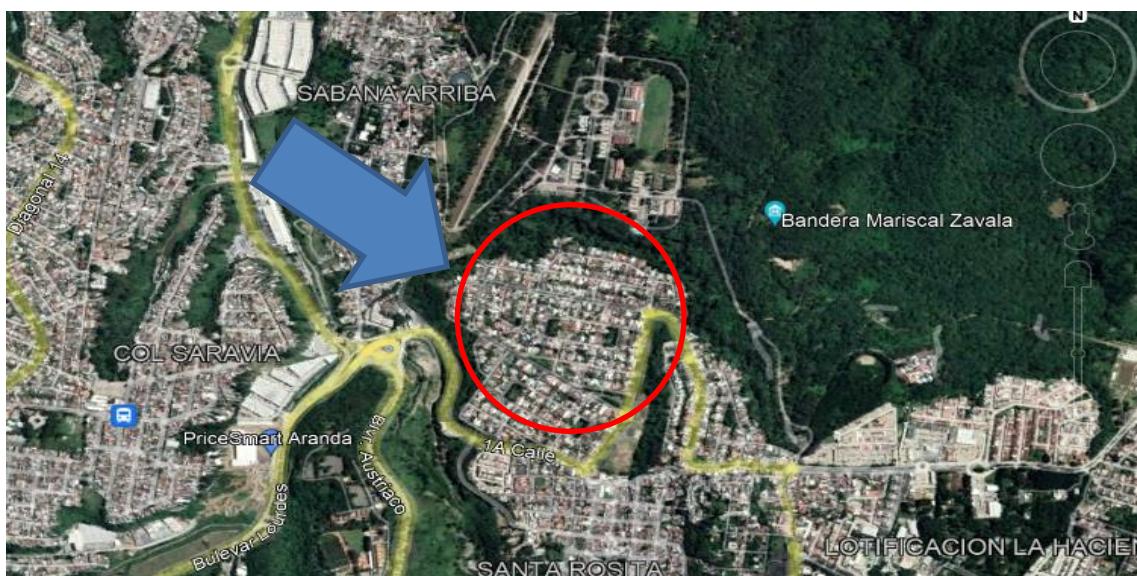
por medio de encuestas, para abordar este consumo energético, para así contar con herramientas para disminuirlo, al igual que incidir en la matriz de generación de energía, se hace el consumo de energía eléctrica en los hogares por medio de la eficiencia energética.

## 2.8. Localización del área o lugar en estudio

El área en estudio se encuentra ubicada en la colonia Lourdes de la zona 17, Ciudad de Guatemala, departamento de Guatemala, actualmente está comunicada por varias carreteras asfaltadas a través de la cual se puede acceder a la colonia.

**Figura 1.**

*Colonia Lourdes zona 17*



Nota. El gráfico muestra y ubica la porción de la colonia en donde se elaboró este estudio. Obtenido de Google Earth (2021). *Google Earth Pro* [Mapa]. (<https://www.google.com/intl/es-419/earth/>), consultado el 5 de noviembre del 2021. De dominio público.

## 2.9. Ubicación de área en estudio

El área en estudio a una altura de 1,500 metros sobre el nivel del mar, con una latitud  $14^{\circ}37'39''$  norte y una longitud  $90^{\circ}28'46''$ oeste. En la dirección siguiente: colonia Lourdes zona 17.

**Figura 2.**

*Vista de la colonia Lourdes zona 17*



*Nota.* El gráfico muestra un acercamiento de la ubicación de la colonia Lourdes zona 17 en donde se realizó el estudio. Obtenido de Google Earth (2021). *Google Earth Pro [Mapa]*. (<https://www.google.com/intl/es-419/earth/>), consultado el 5 de noviembre del 2021. De dominio público.



### **3. MARCO TEÓRICO**

La eficiencia eléctrica se aborda desde varios ámbitos para el hogar, desde tener sustentabilidad en la casa, hasta incluir energía limpia en ella con aparatos con etiquetas de eficiencia y energía producida de fuentes renovables. A continuación, se detallan estos conceptos.

#### **3.1. Sustentabilidad**

Se cuenta con muchos conceptos de eficiencia eléctrica como lo indica este estudio al hacer una propuesta de eficiencia eléctrica en la electricidad en un hogar típico de la colonia Lourdes, a continuación, cabe mencionar que estos términos nacen de la necesidad de contar con recursos más eficientes y sostenibles en una época en la que la tecnología ha avanzado mucho y los cambios son cada vez más notables en los aparatos disponibles.

Se abarcan conceptos de sustentabilidad para dar paso a una propuesta en eficiencia en cuanto al consumo de energía eléctrica en la Colonia Lourdes.

Según CEPAL (2003), “La noción de sustentabilidad no es susceptible de definiciones simples; cualquier definición que se plantee tendría que establecer con claridad las notas esenciales que deberían caracterizar a un proceso de desarrollo de manera que pueda ser calificado como sustentable” (p. 25).

En materia del desarrollo sustentable, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1987), indica lo siguiente:

EN 1987, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) definió el concepto de desarrollo sustentable como: un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin menoscabar la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades. (párr. 6)

Se considera la viabilidad de incluir energías renovables para incluirlas en la colonia Lourdes, en donde CEPAL en Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe Guía para la formulación de políticas energéticas.

Se tiene que según CEPAL (2003), se puede plantear como el ser humano ha planteado su desarrollo en la sociedad moderna, hacia la sustentabilidad como se menciona a continuación:

En el marco del proyecto sobre energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe (OLADE/CEPAL/GTZ), plantea el ser humano debe ser el sujeto activo y la finalidad última del desarrollo y, en consecuencia, se ubica al desarrollo humano como elemento central de la sustentabilidad. (p.29)

El desarrollo humano se ha dado a través del tiempo, en la modernidad se cuenta con viviendas, urbanización, y electrificación en los hogares, se puede conocer acerca del desarrollo humano según el Programa de las Naciones

Unidas para el Desarrollo (2004) que dice lo siguiente:

El concepto de desarrollo humano adoptado es el que se enuncia dentro de los informes anuales del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sobre ese tema y que lo concibe como: el proceso de ampliar la gama de opciones de las personas, brindando mayores oportunidades de educación, atención médica, ingresos y empleo, y se abarca el espectro total de opciones humanas, desde un entorno físico en buenas condiciones hasta libertades económicas y políticas. (párr. 4)

En el informe de energía y desarrollo sustentable en América y El Caribe, CEPAL (2003) expresa acerca de la situación de sustentabilidad en dicha región:

Entre los países de la región, se registra una gran diversidad de situaciones y tendencias con un respecto a la sustentabilidad: algunos han logrado mejoras sostenidas en los últimos 25 años; otros pudieron mejorar su situación en la primera mitad de los noventa; pero existen otros que se encuentran en una situación tan desfavorable que parecen no tener salida. No obstante, en todos los países es posible diseñar escenarios energéticos más sustentables en términos políticos, económicos, sociales

y ambientales, que sean factibles de realizar en el largo plazo con los recursos con que puede disponer el país.

Por último, en materia de sustentabilidad, debe recordarse que las constataciones que se han realizado a partir de los indicadores globales no significan que los elementos más importantes para el desarrollo sustentable deben necesariamente situarse o limitarse al plano global nacional.

Por el contrario, puesto que el desarrollo económico y social afecta al ser humano en lo concreto, del mismo modo que la incidencia local de la mayoría de los daños ambientales de carácter local, el enfoque adoptado para la formulación de políticas debe plantearse en términos de la mejora del espacio vital de las personas. Este espacio está determinado por los estilos de consumo, producción y distribución locales y concretos, y es en estos ámbitos donde el uso de la energía está siendo tomada una evolución preocupante en ciertos aspectos. (p. 58)

### **3.2. La energía solar en Guatemala**

Se considera la energía de mayor difusión en los últimos años y la que fácilmente se puede instalar en un hogar, como las casas de la colonia Lourdes que fácilmente se puede incluir energía solar para los calentadores de duchas, o

paneles solares para alimentar de energía la casa y el exceso vendérselo a la Empresa Eléctrica.

En Guatemala como se muestra a continuación, se aprecia el mapa de radiación solar y de centrales generadoras solares, debido a que esta energía está ya disponible en Guatemala, pero hace falta difundirla entre los guatemaltecos en donde puede incidir en la matriz energética de un país como lo son los hogares de una colonia.

El Ministerio de Energía y Minas nos puede ampliar acerca de la energía solar en Guatemala, en su boletín publicado en el 2017 indica lo siguiente:

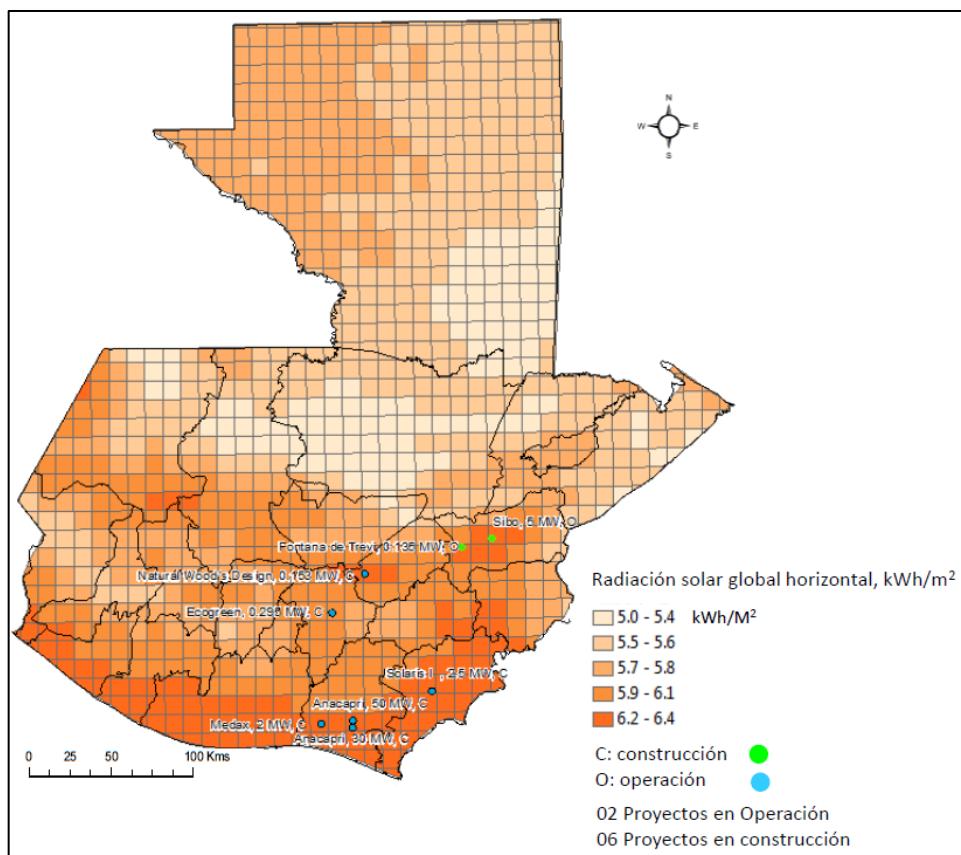
El sol la estrella más próxima a la tierra, es el lugar donde ocurren conversiones de tipo fusión nuclear, en la que los átomos de hidrógeno se fusionan para dar origen a átomos de helio. Pequeñas cantidades de masa resultan convertidas en energía radiante, cuyo fenómeno se lleva a cabo en condiciones de elevadísima temperatura y gran presión. La energía generada por este proceso atraviesa las diferentes capas que integran el globo solar, llega a su superficie, en donde tienen temperaturas entre 5,500 y 6,000 grados centígrados. De allí es emitida al espacio en forma de ondas electromagnéticas de diversa naturaleza.

La energía se dispersa conforme se aleja del sol y llega a la tierra con aproximadamente 2 billonésimas de aquella gran cantidad de energía emitida originalmente. La energía viaja en formas de ondas radiantes,

también conocidas como “ondas electromagnéticas”, que se caracterizan por poseer diferentes longitudes. Cada una de ellas se asocia a un determinado poder penetrante y portación de energía, y entre más corta sea la onda más energía aporta y un mayor poder penetrante posee. El sol emite una gama diversa de estas diferentes ondas, las cuales se clasifican de acuerdo a su longitud. (p. 1)

A continuación, el Ministerio de Energía y Minas (2014) muestra como es un mapa de radiación solar, para conocer el potencial de energía irradiada por el sol en Guatemala y analizar la instalación de proyectos solares en la región. Se incluye también cuáles son las centrales generadoras de energía solar.

**Figura 3.**  
*Radiación solar y ubicación de generadoras solares*



*Nota.* El gráfico muestra la energía radiante que emite el sol y donde se encuentran las instalaciones de las generadoras en Guatemala. Obtenido del Ministerio de Energía y Minas (2014). *Mapa de Radiación Solar y Ubicación de Centrales Generadoras Solares [Mapa]*. (<https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/04/Mapa-solar.pdf>), consultado el 5 de noviembre del 2021. De dominio público.

**Tabla 1.***Centrales generadoras con energía solar*

No.	Entidad	Proyecto	Municipio	Departamento	Capacidad Instalada MW	Estado proyecto
1	Fontana de Trevi, S.A.	Proyecto de instalación solar	Usumatlan	Zacapa	0.135	Operación
2	Sibo, S.A.	Central solar fotovoltaica	Estanzuela	Zacapa	5	Operación
3	Empresa Generadora de Energía Limpia, S.A.	Solaris 2.5MW	I Jutiapa	Jutiapa	2.5	Construcción
4	Anacapri, S.A.	Planta fotovoltaica	Chiquimulilla	Santa Rosa	50	Construcción
5	Anacapri, S.A.	Horus II	Chiquimulilla	Santa Rosa	30	Construcción
6	Natural Wood's Design, S.A.	Instalación fotovoltaica	Sanarate	El Progreso	0.153	Construcción
7	Medax Energy, S.A.	Medax Solar FV 2.0 MW	Taxisco	Santa Rosa	2	Construcción
8	Ecogreen S.A.	Cofiño Stahl zona 5	Guatemala	Guatemala	0.295	Construcción

*Nota.* Descripción de la entidad y proyecto solar asociado por departamento, municipio, capacidad instalada y el estado del proyecto. Obtenido del Ministerio de Energía y Minas (2014). *Centrales generadoras con energía solar.* (<https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/04/Mapa-solar.pdf>), consultado el 5 de noviembre del 2021. De dominio público.

Se conoce de esta manera que Guatemala está adelantado en tecnología solar, debido a que incluye centrales solares en varios sitios ubicados en el interior de la república, y es pertinente atraer más inversión en esta materia.

### **3.3. La energía eólica en Guatemala**

Con las encuestas se analiza la aceptación de incluir energías renovables en los hogares, estos proyectos alimentan hogares en sus cercanías de donde están instalados, y son viables en algunas partes del país, alimentar residenciales con esta energía es ideal para no contaminar produciendo energía a base de petróleo o carbón debido a que son energías alternativas que son limpias, para establecer como ésta está difundida e instalada en Guatemala actualmente.

El Ministerio de Energía y Minas (2020) nos habla acerca de la energía eólica y de qué partes consta a continuación:

La energía eólica es la energía producida por el viento. El viento es producido por el calentamiento de las masas de aire. Al calentarse pesan menos y ascienden, y las masas de aire frío descienden. El aire en movimiento es el viento. Las máquinas capaces de convertir el viento en energía se llaman aerogeneradores, y constan de las siguientes partes:

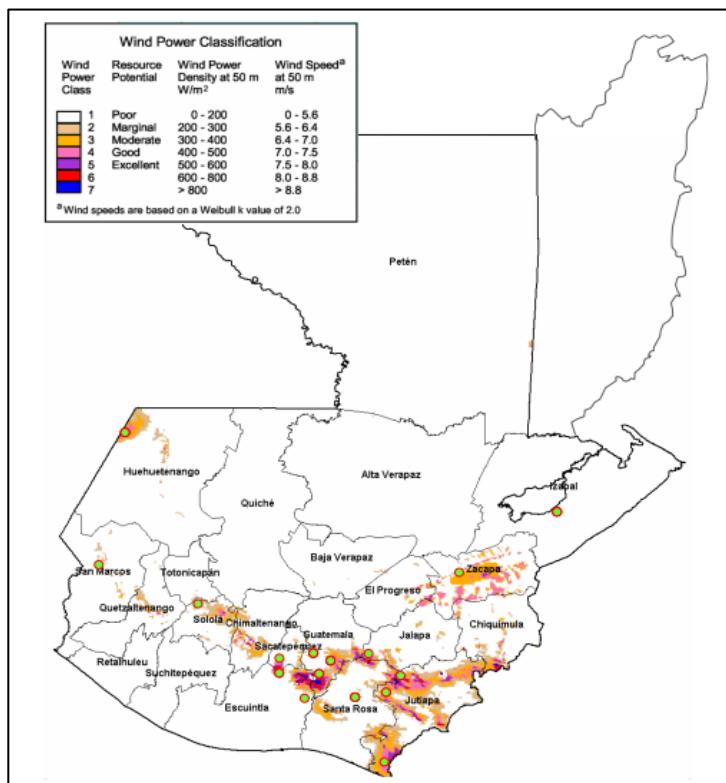
1. **Sistema de captación o rotor.**- Conjunto de palas que captan la energía del viento y la transforman en energía mecánica de rotación.
2. **Soporte.**- Lo constituye una torre que soporta el rotor.
3. **Sistema de orientación de las palas del rotor.** Capaces de variar su posición para que las palas estén siempre perpendiculares a la dirección del viento y así aprovechar su energía.

**4. Sistema de regulación.**- Permiten que las aspas del rotor giren siempre a velocidad constante.

**5. Sistema de transmisión y de almacenamiento.** (Para equipos de electrificación pequeño). (párr. 1)

**Figura 4.**

*Resumen de mediciones de viento en Guatemala*



*Nota.* El gráfico muestra la clasificación del viento en Guatemala y como se distribuye en el mapa de la región. Obtenido del Ministerio de Energía y Minas (2019). *Resumen de resultados del proyecto de medición eólica 2006 – 2011 [Mapa].* (<https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2019/01/Resumen-de-mediciones-de-viento.pdf>), consultado el 5 de noviembre del 2021. De dominio público.

**Tabla 2.***Clasificación del recurso eólico*

Clasificación de potencia del viento				
Clase de potencia del viento	Recurso Potencial	Potencia del viento a 50 m W/m <sup>2</sup>	Velocidad del viento a 50 m - m/s	
1	Pobre	0 – 200	0 – 5.6	
2	Marginal	200 - 300	5.6 – 6.4	
3	Moderado	300 – 400	6.4 – 7.0	
4	Bueno	400 – 500	7.0 – 7.5	
5	Excelente	500 – 600	7.5 – 8.0	
6		600 – 800	8.0 – 8.8	
7		> 800	> 8.8	

Nota. Tabla que indica por color la potencia y velocidad de medición del viento. Obtenido del Ministerio de Energía y Minas (2019). *Resumen de resultados del proyecto de medición eólica 2006 – 2011.* (<https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2019/01/Resumen-de-mediciones-de-viento.pdf>), consultado el 5 de noviembre del 2021. De dominio público.

**Tabla 3.**

*Sitios en donde se ha medido el potencial eólico al año 2006*

<b>Sitio</b>	<b>Municipio</b>	<b>Departamento</b>
<b>1</b> Finca Matazano	Estanzuela	Zacapa
<b>2</b> Aldea El Rodeo	San Marcos	San Marcos
<b>3</b> Finca La Candelaria	San Juan Alotenango	Sacatepéquez
<b>4</b> Finca Monte María	San Juan Alotenango	Sacatepéquez
<b>5</b> Aldea Samororo	Mataquescuintla	Jalapa
<b>6</b> Aldea El Durazno	Jutiapa	Jutiapa
<b>7</b> Aldea Salamar	Moyuta	Jutiapa
<b>8</b> Aldea La Brea	Quezada	Jutiapa
<b>9</b> Aldea Guayabales	Chiquimulilla	Santa Rosa
<b>10</b> Aldea Chacaj	Nentón	Huehuetenango
<b>11</b> Aldea El Jocotillo	Villa Canales	Guatemala

*Nota.* Lugares en donde se mide la energía eólica en Guatemala. Obtenido del Ministerio de Energía y Minas (2014). *Resultados de las mediciones de viento a partir del año 2006 hasta el año 2014.* (<https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/04/Resumen-de-Mediciones-de-viento-en-Guatemala-hasta-el-2014.pdf>), consultado el 5 de noviembre del 2021. De dominio público.

### **3.4. La energía hídrica en Guatemala**

La energía hídrica de igual importancia es un recurso muy abundante en nuestro país, y se investiga acerca de su difusión entre los habitantes de la colonia Lourdes, debido a que esta también incide en la matriz energética y da paso a la sustentabilidad. Esta energía alimenta tanto a colonias en el área rural, como a colonias de la capital a través de la transmisión de energía, aprovechando la electricidad generada por este recurso renovable en la ciudad.

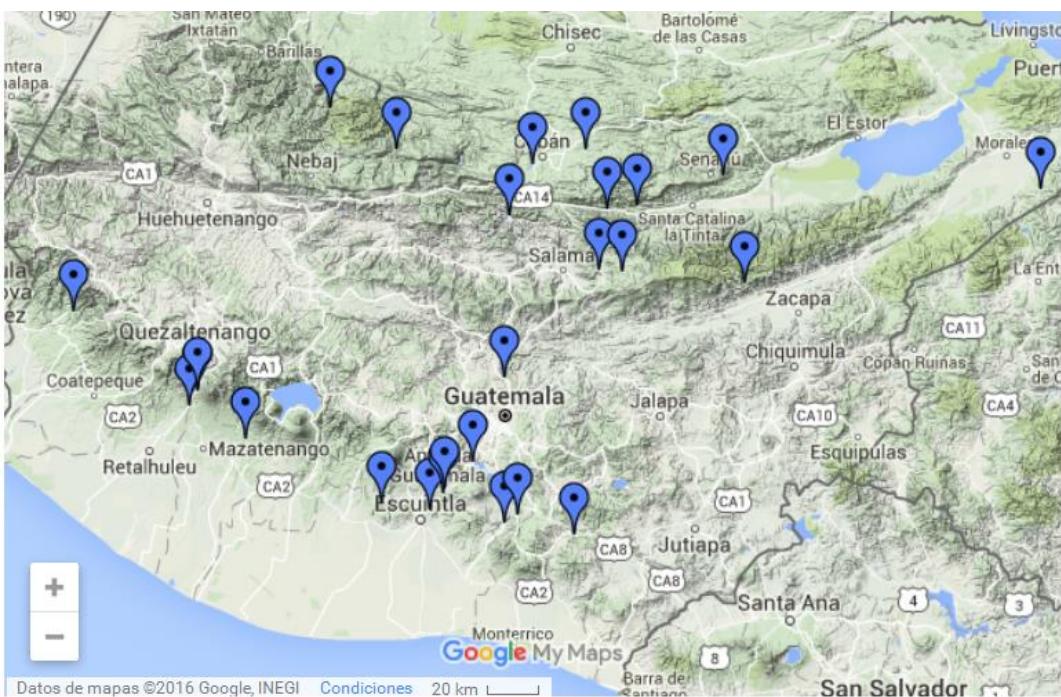
Se pueden mencionar las centrales hidroeléctricas instaladas en el país, como nos lo muestra el Ministerio de Energía y Minas, en su informe estadístico 2017, dice lo siguiente:

De manera específica las centrales hidroeléctricas cuyas cuencas son localizadas en la costa Sur y Oriente fueron las que tuvieron mayor déficit de producción eléctrica, mientras que las localizadas en la región de la Franja Transversal del Norte y Meseta Central (región del Centro) estuvieron ligeramente bajo el promedio. (p. 87)

Según la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (2018), “La electricidad en Guatemala es generada en lugares remotos de donde la utilizarán. Se utilizan tecnologías distintas para la generación” (párr. 1).

El mapa de presas de Guatemala lo muestra la Comisión Nacional de Energía (2018) a continuación:

**Figura 5.**  
*Mapa de presas*



Nota. El gráfico muestra los puntos en donde están ubicadas las presas en Guatemala. Obtenido de la Comisión Nacional de Energía (2018). *Mapa de presas* [Mapa]. ([https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fpbs.twimg.com%2Fmedia%2FDona\\_swdUcAEiR7H.jpg&tbnid=7EW66zHSsm7UEM&vet=12ahUKEwiCnp6v1lyBAxV\\_mYQIHjAxEQMygWegQIARB6..i&imgrefurl=https%3A%2F%2Ftwitter.com%2Fcneeguatemala%2Fstatus%2F1047612060396376064%3Flang%3Dfi&docid=2Gc6xljGi\\_PqlM&w=599&h=414&itq=1&q=mapa%20de%20hidroelectricas%20en%20guatemala&hl=es&ved=2ahUKEwiCnp6v1lyBAxV\\_mYQIHjAxEQMygWegQIARB6](https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fpbs.twimg.com%2Fmedia%2FDona_swdUcAEiR7H.jpg&tbnid=7EW66zHSsm7UEM&vet=12ahUKEwiCnp6v1lyBAxV_mYQIHjAxEQMygWegQIARB6..i&imgrefurl=https%3A%2F%2Ftwitter.com%2Fcneeguatemala%2Fstatus%2F1047612060396376064%3Flang%3Dfi&docid=2Gc6xljGi_PqlM&w=599&h=414&itq=1&q=mapa%20de%20hidroelectricas%20en%20guatemala&hl=es&ved=2ahUKEwiCnp6v1lyBAxV_mYQIHjAxEQMygWegQIARB6)). Consultado el 5 de noviembre del 2021. De dominio público.

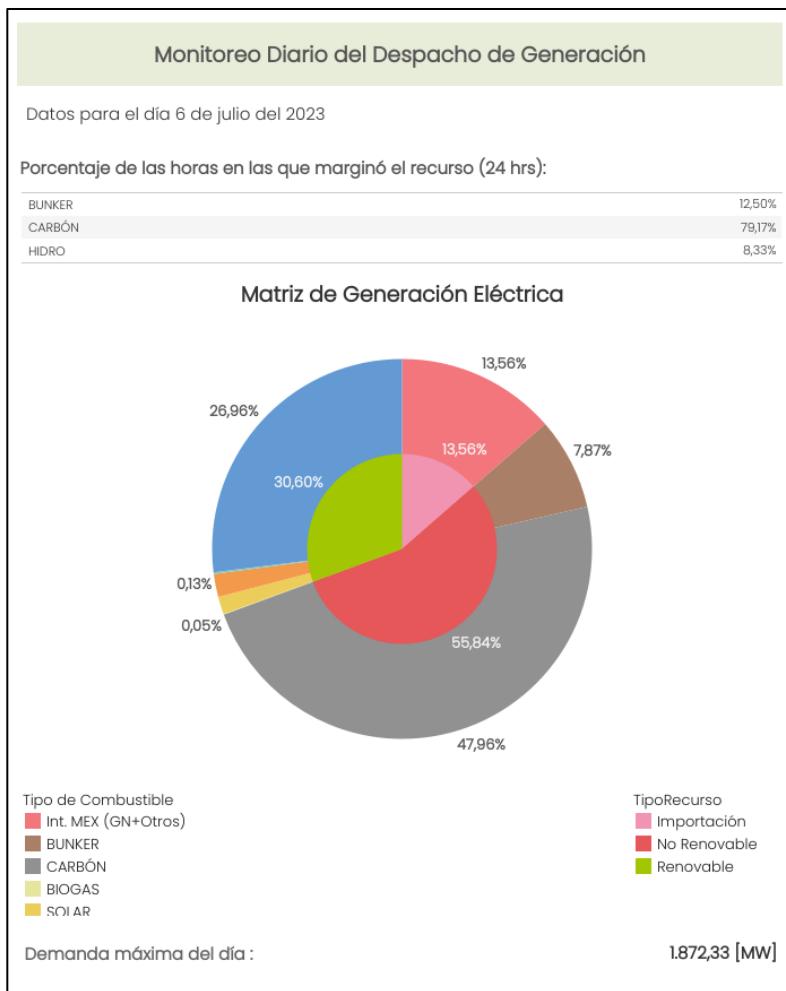
### **3.5. Matriz energética**

La matriz energética en Guatemala es en donde se refleja cómo incide el bajar el consumo eléctrico desde los hogares, haciendo la matriz más eficiente al cambiar el aparato de mayor consumo como lo es la refrigeradora.

La matriz energética está dividida en bunker, carbón, biogás, solar, geotérmica, eólica e hidroeléctrica, por lo que se presenta la siguiente figura de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica en donde se muestra lo siguiente:

**Figura 6.**

*Matriz energética del 6 de julio de 2023*



*Nota.* El gráfico muestra cómo se distribuye la generación de energía eléctrica en Guatemala según su fuente. Obtenido de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (2023). *Matriz Energética de Guatemala*. (<https://www.cnee.gob.gt/wordpress/>), consultado el 10 de Julio del 2023. De dominio público.

### **3.6. Eficiencia eléctrica**

Entre otros términos importantes en la eficiencia energética, en las instalaciones eléctricas, en específico en los hogares donde es difícil realizar reparaciones por la calidad de la instalación, se debe tener en cuenta también el cableado que lleva la red eléctrica en una casa siendo energizada cada toma de corriente. Se espera que el estado de las instalaciones sea bueno, las casas no muy antiguas y en general que estén en buenas condiciones, se tienen los hogares, en donde el estudio se enfoca en Guatemala, estos hogares son los que proveen y dan la pauta incluso al mismo consumo de energía eléctrica.

En materia de eficiencia eléctrica, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (2009) indica lo siguiente:

En particular, se ha reconocido la importancia del apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, por su combinación de financiamiento para inversiones y asistencia técnica, así como para la formación e introducción de nuevos mecanismos financieros y proyectos experimentales, que a menudo han superado los elevados costos de transacción y los riesgos iniciales.

La experiencia del FMAM en el ámbito de la eficiencia energética deja las siguientes enseñanzas para las operaciones futuras:

- Al principio de la preparación del proyecto debe realizarse una evaluación completa del mercado de servicios energéticos eficientes.
- Se deben identificar los obstáculos cruciales a la ejecución de los proyectos de eficiencia energética dentro de los mercados previsto, y se deben determinar por adelantado las intervenciones específicas para abordarlas de manera sostenible.
- El diseño del proyecto debe ser lo suficientemente flexible como para poder adaptarse a los cambios del sector financiero en general, pero sin perder su transparencia.
- En el caso de los proyectos que incluyen componentes de intermediación financiera se deberían preparar mecanismos sólidos de supervisión y evaluación inicial financiera y técnica.
- Los riesgos se deberían distribuir entre todos los participantes en los programas.

Se concluye en que las inversiones en eficiencia energética tienen efectos positivos no sólo en lo que respecta a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también en materia de competitividad, creación de empleo y el estado de salud. (p. 23)

Es fácil pensar que establecer parámetros y datos para estudiarlos es difícil, solamente se debe trabajar el punto en que se está aborda y se facilitará

su estudio, como lo es el factor, parámetro o valor que denota el consumo de energía eléctrica por ahora dado en kW/hr, Quetzales o incluso Amperios para comenzar el trabajo de establecer cuando se cambien los aparatos eléctricos en el hogar, se contará con un porcentaje de eficiencia en su consumo.

Se cambian bombillas, por ejemplo, se cambia la refrigeradora, los calentadores de ducha, los televisores, y algunos otros que son clave donde su desarrollo tecnológico como los bombillos ha logrado disminuir considerablemente el consumo. Se ve como ciertas actividades, hacen que se denote la eficiencia energética tanto en su construcción, en su arquitectura y su diseño, el siguiente párrafo ejemplifica cuando se denota lo que trata este trabajo de resumir, la eficiencia en la electricidad, eficiencia energética en específico la eficiencia eléctrica, se da cuando se trabaja alrededor de ello. Con lo cual se debe trabajar en torno a ello para lograr grandes avances en lo que es eficiencia.

Nótese como ellos tratan y abordan el tema de indicadores, y factores que se toman como parámetros para indicar cierto significado sobre el valor que representan, es por ello la importancia de contar con datos de los hogares en Guatemala, como lo hace este trabajo de tesis, de recopilar uno o varios datos que denoten y establezcan eficiencia eléctrica en los hogares, ayudados por los múltiples estudios en eficiencia, lo que se ha desarrollado de ella y se aplican los principios de proyecciones de hasta cuánto se puede llegar a ahorrar si se cambian ciertos aparatos por unos más eficientes, se regresa a la teoría con cálculos sencillos que denoten incluso la gran diferencia entre ahorro y eficiencia, este trabajo de tesis denota eficiencia.

El cambio de los aparatos denotará eficiencia en el consumo eléctrico en los hogares, por ejemplo, el cambio de un refrigerador por uno que incluso trabaje con la tecnología de establecer en qué rango de una tabla de eficiencia

pertenecen, los bombillos que indican las enormes cantidades de vatios que se hace eficiente cuando se utilizan, los calentadores de ducha que son más modernos y pequeños en cuanto a la facilidad de instalarlos en cualquier regadera.

### 3.7. Tarifa eléctrica

Los hogares de la colonia Lourdes son energizados por la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. (EEGSA), que está sujeta a la tarifa definida por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (2023), en este caso la colonia Lourdes tiene la tarifa no social, que se puede apreciar en la tabla siguiente:

**Tabla 4.**

*Tarifa no social*

<b>Tarifa No Social -BTS-</b>				
<b>Tarifa</b>	<b>Feb-Abr 23</b>	<b>May-Jul 23</b>	<b>Variación</b>	<b>Variación</b>
	Q/kWh	Q/kWh	Q/kWh	
<b>DEOCSA TNS</b>	2.328	2.328	0.000	0.0%
<b>DEORSA TNS</b>	2.198	2.198	0.000	0.0%
<b>EEGSA TNS</b>	1.474	1.474	0.000	0.0%

*Nota.* Tarifa baja tensión simple de Guatemala. Obtenido de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (2023). Tarifa No Social. (<https://www.cnee.gob.gt/wordpress/wp-content/uploads/2023/AJUSTE-TARIFARIO-TRIMESTRAL-PARA-EL-PERIODO-DE-MAYO%20%93JULIO2023.pdf>). Consultado el 10 de Julio del 2023. De dominio público.

### 3.8. Mapa de distribución de electricidad de la colonia Lourdes

La siguiente figura es una red de distribución eléctrica para la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala provista por la Empresa Eléctrica

de Guatemala (2023), en donde se tiene que cada unidad habitacional cuenta con una distribución 120/240 Volts, 1 fase, 3 hilos + tierra, entubado a cada unidad en PVC de 1 1/4" - 1 1/2" de acuerdo con la distancia al transformador tipo pedestal de 25 o 50 KVA.

Se estima una carga estándar media de 2.5 - 3 KW, y una máxima de 5 / 7.5 KW promedio. La red de distribución contribuirá con la ornamentación de la lotificación por ser subterránea. La iluminación general está en postes de concreto al igual que la distribución primaria 13.2 KV. Todas las normas aplicables serán las recomendadas por la EEGSA en este tipo de trabajos, es decir en la colonia Lourdes, al igual que todos los materiales.

**Figura 7.**

*Distribución de baja tensión de la colonia Lourdes*

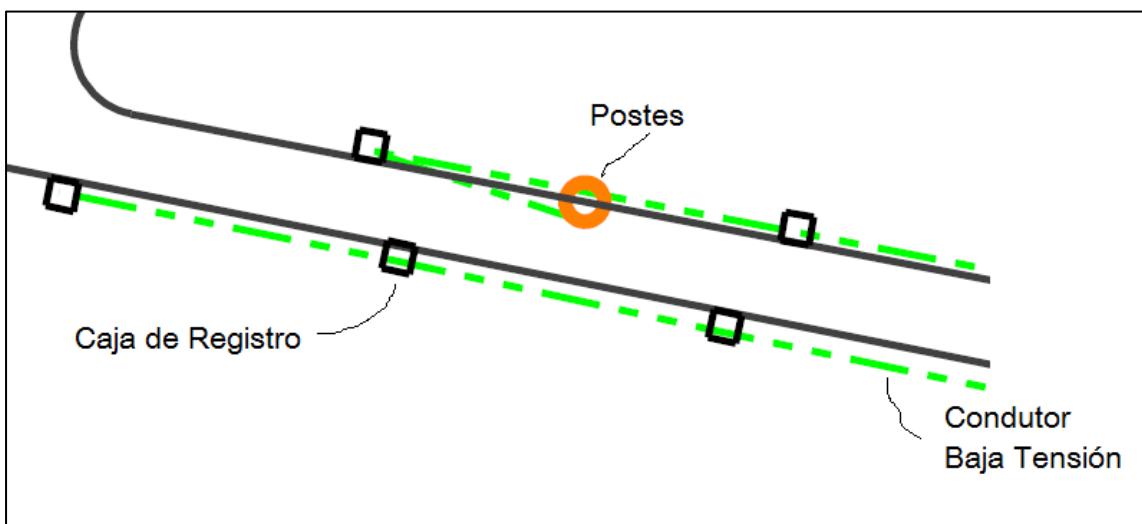


*Nota.* El gráfico muestra el mapa de energía eléctrica en la colonia Lourdes zona 17 de Guatemala. Obtenido de la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. (2023). *Distribución de energía eléctrica de baja tensión [Mapa]*. (<https://eegsa.com/>), consultado el 28 de julio del 2023. De dominio público.

La figura anterior se puede ampliar y explicar de la siguiente manera: la línea verde discontinua, es la red de baja tensión, los recuadros negros, son las cajas de registro por donde pasan los conductores subterráneos, los círculos en naranja son los postes, principalmente para el alumbrado, y cabe añadir que la red en la colonia Lourdes zona 17 de la ciudad de Guatemala es completamente subterránea. Se puede apreciar esta descripción en la figura siguiente provista por EEGSA (2023):

**Figura 8.**

*Plano de distribución de electricidad en la colonia*



Nota. El gráfico muestra la explicación de la simbología en el mapa de distribución de baja tensión de energía eléctrica de la colonia. Obtenido de la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. (2023). *Distribución de energía eléctrica de baja tensión.* (<https://eegsa.com/>) consultado el 28 de julio del 2023. De dominio público.

### **3.9. Gráfica horaria de consumo eléctrico de una residencia**

El consumo de energía horaria es de 24 horas, es decir el consumo del día. El área bajo la curva que se aprecia en la gráfica siguiente, es el consumo

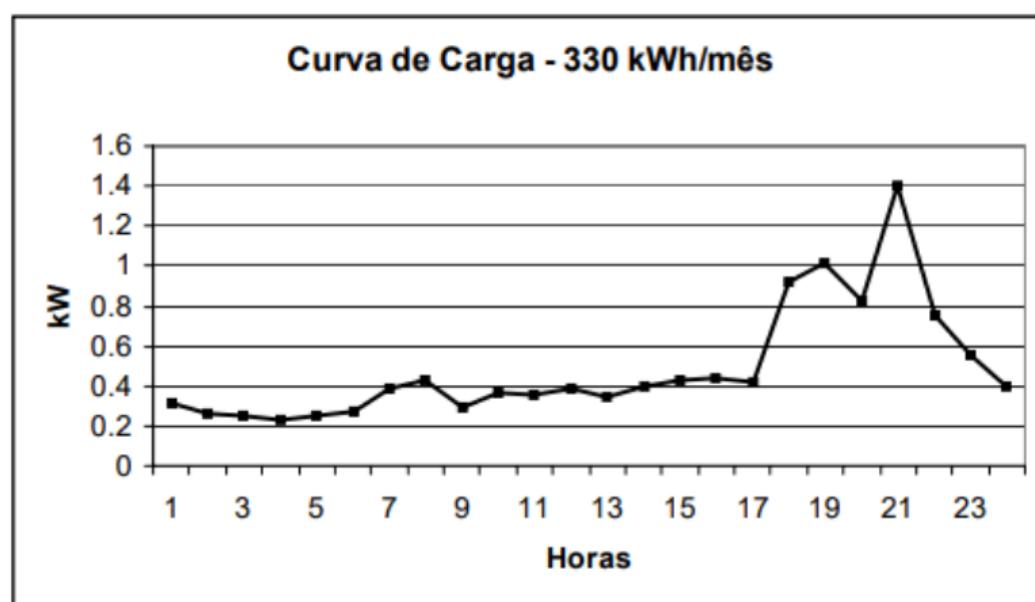
total de energía eléctrica en un hogar típico, es decir, los kilovatios hora totales que la residencia consume en un día.

La energía consumida por los aparatos eléctricos se mide en KWh, y se lee kilovatios hora. Es la unidad de medida que utilizan las empresas eléctricas para cobrar lo que consumen los usuarios.

A continuación, Research Gate (2023) muestra una curva típica de consumo de electricidad en el hogar.

**Figura 9.**

*Gráfica horaria de consumo de energía eléctrica residencial*



*Nota.* El gráfico muestra la curva de carga de una residencia típica de 330 kWh al mes. Obtenido de Research Gate. (2023). *Curva de carga de un consumidor residencial real.* ([https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Curva-de-carga-de-um-consumidor-residencial-real\\_fig1\\_343336701](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Curva-de-carga-de-um-consumidor-residencial-real_fig1_343336701)), consultado el 29 de julio del 2023. De dominio público.



## **4. PROPUESTA, METODOLOGÍA DE CAMPO**

Se presentan los detalles acerca de la investigación, donde se indica a continuación el tipo, diseño, enfoque y las variables del estudio.

### **4.1. Tipo de la investigación o propuesta**

La investigación es de tipo descriptiva a través del instrumento de las encuestas para recopilar información de los hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala.

### **4.2. Diseño de la investigación o propuesta**

El diseño es no experimental; únicamente a través del recurso de las encuestas será recopilada la información del estudio.

El diseño de la investigación es descriptivo simple (1 variable).

### **4.3. Enfoque de la investigación o propuesta**

El enfoque radica en entrevistar a los habitantes de la colonia Lourdes para obtener la información acerca de nuestra única variable, el gasto en energía eléctrica mensual en promedio de cada una de las casas encuestadas es por ello cuantitativo.

#### **4.4. Variables**

Las variables estudiadas durante el proceso de esta investigación fueron: x con el fin de obtener resultados para el análisis de la investigación acerca del monto en quetzales de eficiencia eléctrica en promedio en los hogares de la colonia Lourdes. Las definiciones pueden observarse en la tabla siguiente.

##### **4.4.1. Operacionalización de variables**

Se hará un promedio de la variable x; que representa el valor del costo de la energía eléctrica, es por ello por lo que la variable x es el promedio de todos los valores recopilados.

**Tabla 5.**

*Operacionalización de variables*

Problema	Variable	Definición	Dimensión	Indicador
Costo de Electricidad	X	30% del costo de la factura eléctrica	quetzales	Valor del monto de consumo eficiente de energía eléctrica

*Nota.* Detalle de la variable de investigación. Elaboración propia, usando Excel.

#### **4.5. Universo y población de estudio**

La población son las casas de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.

#### **4.5.1. Criterios de inclusión**

Hogares que estén dispuestos a ser encuestados que residen en la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.

#### **4.5.2. Criterios de exclusión**

Hogares en donde no respondan el llamado a ser encuestados en la colonia Lourdes zona 17 de la ciudad capital, Guatemala.

Hogares que se rehúsen por algún motivo a colaborar con la encuesta realizada en la colonia Lourdes zona 17 de la ciudad capital, Guatemala.

### **4.6. Métodos de recolección de datos**

El método por utilizar es ir de puerta en puerta en los hogares se tocan las puertas y se obtiene una respuesta de la persona que me atienda en el hogar acerca de la encuesta realizada.

### **4.7. Técnicas de recolección de datos**

Por medio de las encuestas se obtendrán los datos del costo de la electricidad en cada hogar encuestado, en la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.

#### **4.8. Instrumentos de recolección de datos**

El instrumento utilizado es una encuesta para recopilar el dato de la energía eléctrica gastada en quetzales, se recopilan los datos y se obtiene posteriormente el valor promedio del gasto de energía eléctrica, para estimar cuánto se puede llegar a hacer eficiente este gasto en la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala para hacer la propuesta de optimización.

#### **4.9. Procesamiento y análisis de datos**

Se hizo una encuesta en la colonia Lourdes zona 17 de la ciudad capital, Guatemala.

Se elaboró un cuadro para sacar el promedio de los valores recopilados del consumo de energía eléctrica en los hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la ciudad capital, Guatemala.

Al tener todas las encuestas se procedió a tabular los datos y presentar resultado con tablas que permitan una mejor comprensión entre los encuestados y aparatos eléctricos obtenidos a raíz de las encuestas, así como una mejor comprensión de la literatura denotada en este estudio.

#### **4.10. Límites de la investigación**

Los límites de esta investigación están en la delimitación de la colonia Lourdes zona 17 de la ciudad capital, Guatemala, afuera de esta área no se realizará el estudio.

#### **4.11. Obstáculos (riesgos y dificultades)**

Las dificultades estuvieron en los hogares que estaban vacíos; no proveían datos algunos acerca del estudio en cuestión. Las limitaciones de tiempo para el estudio radicaban en que se debían obtener datos dado el tiempo estipulado para dicho estudio, de las encuestas se debía obtener información y los hogares debían proveer los datos para ello, con lo cual se instó a que los dueños de los hogares proveyeran información, pero en algunas ocasiones no se quería proveer información.

#### **4.12. Aspectos éticos de la investigación**

Se respeta la información provista por los encuestados y no se harán público ninguno de los datos personales obtenidos para dichas encuestas, se respeta la privacidad de cada uno de los encuestados.

#### **4.13. Autonomía**

Este trabajo es completamente autónomo, libre de presiones, ya sea políticas o personal. Realiza un proceso de encuestas totalmente al azar en todo momento para obtener datos verídicos para este trabajo.

#### **4.14. Riesgo de la investigación**

Dado que la recolección de datos para el presente estudio se llevó a cabo mediante la realización de encuestas (considerada una técnica observacional) se clasifica en un nivel alto de riesgo.

#### **4.14.1. Nivel 1 (riesgo mayor)**

El exponerse a encuestar hogares totalmente desconocidos representa estar a merced de lo que se pueda hallar en la calle cuando se realizan las encuestas, por lo que se considera dicho estudio una investigación con riesgo mayor.

#### **4.15. Costo del estudio**

Se describe el costo de la investigación, el cual asciende a la cantidad de Q 22,975.00 quetzales, basado principalmente en la realización de las encuestas a los hogares de la colonia Lourdes, se tomaron como base 40 hogares en donde se encuestarán para obtener los resultados del estudio, se utilizará una computadora para tabular estos.

**Tabla 6.**

*Costos del estudio*

	<b>Materiales</b>	<b>Presupuesto</b>
<b>Humano</b>	Investigador	Q. 5,000.00
	Asesor	Q. 2,500.00
	Ayudante	Q. 1,500.00
<b>Físicos</b>	Salones USAC	Q. 0.00 Q. 0.00 Q. 0.00
<b>Materiales</b>	1 computadora personal Cámara Fotográfica del celular Impresiones en Office Center Alimentación Transporte 5 servicios de telefonía móvil e internet Gastos imprevistos 10 %	Q. 10,000.00 Q. 1,500.00 Q. 100.00 Q. 1,500.00 Q. 500.00 Q. 275.00 Q. 100.00
<b>Financieros</b>	Financiada por integrantes del grupo de investigación	
	<b>TOTAL</b>	<b>Q. 22,975.00</b>

*Nota.* Detalle de cuánto cuesta realizar la investigación. Elaboración propia, usando Excel.

## **5. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO**

La factibilidad del estudio radica en concretar que las encuestas que se realizarán en esta investigación son viables por realizar; se encuestarán los hogares a través de simples preguntas para responder.

El mecanismo de la encuesta facilitará la recopilación de información para obtener el dato de consumo de energía eléctrica en los hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala, el permiso de realizar encuestas en la colonia Lourdes se obtuvo a través de la señora Josefa Hortensia Muñoz de Méndez, quien habló con el comité de vecinos y fue concedido para realizarlas.

Esta encuesta será evaluada posteriormente a su realización, en los cálculos y resultados de esta, para tener los datos necesarios para sacar las conclusiones de la investigación.

Las personas serán encuestadas una a una durante dos semanas hasta cubrir la colonia completa, se visitan los hogares, en donde la dificultad radica en obtener una respuesta y posterior colaboración de los residentes de cada hogar.

El estudio puede ser comprometido si los dueños de los hogares no desean colaborar con las encuestas, por ello se hablará en la junta directiva de la colonia para contar con su aval y respaldo que me permitirá visitar y obtener el dato de consumo de energía eléctrica con mayor confiabilidad a los hogares de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.

El punto de vista técnico del estudio radica en pasar las encuestas a las personas en sus hogares, lo cual es factible llegar a ellos ser atendidos por los dueños o encargados de la casa, y realizar las preguntas.

Socialmente se tiene mucha familiaridad con encuestas, repartición de volantes, y gente que llega a hacer múltiples proyectos como el de reforestación en la colonia, por lo que están abiertos a ayudar a las personas, son gente de hogar y son abiertos a nuevas cosas, debido a que tienen mucho comercio dentro de la propia colonia, muchas casas fungen como farmacias, tiendas, lecherías, venta de pollo, entre otros; son abiertos a las personas a que se acerquen y ser bien recibidos, es por ello que en esta sociedad se espera una buena colaboración de parte de ellos.

Ecológicamente se contarán con las encuestas y el papel para imprimir para 50 casas, aun así, las casas son únicamente 40, se toma en consideración 10 errores en llenar las encuestas, por lo que se tiene que no es mucho en comparación con lo que se debe gastar en realizar el estudio.

## **6. ESTUDIO TÉCNICO**

Se realiza una descripción de cómo es el área estudiada, se detalla con un mapa para mostrar la porción de la colonia Lourdes donde se realizaron las encuestas, así como otros detalles del estudio que se presentan a continuación:

### **6.1. Descripción del área en estudio**

El estudio fue realizado en una de las colonias de la ciudad capital, la llamada colonia Lourdes en zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala. Se consideró que fuera un área segura para caminar por las aceras de la calle, debido a que fue donde se obtuvo el permiso y era un grupo controlado de 40 casas de aproximadamente 350 casas, en donde todas están segmentadas en pequeños sectores y los separan rejas, las que están totalmente circuladas, para que no haya ingreso de personas a pie, o de automóviles no autorizados en los alrededores de la colonia. Es por ello, que el estudio tomó 3 horas de realización de las encuestas.

A continuación, el mapa describirá mucho mejor a la colonia en donde se indica el área en donde se ha realizado el estudio de campo:

**Figura 10.**

*Estudio de campo en colonia Lourdes zona 17*



*Nota.* El gráfico muestra un mapa de la porción de la Colonia Lourdes señalando en donde se realizó el estudio. Obtenido de Google Earth. Google Earth Pro [Mapa]. (<https://www.google.com/intl/es-419/earth/>), consultado el 7 de marzo del 2022. De dominio público.

Como se aprecia con anterioridad, las 40 casas en donde se elige realizar el estudio quedan en un área dentro de la colonia Lourdes en la cual se realizaron las encuestas en horario de media mañana (aproximadamente 3 horas).

## **6.2. Visión del área en estudio**

El área de la colonia Lourdes que se tenía prevista para realizar el estudio tuvo que ser menor en un área controlada en donde había una garita de control de ingreso, y vigilancia las 24 hrs., debido a que la colonia ha sufrido asaltos en los hogares, por ello, se contactó con el comité de vecinos para poder conseguir su aprobación y realizar la encuesta con confianza. Esta porción de la colonia cuenta con 40 hogares, y se inició el estudio en el mes de marzo del 2022, utilizando dos hojas con la encuesta para los hogares de la colonia.

**Figura 11.**

*Vista del área en donde se realizaron las encuestas*



*Nota.* El gráfico muestra una fotografía del día de las encuestas realizadas frente a una de las casas de la colonia Lourdes zona 17 ciudad de Guatemala. Elaboración propia.

### **6.3. Organización del talento humano del área en estudio**

Para realizar el estudio, se contó con la ayuda de tres personas, debido a que escapaba de mis habilidades conseguir realizar el estudio por mi propia cuenta, las cuales fueron claves para desarrollar el estudio de campo, en donde este constó en realizar una encuesta a los habitantes de los hogares de la colonia Lourdes de un llamado diagnóstico eléctrico.

Se realizaron preguntas claves para determinar, incluso una propuesta de optimización para los hogares, en una porción de la colonia, en donde se obtuvo el permiso del comité de la colonia para realizar el estudio.

### **6.4. Áreas de atención del área en estudio**

Las áreas que necesitaron atención en la porción de la colonia en donde se realizó el estudio, fueron los hogares en donde no se obtuvo respuesta por parte de los habitantes del hogar, en donde varias de las casas estaban sin habitantes, estaban vacías a las 10 a.m. de un sábado

Es por ello por lo que se tocó en el hogar, sin obtener respuesta alguna, con lo cual se fue tomando nota de los hogares en los cuales por algún motivo no era posible realizar la encuesta, al igual que muchos de los hogares también respondían que no les era posible en ese momento atender la entrevista, enviaban a su ama de llaves a abrir la puerta y no participaban en el proceso de atención para la entrevista.

Hubo quienes atendieron el llamado a la puerta, pero no quisieron participar. Fue algo sencillo obtener las respuestas en horario de la mañana, ya en la tarde, pasado medio día, era difícil, mientras más se avanzaba, ya no querían participar, y fue por ello por lo que se terminó pasado medio día, a los 40 hogares de esta porción de la colonia. Fue algo enriquecedor pasar a cada casa hablar con los residentes, y conocer que no todos están familiarizados con las energías renovables y todo lo que conlleva a su generación, debido a que es algo importante considerar en la diversificación de la matriz energética, en donde esta es liderada con la energía hídrica, y la más conocida en dicho estudio fue la solar.

La colonia Lourdes está segmentada en varias partes, se circundó dicha colonia con barrotes y vigilancia estrecha las 24 horas, debido a que habían tenido problemas de delincuencia en las casas, al igual que se hizo la advertencia de que las personas acababan de pasar un hecho en el que se presentó alguien a matar a uno de los residentes, y que eso había sido hacía 6 meses de la fecha de las entrevistas y que todavía estaba reciente el hecho.

Por las razones anteriores, se consideró que las personas no participarían en la entrevista, sin embargo, se demostró lo contrario, debido a que se obtuvo una alta participación, con excepción de los hogares en donde no se encontraba nadie.

## **6.5. Estudio de mercado del área u objeto de estudio**

A continuación, se detallan los aspectos que conforman el estudio de mercado del área y objeto de estudio.

### **6.5.1. Capacidad**

La capacidad de la colonia Lourdes consta de 350 hogares distribuidos ahora en porciones de la colonia. La región en donde se tiene el permiso para ingresar consta de 40 hogares, y es en donde se realizan los estudios de esta investigación.

### **6.5.2. Demanda**

La demanda eléctrica en cada uno de los hogares es fuerte, debido a que contaba con los servicios básicos como los de luz, y las calles estaban libres de alambres aéreos, todo era subterráneo, lo que dejó una bonita vista para todos los residentes.

Solamente dos casas como lo va a demostrar el estudio más adelante eran las que tenían un consumo por encima de lo considerado promedio en el estudio, gastando desorbitadamente el recurso eléctrico en sus hogares, una de estas casas incluso utilizaba tres refrigeradoras, con lo cual coincide que, el aparato a proponer para el ahorro en la casa es de hecho la refrigeradora, y como ellos utilizaban tres, el consumo eléctrico fue el más alto, por encima de lo nominal en la colonia.

## **7. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

A continuación, se mostrarán resumidos en tablas y gráficas los resultados de las encuestas realizadas en la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.

La encuesta que se utilizó contaba con 8 preguntas de investigación que respondían a los objetivos planteados, la primera pregunta que se realiza consiste en averiguar si el hogar cuenta con el servicio de la energía eléctrica en él.

La segunda pregunta de la encuesta indagaba acerca de cuántos integrantes conformaban un hogar. La tercera pregunta consistió en determinar qué tipo de energías alternativas al servicio eléctrico conocen los habitantes de la Colonia Lourdes.

La cuarta pregunta consistió en establecer cuántos fueron los kilovatios consumidos en el último mes. La quinta pregunta consistió en determinar en la colonia Lourdes, cuánto era el monto de la factura de energía eléctrica del último mes.

En la sexta pregunta de investigación se solicitó que los habitantes de la colonia mencionaran cuáles son los aparatos eléctricos de uso frecuente en el hogar.

La séptima pregunta consistió en indagar si estarían dispuestos a incluir energías renovables en el hogar, lo cual da paso a la octava pregunta de ser afirmativa la respuesta, se pregunta cuál es el tipo de energía de su preferencia.

Las encuestas fueron realizadas por la mañana de un sábado, para lo cual se solicitó previamente el permiso al presidente del comité de vecinos de la Colonia Lourdes, para realizar dicho estudio, con lo cual los resultados de dicho trabajo se resumen a continuación:

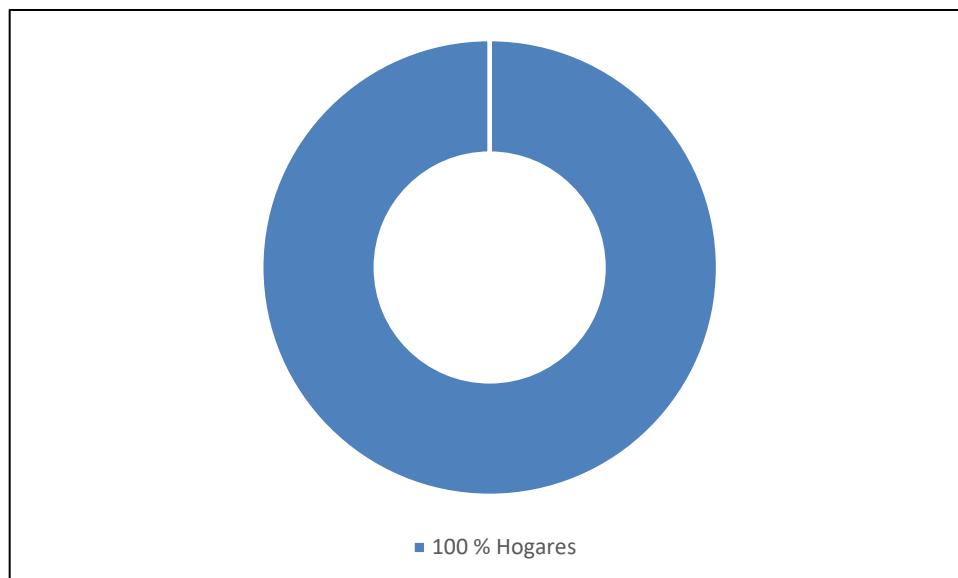
### **7.1. Primera pregunta de investigación**

Esta pregunta se presentó a los habitantes de la colonia Lourdes de la siguiente manera: cuenta el Hogar con Servicio Eléctrico S\_\_ N\_\_. Con ello se deseaba determinar si este hogar cumplía con el propósito de investigar acerca de su consumo eléctrico mensual.

Se muestra el resultado de la primera pregunta, con la que se aprecia que todos los hogares de la colonia contaban con servicio eléctrico, es por ello por lo que en el 100 % de los hogares la respuesta es que sí contaban con electricidad.

**Figura 12.**

*Hogares con servicio eléctrico en la colonia Lourdes zona 17*



*Nota.* El gráfico muestra quienes de los encuestados contaban con electricidad en la porción de la Colonia Lourdes en donde se realizaron las encuestas. Elaboración propia, usando Microsoft Excel.

Se muestra que en la colonia Lourdes ubicada en zona 17 se cuenta con el 100 % de casas con servicio eléctrico, lo cual era de esperarse por el sector en que está ubicada e incluso cuenta con alumbrado público subterráneo, lo que denota una colonia muy moderna y que funciona sin problemas en su electrificación.

## 7.2. Segunda pregunta de investigación

Esta pregunta se presentó de la siguiente manera: ¿Cuántos son los integrantes del hogar?: \_\_\_\_\_. Con ello se deseaba conocer si había una relación entre integrantes del hogar y consumo de energía eléctrica mensual.

Dicha pregunta, es para conocer un poco más acerca de la población que vive en cada hogar y que consume la energía en cada casa. Se tiene esperado que mientras mayor sea el número de integrantes del hogar, mayor será el consumo eléctrico. Al igual que se espera que la cantidad de aparatos eléctricos que utilizan también sean más. Obteniendo como resultado que en promedio los integrantes del hogar son 4 personas. El resumen de los integrantes se detalla en la tabla siguiente:

**Tabla 7.**

*Integrantes del hogar*

Numero de Hogar	Cantidad de habitantes
Hogar 1	9
Hogar 2	4
Hogar 3	2
Hogar 4	1
Hogar 5	1
Hogar 6	3
Hogar 7	5
Hogar 8	4
Hogar 9	5
Hogar 10	4
Hogar 11	4
Hogar 12	3
Hogar 13	6
Hoga4 14	4
Hogar 15	6
Hogar 16	5
Hogar 17	3
Hogar 18	4
Hogar 19	6
Hogar 20	2

*Nota.* Número de personas que viven en cada hogar encuestado. Elaboración propia, usando Excel.

### **7.3. Tercera pregunta de investigación**

Esta pregunta se formula de la siguiente manera: qué tipo de energías alternativas al servicio eléctrico conoce: con ello se desea establecer uno de los objetivos de investigación, que es identificar cuál es la percepción de los vecinos respecto a la autoproducción de energía eléctrica para su conexión a la red del suministro eléctrico.

Los resultados indican que los habitantes de la colonia si conocen los tipos de energía alternativas al servicio eléctrico disponible para ellos, en donde los más significativos son la energía solar con el 37 %, la energía eólica con el 27 %, la hídrica con 14 % y la geotérmica con el 14 %.

Es por ello por lo que es más sencillo para entidades como el Ministerio de Energía y Minas, el aprobar proyectos que ya cuentan con aceptación social, como lo muestran estos resultados.

Es viable entonces implementar proyectos de este tipo y promover a las pequeñas centrales generadoras de energía eléctrica, para conectar energía limpia a la red de suministro eléctrico.

Es por ello por lo que la energía solar ha resultado ser la más popular en esta encuesta, como lo muestra la gráfica y tabla siguiente. Esto es algo muy bueno para la energía renovable del país, en donde es bien aceptada entre los habitantes de la colonia Lourdes.

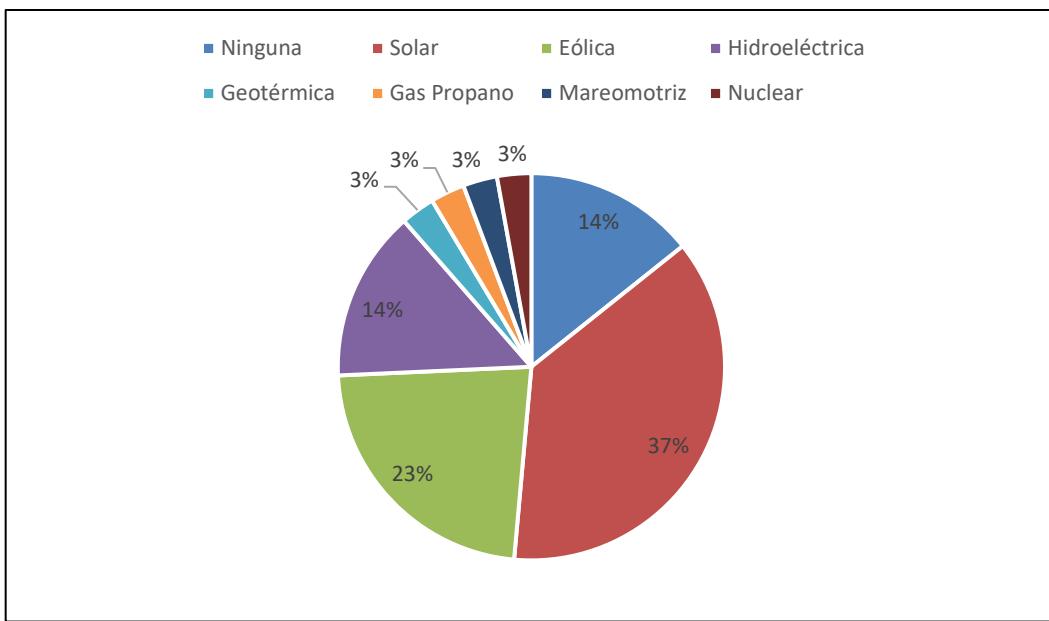
**Tabla 8.**

*Energías alternativas al servicio eléctrico*

<b>Tipo de Energía</b>	<b>Cantidad de Personas</b>
<b>Ninguna</b>	5
<b>Solar</b>	13
<b>Eólica</b>	8
<b>Hidroeléctrica</b>	5
<b>Geotérmica</b>	1
<b>Gas Propano</b>	1
<b>Mareomotriz</b>	1
<b>Nuclear</b>	1

*Nota.* Tipo de energía que conocen los habitantes de la colonia Lourdes además de la suministrada en su hogar. Elaboración propia, usando Excel.

**Figura 13.**  
*Energías alternativas al servicio eléctrico*



Nota. El gráfico muestra la energía que conocen los habitantes de la colonia Lourdes encuestados. Elaboración propia, usando Microsoft Excel.

Cabe mencionar que las personas de la colonia Lourdes, estaban bien instruidas en lo que a energías alternativas al servicio eléctrico se refiere, es con ello que se recauda la información anterior, y se puede notar que solamente 5 personas, o sea el 14 % de la población, no contaba con el conocimiento de las llamadas energías alternativas a lo que ellos están acostumbrados que es la energía eléctrica convencional.

La matriz energética guatemalteca, que en su mayoría lidera la energía hídrica y el petróleo, hace que se dejen a un lado los proyectos de energía renovable, aun así, el resultado de las encuestas indica que son bien aceptados.

Nuestra matriz energética es liderada con la energía hidroeléctrica, lo cual es positivo para la nación, debido a que se minimizan las plantas de carbón o petróleo que deberían de estar funcionando para suplir la demanda eléctrica.

La población está enterada de este tipo de energías alternativas que funcionan actualmente, en donde no todos saben de la diversificación de la matriz energética, lo cual es importante, para que se desarrollen aún más proyectos de energías limpias y renovables.

#### **7.4. Cuarta pregunta de investigación**

La pregunta de investigación se formula de la siguiente manera: ¿Cuántos son los kilovatios consumidos en el último mes?: kW\_\_\_\_\_. Con ello se desea determinar si este puede ser un parámetro de eficiencia eléctrica.

Un objetivo de investigación desea determinar cuáles son los parámetros de eficiencia eléctrica en hogares como los de la colonia Lourdes zona 17 ciudad de Guatemala.

Se determina que, a pesar de ser un parámetro importante en las mediciones de energía eléctrica, como lo muestra en detalle la factura eléctrica, no es conocido por los habitantes de la colonia, no se relacionan bien con ello.

Es por eso que, al encuestar a las personas, en su mayoría, más del 50 % de los encuestados, no sabía cuál era el dato que denotaban los kilovatios consumidos al mes, a pesar de conocer cuánto gastaban en quetzales al mes.

Utilizar como parámetro quetzales consumidos al mes, por encima de los kilovatios consumidos al mes es imprescindible para contar con un parámetro de medición importante, y así lograr optimizar la energía eléctrica en el hogar.

Cuando se trate la optimización de energía en un hogar, es importante hablar de quetzales consumidos al mes, que es un dato con el cual las personas se relacionan más fácilmente por encima de los kilovatios, como lo demuestra la siguiente tabla.

**Tabla 9.**

*Kilovatios consumidos al mes*

Kilovatios consumidos al mes	
Hogar 1	Sin respuesta
Hogar 2	Sin respuesta
Hogar 3	Sin respuesta
Hogar 4	31.171
Hogar 5	Sin respuesta
Hogar 6	50
Hogar 7	97
Hogar 8	314
Hogar 9	Sin respuesta
Hogar 10	Sin respuesta
Hogar 11	308
Hogar 12	225
Hogar 13	Sin respuesta
Hogar 14	Sin respuesta
Hogar 15	Sin respuesta
Hogar 16	Sin respuesta
Hogar 17	280
Hogar 18	Sin respuesta
Hogar 19	100
Hogar 20	Sin respuesta

Nota. Energía eléctrica que es consumida en el último mes en un hogar de la colonia Lourdes zona 17 ciudad de Guatemala. Elaboración propia, usando Excel.

## 7.5. Quinta pregunta de investigación

La pregunta de investigación se formula de la siguiente manera: cuánto es el monto de la factura eléctrica del último mes: \_\_\_\_\_. Este es otro parámetro de eficiencia eléctrica en un hogar, que se desea establecer si se puede utilizar como base para generar datos científicos alrededor de los quetzales consumidos en energía eléctrica al mes.

Dicha pregunta es determinante para realizar la propuesta de optimización, debido a que con este dato se propondrá una eficiencia en el consumo eléctrico del hogar de hasta el 30 % denotado por el aparato elegido en esta investigación, la refrigeradora. Este es un aparato que se puede encontrar en todas las casas y fácilmente se puede cambiar con una inversión moderada para comenzar a hacer eficiente la red de consumo eléctrico en el hogar. Los datos de esta pregunta se resumen a continuación en la tabla asociada:

**Tabla 10.**

*Monto en quetzales de la factura eléctrica mensual*

Monto en quetzales de la factura eléctrica mensual	
Hogar 1	2800
Hogar 2	700
Hogar 3	300
Hogar 4	244.2
Hogar 5	329
Hogar 6	361
Hogar 7	Sin respuesta
Hogar 8	551.22
Hogar 9	500
Hogar 10	Sin respuesta
Hogar 11	500
Hogar 12	407.49

Continuación de Tabla 10.

Hogar 13	Sin respuesta
Hogar 14	1300
Hogar 15	Sin respuesta
Hogar 16	360
Hogar 17	110
Hogar 18	250
Hogar 19	600
Hogar 20	316

*Nota.* Costo de la factura eléctrica del último mes en un hogar de la colonia Lourdes zona 17 ciudad de Guatemala. Elaboración propia, usando Excel.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la colonia cuenta con un consumo eléctrico muy bueno por parte de las familias, debido a que las casas tienen un bajo consumo eléctrico, y solo en dos casos la factura sobrepasa lo usual.

El consumo eléctrico para una casa típica de la colonia lo muestra este estudio en la tabla anterior. Hubo solamente 4 hogares que desconocían el monto de su factura eléctrica, y es por ello por lo que se establece que los quetzales consumidos al mes es un dato más familiar entre los residentes, para utilizarlo como parámetro de eficiencia eléctrica en investigaciones futuras relacionadas con la energía eléctrica en un hogar de Guatemala.

## 7.6. Sexta pregunta de investigación

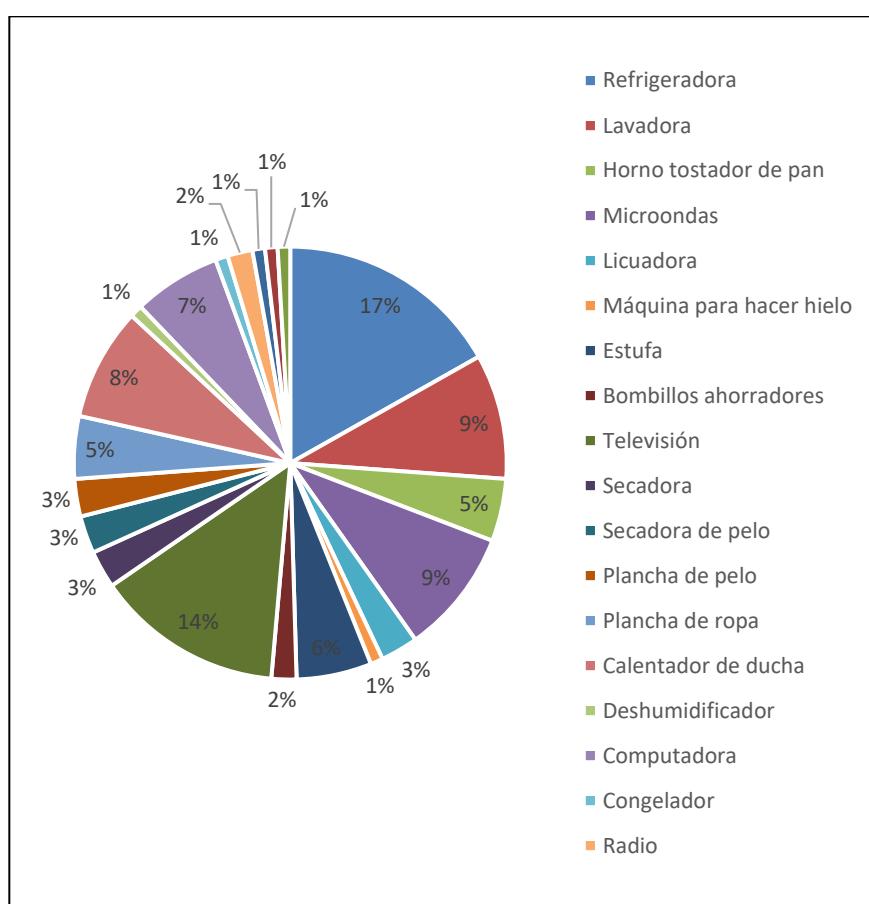
La pregunta de investigación se realiza de la siguiente manera: Mencione cuáles son los aparatos eléctricos de uso frecuente en el hogar: con ello se va a realizar un estimado de cuáles son los aparatos que están listos para ser cambiados en el hogar.

Esta pregunta también es base para determinar la propuesta de optimización, debido a que se tomará la refrigeradora como aparato predilecto para hacer eficiente la red de consumo en el hogar.

La refrigeradora al cambiarla eficiente hasta en un 30 % el consumo de energía eléctrica. Con lo que a continuación, se puede apreciar que los aparatos de uso frecuente en la colonia Lourdes fueron los siguientes:

**Figura 14.**

*Aparatos de uso frecuente en el hogar*



Nota. El gráfico muestra un listado de electrodomésticos de uso frecuente de los habitantes de la colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala. Elaboración propia, usando Microsoft Excel.

El listado de aparatos recolectados en las encuestas se muestra a continuación en una tabla, el cual ya fue representado en la figura anterior.

**Tabla 11.**

*Aparatos eléctricos en el hogar*

Aparato eléctrico	cantidad
Refrigeradora	18
Lavadora	10
Horno tostador de pan	5
Microondas	10
Licuadora	3
Máquina para hacer hielo	1
Estufa	6
Bombillos ahorradores	2
Televisión	15
Secadora	3
Secadora de pelo	3
Plancha de pelo	3
Plancha de ropa	5
Calentador de ducha	9
Deshumidificador	1
Computadora	7
Congelador	1
Radio	2
Calentador solar	1
Teléfono	1
Cargador de celular	1

*Nota.* Listado de electrodomésticos de uso frecuente en las casas de la colonia Lourdes zona 17 Ciudad de Guatemala. Elaboración propia, usando Excel.

Con base en los resultados anteriores, se puede apreciar que la refrigeradora es casualmente el aparato que todos mencionan para incluirlo como un aparato de uso frecuente en el hogar, al igual que los televisores, los

residentes de la colonia están muy bien relacionados con los aparatos televisivos, debido a que lo han mencionado en un 14 % como aparato de uso frecuente.

La televisión no es un aparato de alto consumo como por ejemplo el también mencionado horno tostador de pan, o el microondas, es por ello por lo que también se nota una inclusión de la plancha de ropa en el día a día de los habitantes de la colonia Lourdes.

También se nota que un aparato de uso frecuente son las computadoras, pero al igual que el horno tostador de pan, no cuentan con un motor como la refrigeradora. Una casa cuenta con un congelador, aparato que, si denota un fuerte gasto al igual que una refrigeradora, pero no se propondrá como aparato de ahorro en el hogar, debido a que se ha elegido a la refrigeradora por su alto consumo eléctrico y conexión permanente a la energía eléctrica.

Se cuentan con 6 hogares que tienen estufa eléctrica, con lo cual el gasto de luz incrementa considerablemente, al igual que la refrigeradora es un aparato imprescindible en esta era del siglo XXI.

Los demás aparatos enlistados en la tabla anterior solamente sirven como referencia a lo que los hogares de la colonia Lourdes están acostumbrados actualmente, debido a que denotan las tendencias de consumo de los habitantes de la colonia Lourdes.

Los otros aparatos que ya cuentan con etiquetas de eficiencia son el horno de microondas, la lavadora, la secadora, la plancha de ropa, sin embargo, este estudio se limita al que utiliza todo el tiempo energía eléctrica, la refrigeradora, queriendo impactar en el consumo eléctrico en el hogar.

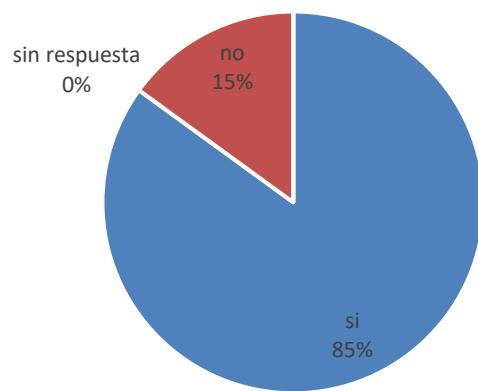
## 7.7. Séptima pregunta de investigación

La pregunta de investigación es la siguiente: ¿Estaría dispuesto a incluir energías renovables en el hogar?: S\_\_ N\_\_. Esta pregunta es para conocer si es posible impulsar proyectos de energía, traer tecnología nueva a Guatemala en específico de aparatos eléctricos, y motivar a las instituciones a regular y formular leyes en torno a la eficiencia eléctrica.

Esta pregunta radica en la creación y concesión de incentivos para proyectos de energías renovables, y apoyar a que en el hogar se consuma energía verde. Deben impulsarse proyectos para sensibilizar y socializar tecnología amigable con el medio ambiente, como lo son los aparatos eléctricos con etiquetas de eficiencia eléctrica. A continuación, los resultados de que si estuvieran dispuestos a incluir energías renovables en su hogar:

**Figura 15.**

*Incluir energías renovables en el hogar*



Nota. El gráfico muestra si las personas encuestadas en la colonia Lourdes desean o no incluir este tipo de energía en sus casas. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Como lo muestra claramente la figura anterior, los residentes de la colonia si estuvieran dispuestos a incluir energías renovables en su hogar, algo positivo para promover proyectos de energía renovable en Guatemala, debido a que son bien vistos en un 85 % entre los residentes de la colonia Lourdes zona 17 de la ciudad de Guatemala. Por esta razón se cuenta con los resultados que denotan una gran aceptación de las energías renovables en la colonia Lourdes.

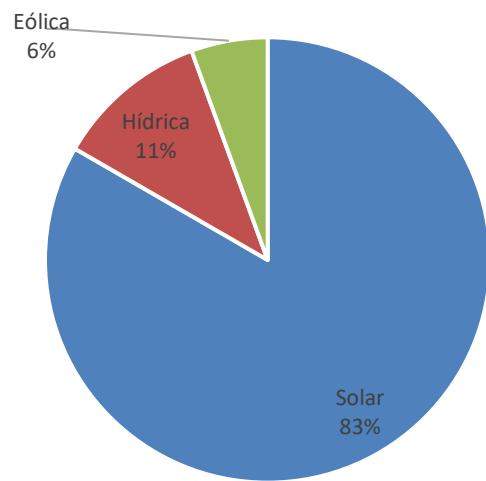
#### **7.8. Octava pregunta de investigación**

La pregunta de investigación consiste en lo siguiente: ¿De ser afirmativa la respuesta anterior, cuál tipo de energía es de su preferencia?: Se desea conocer con esta pregunta si los habitantes de la colonia conocían la energía renovable, para así evaluar la percepción para la autoproducción de energía eléctrica en un hogar, como por ejemplo la instalación de paneles solares que suministran energía al hogar y que ahora también se conectan a la red de energía eléctrica.

Debido a que los habitantes de la colonia Lourdes si estaban dispuestos a incluir energía renovable en sus hogares, solo tres personas no quisieron incluirla en el hogar.

Las personas eligen la energía renovable de su preferencia, con lo cual los resultados son sorprendentes en cuanto a la aceptación a la energía solar, debido a que todos la conocían y era la predilecta para funcionar en un sitio como lo es la colonia Lourdes. Los resultados de la octava pregunta se muestran a continuación:

**Figura 16.**  
*Energía de su preferencia*



Nota. El gráfico muestra cuál es la energía que eligen los habitantes encuestados de la colonia Lourdes zona 17, Ciudad de Guatemala. Elaboración propia, usando Microsoft Excel.

Es por ello que sí es posible incluir proyectos de energía solar en la colonia Lourdes, debido a que esto son muy bien aceptado en un 83 %.



## **8. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN**

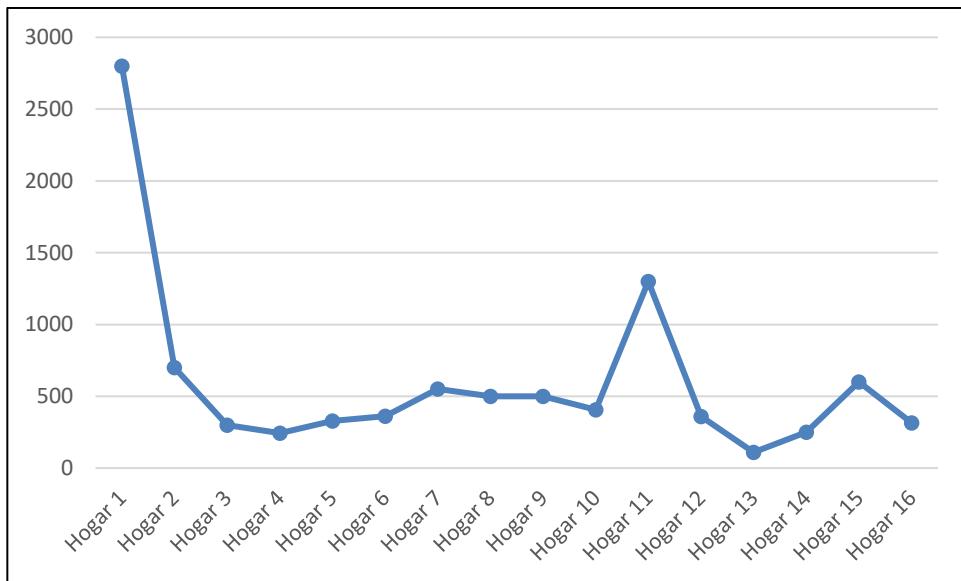
A continuación se presenta el porcentaje propuesto de eficiencia energética del aparato elegido para hacer la propuesta de optimización en los hogares de la colonia Lourdes, el cual es el 30 % de eficiencia cuando se elige como aparato el refrigerador, en donde casualmente en este estudio fue uno de los aparatos de mayor referencia en la encuesta, debido a que se obtuvieron 18 respuestas de 20, cuando se referían a los aparatos eléctricos en el hogar las personas, es por ello que es una buena referencia hacer la propuesta de optimización utilizando este aparato eléctrico doméstico.

La propuesta de optimización recae en que una refrigeradora nueva, puede ahorrar hasta un 30 % del consumo eléctrico por encima de las refrigeradoras que ya están funcionando, denotadas ahora con etiquetas de eficiencia eléctrica, y mejoradas en sus muchas versiones y marcas disponibles para los residentes de los hogares.

A continuación, se muestra cómo quedó la encuesta a 20 de los hogares encuestados con la pregunta específica de proveer cuánto era el monto en quetzales consumidos en electricidad al mes, para apreciar mejor este dato, ver la figura siguiente, en donde se grafican 16 de los hogares donde se obtuvieron respuesta, quedando 4 hogares fuera de este análisis debido a que en dichos hogares, no se sabía el monto de la factura eléctrica mensual, por lo que estos datos no se tomarán en cuenta para hacer la propuesta de eficiencia eléctrica en la colonia Lourdes, por el mismo hecho que no se obtuvieron datos para este caso, por ello, se utilizarán los demás datos provistos que se muestran a continuación:

**Figura 17.**

*Consumo en quetzales de energía eléctrica*



Nota. El gráfico muestra un resumen del valor del gasto en energía eléctrica del último mes en cada hogar encuestado de la colonia Lourdes zona 17 de la ciudad de Guatemala. Elaboración propia, usando Microsoft Excel.

Se aprecia en la gráfica anterior dos picos claros de consumos altos, uno del monto de Q 2,800 y otro con el monto de Q 1,300. Los demás hogares denotan una curva muy suave en su consumo cerca de los Q 500 al mes, es por ello que los dos hogares con picos de consumo sería recomendable hacer el análisis de fugas eléctricas para determinar si son consumos reales o si son fugas de electricidad en estas residencias, como es una colonia relativamente antigua, sus calles son anchas y los alumbrados son subterráneos, puede ser que estén siendo víctimas de otro tipo de problema en estos dos hogares en particular, debido a que los demás están por debajo de estos consumos.

Sin embargo, se tomará el promedio aritmético para determinar cuánto en promedio se consume en un hogar en zona 17 en la colonia Lourdes, con lo cual este dato es de Q 601.81. Con lo que se puede concluir que es una buena referencia para decir, que, en promedio, un hogar de la colonia Lourdes está consumiendo alrededor de Q 600 en electricidad.

Ahora bien, la propuesta de optimización está centrada en este último valor, en el consumo promedio de electricidad, en donde se ven las refrigeradoras nuevas, estas hacen eficiente el consumo hasta un 30 % de la factura eléctrica, con ello se tiene que un hogar típico de la colonia Lourdes gastaría Q 421.26, se obtiene un ahorro en quetzales de Q 180.54.

Si bien no es significativo para tomar una decisión como cambiar la refrigeradora de la casa, es de tomar en cuenta que hay otros aparatos que también denotan eficiencia con etiquetas ahora en días recientes, debido a que en la actualidad se cuenta con el horno de microondas, los bombillos, la lavadora, secadora, aires acondicionados, planchas de ropa, entre otros.

Por tal motivo, si de eficiencia se trata, se debería pensar en cambiar todos los aparatos posibles en un hogar, esa es la recomendación para un hogar de la colonia Lourdes, de no ser posible, se tiene la propuesta de optimización, que es cambiar la refrigeradora, para obtener un ahorro de Q 180 al mes.

Con ello se evidencia que este dato se tardaría en recuperarse si compran una refrigeradora nueva si proyecta el costo de una refrigeradora en Q 3,500.00, se recuperaría en 19.38 meses, es decir en 1 año 7 meses se habrá logrado hacer eficiente el consumo de energía eléctrica denotado en quetzales.

Por esta razón vale la pena socializar este tipo de resultados para que las personas cuenten con aparatos nuevos en su hogar, y ayuden así también a mantener los precios de la venta de energía eléctrica bajos, debido a que, con no depender del petróleo para alimentar la matriz energética de Guatemala, se puede pensar en incentivar proyectos eólicos, hídricos y solares en este país.

La diversificación de la matriz energética recae en los proyectos de energías renovables que puedan llegar a desarrollarse, y es de intensión de este trabajo de tesis incentivarlos para que se cuente con independización de los combustibles fósiles para energizar a Guatemala.

Contar con incentivos por parte de las autoridades como el Ministerio de Energía y Minas para cambiar los refrigeradores sería un gran paso como lo ha hecho por ejemplo Taiwán, que es un país que sufraga el costo de ciertos aparatos eléctricos para que la población pueda comprar aparatos nuevos.

Sería algo muy positivo contar con el apoyo institucional pertinente para cambiar por lo menos, la refrigeradora en los hogares guatemaltecos, y comenzar a gozar de los incluso beneficios ambientales de no quemar petróleo para generar energía eléctrica.

Es así como se concluye en que cambiar un refrigerador puede generar ahorros de Q 180 al mes al consumidor promedio.

## **9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Se determinó que los integrantes de un hogar típico son de 4 personas promedio, con lo que el consumo de energía eléctrica, servicio que provee la Empresa Eléctrica de Guatemala S. A. (EEGSA), no se relaciona con el número de personas que viven en cada hogar, este parámetro no es determinante en los hogares de la colonia Lourdes como para ahondar más en la relación número de personas y costo de electricidad.

El consumo de energía eléctrica es en promedio una cuota de Q 600 mensuales, dato con el cual se hace la propuesta de optimización, en donde se tiene el 30 % de eficiencia eligiendo al aparato el refrigerador, lo que indica que se obtiene una eficiencia de Q 180.00 al mes en la factura eléctrica. Dato con el cual se puede proyectar recuperar al cambiar la refrigeradora, cuyo costo fuera de Q 3,500, en alrededor de 1 año 7 meses.

Puede haber aparatos eléctricos de costo más elevado, y es necesario recurrir a entidades como el Ministerio de Energía y Minas, en su Dirección General de Energía, para que consideren dar apertura a un Departamento de Eficiencia Energética, que se encargue de hacer regulaciones y crear incentivos en materia energética.

Específicamente para aparatos electrodomésticos de un hogar, que inciden directamente en la factura de electricidad, debido a que se pueden subsidiar dichos aparatos para que el consumidor pague tan solo un porcentaje de ellos sea como ejemplo un 50 % del costo.

Si estos aparatos son eficientes y cuentan con etiquetas de eficiencia, se debe promover y ayudar a los usuarios a modernizarse y contar con una red de consumo de energía eléctrica que denote eficiencia en un hogar.

Las energías alternativas al servicio eléctrico que más conocen las personas es la energía solar, y con ello se puede pensar incluir más proyectos solares que sean viables en los hogares, tanto a nivel privado, como también a nivel ministerial a través de las instancias del estado que ríjan y regulen a este recurso, como lo es el Departamento de Energía Renovable en la Dirección General de Energía, o bien, crear un Departamento de Eficiencia Energética, atrayendo la inversión de otros países a Guatemala, al difundir y promover la energía solar que se encontró que fue la de mayor aceptación con un 85 % en los hogares encuestados.

Los kilovatios consumidos al mes es una dato aún ajeno a los usuarios, haciéndose notar esto en los habitantes de la colonia que desconocían cuántos eran los kilovatios consumidos en sus hogares, con lo que se descarta la posibilidad de trabajarlos como un parámetro de eficiencia energética desde un punto de vista teórico, y se acepta el otro parámetro propuesto que son los quetzales consumidos al mes en una casa, dado que es bien conocido y muy familiar entre los residentes de la colonia, debido a esto, se debe pensar realizar más proyectos en casas como las de la colonia Lourdes, usa como parámetro los quetzales consumidos al mes en la factura eléctrica.

Se determinó que los aparatos de uso frecuente en el hogar están dados por las refrigeradoras, los televisores, los microondas y las lavadoras, con ello coincidentemente se tiene que todos estos aparatos ya están siendo fabricados con etiquetas de eficiencia.

Dichos aparatos estarían también listos para ser propuestos para su cambio en un hogar, pero debido a que es muy difícil hacer el cambio en todos los aparatos, el único que se ha elegido para fines de este estudio es la refrigeradora.

La refrigeradora está conectada todo el tiempo y funciona a base de electricidad, por lo que, para incidir en el gasto del hogar, se toma como aparato predilecto frente a los demás.

Los residentes están en un 85 % dispuestos a incluir energías renovables en su hogar, con lo cual las autoridades en materia estas energías pueden trabajar con comodidad proyectos de energía renovable y limpia en dicha colonia que van a ser bien aceptados, tanto como duchas solares, así como sistemas fotovoltaicos que regresen el valor del consumo en el hogar a la red eléctrica, sistemas que en la modernidad ya están listos para funcionar de esta manera en los cuales incluso si se genera más energía fotovoltaica de la que necesita el hogar, ésta se puede vender a la empresa eléctrica.

Las encuestas fueron realizadas a principios del año 2022, con lo cual el consumo de energía eléctrica no sobrepasó los Q 600 en promedio, a diferencia de la época de navidad que es de mayor consumo eléctrico, la propuesta de optimización está sobre el 30 % del monto de la factura eléctrica, que tendría un incremento si se hubiese realizado en esta época.



## **CONCLUSIONES**

1. Un hogar de la colonia Lourdes gasta en promedio Q 600 mensuales en electricidad, la propuesta de optimización consiste en cambiar el aparato refrigerador por uno de 30 % de eficiencia, logrando así reducir el gasto en el hogar en hasta Q 180 mensuales.
2. El parámetro de medición para la optimización de energía eléctrica es el monto de la factura eléctrica en quetzales, debido a que todos los residentes se asocian bien con este dato, se descarta así el parámetro de kilovatios consumidos al mes, el cual es desconocido por ellos.
3. De acuerdo con la encuesta que se practicó se concluye que la percepción para la autoproducción de energía eléctrica mediante la instalación de paneles solares fotovoltaicos en la colonia Lourdes es en un 83 % bien percibida.
4. Los aparatos de uso frecuente que inciden directamente en el costo de la factura eléctrica en los hogares de la colonia Lourdes son la refrigeradora, los televisores, los hornos de microondas y las lavadoras.



## **RECOMENDACIONES**

1. Implementar un plan de detección de fugas eléctricas en dos hogares debido a que el promedio de gasto en electricidad en una casa de la Colonia Lourdes no sobrepasa los Q 600 mensuales, y en estos fue mayor de Q 1,000.
2. Es viable promover el uso de energía solar dentro de los hogares de la colonia Lourdes dado que un 83 % de las casas están familiarizadas con esta energía.
3. Se debe realizar una gestión de manera institucional, elaborando leyes y regulaciones en torno a la energía solar, hídrica y eólica, para atraer la inversión extranjera y atraer más proyectos que beneficien a la población, debido a que estos son bien aceptados entre los habitantes de la colonia Lourdes.
4. Es necesario realizar más estudios en los hogares que generen material teórico acerca de la eficiencia energética en ellos, que tengan como base el parámetro quetzales consumidos al mes en electricidad, para sentar bases y comenzar a hacer eficiente el consumo eléctrico en un hogar como los de la colonia Lourdes.



## REFERENCIAS

- Anccasi, C. Quispe. (2016). *Eficiencia técnica en las empresas de distribución eléctrica de la corporación Fonafe.* CONCYTEC.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCON\\_aedd239d0a1fc08891bd39fc3aa7fa5a](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCON_aedd239d0a1fc08891bd39fc3aa7fa5a).
- Bonifaz, J. L. y Rodriguez Pardina, M. (2001). *Distribución eléctrica en el Perú: Regulación y eficiencia.* CONCYTEC.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPP\\_f96da6d614e0902b5a594d42160fc5ee](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPP_f96da6d614e0902b5a594d42160fc5ee).
- CEPAL (1997). *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe.* CEPAL.  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27838/1/S2003004\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27838/1/S2003004_es.pdf).
- CEPAL (2003). *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe Guía para la formulación de políticas energéticas.* CEPAL.  
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/6465dbf8-63b2-43cd-87f9-f7f596033fe2/content>.
- Chasquiero Huachez, M. y Guerrero Barsallo, L. A. (2015). *Mejoramiento de la eficiencia eléctrica en el Jockey Club de Chiclayo con aplicación de domótica.* CONCYTEC.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS\\_7e8b12780f553ba9bc58b394709ead1](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS_7e8b12780f553ba9bc58b394709ead1).

Comisión mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1987). *Qué es el desarrollo sostenible.* SLIDEPLAYER.  
<https://slideplayer.es/slide/5482565/>.

Comisión Nacional de Energía Eléctrica (2015). *Monitoreo del Mercado.* CNEE.  
[http://www.cnee.gob.gt/xhtml/informacion/wp\\_monitoreo-mercado.html](http://www.cnee.gob.gt/xhtml/informacion/wp_monitoreo-mercado.html).

Comisión Nacional de Energía Eléctrica (2023). *Tarifa no social.* CNEE  
<https://www.cnee.gob.gt/wordpress/wp-content/uploads/2023/AJUSTE-TARIFARIO-TRIMESTRAL-PARA-EL-PERIODO-DE-MAYO%20%93JULIO2023.pdf>.

Díaz, M. J. (2017). *Implementación de una auditoría eléctrica para reducir el consumo de energía eléctrica en el hospital Li De Essalud Cajamarca.* CONCYTEC.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV\\_fb98730f905d57fc7f5129f365173235](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_fb98730f905d57fc7f5129f365173235).

Escobar, C. I. (2011). *Eficiencia de la energía eléctrica en el área comercial.* CONCYTEC  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_151baac78bba329a64c18327d3072431](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_151baac78bba329a64c18327d3072431).

Flores, M. C. (2017). *Método fronteras de eficiencia para valorar el agregado de distribución eléctrica.* CONCYTEC.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAC\\_106a057c87c2f8917d7f0e46c7cc1fd3/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAC_106a057c87c2f8917d7f0e46c7cc1fd3/Details).

Fondo para el medio ambiente mundial (FMAM). 2010. La inversión en proyectos de eficiencia energética, la experiencia del FMAM. [En línea] 2010.

Fondo para el Medio Ambiente Mundial. (2009). *La Inversión en Proyectos de eficiencia energética, la experiencia del FMAM*. GEF.  
[https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/9781939339140\\_3.pdf](https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/9781939339140_3.pdf).

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (2007). *Cambio climático 2007*. PENUMA.  
<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf>.

López, M. J. (2011). *Eficiencia energética en excavación de túneles*. CONCYTEC.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_64c0b89710983a4bfd\\_e2b0cded2237cb](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_64c0b89710983a4bfd_e2b0cded2237cb).

Martínez Callan, A. y Chavarri Aguirre, E. A. (2014). *Estudio de la eficiencia energética en instalaciones eléctricas, caso: Central Hidroeléctrica Yanango*. UNAC. 2014.  
<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/293>.

Martínez, M. (2003). *Desarrollo y sociedad*. Universidad de los Andes  
[https://economia.uniandes.edu.co/images/archivos/pdfs/Articulos\\_Revista\\_Desarrollo\\_y\\_Sociedad/Articulo51\\_4.pdf](https://economia.uniandes.edu.co/images/archivos/pdfs/Articulos_Revista_Desarrollo_y_Sociedad/Articulo51_4.pdf).

MEM. (2014). *Mapa de Radiación Solar y Ubicación de Centrales Generadoras Solares*. MEM.  
<https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/04/Mapa-solar.pdf>.

Mercado Mayorista de Electricidad de Guatemala (2001). *Informe estadístico*. MME. [http://www.amm.org.gt/pdfs/informes/2001/InfEst2001\\_01.pdf](http://www.amm.org.gt/pdfs/informes/2001/InfEst2001_01.pdf).

Ministerio de Energía y Minas. (2014). *Boletín estadístico marzo 2014*. MEM. <http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/05/Boletin-Estadisticas-2014-21-de-abril-2014.pdf>.

Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Energía eólica*. MEM. <https://mem.gob.gt/que-hacemos/area-energetica/energias-renovables/energia-eolica/>.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2004). *Componentes del Indicador de Desarrollo Humano*. PNUD. <https://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo2/contenido/idhnea2.htm#:~:text=El%20Programa%20de%20las%20Naciones,humanas%C2%BDdesde%20un%20entorno%20f%C3%ADosico>.

Quijivix, M. (2013). *Tarifas de distribución de energía eléctrica para Centroamérica*. <http://www.ang.org.gt/wsang/wp-content/uploads/TarifasCentroamericaSep2013v121oct13.pdf>.

ResearchGate. (2023). *Curva de carga de un consumidor residencial*. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Curva-de-carga-de-un-consumidor-residencial-real\\_fig1\\_343336701](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Curva-de-carga-de-un-consumidor-residencial-real_fig1_343336701).

Serveleón, M. M. (2002). *Calidad, eficiencia y optimización de las instalaciones eléctricas del estado monumental de la U.* CONCYTEC. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_6a882fe73cdea211cfa51ab6b15e3214](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_6a882fe73cdea211cfa51ab6b15e3214).

Tacca Hualla, J. P. y Mostajo Sotomayor, A. M. (2017). *Estudio de la eficiencia energética en los sistemas hospitalarios de Salud - Hospital II Ayaviri.* CONCYTEC.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP\\_34865db50195caa336ebe9aba531ed79.](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_34865db50195caa336ebe9aba531ed79)



## APÉNDICES

### Apéndice 1.

#### *Matriz de consistencia*

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase Final
1. Problema principal  No se ha realizado el análisis del consumo de energía eléctrica y propuesta de optimización en hogares de la Colonia Lourdes, zona 17 de la ciudad de Guatemala, Guatemala.	1. Objetivo General  Realizar el análisis del consumo de energía eléctrica y propuesta de optimización en hogares de la Colonia Lourdes, zona 17 de la ciudad de Guatemala, Guatemala.	1. Pregunta principal de investigación  ¿Qué se debe de realizar para optimizar el consumo de energía eléctrica en hogares de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de Investigación Descriptiva-Documental</li> <li>• Diseño No experimental Transeccional</li> <li>• Enfoque Cualitativo</li> <li>• Variables X, la eficiencia en energía eléctrica</li> <li>• 40 hogares dispuestos a responder la entrevista</li> </ul>	1. Conclusión General  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizado el análisis del consumo de energía eléctrica y propuesta de optimización en hogares de la Colonia Lourdes, zona 17 de la ciudad de Guatemala, Guatemala se conoce que son Q180 de eficiencia en el consumo eléctrico</li> </ul>
2. Problemas Secundarios  <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se han determinado cuáles son los parámetros de medición para la optimización de energía eléctrica en hogares de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>	2. Objetivos Específicos  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar cuáles son los parámetros de medición para la optimización de energía eléctrica en hogares de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>	2. Preguntas complementarias de investigación  <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son los parámetros de medición para la optimización de energía eléctrica en hogares de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hogares que no estén dispuestos a ser entrevistados</li> </ul>	2. Conclusiones Específicas  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los parámetros de medición determinados para la optimización de energía eléctrica en hogares de a Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala son: A, B, C, D.</li> </ul>

## Continuación de Apéndice 1.

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase Final
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se ha identificado cuál es la es la percepción de los vecinos respecto a la autoproducción de energía eléctrica para su conexión a la red del suministro eléctrico en hogares de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> <li>No se han enlistado cuáles son los aparatos eléctricos de uso frecuente que inciden directamente en el consumo eléctrico en hogares de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar cuál es la percepción de los vecinos respecto a la autoproducción de energía eléctrica para su conexión a la red del suministro eléctrico en hogares de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> <li>Enlistar cuáles son los aparatos eléctricos de uso frecuente que inciden directamente en el consumo eléctrico en hogares de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la percepción de los vecinos a la autoproducción de energía eléctrica para su conexión a la red del suministro eléctrico en hogares de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala?</li> <li>¿Cuáles son los aparatos eléctricos de uso frecuente que inciden directamente en el consumo eléctrico en hogares de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Población 40 casas</li> <li>Muestra 31 casas</li> <li>Método de recolección de datos Muestreo probabilístico</li> <li>Técnica de recolección de datos Encuestar a las personas</li> <li>Instrumentos de recolección de datos Encuesta</li> <li>Procesamiento y análisis de datos Se realizará una visita de campo al comité de vecinos para solicitar el permiso y se tabularán los datos recolectados</li> <li>Límites de la investigación Ausencia de vecinos en las casas de la Colonia Lourdes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La percepción de los vecinos a la autoproducción de energía eléctrica para su conexión a la red del suministro eléctrico en los hogares como los de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala es: A, B, C, D.</li> <li>Los aparatos de uso frecuente que inciden directamente en el consumo eléctrico en hogares de la Colonia Lourdes zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala son: A, B, C, D.</li> </ul>
	<p>3. Hipótesis Positiva</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Un análisis del consumo de energía eléctrica hace viable el poder lograr una optimización en hogares de la Colonia Lourdes, zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>			<p>3. Recomendaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar un plan de detección de fugas eléctricas en dos hogares debido a que el promedio de gasto en electricidad en una casa de la Colonia Lourdes no sobrepasa los Q 600 mensuales, y en estos fue mayor de Q 1000</li> <li>Es viable promover el uso de energía solar dado que un 83% de las casas están familiarizadas con esta energía</li> </ul>

Continuación de Apéndice 1.

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase Final
	<p>Negativa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un análisis del consumo de energía eléctrica no hace viable el poder lograr una optimización en hogares de la Colonia Lourdes, zona 17 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstáculos Escasa colaboración de los encuestados Clima no favorable Horarios no adecuados</li> <li>• Aspectos éticos Respeto a las personas Búsqueda del bien Selección justa de los sujetos</li> <li>• Autonomía Se respetará la privacidad de cada hogar</li> <li>• Riesgos Riesgo Alto, encuestar de casa en casa es considerado de alto riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe realizar una gestión de manera institucional, elaborando leyes y regulaciones en torno a la energía solar, hídrica y eólica, para atraer la inversión</li> </ul>

Nota. Matriz de consistencia del estudio realizado en la colonia Lourdes zona 17 Ciudad de Guatemala. Elaboración propia, usando Microsoft Word.

## Apéndice 2.

### Encuesta

	<b>Instrumento de Recolección de Datos Fase Experimental</b>	Fecha de Modificado Marzo 2022
<b>Diagnóstico de Consumo Eléctrico</b>		
Realizado por: Claudia Lucía Carrillo	Modificado por Lucía Carrillo	Revisado por:
Fecha de Recolección de Datos: _____ / _____ / _____		
Cuenta el Hogar con Servicio Eléctrico S _____ N _____		
Cuántos son los Integrantes del Hogar _____		
Qué tipo de Energías Alternativas al Servicio Eléctrico conoce:     		
Cuántos son los kilovatios consumidos en el último mes: kW _____		
Cuánto es el monto de la factura eléctrica en el último mes: Q _____		
Mencione cuáles son los aparatos eléctricos de uso frecuente en el hogar:     		
Estaría dispuesto a incluir energías renovables en el hogar S _____ N _____		
De ser afirmativa la respuesta, cuál tipo de energía es de su preferencia:		
Solar	Eólica	Hídrica
Biomásica	Biocarburante	Geotérmica

Continuación del Apéndice 2.

Nombre del Investigador:	Claudia	Lucía	Carrillo
<u>Flores</u>			
Nombre	del	Recolector:	

**Listado de aparatos de uso frecuente en el hogar**

No	Nombre del Aparato	Cantidad en el hogar
1	Refrigeradora	
2	Bombillos Ahorradores	
3	Bombillos Incandescentes	
4	Calentador de ducha	
5	Lavadora	
6	Secadora	
7	Secadora de Pelo	
8	Plancha de Pelo	
9	Horno tostador de pan	
10	Horno de microondas	
11	Computadora	
12		
13		
14		
15		
16		

Nota. Encuesta del estudio realizado en la colonia Lourdes zona 17 Ciudad de Guatemala.  
Elaboración propia, usando Microsoft Word.

