

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO SUR OCCIDENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



TRABAJO DE GRADUCACIÓN

Evaluación de la eficiencia energética del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá.

Por:

Mariangelica Serrano García

Carné: 201541592

Mazatenango, Suchitepéquez, Octubre de 2020.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO SUR OCCIDENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



TRABAJO DE GRADUCACIÓN

**Evaluación de la eficiencia energética del edificio municipal de
San Pedro La Laguna, Sololá.**

Por:

Mariangelica Serrano García

Carné: 201541592

Asesora:

M.A. Heidy Angelina Vela Armas

**Presentado ante las autoridades del Centro Universitario de Suroccidente –
CUNSUROC-, de la Universidad San Carlos de Guatemala, previo a conferírsele el
título que le acredita como Ingeniera en Gestión Ambiental Local en el grado
académico de Licenciada.**

Mazatenango, Suchitepéquez, octubre de 2020.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

AUTORIDADES

M.Sc. Murphy Olimpo Paiz Recinos	Rector
Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo	Secretario General

MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CUNSUROC

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano	Director
----------------------------------	----------

REPRESENTANTES DE PROFESORES

Lic. Luis Carlos Muñoz López	Secretario
Dr. Reynaldo Humberto Alarcón Noguera	Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles	Vocal
-----------------------------------	-------

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel	Vocal
PEM y TAE Rony Roderico Alonzo Solís	Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

M.Sc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona

Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas

M.Sc. Rafael Armando Fonseca Ralda

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Edín Aníbal Ortíz Lara

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

Dr. René Humberto López Cotí

Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

M.Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical M.Sc.

Erick Alexander España Miranda

Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario

M.Sc. José David Barillas Chang

Coordinadora Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

M.Sc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Coordinador de Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Carreras Plan Fin de Semana del CUNSUROC

Coordinadora de las Carreras de Pedagogía

M.Sc. Tania Elvira Marroquín Vásquez

Coordinador Carrera de Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

Lic. Heinrich Herman León

Mazatenango, Suchitepéquez, octubre de 2,020

Señores
Honorable Consejo Directivo
Centro Universitario de Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables señores:

Reciban un cordial saludo, deseándole éxitos en el desarrollo de sus actividades.

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el Trabajo de Graduación titulado: **“Evaluación de la eficiencia energética para el edificio municipal del municipio de San Pedro La Laguna, Sololá.”**

Trabajo presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniera en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el trabajo de graduación merezca su aprobación, me suscribo de ustedes,

Atentamente,



Mariangelica Serrano García
Carné: 201541592
CUI: 3101 48995 1212

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

DEDICATORIA

A:

Dios, por darme sabiduría, entendimiento, fuerzas, y la oportunidad de alcanzar mi primera meta profesional, pues sin él nada hubiera sido posible.

Mis padres, por estar presentes en cada paso de mi vida, por su amor, esfuerzo y protección. Por demostrarme a través de su ejemplo que los sueños se pueden lograr con fé, trabajo y dedicación.

Mis hermanos, por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios:** Por la vida, salud, sabiduría, inteligencia, entendimiento, voluntad y la capacidad de seguir luchando para alcanzar el éxito, dándole la gloria y honra por siempre.
- A mis padres:** Manuel de Jesús Serrano Cifuentes y Nora Crimilda García Guzmán, por su apoyo y sabios consejos.
- A mis hermanos:** Manuel, Mariano, Nora, Aura, Marco y ~~Samantha~~; por su cariño, a quienes respeto y admiro por el ejemplo brindado para llegar a ser una profesional.
- A:** La Universidad San Carlos de Guatemala, por permitirme culminar mis estudios superiores.
- A:** La carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local, del Centro Universitario del Sur occidente-CUNSUROC-, por ser parte de mi formación profesional.
- A:** A mis catedráticos, por el apoyo y enseñanza recibida.
- A:** La Municipalidad de San Pedro la Laguna, por el apoyo y la asistencia técnica para la ejecución de mi ejercicio profesional supervisado EPS.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
1. Marco Referencial	3
1.1. Antecedentes históricos del municipio de San Pedro La Laguna, Sololá.	3
1.2. Población	3
1.3. Servicios básicos	3
1.4. Extensión territorial	6
1.5. División político-administrativa del municipio de San Pedro La Laguna, Sololá	6
1.6. Vías de acceso de San Pedro La Laguna, Sololá	6
1.7. Municipalidad de San Pedro La Laguna, Sololá	6
2. Marco Conceptual	13
2.1. Fuentes de energía	13
2.2. Electricidad	15
2.3. Consumo eléctrico	15
2.4. Caracterización energética	16
2.5. Eficiencia energética	17
2.6. Evaluación energética	19
2.7. Dióxido de carbono	21
2.8. Equipos electrónicos	23
2.9. Iluminación.....	24
III. OBJETIVOS	27
1. Objetivo general	27
2. Objetivos específicos	27
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	28
1. Materiales	28
2. Métodos.....	29

2.1. Caracterización de fuentes de consumo energético del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Solo.....	29
2.2. Estimación de las emisiones de CO ₂ del edificio municipal	33
2.3. Redacción de una propuesta de mejora en el uso de la energía eléctrica del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá.....	33
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
1. Caracterización de fuentes de consumo	36
1.1. Inventario de lámparas	36
1.2. Inventario de equipos	37
1.3. Determinación de la demanda actual de lámparas	39
1.4. Determinación de la demanda actual de equipos	40
1.5. Balance energético	41
2. Estimación de las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂)	42
3. Propuesta de mejora en el uso de la energía eléctrica del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá	43
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	45
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
IX. ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
1. Materiales utilizados para realizar la investigación.	28
2. Instrumento para recolección de datos del inventario.	29
3. Instrumento para la recolección de datos de equipos.	30
4. Instrumento de recolección de datos de lámparas.	31
5. Inventario de lámparas.	36
6. Inventario de equipos.	38
7. Historial de consumo energético eléctrico del edificio municipal.	41
8. Balance del consumo energético eléctrico.....	41
9. Emisiones de dióxido de carbono de lámparas y equipos.	42
10. Inventario de lámparas del edificio municipal.	53
11. Inventario de equipos primer nivel del edificio municipal.	54
12. Inventario de equipos segundo nivel del edificio municipal.	55
13. Demanda energética actual de equipos del primer nivel del edificio municipal.	57
14. Demanda energética actual de equipos del segundo nivel del edificio municipal. ...	58
15. Demanda energética actual de lámparas del primer nivel del edificio municipal.	59
16. Demanda energética actual de lámparas del segundo nivel del edificio municipal ..	60

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Mapa de ubicación de San Pedro La Laguna Sololá.	5
2. Organigrama municipal.	7
3. Mapa de ubicación del edificio municipal.	9
4. Planta general primer nivel del edificio municipal.	10
5. Planta general del segundo nivel del edificio municipal.	11
6. Planta general de la Dirección de Gestión Ambiental Municipal del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá.	12
7. Flujograma del procedimiento para la realización del inventario de lámparas y equipos.	30
8. Flujograma de la determinación de la demanda energética actual de luminarias y fuentes de consumo.	32
9. Flujograma del manual para la gestión integrada del uso de la energía eléctrica.	35
10. Consumo de energía eléctrica.	37
11. Consumo energético de lámparas.	39
12. Consumo energético de equipos.	40
13. Plano de equipos electrónicos del primer nivel del edificio municipal.	61
14. Plano de equipos electrónicos del segundo nivel del edificio municipal.	62
15. Plano de lámparas del primer nivel del edificio municipal.	63
16. Plano de lámparas del segundo nivel del edificio municipal.	64
17. Plano de lámparas y equipos de la DIGAM del edificio municipal.....	65
18. Recopilación de información.....	67
19. Cotización de equipos electrónicos.	68
20. Cotización para la implementación de paneles solares.	69

ÍNDICE DE ANEXOS

<u>ANEXO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Siglas y acrónimos.	52
2. Glosario de términos relacionados con la investigación.	52
3. Inventario de lámparas y equipo del edificio municipal.	53
4. Demanda energética del edificio municipal.	56
5. Planos de equipos y lámparas del edificio municipal.	61
6. Guía de entrevista a empleados municipales.	65
7. Recopilación de información.	67
8. Cotizaciones de equipos electrónicos y paneles solares.	68
9. Recibos de energía eléctrica.	70
10. Propuesta de mejora en el uso de la energía eléctrica del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá.	71

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el municipio de San Pedro La Laguna, Sololá, como oportunidad de mejora para disminuir el consumo de energía eléctrica, dentro de las instalaciones del edificio municipal. La misma tuvo como objetivo general: evaluar la eficiencia energética en el edificio municipal. Siendo los objetivos específicos: la caracterización de los sistemas de iluminación y equipos, así mismo, estimar las emisiones de dióxido de carbono, generando un manual para la gestión integrada de la energía eléctrica.

Las actividades realizadas para el alcance de los objetivos contemplaron la realización de un inventario de equipos electrónicos y lámparas dentro del edificio municipal delimitado como objeto de estudio. Con base al consumo de energía establecido, se calculó la cantidad de dióxido de carbono emitido en toneladas de dióxido de carbono por kilowatt al mes, utilizando la metodología propuesta por el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

Los resultados obtenidos demuestran que el edificio municipal posee 90 lámparas de tecnología tipo LED y 137 equipos electrónicos, los cuales generan un consumo energético de 1,849 kilowatt al mes, emitiendo 23.71776 toneladas de dióxido de carbono anualmente.

Se redactó una propuesta de implementación de mejoras en el uso de la energía eléctrica; identificando las áreas de intervención, planteando una renovación de equipos electrónicos para las áreas de mayor consumo energético del edificio municipal siendo éstas: Dirección de Gestión Ambiental Municipal, Tesorería Municipal y Secretaría Municipal.

El área de Control y Monitoreo, actualmente tiene un consumo energético del 42%, referente al consumo total del edificio municipal, por lo tanto, es necesario independizar esta área del suministro de energía central del edificio, colocándole su propio cortador.

Por tal motivo, surge la recomendación de implementar paneles solares para abastecer de energía eléctrica ésta área.

Al aplicar la propuesta establecida se obtendría un ahorro económico del 92%, reduciendo significativamente las emisiones de dióxido de carbono en un 60%, con un periodo simple de retorno a la inversión de dos años.

La propuesta y recomendaciones contenidas en la investigación tienen como propósito reducir el consumo de energía eléctrica utilizada para la prestación de servicios, logrando con esto disminuir las emisiones de dióxido de carbono, mejorando el desempeño ambiental y económico de la municipalidad.

ABSTRACT

This research was carried out in the municipality of San Pedro La Laguna, Sololá, as an opportunity for improvement to reduce the consumption of electricity, within the municipal building facilities. It had the general objective: to evaluate energy efficiency in the municipal building. Being the specific objectives: the characterization of the lighting systems and equipment, likewise, to estimate the emissions of carbon dioxide, generating a manual for the integrated management of electrical energy.

The activities carried out to achieve the objectives included an inventory of electronic equipment and lamps within the municipal building defined as the object of study. Based on the established energy consumption, the amount of carbon dioxide emitted in tons of carbon dioxide per kilowatt per month was calculated, using the methodology proposed by the Guatemalan Center for Cleaner Production.

The results obtained show that the municipal building has 90 LED technology lamps and 137 electronic equipment, which generate an energy consumption of 1,849 kilowatts per month, emitting 23,71776 tons of carbon dioxide annually.

A proposal for the implementation of improvements in the use of electrical energy was written; identifying the areas of intervention, proposing a renewal of electronic equipment for the areas with the highest energy consumption of the municipal building, these being: Municipal Environmental Management Department, Municipal Treasury and Municipal Secretary.

The Control and Monitoring area currently has an energy consumption of 42%, referring to the total consumption of the municipal building, therefore it is necessary to separate this area from the central energy supply of the building, placing its own cutter. Therefore, the recommendation arises to implement solar panels for to supply electricity this area.

By applying the established proposal, an economic saving of 92% would be obtained, significantly reducing carbon dioxide emissions by 60%, with a simple return on investment period of two years.

The proposal and recommendations contained in the investigation are intended to reduce the consumption of electrical energy used for the provision of services, thereby reducing carbon dioxide emissions, improving the environmental and economic performance of the municipality.

I. INTRODUCCIÓN

Durante la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado se llevó a cabo la investigación titulada “Evaluación de la eficiencia energética del edificio municipal de San Pedro la Laguna, Sololá”, con la finalidad de establecer opciones que permitan reducir el consumo de energía eléctrica en las diferentes áreas del edificio municipal.

El objetivo principal de la investigación fue evaluar la eficiencia energética del edificio, realizando una caracterización de sistemas de iluminación y equipo, calculando la demanda del consumo eléctrico, estableciendo las emisiones de dióxido de carbono; así mismo, redactando la propuesta de mejora en la eficiencia energética para el edificio municipal.

La metodología utilizada, consistió en realizar un inventario en cada área del edificio municipal entrevistando al personal sobre la cantidad de horas y días de utilización de cada equipo y lámpara con la finalidad de efectuar una caracterización de las lámparas y equipos, así mismo, se calcularon las emisiones de dióxido de carbono de acuerdo a la metodología del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

Se determinó que el consumo energético eléctrico actual del edificio municipal es de: 1,849 kilowatt al mes, las emisiones de dióxido de carbono son: 23.7176 toneladas de dióxido de carbono anualmente. Además, se identificó que las áreas de mayor consumo energético y en las cuales se hará la intervención son: el área de Control y Monitoreo, Dirección de Gestión Ambiental Municipal, Tesorería Municipal y Secretaría Municipal.

Como medida para mitigar la problemática estudiada, se redactó una propuesta de mejora en el uso de la energía eléctrica del edificio municipal, la cual contiene, información sobre eficiencia energética, importancia del ahorro de energía y eficiencia energética en equipos electrónicos.

Se propone un cambio de equipo de cómputo a unos más eficientes en el consumo de energía que permitan reducir la demanda energética; así mismo, se recomienda la

implementación de tecnologías limpias para la generación de energía, tales como paneles solares y medidas para la eficiencia energética en la iluminación.

Como parte de la propuesta se calcularon los costos de inversión, el periodo simple del retorno de la inversión y la reducción de emisiones de dióxido de carbono.

Se estimó que el costo de la implementación de la propuesta de cambios de equipos electrónicos eficientes asciende a Q. 44,528.00, con un periodo simple de retorno a la inversión de 21 meses. Así mismo, se generará un ahorro económico de Q. 25,153.48 anualmente. En cuanto a las emisiones de dióxido de carbono, se calcula una reducción de 12.35 toneladas anualmente.

Con la implementación de paneles solares para el área de Control y Monitoreo la inversión inicial sería de Q. 48,283.11, con un periodo simple de retorno a la inversión de dos años, generando un ahorro económico de Q. 20,258.38 anualmente. En cuanto a las emisiones de dióxido de carbono, por ser un tipo de producción de energía renovable se reducirían en un 100%.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Marco Referencial

1.1. Antecedentes históricos del municipio de San Pedro La Laguna, Sololá.

El diagnóstico del municipio de San Pedro La Laguna, departamento de Sololá, elaborado por la Fundación Centroamericana de Desarrollo (1997, pág. 1), menciona que el municipio fue fundado por el misionero Franciscano Fray Pedro de Betanzos, entre los años 1547 y 1550. Aparentemente por el año 1643 se empezó a utilizar el apelativo “La Laguna” debido a que el visitador Antonio Lara, ordenara que todos los lugares geográficos y apellidos indígenas fueran castellanizados.

1.2. Población

Según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) (2018, pág. 88), la localidad de San Pedro La Laguna, Sololá para el año 2019 cuenta con 12,508 habitantes.

1.3. Servicios básicos

1.3.1. Agua

Los distintos gobiernos municipales que han ejercido durante los últimos años han priorizado el abastecimiento de agua a la población. Por lo que el 99% cuenta con este servicio. (Serrano, Estrada, Gómez, López, & López, 2019, pág. 19)

Es importante hacer mención que dentro del municipio no existen nacimientos de agua con suficiente caudal, lo que ha provocado la necesidad de adquirir los derechos de extracción de este recurso desde el municipio de San Marcos La Laguna, no obstante durante la tormenta Stan (2005) fue afectado el conducto que traslada el agua a la comunidad; los altos costos que implica la reparación de la tubería ha hecho necesaria la implementación de un método hidráulico para extraerla del lago, sin embargo el sistema actual depende del servicio eléctrico y al ser suspendido, la población queda sin agua por períodos prolongados. (Serrano, et. al, 2019, pág. 19)

Según el diagnóstico municipal realizado en el municipio de San Pedro la Laguna Sololá realizado por Serrano, et. al, (2019, pág. 20), mencionan que: actualmente el sistema de distribución de agua utilizado en los cinco cantones del municipio es por gravedad y bombeo, el líquido vital se envía hacia dos tanques de almacenamiento que están ubicados en la parte alta del Cantón Pacuchá, luego se dirige a un tanque de distribución, donde pasa el proceso de cloración y posteriormente se traslada a la red.

El servicio de agua no es continuo debido a que la distribución se realiza tres días por semana durante dos horas diarias, por lo que se considera que el servicio es deficiente.

1.3.2. Energía eléctrica

Sepet González (2008, pág. 25) hace mención que:

Para el año 2006 DEOCSA atiende a 2,508 usuarios registrados en los cantones del Municipio descritos con anterioridad, esto refleja un aumento en la cobertura de este servicio del 2.50% con relación al año 2002. La cobertura del servicio eléctrico es de 99.5%.

1.3.3. Drenaje y alcantarillado

El municipio no posee drenajes, las aguas negras son depositadas en pozos absorción e infiltración en cada vivienda y edificación. (Serrano, et. al, 2019, pág. 20)

1.3.4. Sistema de recolección de basura

Según el diagnóstico municipal realizado en el municipio de San Pedro La Laguna Sololá realizado por Serrano, et. al, (2019, pág. 20), menciona que la municipalidad de San Pedro La Laguna presta el servicio de tren de aseo con el uso de dos camiones, el servicio es prestado de lunes a domingo en horario de 7:00 a 17:00 horas.

El día miércoles se destina a la recolección de desechos reciclables, en el resto de la semana se lleva a cabo la recolección de desechos y residuos orgánicos e inorgánicos para ser recuperados y tratados en la planta de tratamiento municipal. Aproximadamente el 90%

de los habitantes del municipio hacen uso del servicio, el cual tiene el costo de Q1.00 por costal recolectado.

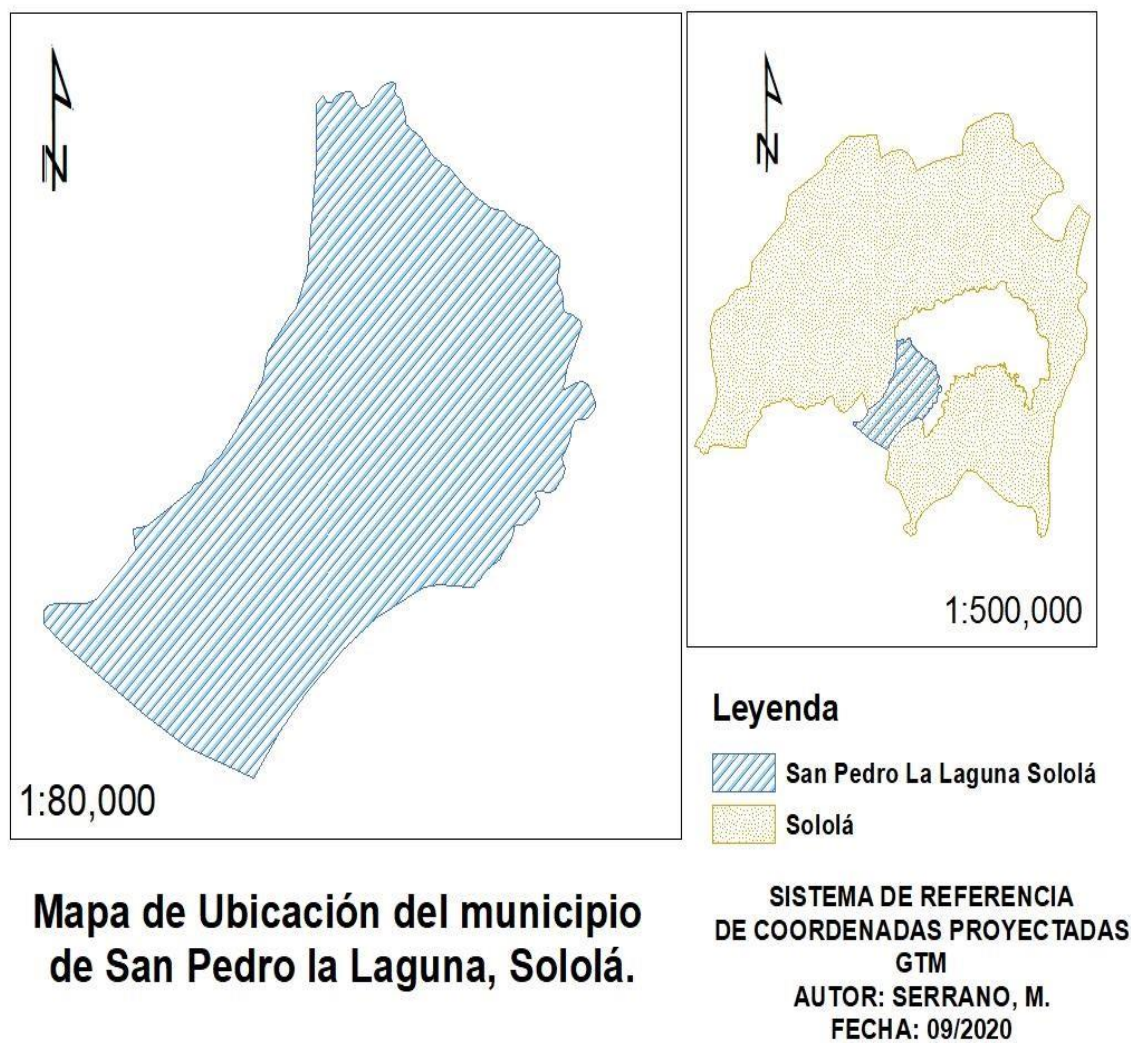


Figura 1. Mapa de ubicación de San Pedro La Laguna Sololá.

Nota: Con base en información espacial de MAGA, 2006; (2019)

1.4. Extensión territorial

San Pedro La Laguna es uno de los municipios de mayor extensión territorial de la Cuenca del Lago, con un total de 24 kilómetros cuadrados. La topografía del terreno posee un relieve ondulado, ligeramente inclinado a muy inclinado y conos volcánicos, existe alta pedregosidad y arenas por ser suelos de origen volcánico. (Sepet González, 2008, pág. 4)

1.5. División político-administrativa del municipio de San Pedro La Laguna, Sololá

El municipio de San Pedro La Laguna históricamente se divide en cuatro grandes cantones unidos en un solo lugar, cuyos nombres están en idioma maya Tz'utujil: Chuasanahí, Pacuchá, Chuacanté, Tzanjaay. Actualmente posee un sector denominado Bella Vista. (Navichoc Sajquiy, 2007, pág. 4)

1.6. Vías de acceso de San Pedro La Laguna, Sololá

El acceso al municipio puede ser por vía lacustre a través del lago de Atitlán; asimismo, es accesible por la carretera CA-2, ingresando por Cocales, Patulul. Es posible acceder por el lugar “Los Encuentros” ubicado en el km 127 aproximadamente de la ruta interamericana que va desde Ciudad de Guatemala en dirección al occidente del país, la carretera a transitar es la CA-1 Occidente. (López Diéguez, 2008, pág. 23)

1.7. Municipalidad de San Pedro La Laguna, Sololá

1.7.1. Tipo de institución

Institución pública gubernamental

1.7.2. Servicios que presta

- Prestar y administrar los servicios públicos municipales.
- Mantener, mejorar y regular los servicios a la población a través de un efectivo manejo de los recursos humanos, materiales y financieros.

1.7.3. Horario de funcionamiento

De 8:00 am a 18:00 pm

1.7.4. Administración

a. Organización de la institución

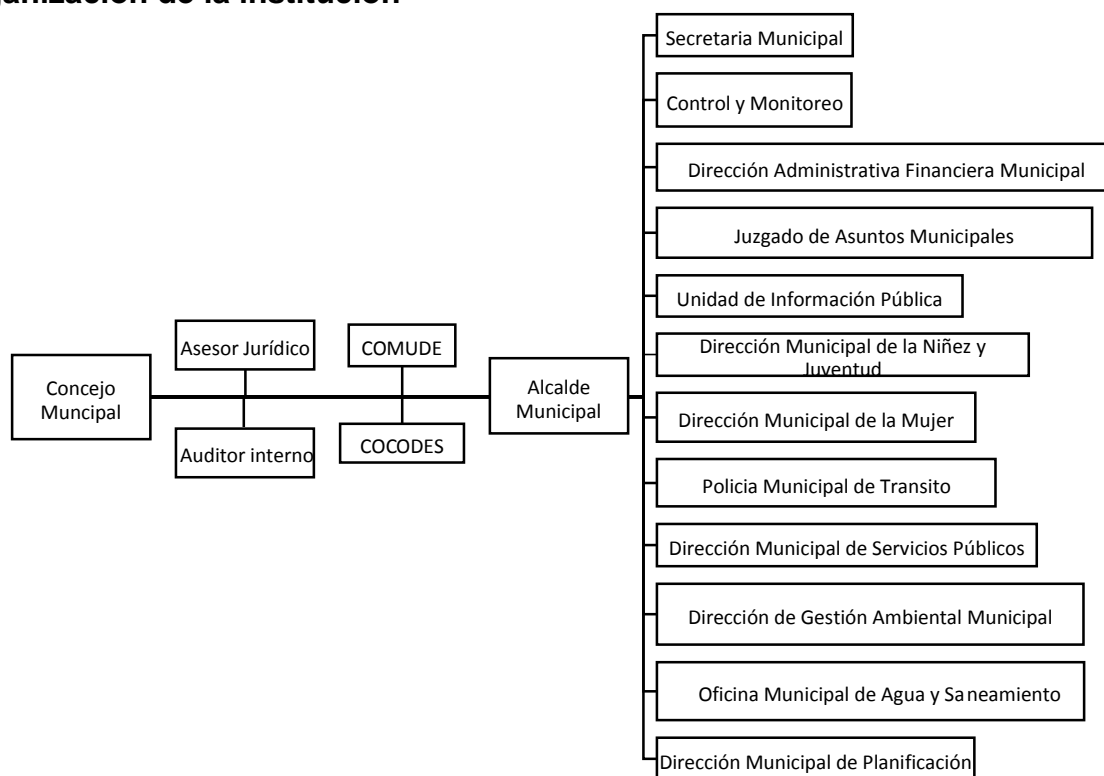


Figura 2. Organigrama municipal.

Nota: Con base en información proporcionada por Tesorería Municipal, (2019).

b. Planificación a corto, mediano y largo plazo:

La municipalidad realiza planificaciones semanales, mensuales y anuales, de cada una de las dependencias.

c. Evaluación de actividades:

La municipalidad de San Pedro La Laguna, Sololá, realiza la evaluación de sus actividades por medio del Plan Operativo Anual (POA), informes de gobierno municipal, entre otros.

1.7.5. Descripción del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá

El edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá, cuenta con dos niveles de construcción y un nivel subterráneo donde se encuentra la Dirección de Gestión Ambiental Municipal (DIGAM) conectada por un sistema de circulación vertical descendente.

El primer nivel, cuenta con un sistema estructural con marcos rígidos de concreto reforzados, el entrepiso es de losa tradicional, con ventanas en la fachada frontal de vidrio y balcones. Así mismo, posee un pasillo lineal que distribuye la circulación hacia los siguientes ambientes:

- Dirección Municipal de la Juventud y Niñez
- Policía Municipal
- Dirección Municipal de la Mujer
- Dirección Municipal de Planificación
- Oficina Municipal de Agua y Saneamiento
- Policía Municipal de Tránsito
- Juzgado de Asuntos Municipales
- Centro de Control y Monitoreo
- Tesorería Municipal

El segundo nivel es conectado con un sistema de circulación vertical hacia el segundo piso, donde se encuentran distribuidos por un pasillo lineal los siguientes ambientes:

- Despacho Municipal
- Servicios Públicos
- Información Pública

- Secretaría Municipal
- Salón Municipal

Este nivel, cuenta con ventanas en la parte de la fachada frontal, lateral izquierda y derecha de vidrio con balcones, posee un techo de estructura metálica con lámina tipo duralita.

1.7.6. Utilización de energía en el edificio municipal

En Guatemala la producción de energía ha aumentado sustancialmente, para el año 2001 hasta el año 2007, se aumentó la producción en un 40%, el 63% de la energía producida es de energía térmica, este tipo de energía no renovable utiliza carbón mineral y combustibles provenientes del petróleo, siendo esta una de las mayores fuentes de contaminación para la atmósfera. Actualmente el edificio municipal de San Pedro la Laguna, Sololá, se abastece por medio de fuentes de energía eléctrica nacional. (Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, 2011, pág. 8)

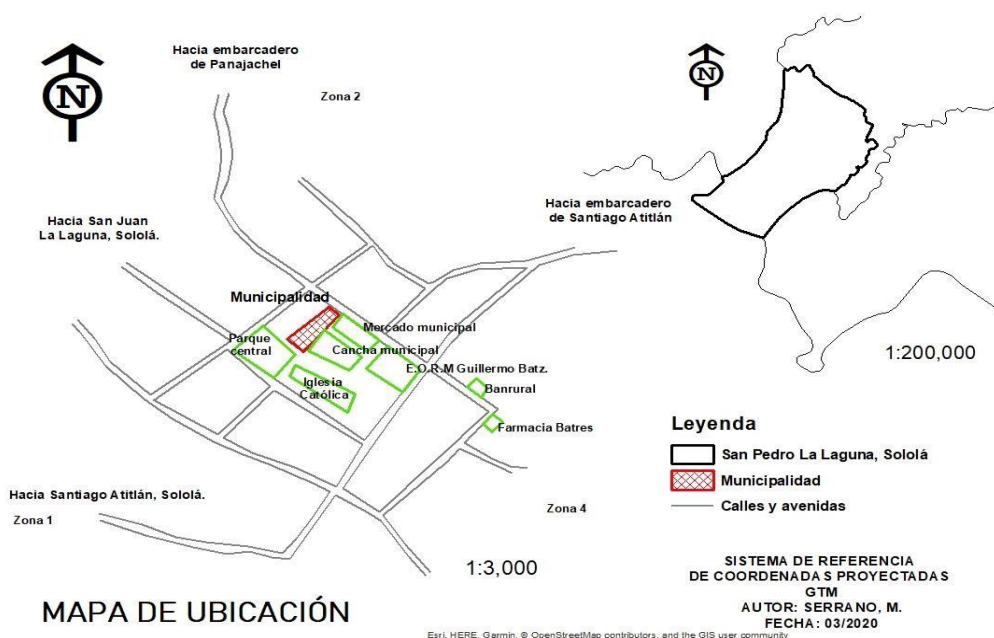


Figura 3. Mapa de ubicación del edificio municipal.

Nota: Con base en información espacial de MAGA, 2006; (2019)

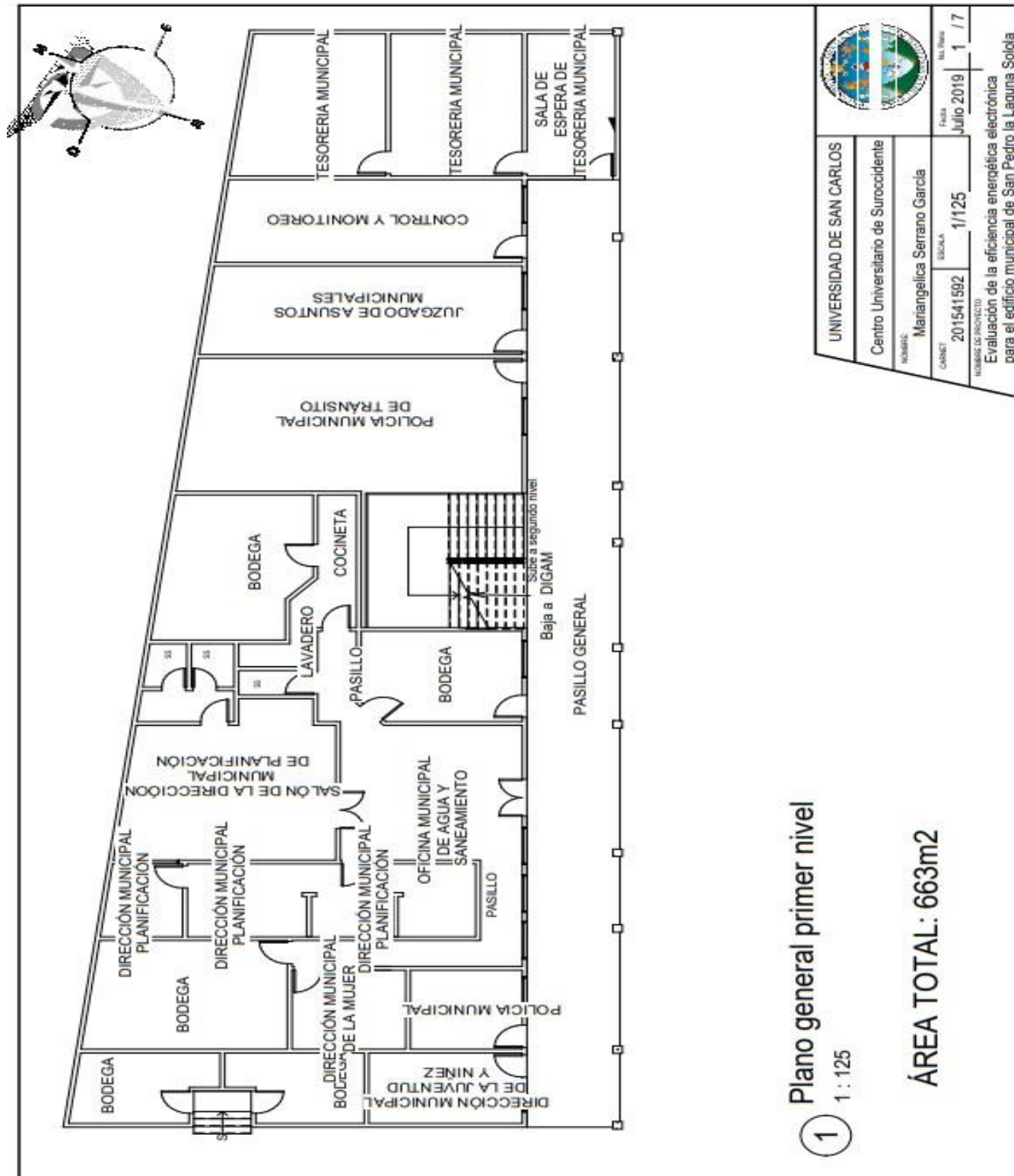


Figura 4. Planta general primer nivel del edificio municipal.
Nota: Con base en recorrido realizado al edificio municipal; 2019.

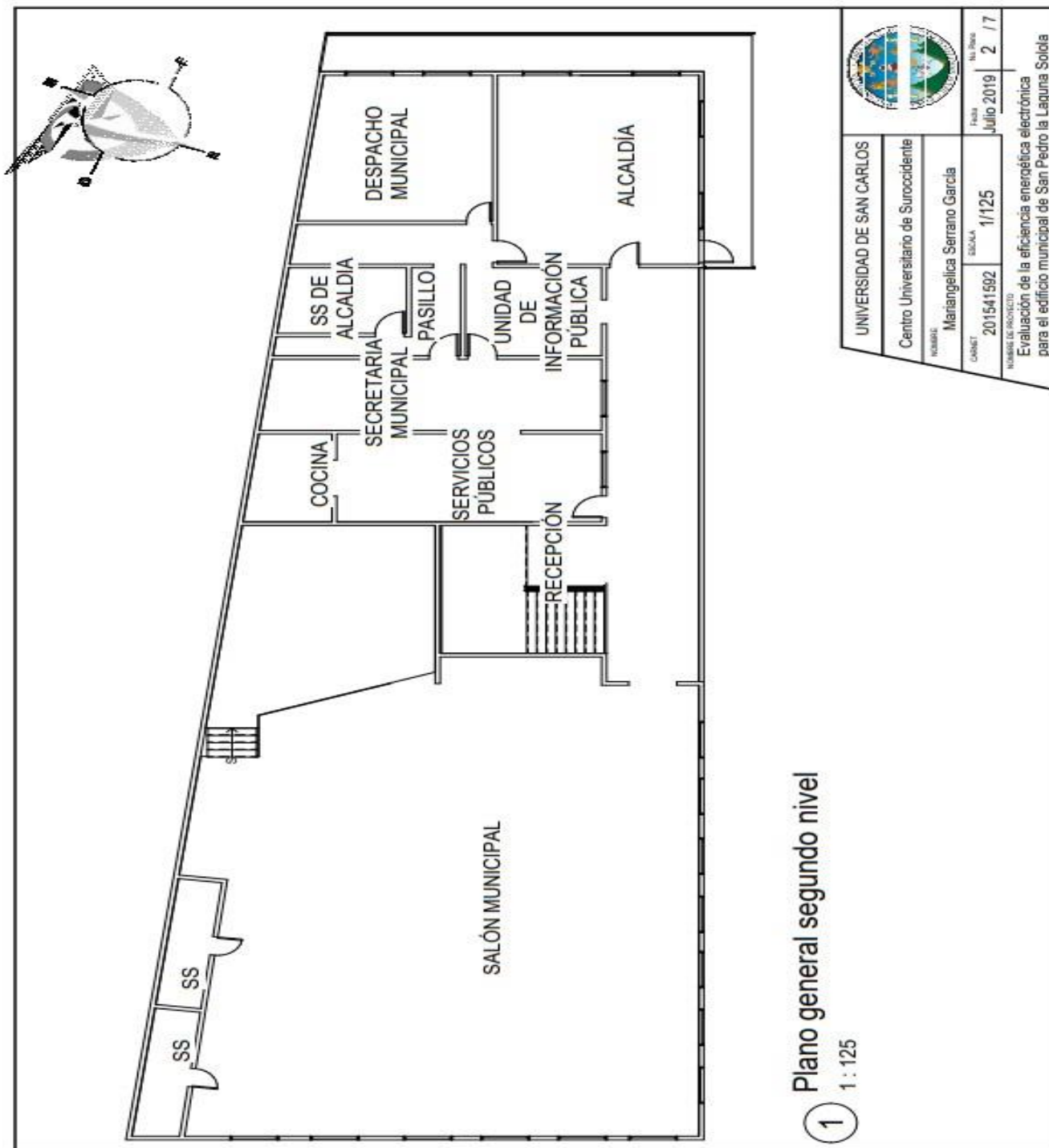


Figura 5. Planta general del segundo nivel del edificio municipal.

Nota: Con base en recorrido realizado al edificio municipal; 2019.

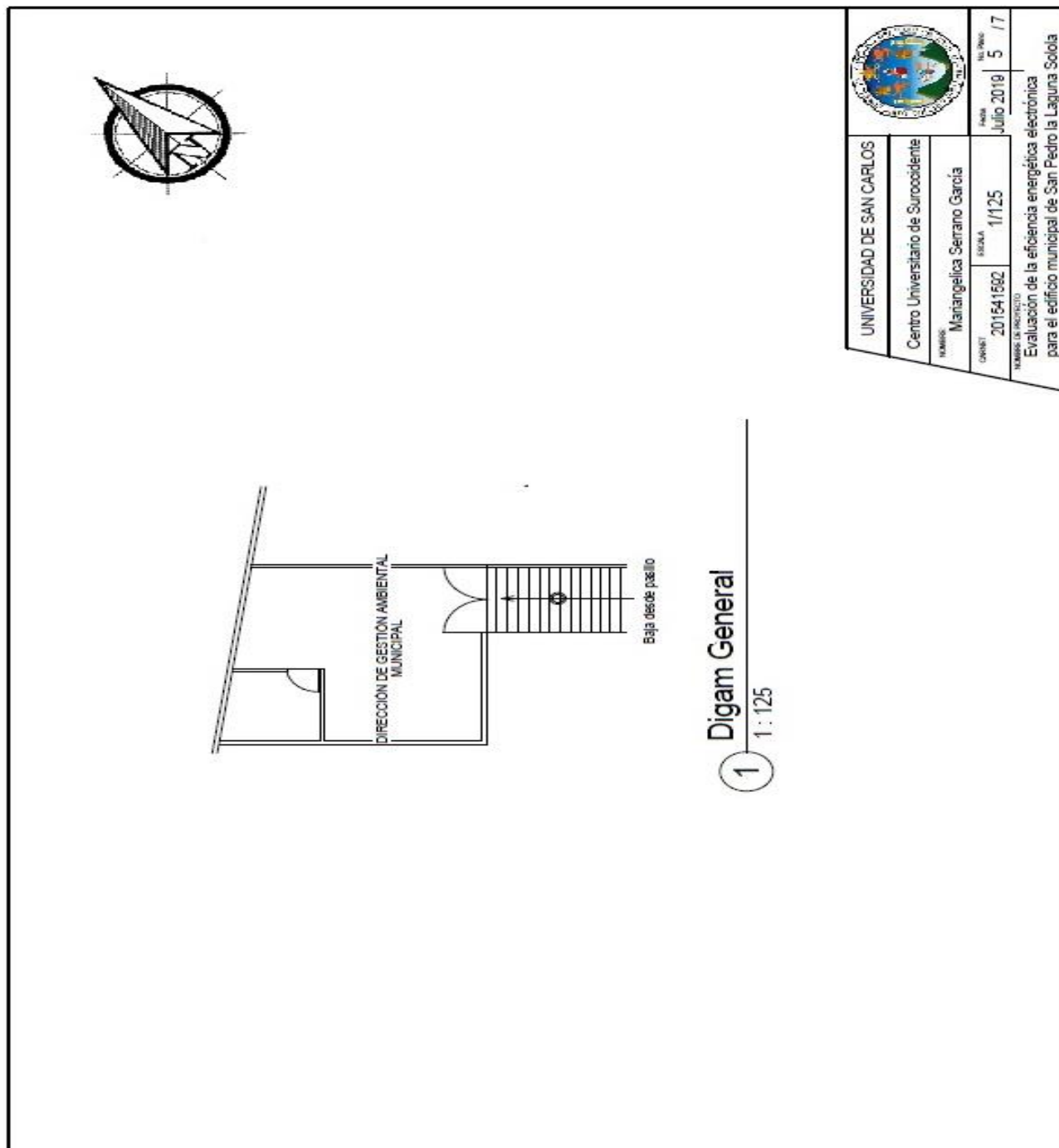


Figura 6. Planta general de la Dirección de Gestión Ambiental Municipal del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá.

Nota: Con base en recorrido realizado al edificio municipal; 2019.

2. Marco Conceptual

2.1. Fuentes de energía

El Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (2011), en la guía práctica para la eficiencia energética en el sector público guatemalteco, menciona que, la energía es necesaria para realizar las actividades cotidianas. Existen dos tipos de energía, la energía renovable y no renovable. En el tipo de energía renovable se encuentra la solar, hidráulica, eólica, mareomotriz, biomasa y geotérmica. El carbón, petróleo, gas natural y nuclear son de energía no renovable. (pág.7)

Orza, (2013, pág. 35): menciona las diversas fuentes de obtención de energía eléctrica siendo las siguientes:

- Por medio de una reacción química: sumergiendo dos metales distintos en una disolución apropiada, se producen determinadas reacciones químicas al mismo tiempo que se genera electricidad. Este es el fundamento de las pilas y baterías.
- Por medio de inducción electromagnética: al agitar un conductor en el interior de un campo magnético aparece en el conductor una corriente eléctrica. Este es el fundamento de las dinamos y los alternadores.
- Por medio de luz: algunos metales despegan electrones cuando la luz solar incurre sobre ellos. Si estos electrones se hacen circular por un hilo conductor, se puede obtener corriente eléctrica. Este fenómeno es conocido como efecto fotoeléctrico y es el fundamento de las células fotovoltaicas (paneles solares). Es el aprovechamiento de la energía solar uno de los pilares más importantes de las energías limpias.

2.1.1. Energía solar

Es la energía que se obtiene mediante la captación de la luz o el calor del sol, transformada en energía química mediante paneles fotovoltaicos y se convierte directamente en electricidad. (Miranda Brolo, K. 2016, pág. 20)

La electricidad es una de las formas de energía más variables y que mejor se adaptan a cada necesidad.

Hoy en día existen miles de aparatos que, bien en forma de corriente continua o corriente alterna, utilizan la electricidad como fuente de energía, y su uso ha provocado un gran aumento de la demanda de su consumo eléctrico.

Este hecho ha proporcionado la búsqueda de nuevas fuentes de energía y nuevos sistemas de producción eléctrica, basados, fundamentalmente, en el uso de energías renovables.

Díaz Corcobado, T., & Carmona Rubio, G. (2018, pág. 8), mencionan que los sistemas tradicionales de producción de electricidad, los cuales tienen una problemática asociada que hace necesario intentar desarrollar otro tipo de fuentes energéticas:

- Centrales hidráulicas: el efecto invernadero y el cambio climático hacen que cada vez las sequías sean cada vez más prolongadas y, por tanto, no se pueda asegurar la producción estable de electricidad a través de estas centrales
- Centrales térmicas: tienen el problema que los combustibles fósiles son un recurso limitado en el tiempo. Además, provocan una gran emisión de gases contaminantes perjudiciales para el efecto invernadero
- Centrales nucleares: tienen el problema de la eliminación de los residuos generados, además del potencial de riesgo de un accidente nuclear

Entonces, surge la necesidad de producir energía eléctrica mediante fuentes renovables, una de ellas es la energía solar generando energía por medio de paneles solares; siendo una fuente de energía renovable favorece al medio ambiente, reduciendo las emisiones de dióxido de carbono y otros gases tóxicos emitidos por otros tipos de producción energética no renovables.

2.2. Electricidad

De acuerdo a Rubio Espinoza (2008, pág. 2), “La electricidad es un fenómeno físico originado por cargas eléctricas en reposo o movimiento. Existen cargas eléctricas de dos tipos: cargas positivas y negativas. Las cargas del mismo signo se repelen y las cargas de diferente signo se atraen”.

La electricidad es un fenómeno íntimamente ligado a la materia y a la vida. Todo lo que se puede ver y lo que no, está compuesto por electrones que son partículas que giran alrededor de los núcleos atómicos. Ellas son las responsables que se generen los fenómenos electromagnéticos, permitiendo que los humanos aprovechen la energía eléctrica. (Dirección General de Industria, 2002, pág. 4)

2.3. Consumo eléctrico

El consumo de energía es la cantidad de energía que se gasta en los diferentes aparatos o lámparas utilizados dentro de la vivienda.

Todo electrodoméstico o lámpara posee una potencia eléctrica asociada cuyas unidades son conocidas como Watts o Vatios, la cual son representados por la letra W (Watts); dicho valor se encuentra indicado por el fabricante usualmente en la etiqueta de datos técnicos, el modelo y otras características técnicas que viene pegada en partes externas no visibles del equipo. (Carlos, 2019, pág. 2)

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) (2018), menciona que; para determinar el consumo de energía eléctrica de un electrodoméstico o lámpara, es necesario conocer el valor de su potencia eléctrica, expresado en Watts (W) y las horas de encendido del equipo (horas de uso promedio por día). (pág.1)

Se aplica el siguiente cálculo según el ICE (2018, pág.2):

Energía Eléctrica= Potencia Eléctrica (watt) * tiempo de uso en horas (h)
Energía Eléctrica (Watts por hora) = Wh

Las unidades obtenidas cuando se aplica la fórmula anterior son watt por hora, este valor se debe multiplicar por la cantidad de días de uso al mes y dividirlo entre 1,000 (mil) para obtener los kilowatts/hora/mes que indica el recibo eléctrico (1000 Wh = 1 kWh). (Instituto Costarricense de Electricidad, 2018, pág. 3)

2.4. Caracterización energética

La caracterización energética es un proceso, que tiene como objetivo determinar las oportunidades para optimizar el consumo energético dentro de cualquier sistema consumidor de energía eléctrica, en estos procesos se interrelacionan la eficiencia energética, el mantenimiento y las condiciones de operación como principales componentes para analizar los sistemas. Para concluir cuales son las medidas que deben tomarse para lograr la mejora de los consumos de energía. (Universidad Francisco de Caldas, 2019, párr.1)

La caracterización energética es un procedimiento de análisis cualitativo y cuantitativo que permite evaluar la eficiencia con que la institución administra y usa todos los tipos de energía requeridos en el proceso de sus actividades.

La caracterización energética evalúa en forma cualitativa obteniendo la demanda energética final. Los métodos de recopilación de datos son: el método de medidas de consumos energéticos y el método analítico que consiste en obtener el consumo energético por medio de un modelo teórico. A través de la función de las características del sistema se calcula el consumo energético. (Rey Martínez, Velasco Gómez, & Rey Hernández, 2018, pág. 48)

Los procedimientos de análisis cualitativo sirven para conocer las debilidades del sistema de administración energética que posee la empresa, entendiéndose por sistema de administración energética los procedimientos y procesos relacionados con la planificación, compra, almacenamiento, transformación, distribución, control y uso final de la energía. (Campos Avella, 2014, pág. 9)

Según Campos Avellana (2014, párr. 10), menciona que “los procedimientos cuantitativos se utilizan para conocer los niveles de eficiencia, de pérdidas, los lugares donde se producen éstas últimas y los potenciales de su reducción sin implementar nuevas tecnologías”.

Según Campos Avellana (2014, pág. 11), menciona:

También permiten identificar y establecer los índices de eficiencia, las metas de reducción de pérdidas y los gráficos de control diario y mensual, como herramientas de la gerencia para evaluar la gestión administrativa en los cambios de hábitos del uso final.

2.5. Eficiencia energética

La eficiencia energética es conceptualizada por varios actores, de la siguiente manera:

La eficiencia energética refleja cuantitativamente el resultado del desempeño de los servicios, bienes o de energía y la entrada de energía. Algunos ejemplos son: eficiencia de conversión; energía requerida/energía utilizada; salida/entrada; valor teórico de la energía utilizada/energía real utilizada, etc. (Peña & García, 2012, pág.18)

La Universidad de Concepción de Chile en la sección de Consejos para la eficiencia energética del Plan de Manejo de Sustancias y Residuos Peligrosos-MATPEL (2007), menciona en que:

La eficiencia energética es un conjunto de acciones, las cuales reducen la cantidad de energía eléctrica utilizados en la ejecución de actividades, conservando la calidad; así como; el acceso a bienes y servicios. Se puede lograr a través de la implementación del cambio tecnológico o promoviendo el cambio de hábitos y actitudes del personal. (pág.1)

“La eficiencia energética logra la capacidad de producir energía e iluminación tratando de utilizar la menor cantidad de recursos posibles, pero brindando la misma o mejor calidad en el servicio eléctrico”. (Organización Latinoamericana de Energía, 2016, párr.1)

La eficiencia energética es medible por medio de indicadores, los cuales miden la variación de consumos unitarios de energía en el tiempo. Es considerable que la eficiencia energética está ligada con la intensidad de uso de la energía, pero no es lo mismo. (Aranda, et. al. 2014, pág.64)

Los indicadores energéticos son utilizados para examinar interacciones entre la actividad económica y humana, el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Estos indicadores permiten identificar dónde se pueden efectuar ahorros de energía, tanto en una empresa como a nivel agregado, en una economía. (Molina, A. de, 2016, párr.5)

El uso de indicadores energéticos permite también contar con información acerca de las tendencias del consumo histórico, y pueden ser empleados para proyectar la demanda futura de energía.

Algunos indicadores energéticos son: emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por la producción y uso de energía, per cápita y por unidad de PIB, concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos en zonas urbanas, uso de energía per cápita, entre otros. (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2008, pág. 28)

Molina, A. de. (2016, párr. 8), menciona la forma de mejorar la eficiencia energética de un edificio o vivienda es a través de:

- La renovación de los sistemas relacionados con la energía: sistemas de aire acondicionado, ventilación, iluminación y electrodomésticos, que además de ser más eficientes emiten menos emisiones directas de dióxido de carbono a la atmósfera.
- Integración de renovables: buscar la energía renovable como energía solar térmica, geotermia, etc., ya que estas permiten ahorrar energía y reducir emisiones de dióxido de carbono.
- Aprovechamiento de la luz natural.

Es importante integrar energías renovables que permitan ahorrar energía, integrar sistemas de ventilación, renovar la iluminación por otra de tipo LED, debido a que estas medidas ayudan a mejorar la eficiencia energética de un edificio.

Entre más mejoras se hagan, teniendo como principal objetivo, mejorar la eficiencia energética, mayores resultados se obtendrán en reducir la huella ambiental del edificio y reducir el consumo energético.

2.6. Evaluación energética

La evaluación energética busca evaluar de forma cuantitativa obteniendo la demanda energética final. El método de medidas de consumos energéticos y el método analítico, recopilan información a través de un modelo teórico, en función de las características del sistema que calculan el consumo energético. (Rey Martínez, Velasco Gómez, & Rey Hernández, 2018, pág. 130)

De acuerdo a Rey, et. al, (2018, pág. 138), existen diferencias entre los esquemas de evaluación energética, la clasificación general de aspectos contemplados es la siguiente:

- Tipos de edificios evaluados
- Sectores edificatorios evaluados
- Método de cálculo del consumo energético
- Usos energéticos evaluados
- Criterios para la evaluación del edificio
- Resultados aportados
- País de aplicación
- Carácter obligatorio o voluntario del mismo

“Las etapas de una evaluación energética incluyen, la recopilación de información inicial, toma de datos, análisis de la información y de los datos, propuestas de mejora y por último la generación de un informe final”. (Rey et al. 2018, pág. 42)

a. Contacto preliminar

En esta etapa se determinan los canales de comunicación, las personas de contacto, el acceso de la información pertinente, la posible presencia de guías, las reglas de seguridad y preparativos de la evaluación. Además de los recursos de la institución que se pondrán a disposición. (Aranda, Barrio, García, & Alcalde, 2014, pág. 57)

b. Recopilación de datos

En esta etapa el evaluador energético y en colaboración con la organización recopilan datos del sistema de procesos y equipos que utilizan energía, datos como características, historial de consumo, documentación, auditorías previas, tarifas y del sistema de gestión energética. (Aranda, et. al. 2014, pág. 57)

c. Trabajo de campo

Según Aranda, et. al. (2014, pág. 57), menciona que, en la etapa de trabajo de campo, se realizan las mediciones y observaciones en el funcionamiento normal dentro de la institución donde se realiza la evaluación energética. Además del comportamiento de los usuarios y sus impactos en el consumo energético y en la eficiencia energética.

En muchas ocasiones, además de recopilar datos, se deben de realizar mediciones, sobre todo en los casos que se quiera comprobar el rendimiento de una caldera, el consumo energético de un equipo o instalación, el nivel de iluminación o el rendimiento de un dispositivo eléctrico. (Aranda, et. al. 2014, pág. 57)

d. Análisis

Después de recopilar los datos, se procede al análisis de los datos recopilados. En este apartado se debe tomar en cuenta: el detalle del consumo energético, la demanda de la energía a lo largo del tiempo y los indicadores del rendimiento energético adecuados para su evaluación.

La siguiente fórmula es utilizada para el cálculo del ahorro energético, según Aranda, Barrio, García, & Alcalde (2014, pág. 58):

Ahorro de energía= kilowatt/hora/mes actual – kilowatt/hora/mes aplicando mejoras

Así mismo, en el análisis de datos es necesario realizar un balance energético el cual, según López, F. (2006, pág. 22) lo define como: un método de análisis de la demanda y consumo de edificios a partir del balance de flujos energéticos (pérdidas y ganancias de energía) de una edificación en un periodo determinado.

En otras palabras, la sumatoria de todas las pérdidas y ganancias deben ser reflejadas en la cantidad expresada de consumo energético brindado por el distribuidor de energía eléctrica.

e. Informe

En esta etapa se redactan los resultados de la evaluación energética, el informe presenta un resumen de las mediciones realizadas, análisis de las mediciones, las estimaciones de ahorro y costos. Además, se incluyen las oportunidades de mejora de la eficiencia energética y el orden de prioridad de aplicación de las mismas. (Aranda, et. al. 2014, pág.58)

2.7. Dióxido de carbono

Menéndez, G. (2015), quien cita a IPCC (Grupo Intergubernamental del Cambio Climático, CH) (2007), menciona que: El dióxido de carbono es un gas producido de forma natural o como subproducto de la combustión de combustibles fósiles, biomasa, cambios en el uso de las tierras y otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero, el cual afecta el equilibrio de radiación del planeta y por lo tanto, tiene un potencial de calentamiento mundial 9 de 10. (pág.8)

El dióxido de carbono ha aumentado debido al uso de combustibles en el transporte, los sistemas de calefacción y aire acondicionado de edificaciones, la producción de cemento y otros bienes. Con la deforestación se libera dióxido de carbono y se reduce su absorción

por parte de las plantas. El dióxido de carbono se libera también en procesos naturales como la descomposición de la materia vegetal. (Menéndez Leiva, 2015, pág. 9)

En Guatemala, el Centro de Producción más Limpia Guatemala (CP+L) (2011, pág. 40), proporciona la constante para obtener el cálculo de las emisiones de (CO₂), siendo ésta: 0.001070 toneladas de dióxido de carbono por kilowatt/hora/mes, y la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones actuales} = \text{equipo o lámparas en kilowatt/hora/mes por } 0.001070 \text{ toneladas de dióxido de carbono al mes}$$

Dando como resultado las emisiones de dióxido de carbono emitidas anualmente.

Las emisiones de dióxido de carbono suelen generarse de dos maneras:

- A.) Emisiones directas:** son todas aquellas emisiones provenientes de fuentes que son propiedad o pueden ser controladas por la institución.
- B.) Emisiones indirectas:** son todas las emisiones consecuentes de actividades de la institución, pero que ocurren en fuentes que no son propiedad ni pueden ser controladas por dicha institución.

2.7.1. Reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂)

Se trata de limitar emisiones, y al mismo tiempo revitalizar el subsistema natural no sólo para mantener sus capacidades de absorción de gases de efecto invernadero, sino para asegurar su aptitud amortiguadora frente a fenómenos climáticos extremos. La mejor defensa ante el cambio climático es equilibrar las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), 2012, pág.230)

Una de las maneras eficientes de reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) es implementar energías renovables, ya que, éstas no emiten CO₂. Los consumidores pueden hacer uso de ellas al instalar en su casa un sistema de autoconsumo con paneles

solares o al contratar alguna de las cada vez más numerosas empresas comercializadoras de electricidad renovable.

Los árboles actúan como “sumideros de carbono”, es decir, retienen el CO₂. Por ello, apoyar medidas que eviten la deforestación de los bosques y los incendios forestales o impulsen la plantación de nuevos árboles, en especial de especies autóctonas, contribuye a reducir las emisiones de CO₂ en la atmósfera. Los ciudadanos pueden participar en las cada vez más diversas iniciativas para plantar árboles. (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente-URL-, 2012, pág. 245)

2.8. Equipos electrónicos

Prácticamente todas las organizaciones en la actualidad cuentan con un gran número de computadoras y de otro tipo de equipos de uso en oficinas: impresoras, fotocopiadoras, escáneres faxes, plotters, etc.

Los consumos unitarios de cada uno de estos equipos suelen ser relativamente bajos, pero considerados en conjunto, y dado el gran número de horas que están en funcionamiento, supone una parte importante de la factura eléctrica de la organización. A estos equipos hay que sumarles además los consumos debidos a otros electrodomésticos también habituales en una oficina como: neveras, microondas, televisores, cafeteras, etc. (Centro Guatemalteco de Producción mas Limpia, 2011, pág.27)

El hogar es un espacio donde se pueden obtener ahorros significativos de energía, aunque es ahí donde se desean todas las comodidades posibles. El combinar el ahorro energético y la comodidad debería ser una guía para una vida más sostenible.

Los electrodomésticos son los dispositivos de la casa que más energía consumen. Por lo tanto, es necesaria la elección de los más eficientes para obtener un ahorro energético y económico. Para conocer la eficiencia de un electrodoméstico podemos emplear la etiqueta energética, que nos muestra la clase energética (de la A++, la más eficiente,

hasta la G, la menos) y el consumo de 19 kilovatios-hora anuales, además de otros parámetros. (Miranda Brolo, K. 2016, pág. 19)

Los electrodomésticos eventualmente presentan un consumo fantasma, éste hace referencia al consumo energético emitido cuando el aparato no se está utilizando; por ejemplo: aparatos en posición de fuentes de alimentación, y cargadores consumiendo en vacío, entre otros. (Centro Guatemalteco de Producción mas Limpia, 2011, pág. 28)

2.9. Iluminación

La iluminación es uno de los principales puntos de consumo energético de un edificio de oficinas, estos sistemas de iluminación también inciden sobre el consumo global de energía, a través de la energía disipada por las lámparas en forma de calor, este fenómeno contribuye a aumentar las temperaturas en interiores por lo que incrementa la necesidad de refrigeración. (Centro Guatemalteco de Producción mas Limpia, 2011, pág.18)

La forma más saludable y sostenible es utilizando la luz natural. La orientación de las habitaciones para aprovecharla lo más posible, lugares de trabajo cerca de las ventanas, decorar con colores claros, etc., son ideas que nos ayudan a no depender tanto de la luz artificial.

La Asociación Española de Ergonomía (2015, pág.1), menciona que una iluminación adecuada contribuye a:

- Aumentar la productividad
- Reducir los accidentes
- Disminuir los errores
- Aminorar la fatiga visual
- Reducir el ausentismo laboral
- Incrementar el confort visual
- Estimular la buena actitud y satisfacción general

2.9.1. Lámparas

La Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, (2015), menciona que:

La luminaria o lámparas, es el conjunto óptico cuya principal misión es distribuir el flujo lumínico generado por la lámpara para conseguir un reparto de iluminación adecuado a las necesidades del proyecto y controlar las posibles molestias al usuario... Además de esta función luminotécnica principal, la luminaria cumple también una función mecánica de soporte y protección de la lámpara y conjunto óptico que determina en gran manera la fiabilidad de funcionamiento de la instalación y su aprovechamiento útil a lo largo del tiempo. (pág.141)

Las luminarias o lámparas sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Esto no es suficiente para que cumplan su función eficientemente, se necesita que estas cumplan una serie de particularidades mecánicas, eléctricas y ópticas, entre otras.

“Las luminarias son aparatos que tienen como función soportar, proteger y alojar la lámpara. También tiene como función dirigir y concentrar el flujo luminoso”. (Benjumea 2009, pág.11)

Alumbrarse con bombillas de bajo consumo o bombillas LED, es mucho más eficiente energéticamente y nos permite ahorrar dinero ya que la durabilidad de estas bombillas es ocho veces mayor que la de las incandescentes.

2.9.2. Lámparas tipo LED

La Dirección General de Industria, (2002), define a las lámparas tipo LED de la siguiente manera:

Un LED es un dispositivo semiconductor que emite luz casi monocromática cuando se polariza de forma directa y es atravesado por una corriente eléctrica. Es básicamente un semiconductor unido a dos terminales (ánodo y cátodo) que cuando circula corriente eléctrica produce un efecto llamado electroluminiscencia, fenómeno que transforma la energía eléctrica en radiación visible. Por tanto, son

fuentes de luz en estado sólido, es decir, en estado filamento o gas inerte que lo rodee, ni capsula de vidrio que lo recubra como otras tecnologías tradicionales. (pág.19)

Las lámparas LED, poseen una tecnología avanzada debido al bajo consumo de energía eléctrica, la cual es muy eficiente en comparación con las tradicionales; ésta tecnología pretende fomentar el ahorro del consumo de energía, obteniendo de tal manera un fuerte ahorro económico.

Según Herranz Dorremocha, Ollé Martorell & Jáuregui Sora (2011), indica la historia de la aparición de las lámparas tipo led:

La aparición del primer LED comercial se produjo en 1962, si bien solo emitía luz roja tenue, por lo que únicamente se empezó a usar para señalización o como LED de funcionamiento en dispositivos electrónicos. A finales de la década de los años ochenta y principios de los noventa, además de los LED rojos, se desarrollan los LED amarillos, verdes, azules y, por tanto, los blancos". (pág.37)

III. OBJETIVOS

1. **Objetivo general**

Evaluar la eficiencia energética del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá.

2. **Objetivos específicos**

- 2.1. Caracterizar las fuentes de consumo energético del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá.
- 2.2. Estimar las emisiones de dióxido de carbono CO₂ por energía eléctrica del edificio municipal.
- 2.3. Redactar una propuesta de mejora en el uso de la energía eléctrica del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

En la ejecución de la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales y presupuesto.

1. Materiales

Tabla 1. Materiales utilizados para realizar la investigación.

No.	Cantidad	Descripción	Costo unitario (Q.)	Costo total (Q.)
Fase de investigación				
1.	1	Computadora portátil	2,900.00	2,900.00
2.	1	Impresora	400.00	400.00
3.	100	Hojas bond	0.20	20.00
4.	1	Calculadora científica	85.00	85.00
Fase de campo				
5.	1	Cámara fotográfica	400.00	400.00
6.	1	Libreta de campo	15.00	15.00
7.	1	Lápiz	1.00	1.00
8.	1	Lapicero	2.00	2.00
9.	1	Cinta métrica	180.00	180.00
10.	1	Honorarios del investigador	8,000.00	8,000.00
Total				11,991.00

Nota: Con base en cotizaciones realizadas en comercios de San Pedro La Laguna, Sololá (2019).

2. Métodos

A continuación, se muestra la metodología utilizada para el alcance de los objetivos propuestos:

2.1. Caracterización de fuentes de consumo energético del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá

2.1.1. Inventario de lámparas y equipos

Se realizó la medición del área del edificio municipal, para el levantamiento de planos de todo el edificio, los cuales sirvieron de base para la ubicación de lámparas, equipos y planta general, tanto de la planta baja como planta alta y nivel subterráneo. Ver Anexo 5.

El edificio está conformado por tres plantas, distribuidas por trece oficinas, en donde laboran 130 empleados, cabe mencionar que las oficinas de Dirección Municipal de la Mujer, Dirección Municipal de Planificación, Oficina de Agua y Saneamiento y la Dirección de Gestión Ambiental Municipal carecen de iluminación natural.

Para la realización del inventario se procedió a realizar un recorrido en cada dependencia del edificio municipal para la cuantificación e identificación de lámparas y equipos.

Para recopilar la información se utilizó la tabla siguiente:

Tabla 2. Instrumento para recolección de datos del inventario.

Equipos			Lámparas		
Ubicación	Tipo de fuente	Cantidad	Ubicación	Clasificación	Cantidad

Nota: Ver tabla llena en Anexo 3.

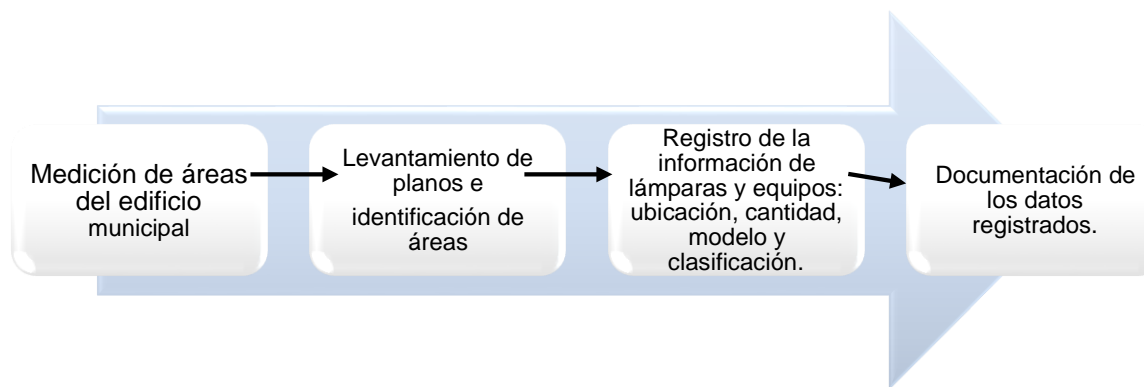


Figura 7. Flujograma del procedimiento para la realización del inventario de lámparas y equipos.

2.1.2. Determinación de la demanda energética actual de lámparas y equipos

A. Equipos

Se realizaron entrevistas sobre el horario de uso de la iluminación y equipos a directores de dependencias, personal de limpieza y empleados en general que laboran en el edificio municipal. Ver en Anexo 6.

Para recopilar la información se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 3. Instrumento para la recolección de datos de equipos.

Ubicación	Tipo de fuente	Modelo	Cantidad	Horas de uso/día	Días / mes	Demanda / Potencia (Watts)	KWh/mes	KWh/año	Emisiones CO ₂ mensual	Emisiones de CO ₂ anual

Nota: Ver tabla llena en Anexo 4.

Para la medición de la demanda energética actual de equipos, se utilizó la ficha técnica de cada equipo electrónico, la cual contiene la potencia y modelo.

Dando como resultado la demanda actual en Kilowatts/hora/mes.

El cálculo de la demanda energética actual se realizó utilizando la siguiente ecuación proporcionada por el Instituto Costarricense de Electricidad, (2018, pág. 3):

$$\text{Demanda energetica actual} = \frac{\text{Horas de uso} \times \text{días al mes} \times \text{watts} \times 1 \text{ watt}}{1000 \text{ watt}}$$

B. Lámparas

Para recopilar la información se utilizó el siguiente instrumento:

Tabla 4. Instrumento de recolección de datos de lámparas.

Ubicación	Cantidad	Clasificación	Horas de uso/día	Días / mes	Potencia Watts	Flujo Lumínoso Lm	Temperatura de color (K)	índice de rendimiento de color	Eficiencia lm/W	KWh/mes	KWh/año	Emisiones de CO ₂ mensual	Emisiones de CO ₂ anual

Nota: Ver tabla llena en Anexo 4.

Se realizó la medición de la demanda energética actual de luminarias utilizando la ficha técnica, la cual contiene la potencia de cada luminaria, los lúmenes, temperatura de color, índice de rendimiento de color y eficiencia. A través del inventario se determinó la cantidad de las mismas, dando como resultado la demanda energética actual en Kilowatts/hora/mes de cada lámpara localizada por oficina del edificio municipal.

El cálculo de la demanda energética actual se calculó con la siguiente ecuación proporcionada por el Instituto Costarricense de Electricidad, (2018, pág. 3):

$$Demanda\ energetica\ actual = \frac{Horas\ de\ uso \times días\ al\ mes \times watts \times 1\ watt}{1000\ watt}$$

2.1.3. Balance energético

El balance energético se determinó a través de la sumatoria de la demanda actual de equipos, luminarias y otros (equivalente a pérdidas de energía eléctrica que pueden existir dentro de una determinada edificación), el cual en teoría debe ser igual al promedio del historial del año 2019.

Para esto se utilizaron los recibos de energía eléctrica, proporcionado por Tesorería Municipal. (Ver en Anexo 9)

Se tomó en cuenta que, de acuerdo a la metodología de López, F. (2006, pág. 24) es muy importante verificar que la suma de los consumos de energía que conforman la tabla, coincidan con el consumo de energía promedio de la instalación de acuerdo a la facturación de la compañía suministradora. El procedimiento realizado fue el siguiente:

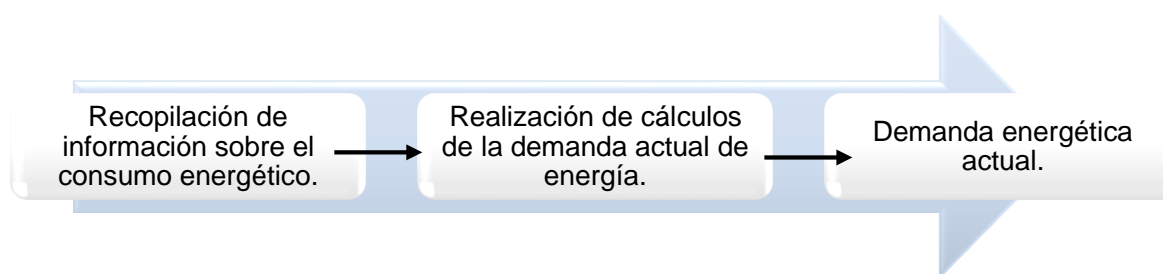


Figura 8. Flujograma de la determinación de la demanda energética actual de luminarias y fuentes de consumo.

2.2. Estimación de las emisiones de CO₂ del edificio municipal

2.2.1. Cálculo de las emisiones de CO₂

Para el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), se tomó en cuenta la información obtenida en la demanda energética actual tanto de lámparas como equipos, calculada previamente.

Se utilizó la constante y ecuación brindada por el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (2011, pág. 40) siendo éstas:

Constante: 0.001070 toneladas de dióxido de carbono por Kilowatt/hora/mes

Ecuación: Demanda energética actual en kWh/mes * 0.001070 toneladas de CO₂ por kilowatt/hora/mes = Emisiones de CO₂ actuales

2.3. Redacción de una propuesta de mejora en el uso de la energía eléctrica del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá.

La propuesta se basó en tres puntos fundamentales: la proyección realizada en el cambio de equipos en las áreas de mayor consumo eléctrico siendo éstas: área de Control y Monitoreo, Tesorería Municipal, Secretaría Municipal y Dirección de Gestión Ambiental Municipal; así mismo, la implementación de paneles solares en el área de mayor consumo energético y la determinación de buenas prácticas de uso de energía. Tal como se muestra a continuación:

2.3.1. Identificación de las áreas de intervención

Las áreas de intervención fueron seleccionadas de acuerdo al consumo de energía eléctrica reflejado en el cálculo de la demanda energética actual, se seleccionaron las áreas que reflejaron el mayor porcentaje de consumo eléctrico.

2.3.2. Renovación de equipos electrónicos e implementación de paneles solares para el área de Control y Monitoreo

La renovación de equipos electrónicos se optó debido a que los que poseen actualmente las áreas de Tesorería Municipal, Secretaría Municipal y la Dirección de Gestión Ambiental Municipal, consumen mayor cantidad de energía eléctrica en comparación a otros equipos electrónicos.

Se optó por la implementación de paneles solares en el área de Control y Monitoreo debido a que es el área de mayor consumo energético del edificio municipal y trabaja las 24 horas del día. Por lo tanto, se independizará esta área con su propia fuente de energía.

A. Cálculo del ahorro en la demanda energética aplicando renovación de equipos e implementación de paneles solares.

El ahorro de la demanda energética en kWh es la diferencia de kWh de consumo energético actual menos los kWh de consumo proyectado. Aranda, et. al, (2014, pág. 58), proporcionan la siguiente ecuación:

$$\text{Kwh mes / actual} - \text{Kwh mes / renovación e imp. de paneles} = \text{Ahorro de la demanda energética.}$$

B. Cálculo del ahorro económico

Dado el ahorro de la demanda en kilowatt aplicando la renovación se utiliza la tarifa social propuesta por el distribuidor. Se utilizó la siguiente ecuación proporcionada por Aranda, et. al, (2014, pág. 58):

$$\text{Ahorro de la demanda} * \text{tarifa social empleada} = \text{Ahorro económico}$$

C. Periodo simple de retorno a la inversión (PSRI)

El periodo simple de retorno de la inversión -PSRI-, se refiere a los meses que deberán transcurrir para recuperar la inversión económica.

El PSRI es igual al resultado de la relación entre inversión y el ahorro (Inversión/ahorro). Se empleó la siguiente ecuación proporcionada por Pymesfuturo, (2010. Párr. 3):

$$PSRI = \frac{Inversión}{Ahorro}$$

Cálculo de emisiones CO₂

Se utilizó la misma metodología del cálculo de las emisiones de dióxido de carbono, tomando en cuenta las especificaciones técnicas y la constante 0.001070 toneladas de dióxido de carbono/Kilowatt/hora/mes. Empleando la siguiente ecuación proporcionada por el Centro de Producción más Limpia (2011, pág. 40):

Demanda proyectada en kWh/mes * 0.001070 toneladas de CO₂ al mes =
Emisiones de CO₂ con renovación.

2.3.3. Determinación de buenas prácticas de uso de energía eléctrica

La determinación de buenas prácticas de uso de energía se realizó con la finalidad de presentar propuestas de sensibilización a través de la Dirección de Gestión Ambiental Municipal, para el fomento de ahorro energético dentro de las instalaciones del edificio municipal.

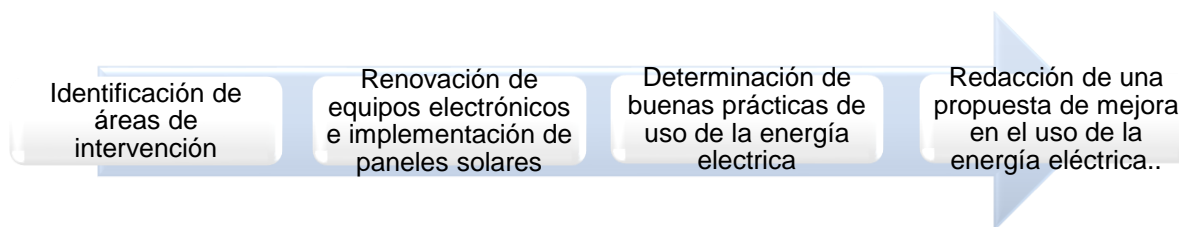


Figura 9. Flujograma del manual para la gestión integrada del uso de la energía eléctrica.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación se presentan a continuación:

1. Caracterización de fuentes de consumo

El edificio municipal está distribuido en tres plantas: área subterránea, primer y segundo nivel; en conjunto cubren un área de 663m², distribuidos de la siguiente manera: Bodega I, Bodega II, Bodega III, Bodega IV, Bodega V, Dirección Municipal de la Juventud y Niñez (DMJN), Policía Municipal (PM), Dirección Municipal de la Mujer (DMM), Dirección Municipal de Planificación (DPM), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), Policía Municipal de Transito (PMT), Juzgado de Asuntos Municipales (JAM), Centro de control y monitoreo (CCM), Tesorería Municipal (TM), Despacho Municipal (DM), Servicios Públicos (SP), Información Pública (IP), Secretaría Municipal (SM) y Salón Municipal.

1.1. Inventario de lámparas

En total se cuantificaron 90 lámparas con tecnología led actualmente instaladas, cuya clasificación se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 5. Inventario de lámparas.

Luminarias		
Ubicación	Tipo de tecnología	Cantidad
Primer nivel y área subterránea del edificio	Led	46
Segundo nivel del edificio	Led	44
Total		90

En Anexo 3, se detalla la cantidad de lámparas por oficina identificadas en el edificio municipal.

Según los datos obtenidos demuestran que las luminarias consumen el 8% del total de energía del edificio municipal, según se muestra en la figura 10. Esto debido a la eficiencia de la tecnología led, además ésta posee un 80% de ahorro en el consumo de energía eléctrica.

1.2. Inventario de equipos

Según los datos calculados en el software Microsoft Excel (Anexo 4 págs. 56-59), sobre la demanda energética actual de las oficinas y analizados por medio de gráficas se determinó que los equipos electrónicos consumen el 87% de la energía eléctrica, siendo el mayor consumo de energía, ya que estos son indispensables para desarrollar las actividades administrativas dentro del edificio municipal.

En la figura 10 se detalla en porcentaje del consumo de energía eléctrica de lámparas, equipos y otros.

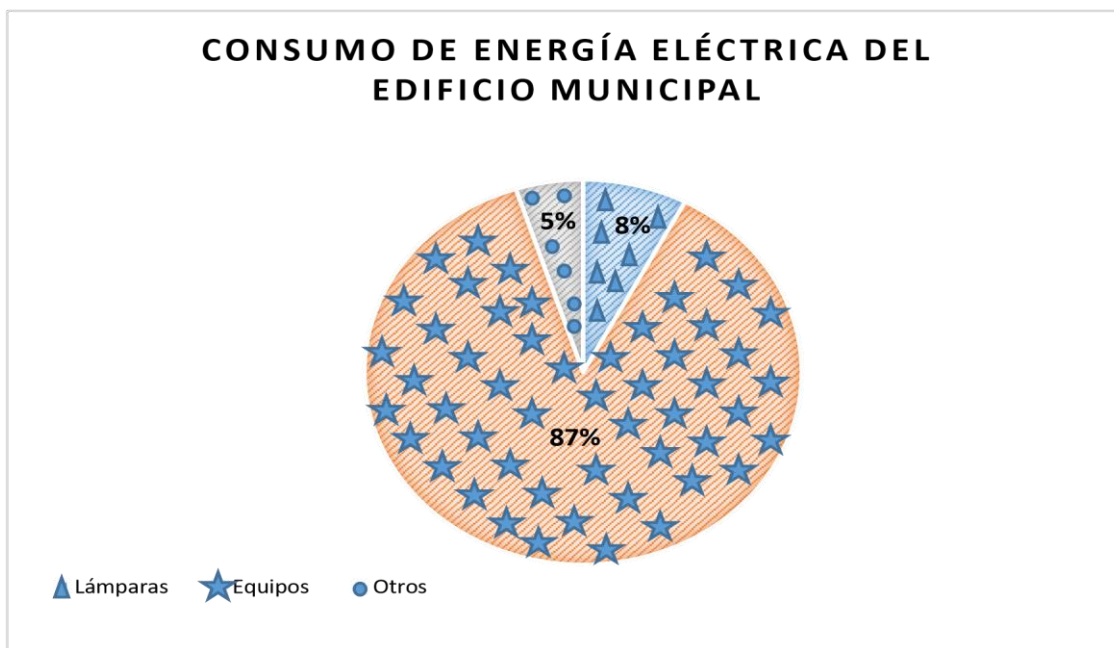


Figura 10. Consumo de energía eléctrica.

El porcentaje de otros es equivalente a pérdidas de energía eléctrica que pueden existir dentro de una determinada edificación, el cual corresponde al 5% de margen de error. (López, F. 2006. pág. 22)

A continuación, se presenta la cantidad de equipos electrónicos funcionando en el edificio:

Tabla 6. Inventario de equipos.

Fuentes de consumo			
Ubicación	Tipo de fuente	Modelo	Cantidad
Edificio Municipal	Monitor	AOC 185LM0019	25
	CPU	Emachines T3624	25
	UPS	Forza Nt-501	24
	Impresora	EPSON	28
	Lector de Huellas	TPC&R5485	1
	Teléfono	EL52103	1
	Pantalla plasma	Samsung 55"	7
	Aire acondicionado	ComfortStar	1
	DVR	ECO-REC8	10
	Central telefónica	KX-TES824	1
	Proyector	EPSON	1
	Cafetera	West Bend 58036	1
	Ventilador de techo	Luxlite	2
	Computadora	LAPTOP DELL	6
	Despachador de agua	GXCF21E	1
	Rauter	TL-WR841N	3
Total			137

Nota: Con base en recorrido realizado en el mes de junio 2019 en las instalaciones del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá.

1.3. Determinación de la demanda actual de lámparas

El edificio municipal posee una demanda actual por lámparas de 142.87 Kwh/mes y al año 1,714.39Kwh/mes, se detalla el consumo por oficina del edificio municipal en Anexo 4.

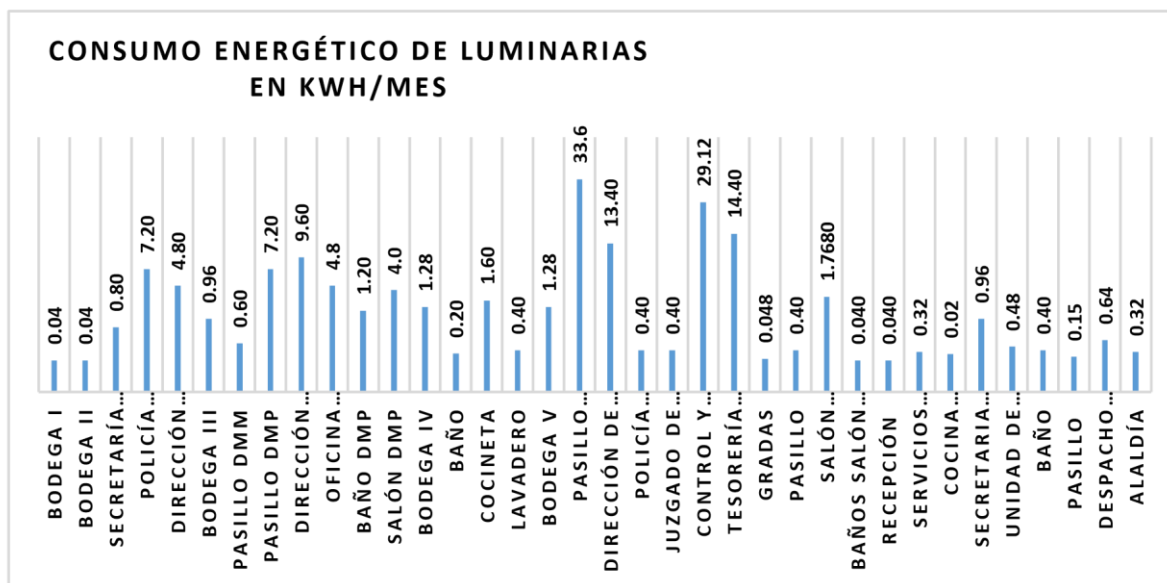


Figura 11. Consumo energético de lámparas.

En la figura 11, se presenta la demanda actual de las luminarias. En el primer nivel del edificio, las lámparas se utilizan mayor cantidad de horas debido a la infraestructura del mismo; ya que, carece de iluminación natural para abastecer las dependencias de este sitio. Por otro lado, el segundo nivel posee mayor iluminación natural, por lo tanto, las horas de uso disminuyen.

Las lámparas representan el 8% de consumo de energía eléctrica del consumo total del edificio municipal.

El edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá, según el inventario realizado, posee un 100% de luminarias con tecnología tipo led, producen una pérdida mínima por calor y ahorran energía, obteniendo beneficio económico evidente en el pago del costo de la energía eléctrica; ya que, consume hasta un 85 % menos que la iluminación tradicional.

1.4. Determinación de la demanda actual de equipos

El edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá, posee una demanda actual por equipos de 1,614.33 Kwh/mes y 19,371.98 Kwh/año. Se detalla el consumo por oficina del edificio municipal en Anexo 4.

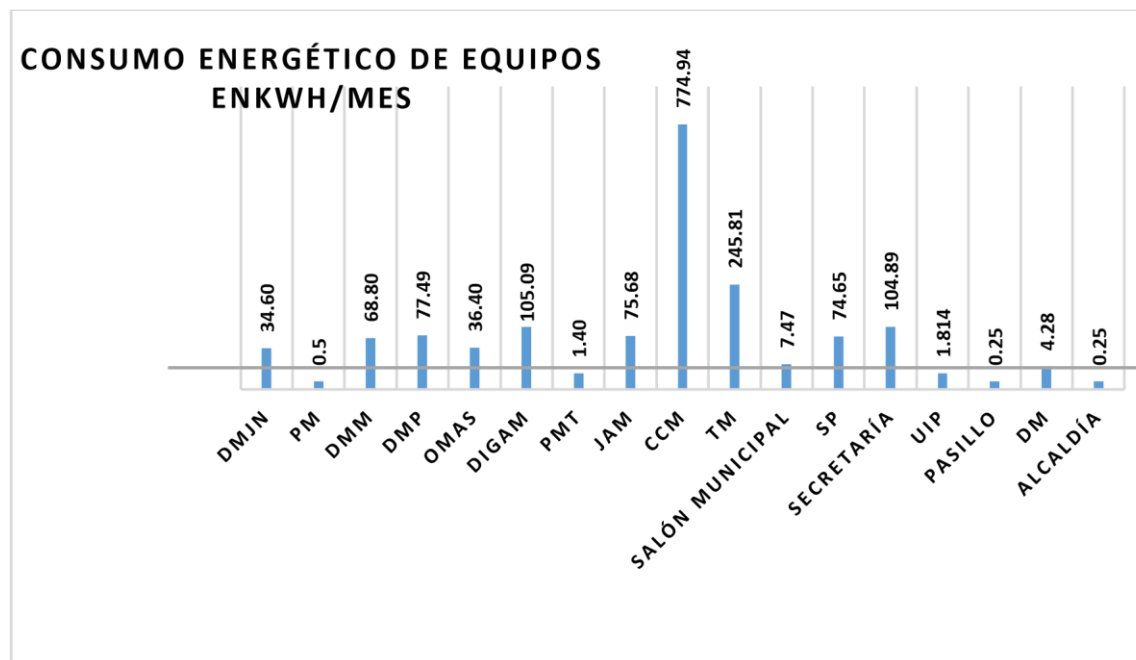


Figura 12. Consumo energético de equipos.

En el edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá, los equipos electrónicos son los que más consumen energía eléctrica con un 87% del total; estos se incluyen computadoras, televisores, aire acondicionado, etc. El área de Control y Monitoreo presenta un consumo del 48% del consumo total de equipos. Por lo que se propone la implementación de paneles solares para abastecer de energía eléctrica ésta área, de tal forma que se reduzcan las 9.95 toneladas de dióxido de carbono que emite dicha área anualmente y los costos en pagos por este servicio.

La demanda general de lámparas y equipos es de 1,757 Kwh/mes, lo cual fue crucial para tomar en cuenta en la propuesta de mejora, con la finalidad de disminuir dicho consumo al momento de implementar las recomendaciones.

1.5. Balance energético

El balance energético se basó en el historial de consumo eléctrico del edificio municipal en el año 2019 presentado en la siguiente tabla:

Tabla 7. Historial de consumo energético eléctrico del edificio municipal.

Historial de consumo energético del edificio municipal año 2019												
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Kwh	1888	1881	1717	1635	1801	1586	1819	1793	1975	1975	2139	1975
Tarifa (Q/kW)= 1.945074+12% IVA = 2.178483												
Promedio= 1849 Kwh/mes												

El edificio municipal mensualmente consume un promedio de 1849 Kwh/mes, equivalente a 4,028.01 quetzales mensuales.

Tabla 8. Balance del consumo energético eléctrico.

Balance energético		%
Consumo de luminarias (Kwh/mes)	143	8
Consumo de equipo (Kwh/mes)	1614	87
Otros	92	5
Total (Kwh/mes)	1,849	100

Nota: El porcentaje de otros es equivalente a pérdidas de energía eléctrica que pueden existir dentro de una determinada edificación, el cual se calculó restándole al consumo total del edificio el consumo de lámparas y equipos. (López, F. 2006.pág. 22)

El balance energético del edificio municipal presenta un equilibrio entre la cantidad de energía que ingresa al organismo representada en el historial de consumo energético del edificio, (1,849 Kwh/mes) y la cantidad de energía que es utilizada en luminarias, equipos y otros siendo el consumo total del edificio 1,849kw/mes.

2. Estimación de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂)

En la siguiente tabla se presenta la cantidad total de emisiones de dióxido de carbono mensual y anual de lámparas, equipo y otros; dicho resultado es indispensable para establecer propuestas que reduzcan las emisiones y el consumo de energía eléctrica.

Tabla 9. Emisiones de dióxido de carbono de lámparas y equipos.

Emisiones de dióxido de carbono Ton CO₂/kwh		
Tipo de consumo	mensual	anual
Lámparas	0.15	1.83
Equipos	1.73	20.73
Otros	0.10	1.16
Total	1.98	23.72

Según Sepet, G. (2008, pág. 43), menciona que el árbol predominante en la flora del municipio de San Pedro La Laguna, Sololá, es el árbol de pino (*Pinus hartwegii*), por tal motivo se utilizó como referencia para la realización de compensación de absorción de dióxido de carbono emitido por el edificio municipal descrito a continuación:

Manuel Enrique Figueroa, catedrático de Ecología de la Universidad de Sevilla (2008, párr.3), señala que: “un árbol de pino (*Pinus hartwegii*) de unos 20 años absorbe 0.048 Toneladas de dióxido de carbono al año”. Por lo tanto, si el municipio de San Pedro La Laguna, Sololá emite 23.72 toneladas de CO₂ anuales, necesita tener un bosque de 494 árboles de pino de 20 años para poder absorber el dióxido de carbono emitido al año.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México (2015, pág. 31), menciona que: “el espacio físico ocupado por un árbol de pino (*Pinus hartwegii*) es de 0.04 Ha”, el área ocupada por los árboles necesarios para absorber el CO₂ emitido por el edificio municipal es de 19.76 Ha, por lo tanto, ocupa el 0.81% de área respecto al área total del municipio.

3. Propuesta de mejora en el uso de la energía eléctrica del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá

Las áreas de mayor consumo energético y en las cuales se hará la intervención son: Control y Monitoreo, Dirección de Gestión Ambiental Municipal, Tesorería Municipal y Secretaría Municipal.

Como medida para mitigar la problemática estudiada, se plantea la implementación de mejoras en la eficiencia energética en las áreas de mayor consumo, la cual busca promover el ahorro energético, el uso responsable y sostenible de la energía.

La propuesta contiene, información teórica sobre eficiencia energética, importancia del ahorro de energía, eficiencia energética en equipos. Se sugiere el cambio de equipos electrónicos a unos más eficientes en el consumo de energía que permitan reducir la demanda. Las recomendaciones proponen la implementación de tecnologías limpias como paneles solares para el abastecimiento de energía para el área de Control y Monitoreo debido a que es el área con mayor consumo energético del edificio municipal, también contiene recomendaciones sobre eficiencia energética en iluminación.

Se estimó el costo de la implementación de la propuesta de cambios de equipos electrónicos eficientes, el cual asciende a Q. 44,528.00, con un periodo simple de retorno a la inversión de 21 meses. Así mismo, generaría un ahorro económico de Q. 25,153.48 anualmente. En cuanto a las emisiones de dióxido de carbono, se calcula una reducción de 12.35 toneladas anualmente.

Con la implementación de paneles solares la inversión inicial sería de Q. 48,283.11, con un periodo simple de retorno a la inversión de dos años, generando un ahorro económico de Q. 20,258.38 anualmente. En cuanto a las emisiones de dióxido de carbono, por ser un tipo de producción de energía renovable se reducirían un 100%.

Ver la propuesta en el Anexo 10.

VI. CONCLUSIONES

1. El consumo energético del edificio municipal actualmente asciende a 1,849 Kwh/mes equivalente a Q. 4,028.01 debido al uso de equipo de cómputo, lámparas, equipos de aire acondicionado y pérdidas de energía.
2. En el edificio municipal de San Pedro La Laguna actualmente existen 137 equipos electrónicos tales como: computadoras, impresoras, entre otros, los cuales consumen 1,614 Kwh/mes equivalente al 87%; y 90 lámparas, todas de tecnología LED, las cuales consumen 143 Kwh/mes equivalente al 8%, así mismo, se estima un 5% de pérdidas de energía debido cableado en mal estado, los cuales representan un consumo de 92 kw/mes.
3. Las áreas de mayor consumo energético por equipos electrónicos son: Tesorería Municipal, Dirección de Gestión Ambiental Municipal y Secretaría Municipal representando un consumo promedio mensual de 455.78 Kwh/mes y el Centro de Control y Monitoreo con un consumo promedio mensual de 774.94 kwh/mes, generando en conjunto el 67% del consumo total del edificio.
4. Las emisiones de dióxido de carbono que emite el edificio municipal por consumo de energía eléctrica correspondiente a lámparas, equipos y otros asciende a 23.72 toneladas al año, por lo tanto, para una compensación de absorción de dióxido de carbono, en el municipio sería necesario poseer un bosque con 494 árboles de pino de mínimo 20 años de edad, los cuales ocuparían un área de 19.76 Ha.
5. La propuesta de mejora en uso de la energía eléctrica del edificio municipal, consiste en el cambio por equipos electrónicos con mayor eficiencia energética. El costo de la inversión asciende a Q 44,528.00, sin embargo, el beneficio económico anual, debido al ahorro energético al implementar la propuesta sería de Q 25,153.47, lo que permite recuperar la inversión un año y siete meses, siendo factible económicamente la propuesta; con respecto al beneficio ambiental se reducirían 12.35 toneladas de dióxido de carbono emitidas anualmente.
6. La propuesta de implementación de paneles solares para el área de Control y Monitoreo, al ser una fuente de producción energética renovable permite reducir las emisiones de dióxido de carbono en un 100% emitido por esta área. El costo de la

inversión es de Q 48,283.11, sin embargo, el beneficio económico anual, debido al ahorro energético al implementar la propuesta sería de Q 20,258.39, lo que permite recuperar la inversión dos años, siendo factible económicamente la propuesta.

VII. RECOMENDACIONES

1. Evaluar e incluir en el presupuesto de inversión del próximo año (2020) la implementación de la propuesta de reducción del consumo de energía eléctrica, el cual generaría un ahorro económico del 92% comparado con lo que actualmente paga la municipalidad a la empresa proveedora de este servicio, recuperando la inversión en 2 años.
2. Sensibilizar por medio de campañas creativas, utilizando diversos medios de comunicación al personal que labora en el edificio municipal sobre prácticas que reduzcan en el consumo de energía.
3. Realizar actividades de reforestación para disminuir el impacto por las emisiones de CO₂ y así aumentar la masa de árboles del municipio.
4. Establecer instrumentos adecuados como inventarios para la realización de estudios de eficiencia energética realizándolos habitualmente de acuerdo a la utilidad y necesidad que la institución requiera.
5. Dar prioridad a la compra de equipo electrónico de alta eficiencia eléctrica, para reducir el consumo de energía, debido a su uso.
6. Contratar a un técnico en electrónica digital y microprocesadores para darle mantenimiento preventivo a las computadoras e impresoras para alargar las horas útiles de vida de cada equipo electrónico.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aranda, A., Barrio, F., García, M., y Alcalde, E. (2014). *Sistemas de gestión de la energía ISO 50001 (Serie energías renovables)*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza.
2. Asociación Española de ergonomía. (2015). *Iluminación*. Obtenido de https://esc-web-dev.s3.amazonaws.com/staging/documents/LERGONOMIA_3_y_4_iluminacion.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAWFY3NGTFNDEDHBJGJ&Signature=pWmozqS4%2BKygU1NkJSbP%2BILgNak%3D&Expires=1603242851
3. Benjumea, M. (2009). *Escuela de ingeniería de antioquia*. Obtenido de propuesta para la implementación del sistema “led” para la iluminación pública en antioquia: https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/1603/7/BenjumeaMaria_2009_PropuestaParaImplementacion.pdf
4. Carlos, M. (2019). *Consumo eléctrico*. Obtenido de <http://tecnolseptimo.blogspot.com/2013/06/guia-para-calcular-el-consumo-de.html>
5. Campos Avella, J. C. (2014). *Caracterización energética*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos14/caraenergetica/caraenergetica.shtml>
6. Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. (2011). *Guía Guatemalteca para la eficiencia energética en el sector público guatemalteco*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
7. Comisión Federal de Electricidad. (2018). *Ahorro energético*. México. Obtenido de: <https://www.cfe.mx/CFEAmbiental/Paginas/AhorroEnerg%C3%ADa.aspx>
8. Díaz Corcobado, T., & Carmona Rubio, G. (2018). *Componentes de una instalación solar fotovoltaica*. España: McGraw-Hill.
9. Dirección General de Industria, E. y M. (2002). *La electricidad*. Madrid, España: E.i.S.E. Doménech, S.A.

10. Figueroa, M. (2008). *Absorción de dióxido de carbono*. Obtenido de consumer.es: <https://www.consumer.es/medio-ambiente/la-universidad-de-sevilla-desvela-la-cantidad-de-co2-que-absorben-los-arboles.html>
11. Fundación Centroamericana de Desarrollo. (1997). *Diagnóstico del municipio de San Pedro la Laguna*: Departamento de Sololá, Guatemala, Centro América. Guatemala.
12. Herranz Dorremochea, C., Ollé Martorell, J. M., & Jáuregui Sora, F. (2011). *La iluminación con led y el problema de la contaminación lumínica*. Obtenido de Asociación contra la contaminación lumínica: <https://www.celfosc.org/biblio/general/herranz-olle-jauregui2011.pdf>
13. Instituto Costarricense de Electricidad. (2018). *Consumo de energía eléctrica*. Obtenido de Grupo ICE: <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/7a8a521a-219f-43fa-a751-90562cea7cfc/Consumo+de+electrodom%>
14. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) (2012). *Reducción de emisiones de dióxido de carbono: Perfil Ambiental de Guatemala*. En U. R. Landivar. Guatemala.
15. Instituto Nacional de Estadística. (2018). *Población de San Pedro la Laguna, Sololá*. Obtenido de <https://www.censopoblacion.gt/censo2018/poblacion.php>
16. Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México. (2015). *Pino (Pinus hartwegii)*. Obtenido de Guía para la interpretación de cartografía. Uso del suelo y vegetación: <https://books.google.com.gt/books?id=LCHZDwAAQBAJ&pg=PA30&lpg=PA30&dq=altura+promedio+del+pino+Pinus+hartwegii&source=bl&ots=xowcW2J3Dx&sig=ACfU3U2vTi1Zbl4lff7GHlmgKRxuvEgIOw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwifft7Lte7oAhUDZN8KHesGDdgQ6AEwE3oECAwQMQ#v=onepage&q=altur>
17. López Diéguez, J. R. (Octubre de 2008). *“Organización empresarial (producción de café) y proyecto: producción de melocotón”*. Obtenido de <http://docplayer.es/18982454-municipio-de-san-pedro-la-lagunadepartamento-de->

solola-organizacion-empresarial-produccion-de-cafe-yproyecto-produccion-de-melocoton.html#show_full_text

18. López Plazas, Fabián. (2006). *Balance energético*. Obtenido de: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6122/TFLP1de2.pdf?sequence=31&isAllowed=y>

19. Menéndez Leiva, G. E. (Noviembre de 2015). *Dióxido de carbono*. Obtenido de Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero dióxido de carbono, metano y óxido nitroso; generadas por combustible en el proyecto minero Cerro Blanco en la etapa de construcción, ubicado en el municipio de Asunción Mita, Departamento De Jutiapa: http://cunori.edu.gt/descargas/estimacion_de_las_emisiones_de_gases_de_efecto_invernadero_generadas_por_combustible_en_el_proyecto_minero_cerro_blanco_en_la_etapa_de_construccion_ubicado_en_el_municipio_de_asuncion_mita_jutiapa.pdf

20. Miranda Brolo, K. A. (Marzo de 2016). *Energía solar*. Obtenido de Implementación de energía solar en la vivienda guatemalteca: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2016/03/01/Miranda-Karla.pdf>

21. Molina, A. de. (Junio de 2016). *Indicadores de la eficiencia energética*. Obtenido de Conexiónsan: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/06/el-uso-de-indicadores-de-eficiencia-energetica/>

22. Navichoc Sajquiy, P. (2007). *División político-administrativa del municipio de San Pedro La Laguna, Sololá*. Obtenido de Historia de San Pedro La Laguna, Sololá.: http://www.repositorio.usac.edu.gt/1624/1/07_2091.pdf

23. Organismo Internacional de energía atómica. (2008). *Indicadores energéticos*. Obtenido de https://sustainabledevelopment.un.org/content/dsd/resources/res_pdfs/publications/sdt_ind/Pub1222s_web_S.pdf

24. Organización Latinoamericana de Energía. (2016). *Eficiencia energética*. Obtenido de <http://www.olade.org/eficiencia-energetica/>
25. Orza, A. (Junio de 2013). Tecnología: Electricidad. Obtenido de <http://www.edu.xunta.gal/centros/cpiantonioorzacouto/system/files/TEMA%202%20LA%20ELECTRICIDAD%20I.pdf>
26. Peña, A., & García, J. M. (2012). *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. Obtenido de: Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR): <file:///C:/Users/GMG/Desktop/EPS%202019/SAN%20PEDRO%20LA%20LAGUNA,%20SOLOLA/eficiencia%20energetica.pdf>
27. Pymesfuturo. (2010). *Periodo simple de retorno a la inversión*. Obtenido de <https://www.pymesfuturo.com/pri.htm>
28. Rey Martínez, F. J., Velasco Gómez, E., & Rey Hernández, J. M. (2018). *Eficiencia energética de los edificios*. Certificación energética. Madrid, España: Ediciones Paraninfo, S.A.
29. Rubio Espinosa, A. J. (2008). *Tecnologías eso*. Obtenido de electricidad y circuitos eléctricos básicos: http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/3eso_recursos/unidad10_corriente_continua_y_electromagnetismo/apuntes_andres_rubio_espinosa.pdf
30. Sepet González, G. D. (2008). *Extensión territorial del municipio de San Pedro La Laguna, Sololá*. Obtenido de costos y rentabilidad de unidades turísticas (hotelería): http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0691_v15.pdf
31. Serrano, M., Estrada, L., Gómez, B., López, J., & López, M. (2019). *Diagnóstico municipal, en el municipio de San Pedro la Laguna, Sololá*. Obtenido de <http://mieps.usac.edu.gt/public/dx>
32. Universidad Francisco de Caldas. (2019). *Caracterización energética*. Obtenido de Sistema de Gestión Ambiental: <https://comunidad.udistrital.edu.co/piga/caracterizacionenergetica-de-sedes-especificas-de-la-universidad-distrital-francisco-josedecaldas/>

33.Universidad de Concepción de Chile. (2007). *Eficiencia energética*. Obtenido de Consejos para la eficiencia energética: <http://www2.udec.cl/matpel/wmat/wpcontent/uploads/Eficiencia-energetica.pdf>

34.Universidad Politécnica de Catalunya, B. (2015). *Alumbrado público y urbano*. Obtenido de Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4429/anexo%2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y>



Vo. Bo. Lcda. Ana Teresa de González

Bibliotecaria CUNSUROC



IX. ANEXOS

Anexo 1. Siglas y acrónimos.

CNE	Consejo Nacional de Energía
CFE	Comisión Federal de Electricidad, México.
CNPML	Centro Nacional de Producción más Limpia
IARNA	Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Universidad Rafael Landívar
EE	Eficiencia energética
DIGAM	Dirección de Gestión Ambiental Municipal kWh/mes
Kilovatio-hora-mes	
LED	Light-emitting diode (Diodo emisor de luz)
Tco ₂	Tonelada de dióxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
Q.	Quetzales
Q/kwh	Tarifa de energía eléctrica en quetzales por Kilovatio/hora/mes
PSRI	Periodo simple del retorno a la inversión
SGIEn	Sistema de Gestión Integrada de Energía
Ha	Hectáreas

Anexo 2. Glosario de términos relacionados con la investigación.

- 1. Ahorro de energía:** Según la CFE (2018), menciona que: “El ahorro de energía, consiste en utilizar la energía de mejor manera. Es decir, con la misma cantidad de energía o con menos, obtener los mismos resultados. Esto se puede lograr a través del cambio de hábitos, del uso tecnologías más eficientes, o una combinación de ambos. (Párr.1)
- 2. Balance energético:** es un método de análisis de la demanda y consumo de edificios a partir del balance de flujos energéticos (pérdidas y ganancias de energía) de una edificación en un periodo determinado. (López, F. 2006. Pág. 22)
- 3. Dióxido de carbono (CO₂):** Es un gas es natural e inofensivo en pequeñas cantidades, es el principal gas de efecto invernadero que, en niveles altos puede ser peligroso para la salud.
- 4. Paneles solares:** Tecnología que permite convertir directamente la energía luminosa en energía eléctrica mediante el desplazamiento de electrones en dispositivos de estado sólido.
- 5. PSRI:** Es un instrumento que permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial. (pymesfuturo, 2010. Párr. 3)
- 6. Renovación de equipos electrónicos:** El término está asociado a la acción y efecto de renovar (volver algo a su primer estado, dejarlo como nuevo, reestablecer algo que se había interrumpido, sustituir una cosa vieja por otra nueva de la misma clase, reemplazar algo).

Anexo 3. Inventario de lámparas y equipo del edificio municipal.

Tabla 10. Inventario de lámparas del edificio municipal.

Luminarias		
Ubicación	Cantidad	Clasificación
Bodega	1	Bombilla tipo led de bulbo G
Bodega	1	Bombilla tipo led de bulbo G
Secretaría municipal de protección de la Niñez y Juventud	2	Bombilla tipo led de bulbo G
Policía Municipal	1	Tipo panel led modular
Dirección Municipal de la Mujer	1	Tipo panel led modular
Bodega	2	Bombilla grande led
Pasillo DMM	1	Bombilla led
Pasillo DMP	3	Tipo panel led modular
Dirección Municipal de Planificación	2	Tipo panel led modular
Oficina Municipal de Agua y Saneamiento	1	Tipo panel led modular
Baño salón DMP	2	Espiral led
	2	Bombilla led
Salón DMP	2	Tipo panel led modular
Bodega	2	Tipo panel led modular
Baño	1	Bombilla Led
Cocineta	1	Tipo panel led modular
Lavadero	1	Tipo Bombilla led
Bodega	2	Tipo panel led modular
Pasillo principal	5	Tipo panel led modular
Dirección de Gestión Ambiental Municipal	2	Espiral led grande
	1	Tipo bombilla led
	1	Tipo bombilla led
Policía Municipal de Tránsito	1	Tipo bombilla led
Juzgado de Asuntos Municipales	1	Tipo bombilla led
Control y Monitoreo	1	Tipo bombilla led
Tesorería Municipal	2	Tubos dobles led
	3	Tipo panel led modular
Gradas	1	Tipo panel led circular
Pasillo	5	Tipo panel led modular
Salón Municipal	24	Tipo T-2 Led
Baños Salón Municipal	2	Tipo bombilla led
Recepción	1	Lámpara tipo espiral
Servicios públicos	1	Tipo panel led modular
Cocina Servicios públicos	1	Tipo Bombilla led
Secretaría Municipal	2	Tipo panel led modular
Unidad de Información Pública	1	Tipo panel led modular
Baño	2	Tipo Bombilla led
Pasillo	1	Tipo Bombilla led
Despacho Municipal	2	Tipo panel led modular
Alcaldía	2	Tipo panel led modular
Total	90	

Tabla 11. Inventario de equipos primer nivel del edificio municipal.

Fuentes de consu no			
Ubicación	Tipo de fuente	Modelo	Cantidad
Secretaría municipal de protección de la Niñez y Juventud	Monitor	AOC 185LM0019	1
	CPU	Emachines T3624	1
	UPS	Forza Nt-501	1
	Impresora	EPSON L380 C462H	1
Policía Municipal	Lector de Huellas	TPC&R5485	1
Dirección Municipal de la Mujer	Monitor	Samsung 9435NXPLUS	1
	CPU	Emachines T3624	2
	UPS	Forza Nt-501	2
	Impresora	EPSON L380 C462H	1
	Monitor	ADC 185LM0019	1
Dirección Municipal de Planificación	Monitor	HP Parillon No. 23-G2211A	2
	Computadora	Laptop Dell P66F	1
	CPU	Brocs 1501	2
	Impresora	EPSON L210 C462H	3
	UPS	Forza Nt-501	2
	Rauter	TL-SF1016D	1
Oficina Municipal de Agua y Saneamiento	Monitor	ACER V206HQL	1
	Computadora	Laptop Dell P66F	1
	Impresora	EPSON L575 C463C	2
	CPU	Brocs 1501	1
	UPS	Forza Nt-501	1
Dirección de Gestión Ambiental Municipal	Monitor	AOC LM742	1
		HP L4523A	1
		DELL 5VT1JJ2	1
	CPU	Emachines T3624	3
	UPS	Forza Nt-501	3
	Impresora	EPSON L360 C462H	3
	Teléfono	EL52103	1
Policía Municipal de Tránsito	Computadora	HP G1-20121a	1
	UPS	Forza Nt-501	1
	Impresora	CANON k10431	1
Juzgado de Asuntos Municipales	Monitor	Hacer V206HQL	1
		Lenovo 111390-11	2
	Computadora	Laptop HP	1
	CPU	Brocs 1501	3
	Impresora	EPSON L575 C463C	1
EPSON L3110 C634D		2	
Control y Monitoreo	Monitor	Benq GL950-BA	1
		AOC 156LM00006	1
	CPU	Emachines T3624	2
	UPS	Forza Nt-501	2
	Impresora	EPSON L210 C462H	1
	Pantalla plásma	Samsung 55"	5
	Aire acondicionado	ComfortStar	1
DVR	ECO-REC8	10	

Tabla 12. Inventario de equipos segundo nivel del edificio municipal.

Fuentes de consumo				
Ubicación	Tipo de fuente	Modelo	Cantidad	
Tesorería Municipal	Monitor	AOC 185LM00018	2	
		ACER V206HQL	1	
		DELL E1916HF	1	
		Samsung S19D300NY	1	
		LG W193SS	1	
		CPU	Emachines T3624	6
	UPS	Forza Nt-501	7	
	Impresora		epson l380 c462h	1
			epson l220 c462h	1
			EPSON L210 C462H	1
			EPSON LX-350 PA71A	1
			EPSON LX300II P170B	1
			EPSON L575 C463C	1
			EPSON L355 C462J	1
	Central telefónica	KX-TES824	1	
	Salón Municipal	Proyector	EPSON	1
	Servicios públicos	Monitor	Compac W150A	1
AOC LM742			1	
CPU		Brocs 1501	2	
UPS		Forza Nt-501	2	
Impresora		EPSON L575 C463C	1	
		EPSON L3110 C634D	1	
Cafetera	West Bend 58036	1		
Secretaría Municipal	Monitor	Samsung 933SN	2	
		ACER V206HQL	1	
	CPU	Emachines T3624	3	
	UPS	Forza Nt-501	3	
	Impresora	EPSON L220 C462H	1	
		EPSON L3110 C634D	1	
		EPSON L380 C462H	1	
Ventilador de techo	Luxlite	1		
Unidad de información pública	Computadora	LAPTOP DELL Inspiron 15 6LLQSJ2 2017	1	
	Impresora	EPSON L380 C462H	1	
	Despachador de agua	GXCF21E	1	
Pasillo	Pantalla plásma	LG 42PT353	1	
Despacho Municipal	Computadora	LAPTOP Toshiba C55-4583	1	
	Rauter	TL-WR841N	1	
	Ventilador de techo	Luxlite	1	
Alcaldía	Pantalla plásma	Samsung PS42C96HD	1	
Total			137	

Anexo 4. Demanda energética del edificio municipal.

Tabla 13. Demanda energética actual de equipos del primer nivel del edificio municipal.

Ubicación	Tipo de fuente	Modelo	Cantidad	Horas de uso/día	Días / mes	Demanda / Potencia (Watts)	KWh/mes	KWh/año	Emisiones CO2 mensual	Emisiones de CO2 anual
Secretaría municipal de protección de la Niñez y Juventud	Monitor	AOC 185LM0019	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	CPU	Emachines T3624	1	6	20	150	18.0000	216	0.01926	0.23112
	UPS	Forza Nt-501	1	6	20	15	1.8000	21.6	0.001926	0.023112
	Impresora	EPSON L380 C462H	1	2	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
Policía Municipal	Lector de Huellas	TPC&R5485	1	24	30	0.72	0.5184	6.2208	0.00055469	0.00665626
Dirección Municipal de la Mujer	Monitor	Samsung 9435NXPLU S	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	CPU	Emachines T3624	2	6	20	150	36.0000	432	0.03852	0.46224
	UPS	Forza Nt-501	2	6	20	15	3.6000	43.2	0.003852	0.046224
	Impresora	EPSON L380 C462H	1	2	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
	Monitor	ADC 185LM0019	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
Dirección Municipal de Planificación	Monitor	HP Parillon No. 23-G2211A	2	6	20	120	28.8000	345.6	0.030816	0.369792
	Computadora	Laptop Dell P66F	1	2	20	35	1.4000	16.8	0.001498	0.017976
	CPU	Brocs 1501	2	6	20	150	36.0000	432	0.03852	0.46224
	Impresora	EPSON L210 C462H	3	2	20	0.402	1.2060	14.472	0.00129042	0.01548504
	UPS	Forza Nt-501	2	6	20	15	3.6000	43.2	0.003852	0.046224
	Rauter	TL-SF1016D	1	24	30	4.5	3.2400	38.88	0.0034668	0.0416016
Oficina Municipal de Agua y Saneamiento	Monitor	ACER V206HQL	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	Computadora	Laptop Dell P66F	1	2	20	35	1.4000	16.8	0.001498	0.017976
	Impresora	EPSON L575 C463C	2	2	20	0.402	0.8040	9.648	0.00086028	0.01032336
	CPU	Brocs 1501	1	6	20	150	18.0000	216	0.01926	0.23112
	UPS	Forza Nt-501	1	6	20	15	1.8000	21.6	0.001926	0.023112
Dirección de Gestión Ambiental Municipal	Monitor	AOC LM742	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		HP L4523A	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		DELL 5VT1JJ2	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	CPU	Emachines T3624	3	6	20	150	54.0000	648	0.05778	0.69336
	UPS	Forza Nt-501	3	6	20	15	5.4000	64.8	0.005778	0.069336
	Impresora	EPSON L360 C462H	3	2	20	0.402	1.2060	14.472	0.00129042	0.01548504
	Teléfono	EL52103	1	8	20	8	1.2800	15.36	0.0013696	0.0164352
Policía Municipal de Tránsito	Computadora	HP G1-20121a	1	2	10	35	0.7000	8.4	0.000749	0.008988
	UPS	Forza Nt-501	1	2	10	15	0.3000	3.6	0.000321	0.003852
	Impresora	CANON k10431	1	1	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
Juzgado de Asuntos Municipales	Monitor	Hacer V206HQL	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		Lenovo 111390-11	2	6	20	0.29	0.0696	0.8352	7.4472E-05	0.00089366
	Computadora	Laptop HP	1	2	20	150	6.0000	72	0.00642	0.07704
	CPU	Brocs 1501	3	6	20	150	54.0000	648	0.05778	0.69336
	Impresora	EPSON L575 C463C	1	3	8	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
Control y Monitoreo		EPSON L3110 C634D	2	3	20	0.402	0.8040	9.648	0.00086028	0.01032336
	Monitor	Benq GL950-BA	1	6	30	120	21.6000	259.2	0.023112	0.277344
		AOC 156LM00006	1	6	30	120	21.6000	259.2	0.023112	0.277344
	CPU	Emachines T3624	2	6	30	150	54.0000	648	0.05778	0.69336
	UPS	Forza Nt-501	2	6	30	15	5.4000	64.8	0.005778	0.069336
	Impresora	EPSON L210 C462H	1	1	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
	Pantalla plásma	Samsung 55"	5	24	30	131	471.6000	5659.2	0.504612	6.055344
	Aire acondicionado	ComfortStar	1	3	30	690	62.1000	745.2	0.066447	0.797364
DVR		1	24	30	192	138.2400	1658.88	0.1479168	1.7750016	

Tabla 14. Demanda energética actual de equipos del segundo nivel del edificio municipal.

Ubicación	Tipo de fuente DVR	Modelo	Cantidad 1	Horas de uso/día 24	Días / mes 30	Demanda / Potencia (Watts192)	KWh/mes 138.2400	KWh/año 1658.88	Emissiones CO2 mensual 0.1479168	Emissiones de CO2 anual 1.7750016
Tesorería Municipal	Monitor	AOC AOC 185LM00018	2	6	20	120	28.8000	345.6	0.030816	0.369792
		ACER V206HQL	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		DELL E1916HF	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		Samsung S19D300NY	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	CPU	LG W193SS	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		Emachines T3624	6	6	20	150	108.0000	1296	0.11556	1.38672
	UPS	Forza Ni501	7	6	20	15	12.6000	151.2	0.013482	0.161784
	Impresora	EPSON L380 C462H	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L220 C462H	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L210 C462H	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON LX350 PA71A	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON LX300II P170B	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L575 C463C	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
EPSON L355 C462J		1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168	
Central telefónica	KX-TES824	1	24	30	50	36.0000	432	0.03852	0.46224	
Salón Municipal	Proyector	EPSON	1	3	5	498	7.4700	89.64	0.0079929	0.0959148
Servicios públicos	Monitor	Compac W150A	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		AOC LM742	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	CPU	Brocs 1501	2	6	20	150	36.0000	432	0.03852	0.46224
	UPS	Forza Ni501	2	6	20	15	3.6000	43.2	0.003852	0.046224
	Impresora	EPSON L575 C463C	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L3110 C634D	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
	Cafetera	West Bend 58036	1	1	5	1090	5.4500	65.4	0.0058315	0.069978
Secretaría	Monitor	samsung 933SN	2	6	20	120	28.8000	345.6	0.030816	0.369792
		ACER V206HQL	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	CPU	Emachines T3624	3	6	20	150	54.0000	648	0.05778	0.69336
	UPS	Forza Ni501	3	6	20	15	5.4000	64.8	0.005778	0.069336
	Impresora	EPSON L220 C462H	1	6	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L3110 C634D	1	6	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L380 C462H	1	6	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
Ventilador de techo	Luxlite	1	3	6	60	1.0800	12.96	0.0011556	0.0138672	
Unidad de información pública	Computadora	LAPTOP DELL Inspiron 15 6LLQSJ2 2017	1	2	20	35	1.4000	16.8	0.001498	0.017976
	Impresora	EPSON L380 C462H	1	2	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
	Despachador de agua	GXCF21E	1	2	5	1.2	0.0120	0.144	0.00001284	0.00015408
Pasillo	Pantalla plásma	LG 42PT353	1	1	2	124	0.2480	2.976	0.00026536	0.00318432
Despacho Municipal	Computadora	LAPTOP Toshiba C55-4583	1	2	8	35	0.5600	6.72	0.0005992	0.0071904
	Rauter	TL-WR841N	1	24	30	4.5	3.2400	38.88	0.0034668	0.0416016
	Ventilador de techo	Luxlite	1	2	4	60	0.4800	5.76	0.0005136	0.0061632
Alcaldía	Pantalla plásma	Samsung PS42C96HD	1	1	2	124	0.2480	2.976	0.00026536	0.00318432
						Total	1614.332	19371.984	1.727	20.728

Tabla 15. Demanda energética actual de lámparas del primer nivel del edificio municipal.

Ubicación	Cantidad	Clasificación	Horas de uso/día	Días / mes	Potencia (Watts)	Flujo Luminoso (Lm)	Temperatura de color (K)	índice de rendimiento de color	Eficiencia (lm/W)	KWh/mes	KWh/año	Emisiones de CO2 mensual	Emisiones de CO2 anual
Bodega	1	Bombilla tipo led debilbo G	1	4	10	650	6500	80-88	98	0.0400	0.5	0.000043	0.000514
Bodega	1	Bombilla tipo led debilbo G	1	4	10	650	6500	80-89	99	0.0400	0.5	0.000043	0.000514
Secretaría municipal de protección de la Niñez y Juventud	2	Bombilla tipo led debilbo G	2	20	10	650	6500	80-90	100	0.8000	9.6	0.000856	0.010272
Policia Municipal	1	Tipo panel led modular	6	30	40	3600	6500	80	90	7.2000	86.4	0.007704	0.092448
Dirección Municipal de la Mujer	1	Tipo panel led modular	6	20	40	3600	6500	80	90	4.8000	57.6	0.005136	0.061632
Bodega	2	Bombilla grandre led	1	16	30	3000	6500	80-90	100	0.9600	11.5	0.001027	0.012326
Pasillo DMM	1	Bombilla led	3	20	10	650	6500	80-90	100	0.6000	7.2	0.000642	0.007704
Pasillo DMP	3	Tipo panel led modular	3	20	40	3600	6500	80	90	7.2000	86.4	0.007704	0.092448
Dirección Municipal de Planificación	2	Tipo panel led modular	6	20	40	3600	6500	80	90	9.6000	115.2	0.010272	0.123264
Oficina Municipal de Agua y Saneamiento	1	Tipo panel led modular	6	20	40	3600	6500	80	90	4.8000	57.6	0.005136	0.061632
Baño DMP	2	Espiral led	1	20	20	1100	6500	80	55	0.8000	9.6	0.000856	0.010272
	2	Bombilla led	1	20	10	650	6500	80-90	100	0.4000	4.8	0.000428	0.005136
Salón DMP	2	Tipo panel led modular	5	10	40	3600	6500	80	90	4.0000	48.0	0.004280	0.051360
Bodega	2	Tipo panel led modular	1	16	40	3600	6500	80	90	1.2800	15.4	0.001370	0.016435
Baño	1	Bombilla Led	1	20	10	650	6500	80-90	100	0.2000	2.4	0.000214	0.002568
Cocineta	1	Tipo panel led modular	2	20	40	3600	6500	80	90	1.6000	19.2	0.001712	0.020544
Lavadero	1	Tipo Bombilla led	2	20	10	650	6500	80-90	100	0.4000	4.8	0.000428	0.005136
Bodega	2	Tipo panel led modular	1	16	40	3600	6500	80	90	1.2800	15.4	0.001370	0.016435
Pasillo principal	5	Tipo panel led modular	8	21	40	3600	6500	80	90	33.6000	403.2	0.035952	0.431424
Dirección de Gestión Ambiental Municipal	2	Espiral led grande	6	20	50	3600	6500	80	66.66	12.0000	144.0	0.012840	0.154080
	1	Tipo bombilla led	1	20	10	650	6500	80-89	99	0.2000	2.4	0.000214	0.002568
	1	Tipo bombilla led	6	20	10	650	6500	80-90	100	1.2000	14.4	0.001284	0.015408
Policia Municipal de Tránsito	1	Tipo bombilla led	2	20	10	650	6500	80-90	100	0.4000	4.8	0.000428	0.005136
Juzgado de Asuntos Municipales	1	Tipo bombilla led	2	20	10	650	6500	80-90	100	0.4000	4.8	0.000428	0.005136
Control y Monitoreo	1	Tipo bombilla led	16	20	10	650	6500	80-90	100	3.2000	38.4	0.003424	0.041088
	2	T-2 led	24	30	18	1620	6500	80	90	25.9200	311.0	0.027734	0.332813

Tabla 16. Demanda energética actual de lámparas del segundo nivel del edificio municipal.

Ubicación	Cantidad	Clasificación	Horas de uso/día	Días/mes	Potencia (Watts)	Flujo Luminoso (Lm)	Temperatura de color (K)	índice de rendimiento o de color	Eficiencia (lm/W)	KWh/mes	KWh/año	Emisiones de CO2 mensual 0.027 734	Emisiones de CO2 0.332813 a nual
Tesorería Municipal	3	Tipo panel led modular	6	20	40	3600	6500	80	90	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
Gradas	1	Tipo panel led circular	2	4	6	540	6500	75	90	0.0480	0.6	0.000051	0.000616
Pasillo	5	Tipo panel led modular	1	2	40	3600	6500	80	90	0.4000	4.8	0.000428	0.005136
Salón Municipal	24	Tipo T-2 Led	1	4	18	1620	6500	80	90	1.7280	20.7	0.001849	0.022188
Baños Salón Municipal	2	Tipo bombilla led	1	2	10	650	6500	80-90	100	0.0400	0.5	0.000043	0.000514
Recepción	1	Lámpara tipo espiral	1	2	20	1100	6500	80	55	0.0400	0.5	0.000043	0.000514
Servicios públicos	1	Tipo panel led modular	2	4	40	3600	6500	80	90	0.3200	3.8	0.000342	0.004109
Cocina Servicios públicos	1	Tipo Bombilla led	1	2	10	650	6500	80-90	100	0.0200	0.2	0.000021	0.000257
Secretaría Municipal	2	Tipo panel led modular	3	4	40	3600	6500	80	90	0.9600	11.5	0.001027	0.012326
Unidad de Información Pública	1	Tipo panel led modular	3	4	40	3600	6500	80	90	0.4800	5.8	0.000514	0.006163
Baño	2	Tipo Bombilla led	1	20	10	650	6500	80-90	100	0.4000	4.8	0.000428	0.005136
Pasillo	1	Tipo Bombilla led	1	15	10	650	6500	80-91	101	0.1500	1.8	0.000161	0.001926
Despacho Municipal	2	Tipo panel led modular	2	4	40	3600	6500	80	90	0.6400	7.7	0.000685	0.008218
Alaldía	2	Tipo panel led modular	1	4	40	3600	6500	80	90	0.3200	3.8	0.000342	0.004109
									Total	142.866	1714.392	0.153	1.834

Anexo 5. Planos de equipos y lámparas del edificio municipal.

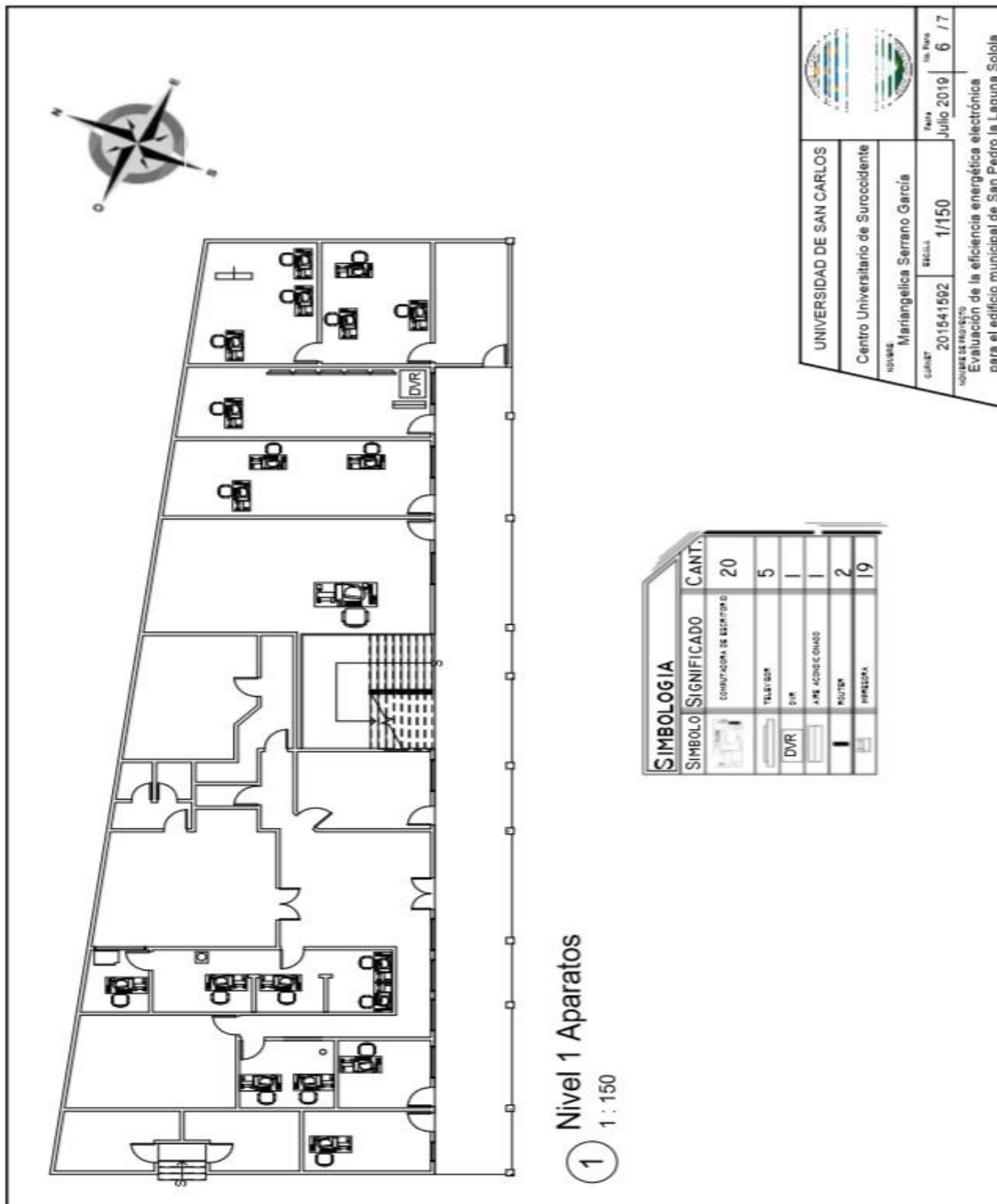


Figura 13. Plano de equipos electrónicos del primer nivel del edificio municipal.

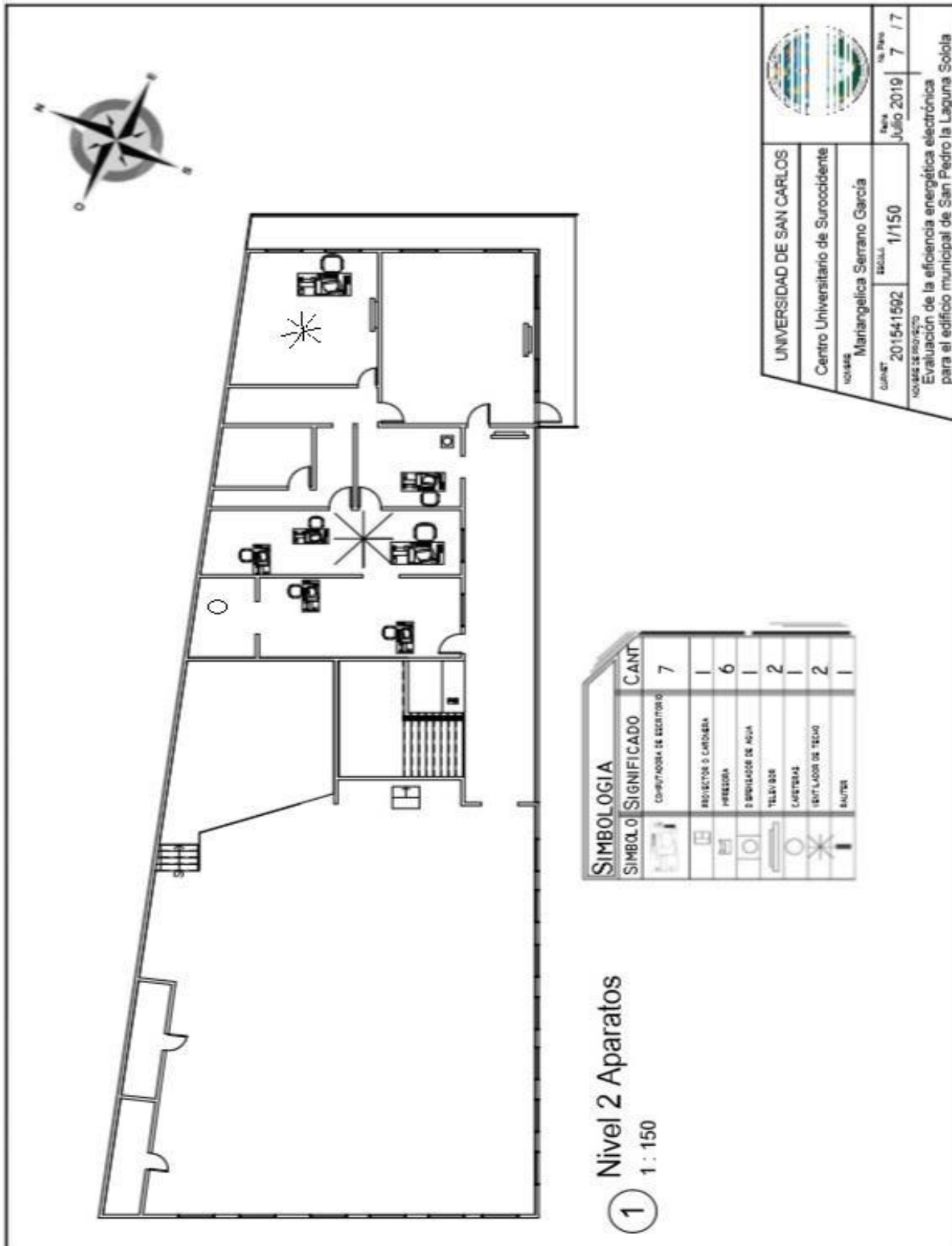


Figura 14. Plano de equipos electrónicos del segundo nivel del edificio municipal.

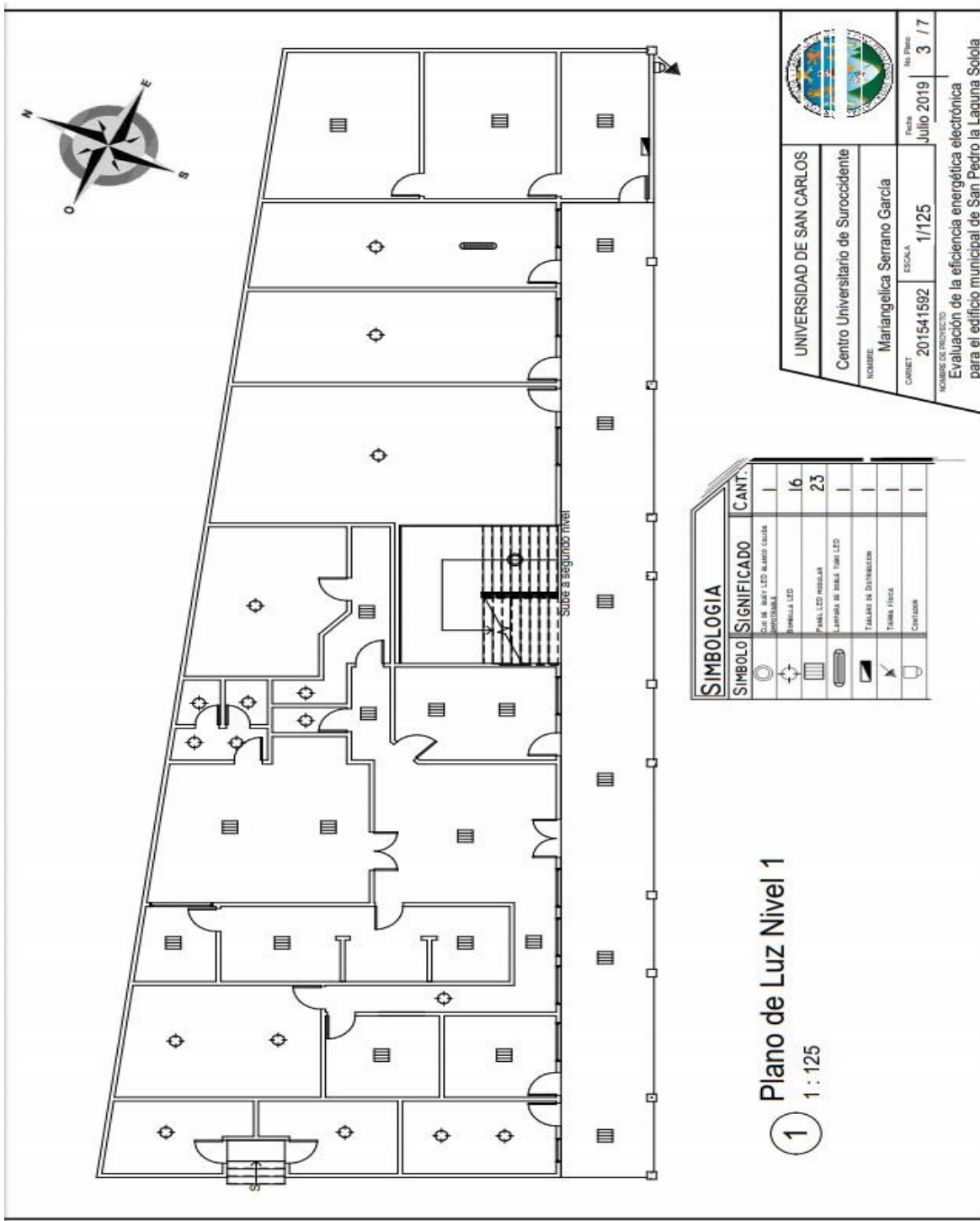


Figura 15. Plano de lámparas del primer nivel del edificio municipal.

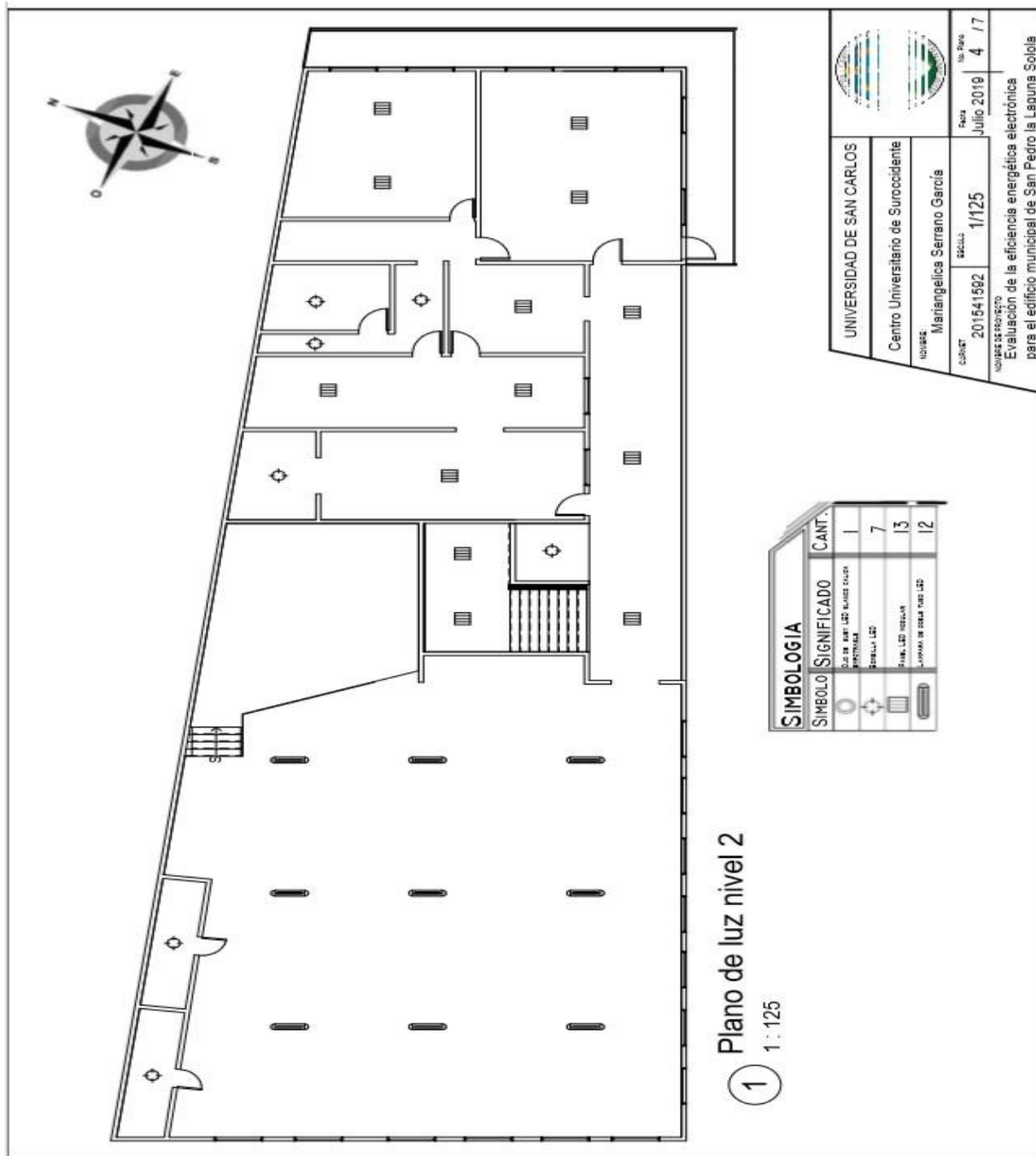


Figura 16. Plano de lámparas del segundo nivel del edificio municipal.

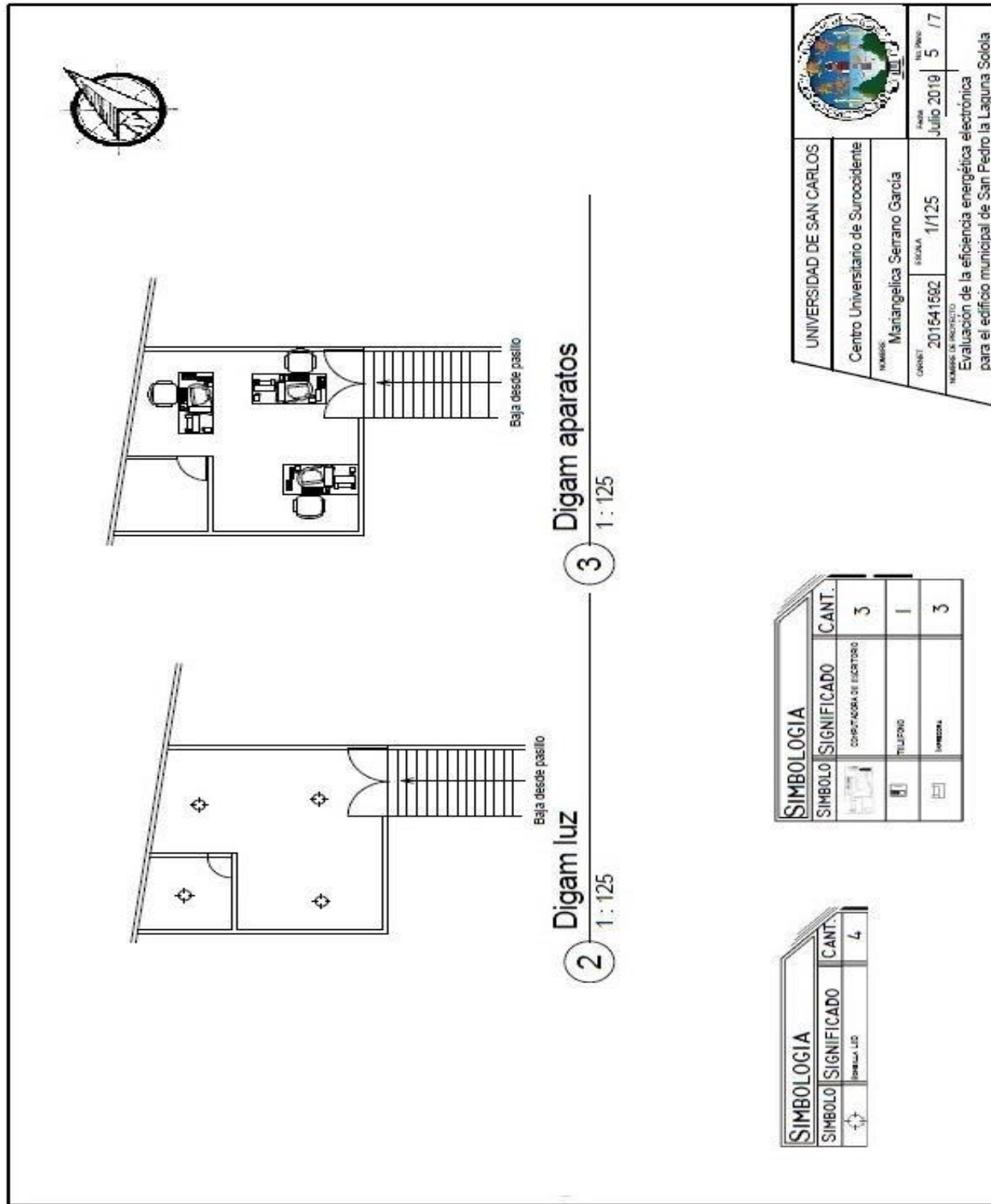


Figura 17. Plano de lámparas y equipos de la DIGAM del edificio municipal.

Anexo 6. Guía de entrevista a empleados municipales.

Indicaciones: A continuación, debe responder a las siguientes interrogantes.



1. ¿Cuántas horas al día utiliza las luminarias?

2. ¿Cuántos días al mes utiliza las luminarias?

3. ¿Cuántas horas al día utiliza las fuentes de consumo?

4. ¿Cuántos días al mes utiliza las fuentes de consumo?

Anexo 7. Recopilación de información.



Figura 18. Recopilación de información.

Anexo 8. Cotizaciones de equipos electrónicos y paneles solares.



COTIZACIÓN

INTELAF MAZATENANGO
C.C. Plaza Americas Anexo
Local #407
Mazatenango, Suchitepéquez
TEL: (502) 2328-0086

MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO LA

Nombre : LAGUNA

Nit : 656640-5

Dirección : SAN PEDRO LA LAGUNA

Teléfono : -----

Atención :

Correo : -----

Cotización No. : 736439

Fecha : 22/10/2019

Visitenos en : <http://www.intelaf.com>

Codigo	Descripcion	Cantidad	Precio	Sub Total
LED-AOC-1670SWU	MONITOR LED AOC 15.6" E1670SWU-E PUERTO USB 1366x768	12	Q594.00	Q7,128.00
COR-I38100-3.6	PROCESADOR INTEL I3 8100 8GENERACION 3.6GHZ 6MB CACHE LGA1151 CAJA	12	Q1,313.00	Q15,756.00
1TB-SEAS3-72006	DISCODURO INTERNO 1TB SEAGATE BARRACUDA SATA3 6GBPS 7200RPM SIN CABLE	12	Q427.00	Q5,124.00
MB-AS-PH310MER2	MBOARD ASUS PRIME H310M-E R2.0 8TA GEN LGA1151 2xDDR4	12	Q667.00	Q8,004.00
DDR4-4GB-KN2400	MEMORIA MARCA KINGSTON HYPERX DDR4 4GB 2400MHZ CL15 DIMM	12	Q234.00	Q2,808.00
FP-EVGA-400	FUENTE DE PODER EVGA 400W ATX 12V 100-N1-0400-L1	12	Q453.00	Q5,436.00
CASE-ATX-XTQ200	CASE XTECH ATX NEGRO XTQ-200 CON FUENTE 230W REAL	12	Q302.00	Q3,624.00
DESCUENTOEFEC	DESCUENTO POR PAGO UNICAMENTE EN EFECTIVO (NO APLICA A TARJETAS DE CREDITO O DÉBITO, CUOTAS CREDOMATIC, VISACUOTAS O CUOTAS BICREDIT, CHEQUE PREVISADO)	1	-3352	-Q3,352.00
BO.EF				Total : Q44,528.00

CONDICIONES:

1.VALIDEZ: ESTA COTIZACION ES VALIDA POR 5 DIAS UNICAMENTE, 2.BENEFICIO EFECTIVO: NO APLICA PARA ENVIO A DOMICILIO.

3.FORMA DE PAGO: ANTICIPADO, CONTRA ENTREGA, FINANCIADO(Por Terceros) y TARJETAS DE CREDITO (Aplican Restricciones).

ANTICIPADO: Cheque de caja(Q), efectivo(Q), cheque personal(Q), Cheque personaló Empresa(Q) tiene 3 dias habiles de espera antes de que se le entregue su mercaderia.

Favor emitir su cheque a nombre de INTELAF, S.A. (Puede esperar de 24 horas a 72 horas antes de entrega)

Ofrecemos opcion de PAGO CONTRA ENTREGA solamente a empresas que tienen credito establecido con nuestra empresa

4.ENTREGA: De inmediato a 3 dias(Segun su forma de pago). Al no tener existencia puede variar hasta un maximo de 3 semanas.

5.GARANTIA: Las garantias se atienden en las instalaciones de INTELAF, S.A., 6a Avenida 8-28 Zona 9. Duración de garantía:Varia segun el producto. Nuestras facturas indican la garantia individual de cada articulo.

Tenemos la discrecion de reparar o reemplazar la unidad defectuosa segun la disposicion de nuestro departamento tecnico. De las marcas internacionales dependemos de su Centro de Servicio local.

LOS PROGRAMAS, CABEZAS DE IMPRESORAS NO TIENEN GARANTIA I DAÑOS FISICOS INTERNOS ó EXTERNOS ANULAN LA GARANTIA.

LOS CONSUMIBLES, DATA CARTUCHOS, CARTUCHOS DE TINTA, CINTAS, TONERS, CDs, DVDs NO TIENEN GARANTIA!

6.LUGAR Y FORMA DE ENTREGA: Las transacciones se realizan en las instalaciones de INTELAF, S.A.

Cuando se trata de una computadora completa y prepagada, se la podemos entregar en su domicilio gratuitamente dentro de los perimetros de la Municipalidad de Guatemala.(Aplican restricciones, favor consultar con su vendedor.)

7.SERVICIO TÉCNICO Y ASESORIA : Contamos con un departamento tecnico calificado para poder solucionar cualquier problema durante su periodo de garantia y posteriormente para alguna reparacion que necesitara.

Aceptado(cliente) : _____
Fecha de aceptacion : ___/___/___

Asistente de Tienda
DAVID GUSTAVO MENCHU HERNANDEZ

Figura 19. Cotización de equipos electrónicos.

Granja La Primavera lote 1A sector 2
Mazatenango, Suchitepequez 10001

www.teisa.com.gt

Teléfono: 502 40045161

Asesor de venta: EDIE BARRIENTOS

Correo electrónico: ebarrientos@teisa.com.gt

SunLink PV®

FECHA
COTIZACIÓN #
VALIDO HASTA

COTIZACIÓN

28/10/19
531A
12/11/19

CLIENTE

MUNICIPALIDAD SAN PEDRO LA LAGUNA

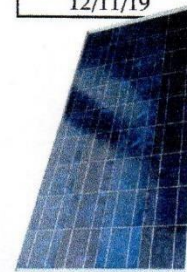
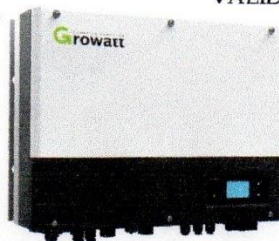
DOMICILIAR NIS 2435671

Dirección: Municipalidad San Pedro la Laguna

Solola

Teléfono: Marian Serrano / 56389221

% de la factura que el cliente quiere ahorrar **100%**



DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	CANT.	Unidad	TOTAL
Panel solar Marca AMERISOLAR origen CHINA, tecnología alemana, tipo policristalino, potencia máxima 330 W, dimensiones 992mm x 1956 mm x 39 mm, peso aprox 24 Kg. Vidrio templado blanco de 3.2mm con recubrimiento antirreflejante, película trasera blanca y marco de aluminio anodizado color plata.	Q 1,428.57	20	Paneles	Q 28,571.43
Inversor Growatt tecnología Americana, Modelo 5500-S, eficiencia máxima 99.0%, desconector de DC sin transformador, seguidor MPPT múltiple IEC	Q 8,997.39	1	Inversores	Q 8,997.39
ingeniería, diseño, mano de obra y los materiales para la instalación física y eléctrica de los paneles solares, inversores y tierra física. Se incluye un flipon con su caja, tubería para instalación, cables adecuados, tierra para protección del sistema (una varilla y cable), estructura para paneles solares. También se incluyen todos los tramites y documentación necesaria para la aprobación de la instalación del sistema ante EEGSA y ENERGUATE.	Q 535.71	20	Instalaciones	Q 10,714.29
SISTEMA DE MONITOREO POR INTERNET (GRATIS)	1,500.00	1	Unidad	Q -

Tasa de retorno de la inversion (rentabilidad de su inversión) **38.5%**

Payback (tiempo de retorno de su inversión) **2.60 Años**

TERMINOS Y CONDICIONES

1. El precio no incluye IVA 12% (recuerde que este es deducible).
 2. El cobro se efectuará en efectivo u otra forma de pago acordada con el cliente, previo a la instalación del sistema.
 3. La cotización firmada por el cliente recibida física o electrónica o su simple aceptación vía correo se tomara como válida.
 4. El pago se efectuará de la siguiente manera: 85% de anticipo y 10% contra entrega equipos en sitio y 5% contra entrega de los equipos funcionando.
 5. No se incluye ningún cambio civil o construcción a la estructura del inmueble. (estos cambios pueden ser cotizada por aparte)
 6. No se incluyen modificaciones a su instalación eléctrica actual. (estos cambios pueden ser cotizada por aparte)
 7. Tomar nota que su factura nunca eslará a Q0.00, hay cargos fijos (ejemplo: cuota municipal, cargo por distribución, son fijos).
 8. Las instalaciones se realizan en horarios de 8:00 a 17:00 horas en días hábiles.
 9. Conexiones de internet con cable de red o wifi, deben ser proveidas por el cliente.
 10. La presente oferta no incluye gastos legales de fianzas o elaboracion de contrato.
 11. Los paneles estan de entrega inmediata y el inversor mas pequeño, se instalarían primero. Los inversores mas grandes son bajo pedido.
- x Nombre y firma de aceptación del cliente

TOTAL Q 48,283.11
(mas IVA)

AHORRO HASTA Q1550 / mes

**ESPACIO PARA 0 PANELES
ADICIONALES (330Wp)**

Precio
Watt Instalado \$ 0.94

Precio energia Q1.94 Kwh-mes + IVA

Si tiene alguna pregunta sobre esta cotización, por favor, póngase en contacto con nosotros

Terminos de la garantía limitada

Todos los equipos tienen garantía de fabrica, los paneles solares estan garantizados por 10 años por defectos de fabricacion y 25 años el funcionamiento según su curva de declinamiento normal. La instalación de los equipos se garantiza por 2 años.

Figura 20. Cotización para la implementación de paneles solares.

Anexo 9. Recibos de energía eléctrica.

ENERGUATE
LUZ DE MI TIERRA

BANCO DE DESARROLLO RURAL S.A.
DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DE OCCIDENTE, S.A. (DEDOCA) ES 149462141 M-08
Diagonal 6 10-50 x 10 Interaméricas World Center, Torre Sur Nivel 18 Of. 1401
NIS : www.energuate.com - atencionalcliente@energuate.com
Empresa : ATENCION AL CLIENTE TELEFONO 23052222
Nombre : MUNICIPIO DE SAN PEDRO LA LAGUNA

MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO LA LAGUNA
SAN PEDRO LA LAGUNA, ZONA 1, 01 AV 0001703-02. Factura No.: CPD-0000000266024
ZONA 1, SAN PEDRO LA LAGUNA REGISTRADO EN LINEA MAGUADISTINER 856640491 - ENE
Oficina Comercial: OCC PANAJACHEL Fecha de Emisión: 22/07/2019
NIR:0.2435671.01.22/07/2019 Original Cliente - MED 011H915536

NIS: 2435671

TOTAL A PAGAR	Q3,997.00 Consumo de Electricidad	1819 kWh
Q 3,997.00	Q 20.00 Tasa de Alumbrado público	Energía del mes
Fecha Max. Sugerida Pago	Q Pago de Convenio	Jul 19
5 de agosto 2019	Q - Facturas no pagadas	Jun 19
		May 19
		Abr 19

Historial de pago puntual:

PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL
ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAV.	JUN.

PERIODO DE LECTURA: 21/06/2019 al 22/07/2019 (31 días) - PROXIMA LECTURA: 21/08/19

Tipo de Consumo	No. Contador	Lectura Ant.	Lectura Act.	M ult.	Consumo
Activa kWh	011H915536	20603	22422	1.0	1,819

Tarifa (Q/kWh) BT Simple DC = 1.945074 + 12% IVA = 2.178483

Concepto de Facturación	Consumo kWh	Importe en Q
Cargo Fijo Mensual con IVA	0	13.75
Consumo Energía con IVA	1,819	3,962.56
Ajuste por Redondeo (-) sin IVA	0	-0.15
Redondeo Mes Anterior sin IVA	0	0.74
SUB TOTAL CONSUMO DE ELECTRICIDAD DEL MES		3,977.00
Tasa por Alumbrado Público (Cobro Municipal) sin IVA		20.00
TOTAL FACTURA DEL MES		3,997.00

ENERGUATE
LUZ DE MI TIERRA

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DE OCCIDENTE, S.A. (DEDOCA) - 1494621-1
Diagonal 6 10-50 x 10 Interaméricas World Center, Torre Sur Nivel 18 Of. 1401
www.energuate.com - atencionalcliente@energuate.com
ATENCION AL CLIENTE TELEFONO 23052222
GUATEMALA, GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO LA LAGUNA
SAN PEDRO LA LAGUNA, ZONA 1, 01 AV 0001703-02. Factura No.: R0000000316633
ZONA 1, SAN PEDRO LA LAGUNA Fecha de Emisión: 23/04/2019
Oficina Comercial: OCC PANAJACHEL Original Cliente - MED 011H915536
NIR:0.2435671.01.23/04/2019

NIS: 2435671

TOTAL A PAGAR	Q3,594.00 Consumo de Electricidad	1635 kWh
Q 3,614.00	Q 20.00 Tasa de Alumbrado público	Energía del mes
Fecha Max. Sugerida Pago	Q - Pago de Convenio	Jul 19
7 de mayo 2019	Q Facturas no pagadas	Jun 19
		May 19
		Abr 19

Historial de pago puntual:

PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL
OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.

PERIODO DE LECTURA: 22/03/2019 al 23/04/2019 (32 días) - PROXIMA LECTURA: 23/05/19

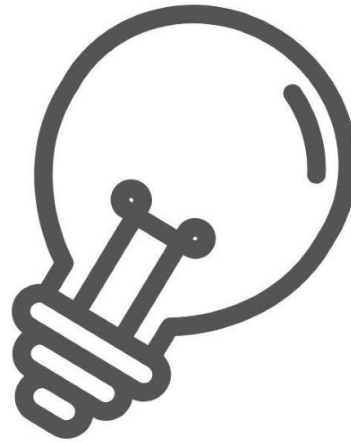
Tipo de Consumo	No. Contador	Lectura Ant.	Lectura Act.	M ult.	Consumo
Activa kWh	011H915536	15584	17216	1.0	1,635

Tarifa (Q/kWh) BT Simple DC = 1.945074 + 12% IVA = 2.178483

Concepto de Facturación	Consumo kWh	Importe en Q
Cargo Fijo Mensual con IVA	0	19.50
Consumo Energía con IVA	1,635	3,574.52
Ajuste por Redondeo (-) sin IVA	0	-0.20
Redondeo Mes Anterior sin IVA	0	0.16
SUB TOTAL CONSUMO DE ELECTRICIDAD DEL MES		3,594.00
Tasa por Alumbrado Público (Cobro Municipal) sin IVA		20.00
TOTAL FACTURA DEL MES		3,614.00

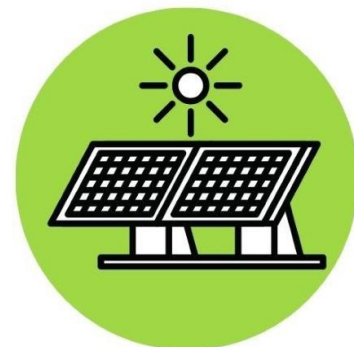
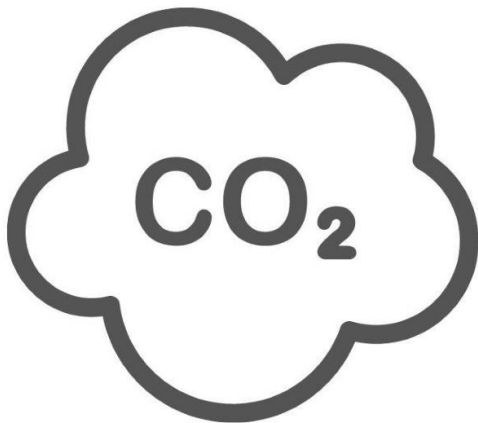
Figura 21. Recibos de energía eléctrica.

Anexo 10. Propuesta de mejora en el uso de la energía eléctrica del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá.



PROPUESTA DE MEJORA EN EL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

**MUNICIPALIDAD SAN PEDRO LA LAGUNA,
SOLOLÁ.**



PROPUESTA DE MEJORA EN EL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

MUNICIPALIDAD SAN PEDRO LA LAGUNA,
SOLOLÁ.

MARIANGELICA SERRANO GARCÍA

IGAL - CUNSUROC - USAC



Índice general

Contenido	Página
I. Presentación.....	1
II. Objetivo	2
III. Justificación	2
IV. Responsables	3
V. Glosario.....	4
VI. ¿En qué consiste la eficiencia energética?	6
VII. La importancia de ahorrar energía	7
VIII. Implementación de mejoras en la eficiencia energética de equipos	8
8.1 Caracterización de equipos electrónicos.	8
8.2 Propuesta de Renovación de equipos electrónicos	9
8.2.1 Demanda actual	11
8.2.2 Ahorro de la demanda actual y con renovación de equipos electrónicos.....	11
8.2.3 Ahorro económico	12
8.2.4 Periodo simple de retorno a la inversión	12
8.2.5 Calculo de emisiones CO ₂	13
8.3 Metodología	14
8.3.1 Disposición de equipos electrónicos	16
8.3.2 Mantenimiento.....	16
8.3.3 Sensibilización al personal municipal	17
IX. Implementación de paneles solares para el área de control y monitoreo	20
9.1 Demanda actual.....	20
9.1.2 Demanda con la implementación de paneles solares para el área de control y monitoreo	21
9.2 Metodología	23
9.2.1 Instalación	24
9.2.2 Mantenimiento	25
X. Mejoras en la eficiencia energética en iluminación.....	26

10.1 Caracterización de lámparas	26
10.2 Recomendaciones en lámparas	27
10.2.1 Aprovechamiento de luz natural	27
10.2.2 Zonificar el nivel de iluminación:	28
10.2.3 Elección de tipo de lámpara:	29
10.2.4 Mantenimiento:.....	31
10.2.5 Sensibilización al personal municipal:	32
XI. Referencias bibliográficas	34
XII. Anexos.....	35

Índice de tablas

Contenido	Página
1. Especificaciones de equipos	9
2. Inversión inicial para renovación de equipos.....	12
3. Resumen de beneficios con la renovación de equipos electrónicos.	14
4. Especificaciones de paneles solares.....	21
5. Inversión inicial de la implementación de paneles solares	22
6. Resumen de beneficios con la renovación de equipos electrónicos.	23
7. Zonificación lumínica	28
8. Descripción de luminarias led.....	30
9. Recomendaciones para la optimización del uso de lámparas.....	32
10. Demanda energética actual de equipos del primer nivel.	35
11. Demanda energética actual de equipos del segundo nivel del edificio municipal.	37
12. Demanda energética actual de lámparas del primer nivel del edificio municipal.	38
13. Demanda energética actual de luminarias del segundo nivel del edificio municipal	41

Índice de figuras

Contenido	Página
1. Eficiencia energética	7
2. Resumen de la demanda actual de equipos.	9
3. Características del monitor	10
4. Características del case.....	11
5. Consumo energético de equipos	11
6. Emisiones de dióxido de carbono proyectadas.....	13
7. Afiche ideas para ahorrar energía.....	19
8. Consumo energético de control y monitoreo.....	20
9. Consumo energético de lámparas.	26
10. Afiche ahorro de energía en lámparas	33
11. Plano de equipos electrónicos del primer nivel del edificio municipal	36
12. Plano de equipos electrónicos del segundo nivel del edificio municipal	38
13. Plano de lámparas del primer nivel del edificio municipal	40
14. Plano de lámparas del segundo nivel del edificio municipal	42
15. Plano de lámparas y equipos de la digam del edificio municipal	43
16. Facturas de energía eléctrica del edificio municipal.....	44
17. Cotización de equipos electrónicos.....	45
18. Cotización para la implementación de paneles solares	46

I. Presentación

El presente documento se realiza durante la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado, en la municipalidad de San Pedro La Laguna, Sololá, el cual contiene una propuesta para el cambio de equipos electrónicos e implementación de paneles solares para el área de control y monitoreo del edificio municipal.

Esta propuesta pretende ser una guía para la municipalidad sobre estrategias para reducir el consumo energético del edificio municipal, a través del uso de tecnologías eficientes, energía solar y la adopción de buenas prácticas, y así promover el ahorro energético y reducir los costos elevados en el pago de las facturas. Al mismo tiempo, disminuir las emisiones de dióxido de carbono, logrando de tal manera contribuir al cuidado del medio ambiente.

La necesidad de un cambio en la tendencia actual pasa, sin duda, por un uso responsable de la energía que pueda regular esta evolución ascendente de consumo.

Considerando el peso en el consumo de energía a nivel nacional, y la importancia que tiene su ahorro de energía en el sector público, se diseñó esta propuesta con el objetivo central de sensibilizar a los trabajadores del sector público en una cultura de uso eficiente de energía.

Con esta propuesta se busca que el sector público dé el ejemplo necesario en la aplicación del uso eficiente de la energía, así como también optimizar el gasto fiscal, hacer un uso eficiente y eficaz de los recursos públicos, y reducir el impacto ambiental que inevitablemente se produce como consecuencia del uso de la energía.

II. Objetivo

Promover el uso eficiente de la energía eléctrica en el edificio municipal de San Pedro La Laguna, fomentando el ahorro energético, el consumo responsable y sostenible de energía.

III. Justificación

La eficiencia energética es una manera muy efectiva de aumentar la seguridad del abastecimiento energético y de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático, más allá de los objetivos fijados.

Para lograrlo, es necesario implementar nuevas tecnologías que optimicen el ahorro de energía de los diferentes equipos electrónicos que se encuentran dentro del edificio municipal, lo cual permite el avance tecnológico hacia la constitución de edificios autosustentables.

La evaluación de la eficiencia energética eléctrica realizada en el edificio municipal de San Pedro la Laguna, Sololá, expresa que las áreas de mayor consumo energético dentro del edificio municipal son: Dirección de Gestión Ambiental municipal con un consumo de 105.09 Kwh/mes, Secretaría municipal con 104.89 Kwh/mes, Tesorería municipal con 245.81 Kwh/mes y el área de control y monitoreo con 774.94 Kwh/mes; generando un 87% del consumo total del edificio municipal.

Con base en lo anterior surge la necesidad de generar una propuesta que integre de mejoras en el uso de la energía eléctrica para disminuir el consumo energético, reducir costos de pago del servicio y por consecuencia reducir las emisiones de dióxido de carbono emitidas.

Tomar acciones para lograr ciudades y comunidades sostenibles, involucra a todo el personal de la corporación municipal para ser responsables en la utilización de la energía eléctrica; así mismo, aplicar las políticas nacionales e internacionales de lucha contra el cambio climático para migrar hacia el nuevo modelo de

crecimiento sostenible de la sociedad evitando el derroche y el gasto de un recurso todavía optimizable.

IV. Responsables

➤ **Concejo Municipal:**

Aprobar los proyectos relacionados a la mejora de la eficiencia energética eléctrica del edificio municipal y aplicar las buenas prácticas del uso de la energía eléctrica.

➤ **Directores de dependencia**

Velar por el cumplimiento y aplicar las buenas prácticas del uso de la energía eléctrica.

➤ **Empleados municipales**

Aplicar las buenas prácticas del uso de la energía eléctrica.

➤ **Electricista municipal**

Aplicar el cambio de luminarias y equipos del edificio municipal.

V. Glosario

1. **Ahorro de energía:** Según la CFE (2018), menciona que: “El ahorro de energía, consiste en utilizar la energía de mejor manera. Es decir, con la misma cantidad de energía o con menos, obtener los mismos resultados. Esto se puede lograr a través del cambio de hábitos, del uso tecnologías más eficientes, o una combinación de ambos. (Párr.1)
2. **Balance energético:** es un método de análisis de la demanda y consumo de edificios a partir del balance de flujos energéticos (pérdidas y ganancias de energía) de una edificación en un periodo determinado. (López, F. 2006. Pág. 22)
3. **Dióxido de carbono (CO₂):** Es un gas es natural e inofensivo en pequeñas cantidades, es el principal gas de efecto invernadero que, en niveles altos puede ser peligroso para la salud.
4. **Eficiencia energética:** Según la Unión Europea (2018), en su política sobre eficiencia energética menciona que “Se refiere a la utilización de tecnologías que requieren una menor cantidad de energía para conseguir el mismo rendimiento o realizar la misma función”. (pág.1)
5. **Energía solar:** Es la energía que se obtiene mediante la captación de la luz o el calor del sol, transformada en energía química mediante paneles fotovoltaicos y se convierte directamente en electricidad.
6. **Equipos electrónicos:** Prácticamente todas las organizaciones en la actualidad cuentan con un gran número de computadoras y de otro tipo de equipos de uso en oficinas: impresoras, fotocopadoras, escáneres faxes, plotters, etc.
7. **Paneles solares:** Tecnología que permite convertir directamente la energía luminosa en energía eléctrica mediante el desplazamiento de electrones en dispositivos de estado sólido.

8. **Periodo simple de retorno a la inversión (PSRI):** Es un instrumento que permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial. (pymesfuturo, 2010. Párr. 3)
9. **Renovación de equipos electrónicos:** El término está asociado a la acción y efecto de renovar (volver algo a su primer estado, dejarlo como nuevo, reestablecer algo que se había interrumpido, sustituir una cosa vieja por otra nueva de la misma clase, reemplazar algo).

VI. ¿En qué consiste la eficiencia energética?

La eficiencia energética es importante ya que permite reducir la factura energética, emisiones de dióxido de carbono, obteniendo beneficios económicos y ambientales. (Organización Latinoamericana de Energía, 2016, párr.3)

Es posible reducir el consumo de energía eléctrica, invirtiendo en equipamiento eficiente con medidas de ahorro, por otro lado influye el estilo de vida, el cual, debe ser más sostenible.

La eficiencia energética propuesta dentro del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá, toma en cuenta las estrategias encaminadas hacia:

- Reducción de la demanda energética:

Esta permite progresar, de forma económica, hacia los objetivos de reducción del costo de energía e incrementando la seguridad energética dentro del edificio.

- Disminución de dióxido de carbono CO₂.

Esta permite progresar, de forma ambiental, reduciendo las emisiones de dióxido de carbono, contribuyendo a la mejora y preservación del ambiente.

- Uso de energías renovables

Las energías renovables son recursos que proporciona la naturaleza. Además, por su carácter autóctono contribuyen a disminuir la dependencia de los suministros externos.

- Aplicación de buenas prácticas de uso de la energía.

Una de las claves de la eficiencia energética es administrar los recursos energéticos de un modo hábil y eficaz, que incluya la aplicación de las buenas prácticas de uso de la energía.

VII. La importancia de ahorrar energía

Usar menos energía puede tener resultados positivos desde el punto de vista ecológico, financiero y personal, y el simple hecho de tratar de reducir el uso de energía aumenta la conciencia de un individuo sobre el medio ambiente y el efecto que todos tenemos en él.

El uso eficiente de los recursos conduce a un menor impacto en el medio ambiente, a menores costos operativos para las empresas y los hogares, y a una forma de vida más limpia y organizada para todos.



Figura 1 Eficiencia energética

VIII. Implementación de mejoras en la eficiencia energética de equipos

Las propuestas a continuación se basan en el consumo actual tomando en cuenta que los electrónicos consumen el 87% de la energía total. Esto debido a que la tecnología de los mismos es deficiente y por lo tanto necesitan mayor cantidad de energía para su funcionamiento.

Por otro lado el área de Control y Monitoreo, demanda mayor cantidad de energía, ya que, se mantiene en operación las veinticuatro horas del día, los treinta días del mes. Por ende se propone la implementación de paneles solares para abastecer dicha área.

8.1 Caracterización de equipos electrónicos.

Se identificaron las áreas de intervención por medio de gráficas analizando la demanda de energía eléctrica de cada tipo de equipo electrónico, realizando un inventario de equipos tomando en cuenta el modelo, potencia en watts, horas y días en los que son utilizados. Ver anexos.

Los equipos informáticos representan un 87% de la demanda energética. Por tal motivo es necesario la renovación de equipos de cómputo, en las áreas de Dirección de Gestión Ambiental Municipal, Tesorería Municipal y Secretaría Municipal.

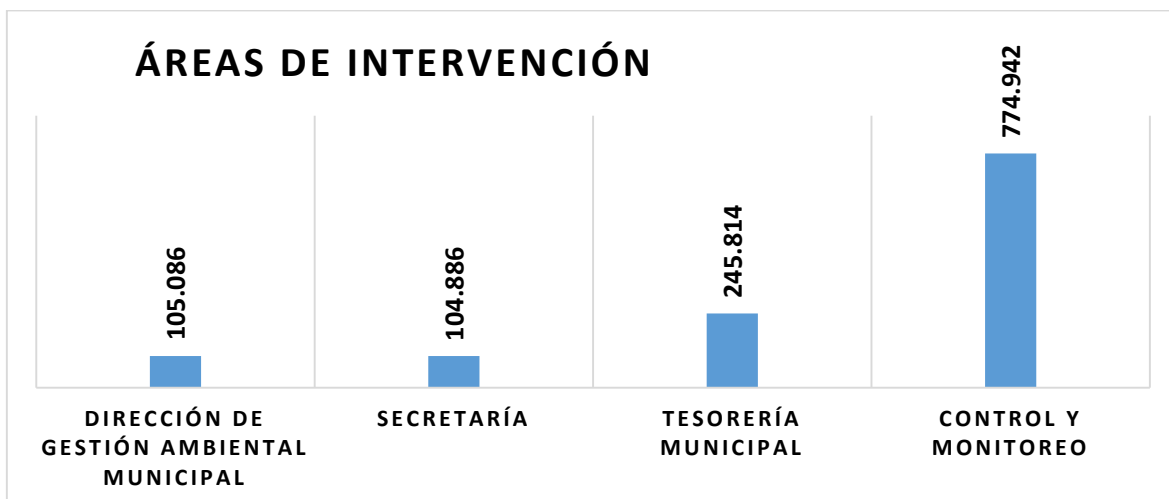


Figura 2 Resumen de la demanda actual de equipos.

En la figura anterior se muestran las áreas de mayor consumo de energía eléctrica en el edificio municipal, representado en Kwh/mes.

8.2 Propuesta de Renovación de equipos electrónicos

Para la renovación de equipos electrónicos es necesario adquirir por medio de la cotización realizada en Intelaf, computadoras eficientes que consumen mejor cantidad de watt en comparación de las que disponen en las áreas de Dirección de Gestión Ambiental Municipal, Tesorería Municipal y Secretaría Municipal actualmente:

Tabla 1 Especificaciones de equipos

Descripción	Cantidad	Ubicación
Monitor Led AOC 15.6" E1670SWU-E puerto USB	12	Dirección de Gestión Ambiental Municipal, Tesorería Municipal y Secretaría Municipal.
Procesador Intel i3 8100 8 generación 3.6ghz 6mb cache LGA 1151 CAJA	12	
Disco duro interno 1TB seagate barracuda sata3 6gbps 7200rpm sin cable	12	
Mboard asus prime h310m-e r2 8ta gen lga 1151 2xddr4	12	
Memoria marca Kingston hypeerx ddr4 4gb 2400mhz cl15 dimm	12	
Fuente de poder evga 400w atx 12v 100-n10400-11	12	
Case xtech atx negro xtq-200 con fuente 230w	12	

	<div style="background-color: #4CAF50; color: white; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;"> VS </div>	
<h3>Monitor</h3>		<h3>Monitor LED</h3>
<ul style="list-style-type: none"> • Modelo: AOC 185LM0019 • Tipo de conexión: Cable por medio de corriente • Potencia: 120 W • Requiere fuente de energía externa. 		<ul style="list-style-type: none"> • Modelo: AOC 15.6" E1670SWU-E • Tipo de conexión: Cable USB • Potencia: 7 W • No requiere fuente de energía externa.

Figura 3 Características del monitor

	<div style="background-color: #4CAF50; color: white; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;"> VS </div>	
<h3>Case</h3>		<h3>Case</h3>
<ul style="list-style-type: none"> • Modelo: Emachines T3624 • Tipo de conexión: Cable por medio de corriente • Potencia: 150 W 		<ul style="list-style-type: none"> • Modelo: xtech atx negro xtq-200 • Tipo de conexión: Cable por medio de corriente • Potencia: 140 W • Mejor calidad de software. • Mejor calidad de los sistemas de documentación.

Figura 4 Características del case

8.2.1 Demanda actual:

A continuación se presenta la figura dos, la cual enmarca el consumo actual de las fuentes de consumo del edificio municipal, las dependencias identificadas para cambios de equipos son: Dirección de Gestión Ambiental Municipal, Tesorería Municipal y Secretaría Municipal.

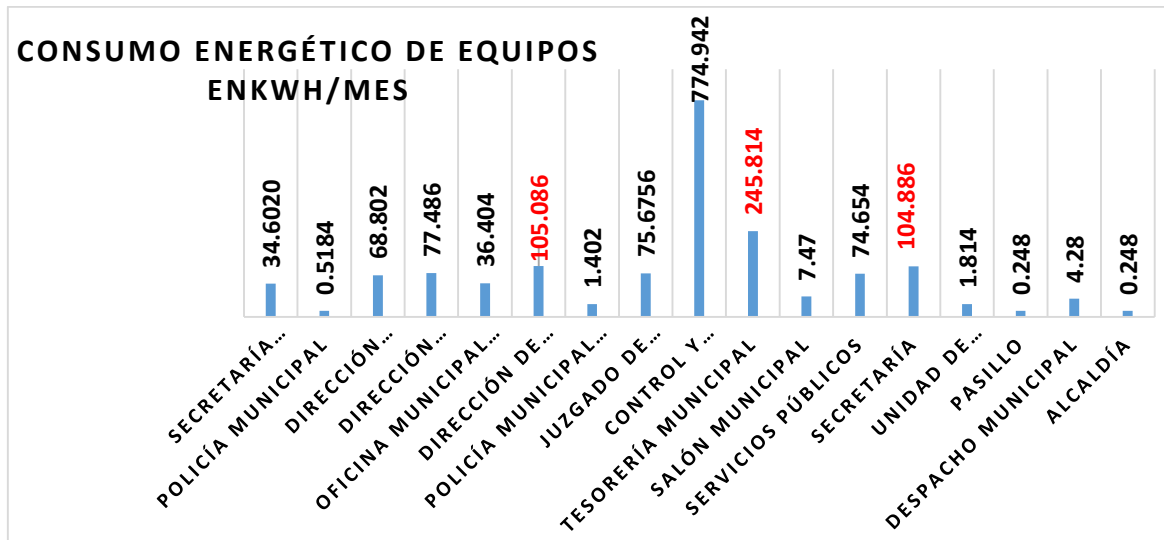


Figura 5 Consumo energético de equipos

La demanda actual de fuentes de consumo del edificio municipal de San Pedro la Laguna, Sololá es de 1,614.332 Kwh/mes.

8.2.2 Ahorro de la demanda actual y con renovación de equipos electrónicos:

$1614.33 \text{ kwh/mes} - 652.19 \text{ Kwh/mes} = 952.14 \text{ kwh/mes}$

El ahorro de consumo energético para el edificio municipal es de 952.14 kWh/mes, disminuyéndolo en un 59.60%.

8.2.3 Ahorro económico:

Se procedió a realizar el cálculo del ahorro económico utilizando la siguiente fórmula:

Consumo actual en Kwh/mes* precio actual de la tarifa del
Kilowatts

Pago actual: 1614.33 Kwh/mes * 2.178483 (Q./Kwh) = Q.3516.79

Actualmente la municipalidad de San Pedro La Laguna, paga mensualmente la cantidad de Q. 3516.79 por el consumo de equipos.

Pago proyectado: 652Kwh/mes * 2.178483 (Q./Kwh) = Q.1420.37

Beneficio económico: Q. 3516.794 – Q. 1420.37 = Q. 2,096.12 mensuales

Al implementar el cambio de equipo la municipalidad obtendría un beneficio económico de Q. 2096.12 mensuales, sumando una cantidad anual de Q. 25153.48.

8.2.4 Periodo simple de retorno a la inversión:

Se utilizó la siguiente fórmula:

PSRI= Inversión/ahorro económico

Tabla 2 Inversión inicial para renovación de equipos

Descripción	Precio/U	Cantidad	Total
Monitor Led AOC 15.6" E1670SWU-E puerto USB	Q. 594.0	12	Q. 79128.0
Procesador Intel i3 8100 8 generación 3.6ghz 6mb cache LGA 1151 CAJA	Q. 1313.0	12	Q. 4289.87
Disco duro interno 1TB seagate barracuda sata3 6gbps 7200rpm sin cable	Q. 427.0	12	Q. 999.95
Mboard asus prime h310m-e r2 8ta gen lga 1151 2xddr4	Q. 667.0	12	Q.8004.0
Memoria marca Kingston hypeerx ddr4 4gb 2400mhz cl15 dimm	Q. 234.0	12	Q. 2808.0

Fuente de poder evga 400w atx 12v 100-n10400-11	Q.453.0	12	Q. 5436.0
Case xtech atx negro xtq-200 con fuente 230w real	Q. 302.0	12	Q. 3624.0
Descuento por pago únicamente en efectivo.	-Q.3352.0	1	-Q.3352.0
Total			Q.44528.0

Nota: Con base en cotización realizada en la ciudad de Mazatenango, Suchitepéquez.

La tabla 2 es el detalle de los costos de la inversión, describiendo lo que se instalará con la renovación de equipos, tomando en cuenta la tecnología. Los costos de los equipos se extrajeron de la cotización realizada adjunta en anexos (pág. 43)

PSRI= Q.44,528.00 / Q. 2,096.12 = 21.24 meses equivalente a 1.7 años sería el tiempo en el que la municipalidad de San Pedro La Laguna, recuperaría la inversión realizada.

8.2.5 Calculo de emisiones CO₂

Para la realización de los cálculos se utilizó la constante: 0.001070TonCO₂/mes

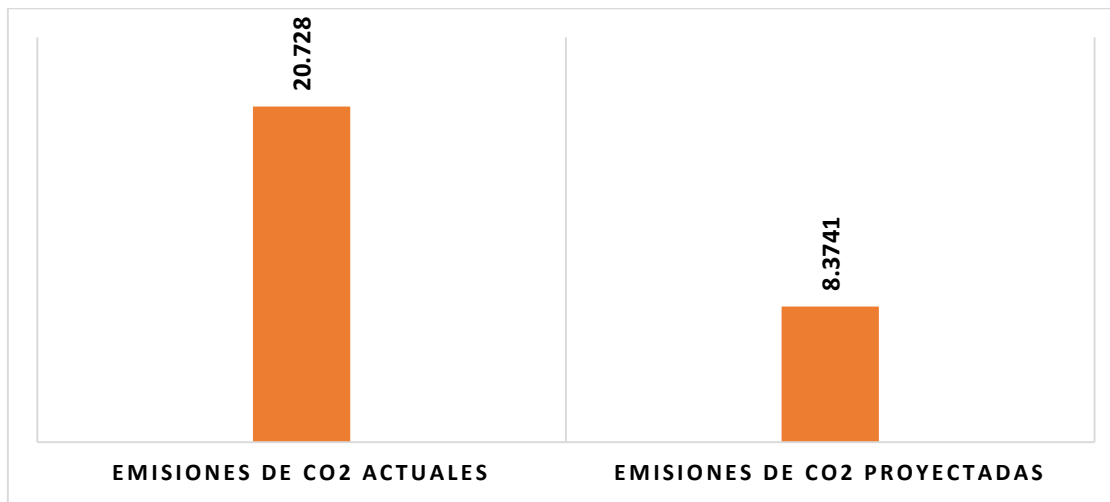


Figura 6 Emisiones de dióxido de carbono proyectadas

Al implementar la renovación de equipos electrónicos se emitiría 8.3741 TonCO₂ anuales. Lo cual lograría reducir las emisiones un 60% anualmente. Para realizar el cálculo de las emisiones de CO₂ se utilizó la constante de 0.001070 TonCO₂/kWh/mes, la cual es proporcionada por el Centro de Producción más Limpia (CP+L).

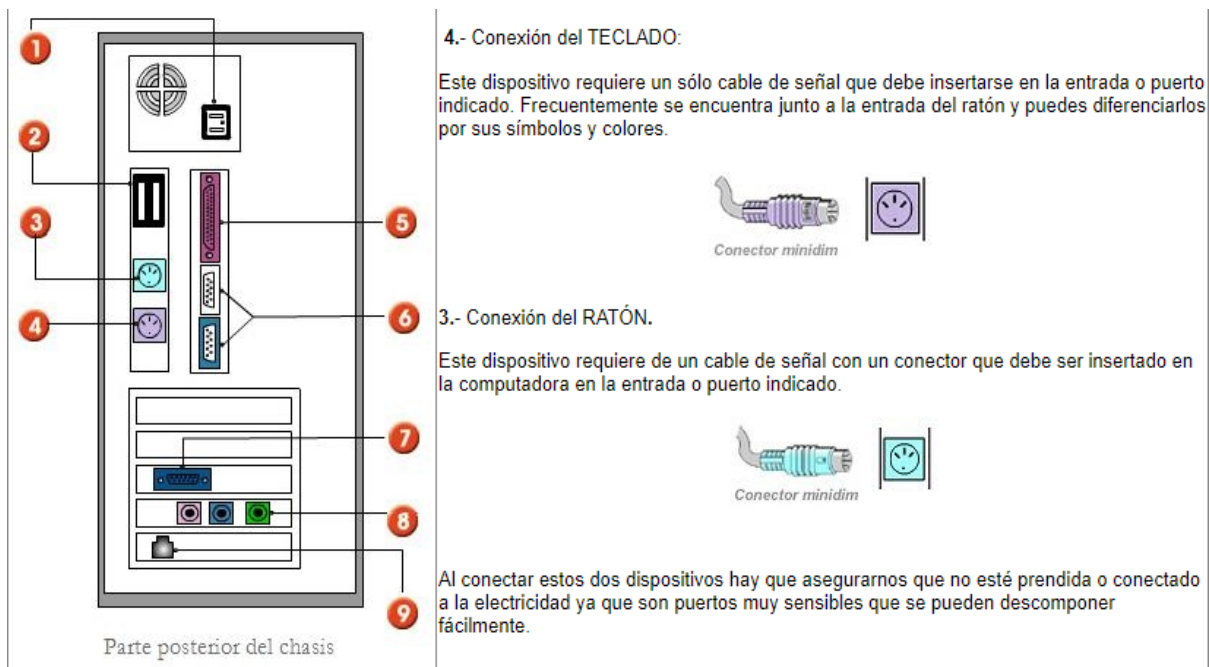
Tabla 3 Resumen de beneficios con la renovación de equipos electrónicos.

Ahorro de consumo (kWh/mes)	Beneficio económico mensual (Q.)	Periodo simple de retorno a la inversión (años)	Reducción de emisiones de dióxido de carbono (Ton CO ₂ anual)
952.142	2096.1230902	1.7	12.3539

8.3 Metodología

A continuación se presenta de forma gráfica y descriptiva la forma de renovar los equipos electrónicos.

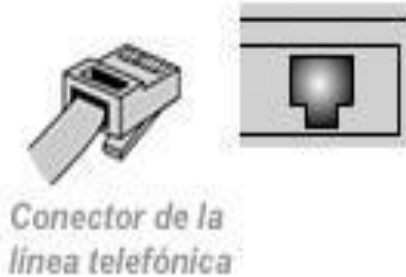
Paso 1. Una vez seleccionado el lugar adecuado, se procede a conectar cada uno de los elementos del equipo, siguiendo las siguientes recomendaciones:



Fuente: Delgado EluÍ, (2018)

Paso 2: Conexión del MÓDEM.

Actualmente las computadoras modernas traen el módem integrado y sólo requieren de una línea telefónica. (Delgado Eluí, 2018, párr.10)



Fuente: Delgado Eluí, (2018)

Paso 3: Conexión del monitor:

Se inserta en la entrada indicada del case por medio de un puerto USB



Fuente: Delgado Eluí, (2018)

Paso 4: Fuente de alimentación

Se recomienda conectar al final este dispositivo para evitar dañar a algún puerto o conector de la computadora.

“Como cualquier aparato electrónico, la computadora necesita energía eléctrica para su operación. Para tal efecto, el equipo cuenta con un cable de corriente, con un extremo a conectar en la fuente de alimentación que está en la parte posterior del case, y el otro directamente a la fuente de energía”. (Delgado EluÍ, 2018, párr.16)



Fuente: Delgado EluÍ, (2018)

8.3.1 Disposición de equipos electrónicos:

Los equipos electrónicos renovados serán donados al instituto IMEB DC “Luisa y Benjamín Paúl”. De esta forma se promoverá el desarrollo educativo del municipio.

8.3.2 Mantenimiento:

La eficacia de un equipo disminuye con las horas de utilización. Se debe limpiar con frecuencia. La corporación municipal deberá contratar a un técnico en electrónica digital y microprocesadores para darle mantenimiento interno a las computadoras e impresoras semestralmente.

El electricista municipal deberá realizarles mantenimiento a los equipos electrónicos mensualmente.

- Limpiar los teclados de las computadoras con ayuda de aire comprimido.
- Limpiar los case con espuma limpiadora y un paño limpio.
- Limpiar el monitor con espuma limpiadora y un paño limpio.
- Limpiar las impresoras con espuma limpiadora y un paño limpio.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo permite crear un ambiente propicio para el sistema conservar limpias las partes que componen una computadora. Usualmente las fallas que presentan los equipos son por la acumulación de polvo en los elementos internos, ya que éste actúa como aislante térmico. (Villón, 2009, pág. 1)

El calor que se genera por los componentes no puede dispersarse adecuadamente porque es atrapado en la capa de polvo.

Las partículas de grasa y aceite que pueda contener el aire del ambiente se mezclan con el polvo, creando una espesa capa aislante que refleja el calor hacia los demás componentes, con lo cual se reduce la vida útil del sistema en general. (Villón, 2009, pág. 4)

Para prolongar la vida útil del equipo es necesario realizar la limpieza con frecuencia.

8.3.3 Sensibilización al personal municipal:

Es importante impartir charlas sobre buenas prácticas de uso de la energía, semestralmente, involucrando a todo el personal del edificio. Esto permitirá formar una cultura de la eficiencia energética en la municipalidad. Se debe favorecer el acceso a documentación técnica sobre ahorro de energía.

La dirección de gestión ambiental municipal será la encargada de impartir y fomentar los siguientes temas:

- Importancia del ahorro de energía eléctrica en electrónicos.
- Ideas para ahorrar energía eléctrica

En las ideas para ahorrar energía eléctrica se encuentran las siguientes:

- Apagar los equipos cuando no se esté utilizando: ordenador, impresoras, UPS, etc.

- Para pausas cortas desconecte la pantalla de su pc: que es la responsable de la mayor parte del consumo energético. Ahorrará energía y evitará tener que reinicializar todo el equipo.
- Activar las funciones de ahorro energético: que para que el ordenador se apague de forma automática cuando detecta que no se está usando, pero asegúrese de comprobar que está bien programado.
- Utilizar el correo electrónico: para enviar y recibir información para evitar la utilización de impresoras.

Se recomienda imprimir el siguiente afiche y colocarlo en todas las oficinas del edificio municipal. (ver figura 7, pág. 19))



Figura 7 Afiche ideas para ahorrar energía

IX. Implementación de paneles solares para el área de control y monitoreo

Por la importancia en el consumo energético del edificio, se recomienda la implementación de paneles solares para abastecer el área de Control y Monitoreo del edificio municipal de San Pedro la Laguna, Sololá, el cual se especifica a continuación:

9.1 Demanda actual:

El área de control y monitoreo, funge la función de almacenar y analizar la información adquirida por medio de las cámaras de vigilancia que posee el municipio. Esta área posee equipos electrónicos como: monitores, cpu, ups, impresora, pantallas plamas, aire acondicionado y dvr.

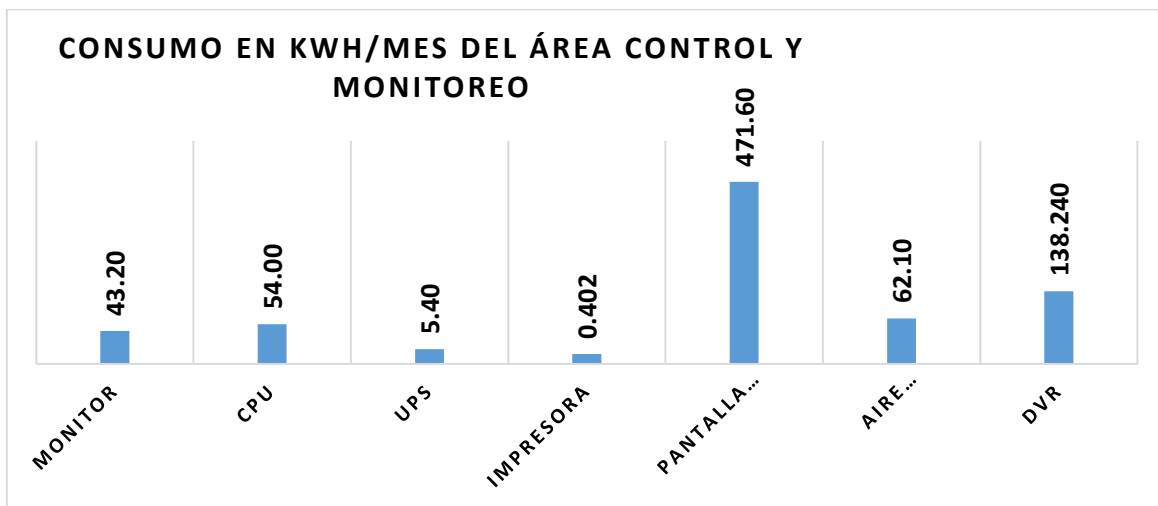


Figura 8 Consumo energético de control y monitoreo.

El área de control y monitoreo consume el 42% de energía eléctrica del consumo total de equipos; entonces, es necesario independizar esta área del suministro de energía central del edificio, colocándole su propio cortador.

La propuesta de implementación de paneles solares surge debido a que el área de Control y Monitoreo, posee equipos electrónicos que consumen una gran cantidad de watts al mes, por lo cual es necesario reducir el consumo de energía eléctrica, por lo tanto esta propuesta proyecta un consumo de 0kw/mes utilizando energía solar.

Tabla 4 Especificaciones de paneles solares

Cantidad	Descripción	Unidad
20	Panel solar marca AMERISOLAR origen chino, 330w	paneles
1	Inversor	inversores
20	Instalación	instalaciones
1	Sistema de monitoreo	unidad

9.1.2 Demanda con la implementación de paneles solares para el área de Control y Monitoreo:

A continuación se presenta la demanda energética actual que consume el área de control y monitoreo y el ahorro energético que se obtendría con la implementación de paneles solares.

El área de control y monitoreo se independizaría del sistema de distribución eléctrica que abastece al edificio municipal, colocándole su propio medidor de consumo eléctrico. Los paneles solares, funcionan por medio de la energía solar, conectados al sistema de distracción eléctrica, para prevenir escases de energía eléctrica por carencia de luz solar.

9.1.3 Ahorro de la demanda actual y con implementación de paneles solares:

$$774.94 \text{ kwh/mes} - 0\text{Kwh/mes} = 774.94 \text{ kwh/mes}$$

El ahorro de consumo energético para el edificio municipal es de 774.94 kWh/mes, disminuyéndolo en un 100%.

9.1.4 Ahorro económico:

Se procedió a realizar el cálculo del ahorro económico utilizando la siguiente fórmula:

Consumo actual en Kwh/mes* precio actual de la tarifa del Kilowatts

$$\text{Pago actual: } 774.94 \text{ Kwh/mes} * 2.178483 \text{ (Q./Kwh)} = \underline{\underline{\text{Q.1688.20}}}$$

Actualmente la municipalidad de San Pedro La Laguna, cancela en su factura mensual la cantidad de Q. 1688.20 por el consumo del área de control y monitoreo.

$$\text{Pago proyectado: } 0\text{Kwh/mes} * 2.178483 \text{ (Q./Kwh)} = \underline{\underline{\text{Q.0.00}}}$$

$$\text{Beneficio económico: } \text{Q. } 1,688.20 - \text{Q. } 0.00 = \underline{\underline{\text{Q. } 1,688.20 \text{ mensuales}}}$$

Al implementar el cambio de equipo la municipalidad obtendría un beneficio económico de Q. 1,688.20 mensuales, sumando una cantidad anualmente de Q. 20,258.38.

9.1.5 Periodo simple de retorno a la inversión:

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{PSRI} = \text{Inversión/ahorro económico}$$

Tabla 5 Inversión inicial de la implementación de paneles solares

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Unidad	Total
20	Panel solar marca AMERISOLAR origen chino, 330w	1428.57	paneles	28,571.43
1	Inversor	8997.39	inversores	8997.39
20	Instalación	537.71	instalaciones	10714.29

1	Sistema de monitoreo	1500	unidad	---
Total				Q.48283.11

Nota: Serrano, M. (2019) con base en cotización a la empresa TEISA, Mazatenango, Suchitepéquez.

PSRI= Q.48,283.11 / Q. 1688.20 = 28.60 meses equivalente a 2 años sería el tiempo en el que la municipalidad de San Pedro La Laguna, recuperaría la inversión realizada.

9.1.6 Calculo de emisiones CO₂

Con la implementación de paneles solares se reducirían el 100% de las emisiones de CO₂, lo que favorece al cuidado del medio ambiente.

Tabla 6 Resumen de beneficios con la renovación de equipos electrónicos.

Ahorro de consumo (kWh/mes)	Beneficio económico mensual (Q.)	Periodo simple de retorno a la inversión (años)	Reducción de emisiones de dióxido de carbono (Ton CO ₂ anual)
774.94	1,688.20	2	100%

9.2 Metodología:

A continuación se presenta de forma gráfica y descriptiva la forma de llevar a cabo la implementación de paneles solares para el área de control y monitoreo. Tesorería municipal deberá solicitar a ENERGUATE la colocación de un contador de energía eléctrica para ésta área.

9.2.1 Instalación

Paso 1: Contactar a la empresa TEISA, ubicada en Lote 1A Sector 2 de Granjas La Primavera, 10001- Mazatenango, Suchitepéquez.

Paso 2: Presentar la cotización del proyecto de implementación de paneles solares para el área de Control y Monitoreo a dicha empresa.

Paso 3: El personal de limpieza municipal debe limpiar el área del techado de la cancha municipal para la instalación de los paneles solares, (utilizar equipo de protección personal como: arnés y cascos).

Paso 4: La empresa TEISA, se encargará de ingeniería, diseño, mano de obra y los materiales para la instalación física y eléctrica de los paneles solares, inversores y tierra física.

Paso 5: La empresa TEISA colocará un flipón con su caja, tubería para instalación de cables adecuados, tierra para protección del sistema, una varilla y cable, estructura para paneles solares.

Paso 6: La empresa TEISA, realizará los trámites y documentación necesaria para la aprobación de la instalación del sistema ante EEGSA y ENERGUATE.

Paso 7: La empresa TEISA, capacitará al encargado del área de Control y Monitoreo, sobre el sistema de monitoreo de los paneles vía internet de forma gratuita.



Fuente: Alamy (2020)

9.2.2 Mantenimiento:

La empresa TEISA, capacitará al electricista municipal para limpieza y mantenimiento de los paneles solares la cual debe hacerse tres o cuatro veces al año para garantizar la vida útil de estos la cual es de 20 años.

Para darle mantenimiento a los paneles solares es necesario:

- Utilizar equipo de protección personal como: arnés y casco.
- Limpiar los paneles solares utilizando una esponja suave con agua y una pequeña cantidad de jabón. No se recomienda utilizar detergentes o materiales de limpieza ásperos, ya que se podría dañar la superficie del panel permanentemente.
- Se debe aclarar el panel con abundantemente agua sin dejar restos de jabón.
- Secar los paneles solares por medio de un limpia parabrisas o paño.



Fuente: Alamy (2020)

X. Mejoras en la eficiencia energética en iluminación

Actualmente el edificio municipal posee un sistema de iluminación 100% LED, brindando un sinnúmero de ventajas como por ejemplo: el bajo consumo de energía, alta eficacia, larga duración, encendido instantáneo, fácil control óptico luminarias, son compactas, resistentes; y sobre todo son amigables con el ambiente.

A continuación se describen recomendaciones en función de la mejora en la eficiencia energética en iluminación del edificio municipal:

10.1 Caracterización de lámparas

El edificio municipal posee una demanda actual por luminarias de 142.866 Kwh/mes y al año 1,714.392Kwh/mes, en anexos se detalla el consumo por oficina del edificio municipal. Ver anexos.

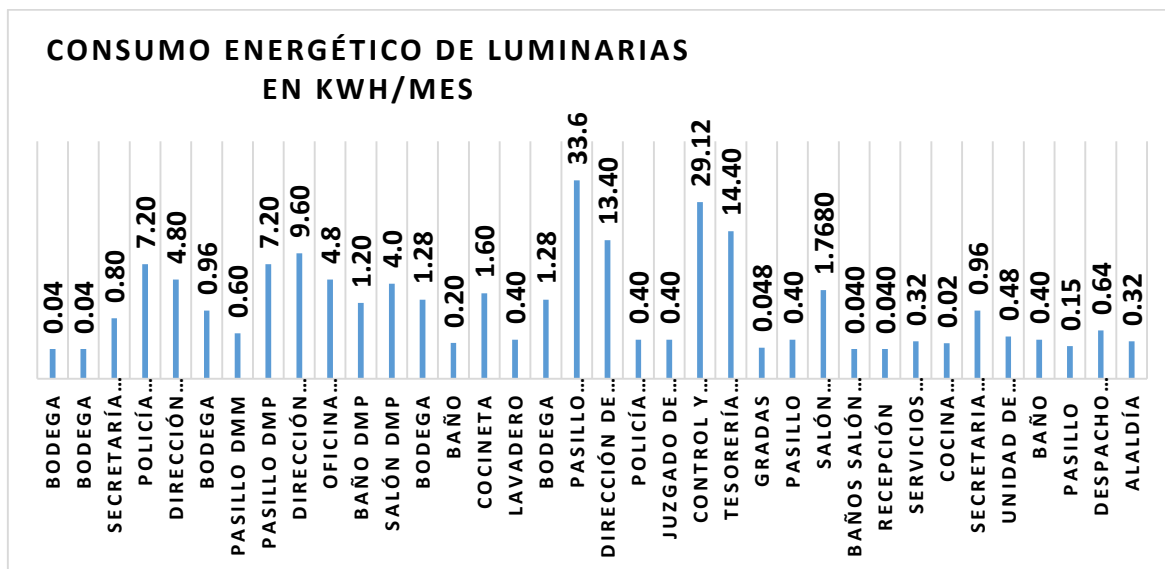


Figura 9 Consumo energético de lámparas.

En la figura 7, se presenta el consumo de la demanda actual de las luminarias, en el primer nivel del edificio, las luminarias se utilizan mayor cantidad de horas debido a la infraestructura del mismo; ya que, carece de iluminación natural para abastecer las dependencias de este sitio. Por otro lado el segundo nivel posee mayor iluminación natural, por lo tanto las horas de utilización de las luminarias disminuye.

El edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá, posee un 100% de luminarias con tecnología tipo led, producen una pérdida mínima por calor y ahorran energía un ahorro económico evidente en la factura de la luz ya que consume hasta un 85 % menos que la iluminación tradicional.

10.2 Recomendaciones en lámparas

Debido a que el edificio municipal actualmente ya posee un sistema de iluminación 100% LED, surgen las siguientes recomendaciones para aumentar la eficiencia energética en el uso de éstas lámparas, las cuales se presentan a continuación.

10.2.1 Aprovechamiento de luz natural:

Luz natural es caracterizada por la cualidad de reproducir bien los colores, con esto evita la fatiga visual y contribuye a la comodidad en el trabajo. Tomando en cuenta las variaciones de esta es necesaria la complementación con alumbrado artificial en las áreas del primer nivel del edificio municipal, así como en la Dirección de Gestión Ambiental Municipal para mayor confort del personal.



Fuente: La voz (2018)

10.2.2 Zonificar el nivel de iluminación:

La zonificación de niveles de iluminación consiste en colocar lámparas que emitan la cantidad de lux necesarios según las tareas que se realicen en cada área.

Se deben zonificar las áreas de trabajo en base a la Norma Europea EN 12464-1 (2002) sobre iluminación en lugares de trabajo en donde dictamina los lux que debe poseer el área de trabajo.

Tareas	Lux
Áreas trabajo en general	300
Áreas trabajo intermedio	500
Áreas trabajo fino	1000
Trabajos ultraprecisión	1500
Áreas de circulación	100
Baños y servicios	100
Diseño técnico	750
Oficinas	500
Procesos automáticos	200
Almacenes	200
Archivo	200
Reparación, inspección	500

Fuente: Norma Europea EN 12464-1 (2002)

La iluminación en oficinas debe cumplir con tres propósitos:

- Aportar seguridad
- Proporcionar confort
- Crear un ambiente armónico para contribuir a la productividad de la municipalidad

Por tal motivo es necesaria la zonificación lumínica de las áreas del edificio municipal:

Tabla 7 Zonificación lumínica

Área del edificio	Lux	Observaciones
Primer nivel	300	Verificar en la ficha técnica de la lámpara led que posea éstos lux, sino fuese así deberán cambiar las lámparas que cumplan con esta
DIGAM	500	

Segundo Nivel	300	característica sin bajar la calidad de las lámparas que están colocadas actualmente.
Pasillos	100	

Nota: Serrano M. (2019), Con base en Norma Europea EN 12464-1 (2002)

10.2.3 Elección de tipo de lámpara:

Es necesario conocer bien las características al elegir el tipo de lámpara. La cual, sea la más rentable, eficiente y consuma menos energía, pero que a su vez brinde un excelente confort para la vista de los empleados.



Fuente: Alamy (2020)

El esquema que vas a seguir para la elección de lámparas es el siguiente:

Para la elección de una lámpara es necesario verificar en la ficha técnica que esta cumpla con las siguientes características:

- Flujo luminoso: es necesario que las lámparas posean un flujo luminoso de 3,600 lúmenes.
- Eficacia luminosa: la eficiencia luminosa de las lámparas debe ser de 90 Lm/w, debido a que es la que actualmente se poseen en las lámparas utilizadas en el edificio municipal.
- Reproducción cromática. La reproducción cromática es muy importante, por tal motivo, las lámparas deben poseer un índice de reproducción cromática de 80-90.

- Temperatura de color: Las lámpara deben de reflejar un color de la luz blanco neutro, para mayor confort de la vista, es por ello que deben poseer: 3.300 a 5.000 °K
- Vida media y útil: Es el número de horas de utilidad de las lámparas es necesario elegir una lámpara que tenga 50.000 horas de utilidad.

Tabla 8 Descripción de luminarias led

Tipo de lámpara	Ventajas	Desventajas	Uso
LED	*Excelente eficacia luminosa. *Buena reproducción cromática. *Pequeñas dimensiones. *Larga vida. *Bajo consumo. *Alta resistencia contra golpes. *Alta eficacia en colores. *Luz direccionable. *Vida media: 50.000 horas	*Sensibilidad contra subidas de tensión. *Sensibilidad a calentamientos.	Alumbrado interior y exterior

10.2.4 Mantenimiento:

Con el paso del tiempo, la suciedad que se va depositando sobre las ventanas, lámparas y superficies que forman las salas, unido a la disminución de flujo luminoso que experimentan las lámparas a lo largo del tiempo, hace que el nivel inicial de iluminación que se disfrutaba en ellas, descienda sensiblemente. Por lo tanto, se debe dar mantenimiento con frecuencia a las luminarias.



Fuente: Alamy (2020)

El electricista municipal deberá realizarle mantenimiento a las lámparas trimestralmente.

- Utilizar equipo de protección personal como: Guantes aislantes y casco.
- Limpiar la parte externa de la lámpara con un paño humedecido con alcohol. Con uno seco puede retirar el polvo.
- Limpiar las lámparas con un paño seco.
- Verificar que el interruptor se mantenga estable. Si empieza a centellear es posible que requiera cambiarlo.
- Revisar el cableado, verificando que no posea cables sin protección de aislamiento.

10.2.5 Sensibilización al personal municipal:

Es importante impartir charlas sobre buenas prácticas de uso de la energía, semestralmente, involucrando a todo el personal del edificio. Esto permitirá formar una cultura de la eficiencia energética en la municipalidad. Se debe favorecer el acceso a documentación técnica sobre ahorro de energía.

Tabla 9 Recomendaciones para la optimización del uso de lámparas

Lámparas	
Actividad	Recomendación
Apagar las luminarias cuando no se necesiten	Es recomendable que al salir de cada área de trabajo se apaguen las lámparas para evitar el consumo energético innecesario.
Aprovechar la luz natural	Evitar encender las luces cuando hay luz natural, aprovechar la luz natural es una solución viable, ya que no genera costos económicos y no contamina el ambiente.
Limpiar las lámparas	Se recomienda limpiar periódicamente las lámparas para alargar la vida útil de estas.

Se recomienda imprimir el siguiente afiche y colocarlo en todas las oficinas del edificio municipal; así como, en pasillos, baños y salón municipal.



Figura 10 Afiche ahorro de energía en lámparas

XI. Referencias bibliográficas

1. Centro guatemalteco de Producción más Limpia CGP+L (2010). Guía práctica de eficiencia energética en el sector público guatemalteco. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
2. Comisión Europea. (2018). *Eficiencia energética*. Obtenido de Política Eficiencia Energética:
https://www.camara.es/sites/default/files/generico/steep_training_material_for_smes_spanish_0.pdf
3. Comisión Federal de Electricidad. (2011). Ahorro energético. México. Obtenido de:
<https://www.cfe.mx/CFEAmbiental/Paginas/AhorroEnerg%C3%ADa.aspx>
4. Figueroa Clemente, D. M. (2008). *“Evaluación de la capacidad de sumidero de CO₂ de la vegetación arbórea y arbustiva susceptible de ser utilizada en la red de carreteras de Andalucía. Generación de un modelo estacional de funcionamiento de sumideros y aplicación a un caso práctico”*. Obtenido de Consejería de Obras Públicas y Transportes Junta de Andalucía Universidad de Sevilla:
https://www.aopandalucia.es/inetfiles/agencia_estructura/2162016134737.pdf
5. López Plazas, Fabian (2006). Balance energético. Obtenido de:
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6122/TFLP1de2.pdf?sequence=31&isAllowed=y>
6. Organización Latinoamericana de Energía. (2016). *Eficiencia energética*. Obtenido de <http://www.olade.org/eficiencia-energetica/>
7. Trinidad, J. F. (2014). *Eficiencia energética*. Obtenido de Diseño de investigación para implementación de un sistema de eficiencia energética en los equipos y la luminaria del restaurante burger king ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala en el período 2013 a 2014:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0818_M.pdf
8. Universidad de Concepción. (2007). *Eficiencia energética*. Obtenido de Consejos para la eficiencia energética: <http://www2.udec.cl/matpel/wmat/wp-content/uploads/Eficiencia-energetica.pdf>

XII. Anexos

Tabla 10 Demanda energética actual de equipos del primer nivel.

Ubicación	Tipo de fuente	Modelo	Cantidad	Horas de uso/día	Días / mes	Demanda / Potencia (Watts)	KWh/mes	KWh/año	Emisiones CO2 mensual	Emisiones de CO2 anual
Secretaría municipal de protección de la Niñez y Juventud	Monitor	AOC 185LM0019	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	CPU	Emachines T3624	1	6	20	150	18.0000	216	0.01926	0.23112
	UPS	Forza Nt-501	1	6	20	15	1.8000	21.6	0.001926	0.023112
	Impresora	EPSON L380 C462H	1	2	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
Policia Municipal	Lector de Huellas	TPC&R5485	1	24	30	0.72	0.5184	6.2208	0.00055469	0.00665626
Dirección Municipal de la Mujer	Monitor	Samsung 9435NXPLUS	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	CPU	Emachines T3624	2	6	20	150	36.0000	432	0.03852	0.46224
	UPS	Forza Nt-501	2	6	20	15	3.6000	43.2	0.003852	0.046224
	Impresora	EPSON L380 C462H	1	2	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
	Monitor	ADC 185LM0019	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
Dirección Municipal de Planificación	Monitor	HP Parillon No. 23-G2211A	2	6	20	120	28.8000	345.6	0.030816	0.369792
	Computadora	Laptop Dell P66F	1	2	20	35	1.4000	16.8	0.001498	0.017976
	CPU	Brocs 1501	2	6	20	150	36.0000	432	0.03852	0.46224
	Impresora	EPSON L210 C462H	3	2	20	0.402	1.2060	14.472	0.00129042	0.01548504
	UPS	Forza Nt-501	2	6	20	15	3.6000	43.2	0.003852	0.046224
	Rauter	TL-SF1016D	1	24	30	4.5	3.2400	38.88	0.0034668	0.0416016
		TL-W4701ND	1	24	30	4.5	3.2400	38.88	0.0034668	0.0416016
Oficina Municipal de Agua y Saneamiento	Monitor	ACER V206HQL	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	Computadora	Laptop Dell P66F	1	2	20	35	1.4000	16.8	0.001498	0.017976
	Impresora	EPSON L575 C463C	2	2	20	0.402	0.8040	9.648	0.00086028	0.01032336
	CPU	Brocs 1501	1	6	20	150	18.0000	216	0.01926	0.23112
	UPS	Forza Nt-501	1	6	20	15	1.8000	21.6	0.001926	0.023112
Dirección de Gestión Ambiental Municipal	Monitor	AOC LM742	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		HP L4523A	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		DELL 5V11JJ2	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	CPU	Emachines T3624	3	6	20	150	54.0000	648	0.05778	0.69336
	UPS	Forza Nt-501	3	6	20	15	5.4000	64.8	0.005778	0.069336
	Impresora	EPSON L380 C462H	3	2	20	0.402	1.2060	14.472	0.00129042	0.01548504
	Teléfono	EL52103	1	8	20	8	1.2800	15.36	0.0013696	0.0164352
Policia Municipal de Tránsito	Computadora	HP G1-20121a	1	2	10	35	0.7000	8.4	0.000749	0.008988
	UPS	Forza Nt-501	1	2	10	15	0.3000	3.6	0.000321	0.003852
	Impresora	CANON k10431	1	1	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
Juzgado de Asuntos Municipales	Monitor	Hacer V206HQL	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		Lenovo 111390-11	2	6	20	0.29	0.0696	0.8352	7.4472E-05	0.00089366
	Computadora	Laptop HP	1	2	20	150	6.0000	72	0.00642	0.07704
	CPU	Brocs 1501	3	6	20	150	54.0000	648	0.05778	0.69336
	Impresora	EPSON L575 C463C	1	3	8	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L3110 C634D	2	3	20	0.402	0.8040	9.648	0.00086028	0.01032336
Control y Monitoreo	Monitor	Benq GL950-BA	1	6	30	120	21.6000	259.2	0.023112	0.277344
		AOC 156LM00006	1	6	30	120	21.6000	259.2	0.023112	0.277344
	CPU	Emachines T3624	2	6	30	150	54.0000	648	0.05778	0.69336
	UPS	Forza Nt-501	2	6	30	15	5.4000	64.8	0.005778	0.069336
	Impresora	EPSON L210 C462H	1	1	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
	Pantalla plásma	Samsung 55"	5	24	30	131	471.6000	5659.2	0.504612	6.055344
	Aire acondicionado	ComfortStar	1	3	30	690	62.1000	745.2	0.066447	0.797364
	DVR		1	24	30	192	138.2400	1658.88	0.1479168	1.7750016

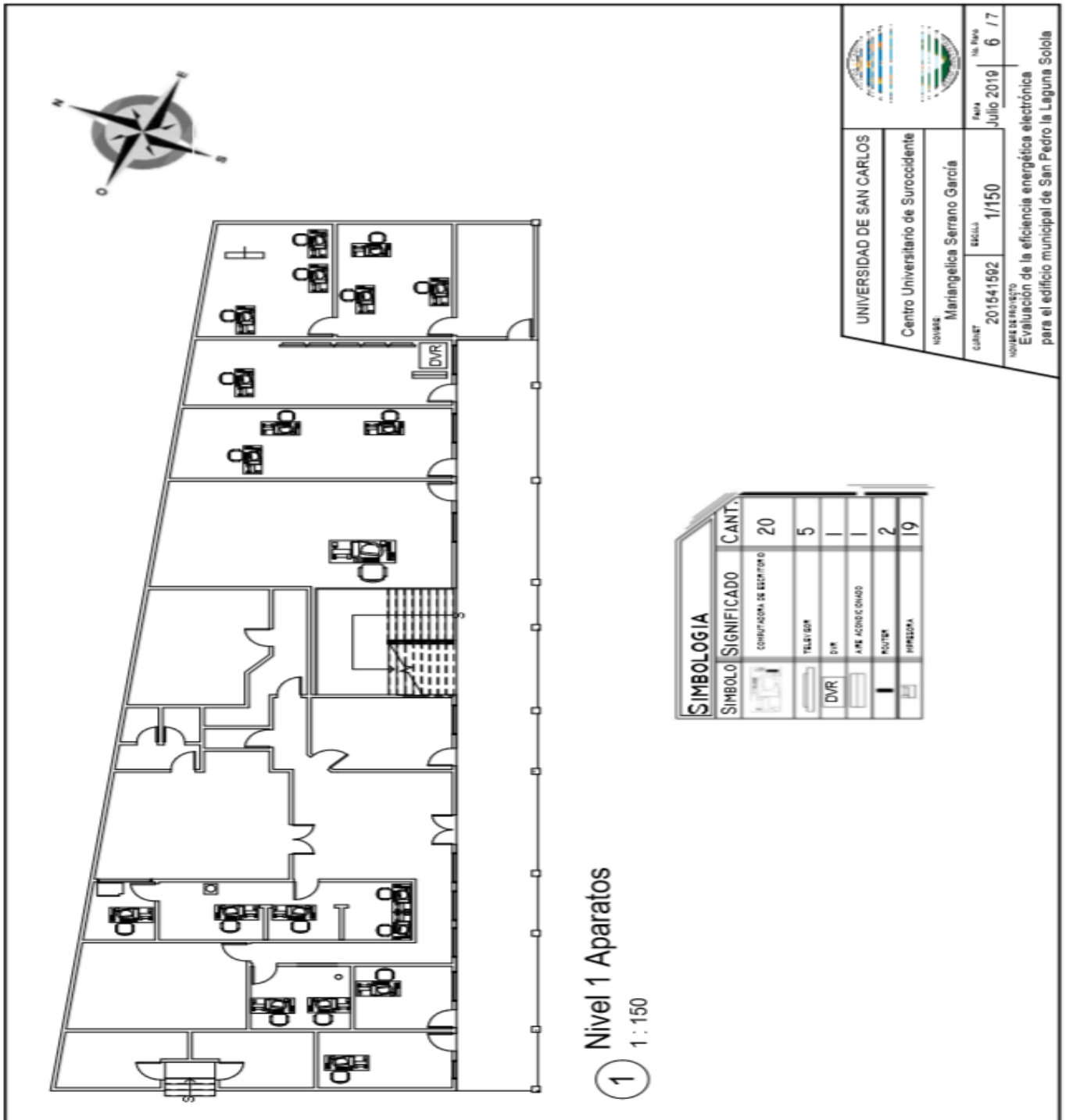


Figura 11 Plano de equipos electrónicos del primer nivel del edificio municipal

Tabla 11 Demanda energética actual de equipos del segundo nivel del edificio municipal.

Ubicación	Tipo de fuente	Modelo	Cantidad	Horas de uso/día	Días / mes	Demanda / Potencia (Watts)	KWh/mes	KWh/año	Emisiones CO2 mensual	Emisiones de CO2 anual
Tesorería Municipal	Monitor	AOC 185LM00018	2	6	20	120	28.8000	345.6	0.030816	0.369792
		ACER V206HQL	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		DELL E1916HF	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		Samsung S19D300NY	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		LG W193SS	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	CPU	Emachines T3624	6	6	20	150	108.0000	1296	0.11556	1.38672
	UPS	Forza Nt-501	7	6	20	15	12.6000	151.2	0.013482	0.161784
	Impresora	EPSON L380 C462H	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L220 C462H	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L210 C462H	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON LX-350 PA71A	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON LX300II P170B	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L575 C463C	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L355 C462J	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
Central telefónica	KX-TES824	1	24	30	50	36.0000	432	0.03852	0.46224	
Salón Municipal	Proyector	EPSON	1	3	5	498	7.4700	89.64	0.0079929	0.0959148
Servicios públicos	Monitor	Compac W150A	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
		AOC LM742	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	CPU	Brocs 1501	2	6	20	150	36.0000	432	0.03852	0.46224
	UPS	Forza Nt-501	2	6	20	15	3.6000	43.2	0.003852	0.046224
	Impresora	EPSON L575 C463C	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L3110 C634D	1	3	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
Cafetera	West Bend 58036	1	1	5	1090	5.4500	65.4	0.0058315	0.069978	
Secretaría	Monitor	samsung 933SN	2	6	20	120	28.8000	345.6	0.030816	0.369792
		ACER V206HQL	1	6	20	120	14.4000	172.8	0.015408	0.184896
	CPU	Emachines T3624	3	6	20	150	54.0000	648	0.05778	0.69336
	UPS	Forza Nt-501	3	6	20	15	5.4000	64.8	0.005778	0.069336
	Impresora	EPSON L220 C462H	1	6	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L3110 C634D	1	6	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
		EPSON L380 C462H	1	6	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
Ventilador de techo	Luxlite	1	3	6	60	1.0800	12.96	0.0011556	0.0138672	
Unidad de información pública	Computadora	LAPTOP DELL Inspiron 15 6LLQJSJ2 2017	1	2	20	35	1.4000	16.8	0.001498	0.017976
	Impresora	EPSON L380 C462H	1	2	20	0.402	0.4020	4.824	0.00043014	0.00516168
	Despachador de agua	GXCF21E	1	2	5	1.2	0.0120	0.144	0.00001284	0.00015408
Pasillo	Pantalla plásma	LG 42PT353	1	1	2	124	0.2480	2.976	0.00026536	0.00318432
Despacho Municipal	Computadora	LAPTOP Toshiba C55-4583	1	2	8	35	0.5600	6.72	0.0005992	0.0071904
	Rauter	TL-WR841N	1	24	30	4.5	3.2400	38.88	0.0034668	0.0416016
	Ventilador de techo	Luxlite	1	2	4	60	0.4800	5.76	0.0005136	0.0061632
Alcaldía	Pantalla plásma	Samsung PS42C96HD	1	1	2	124	0.2480	2.976	0.00026536	0.00318432
Total							1614.332	19371.984	1.727	20.728

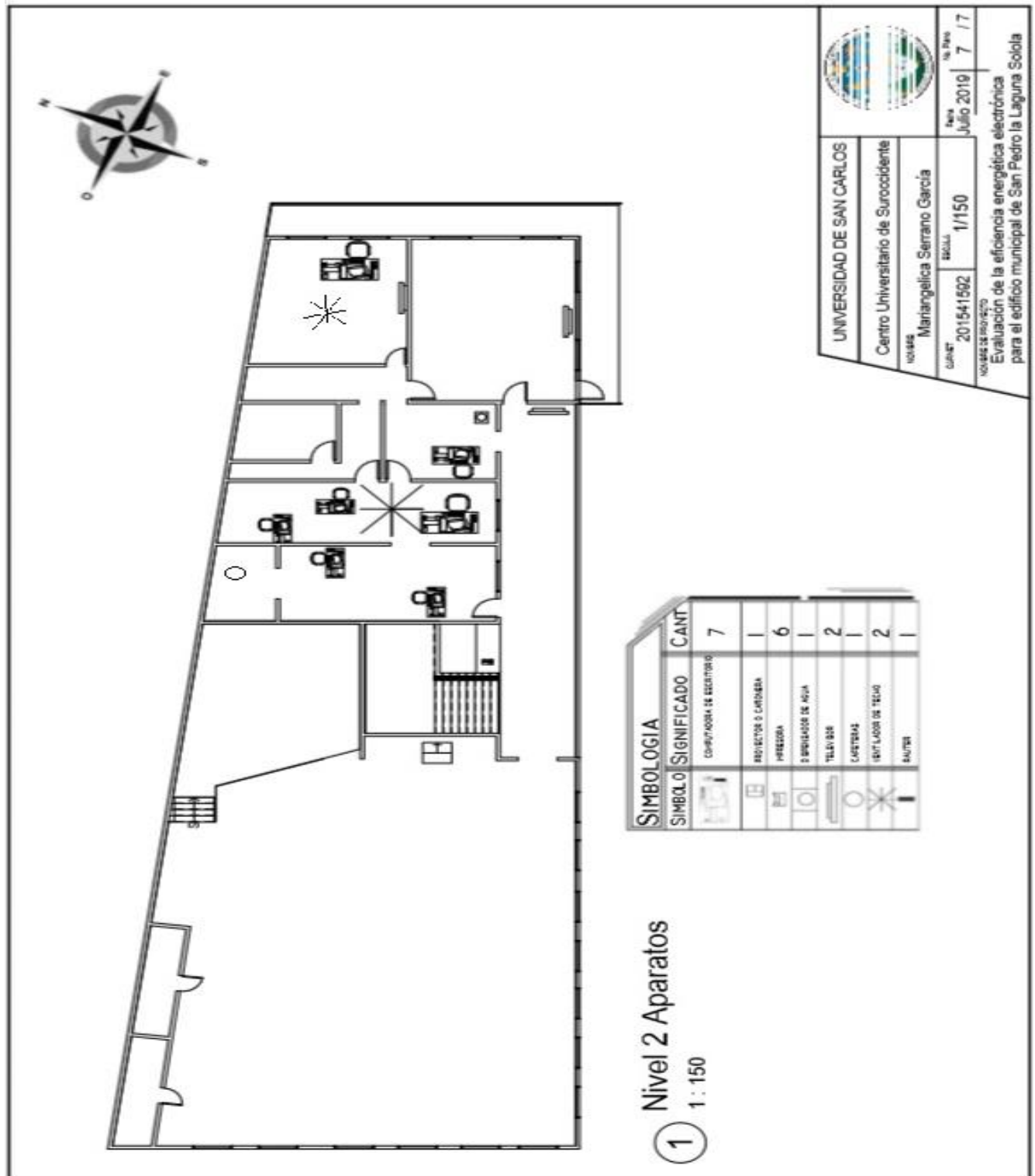


Figura 12 Plano de equipos electrónicos del segundo nivel del edificio municipal

Tabla 12 Demanda energética actual de lámparas del primer nivel del edificio municipal.

Ubicación	Cantidad	Clasificación	Horas de uso/día	Días/ mes	Potencia (Watts)	Flujo Luminoso (Lm)	Temperatura de color (K)	índice de rendimiento de color	Eficacia (lm/W)	KWh/mes	KWh/año	Emisiones de CO2 mensual	Emisiones de CO2 anual
Bodega	1	Bombilla tipo led de bulbo G	1	4	10	650	6500	80-88	98	0.0400	0.5	0.000043	0.000514
Bodega	1	Bombilla tipo led de bulbo G	1	4	10	650	6500	80-89	99	0.0400	0.5	0.000043	0.000514
Secretaría municipal de protección de la Niñez y Juventud	2	Bombilla tipo led de bulbo G	2	20	10	650	6500	80-90	100	0.8000	9.6	0.000856	0.010272
Policia Municipal	1	Tipo panel led modular	6	30	40	3600	6500	80	90	7.2000	86.4	0.007704	0.092448
Dirección Municipal de la Mujer	1	Tipo panel led modular	6	20	40	3600	6500	80	90	4.8000	57.6	0.005136	0.061632
Bodega	2	Bombilla grandre led	1	16	30	3000	6500	80-90	100	0.9600	11.5	0.001027	0.012326
Pasillo DMM	1	Bombilla led	3	20	10	650	6500	80-90	100	0.6000	7.2	0.000642	0.007704
Pasillo DMP	3	Tipo panel led modular	3	20	40	3600	6500	80	90	7.2000	86.4	0.007704	0.092448
Dirección Municipal de Planificación	2	Tipo panel led modular	6	20	40	3600	6500	80	90	9.6000	115.2	0.010272	0.123264
Oficina Municipal de Agua y Saneamiento	1	Tipo panel led modular	6	20	40	3600	6500	80	90	4.8000	57.6	0.005136	0.061632
Baño DMP	2	Espiral led	1	20	20	1100	6500	80	55	0.8000	9.6	0.000856	0.010272
	2	Bombilla led	1	20	10	650	6500	80-90	100	0.4000	4.8	0.000428	0.005136
Salón DMP	2	Tipo panel led modular	5	10	40	3600	6500	80	90	4.0000	48.0	0.004280	0.051360
Bodega	2	Tipo panel led modular	1	16	40	3600	6500	80	90	1.2800	15.4	0.001370	0.016435
Baño	1	Bombilla Led	1	20	10	650	6500	80-90	100	0.2000	2.4	0.000214	0.002568
Cocineta	1	Tipo panel led modular	2	20	40	3600	6500	80	90	1.6000	19.2	0.001712	0.020544
Lavadero	1	Tipo Bombilla led	2	20	10	650	6500	80-90	100	0.4000	4.8	0.000428	0.005136
Bodega	2	Tipo panel led modular	1	16	40	3600	6500	80	90	1.2800	15.4	0.001370	0.016435
Pasillo principal	5	Tipo panel led modular	8	21	40	3600	6500	80	90	33.6000	403.2	0.035952	0.431424
Dirección de Gestión Ambiental Municipal	2	Espiral led grande	6	20	50	3600	6500	80	66.66	12.0000	144.0	0.012840	0.154080
	1	Tipo bombilla led	1	20	10	650	6500	80-89	99	0.2000	2.4	0.000214	0.002568
	1	Tipo bombilla led	6	20	10	650	6500	80-90	100	1.2000	14.4	0.001284	0.015408
Policia Municipal de Tránsito	1	Tipo bombilla led	2	20	10	650	6500	80-90	100	0.4000	4.8	0.000428	0.005136
Juzgado de Asuntos Municipales	1	Tipo bombilla led	2	20	10	650	6500	80-90	100	0.4000	4.8	0.000428	0.005136
Control y Monitoreo	1	Tipo bombilla led	16	20	10	650	6500	80-90	100	3.2000	38.4	0.003424	0.041088
	2	T-2 led	24	30	18	1620	6500	80	90	25.9200	311.0	0.027734	0.332813

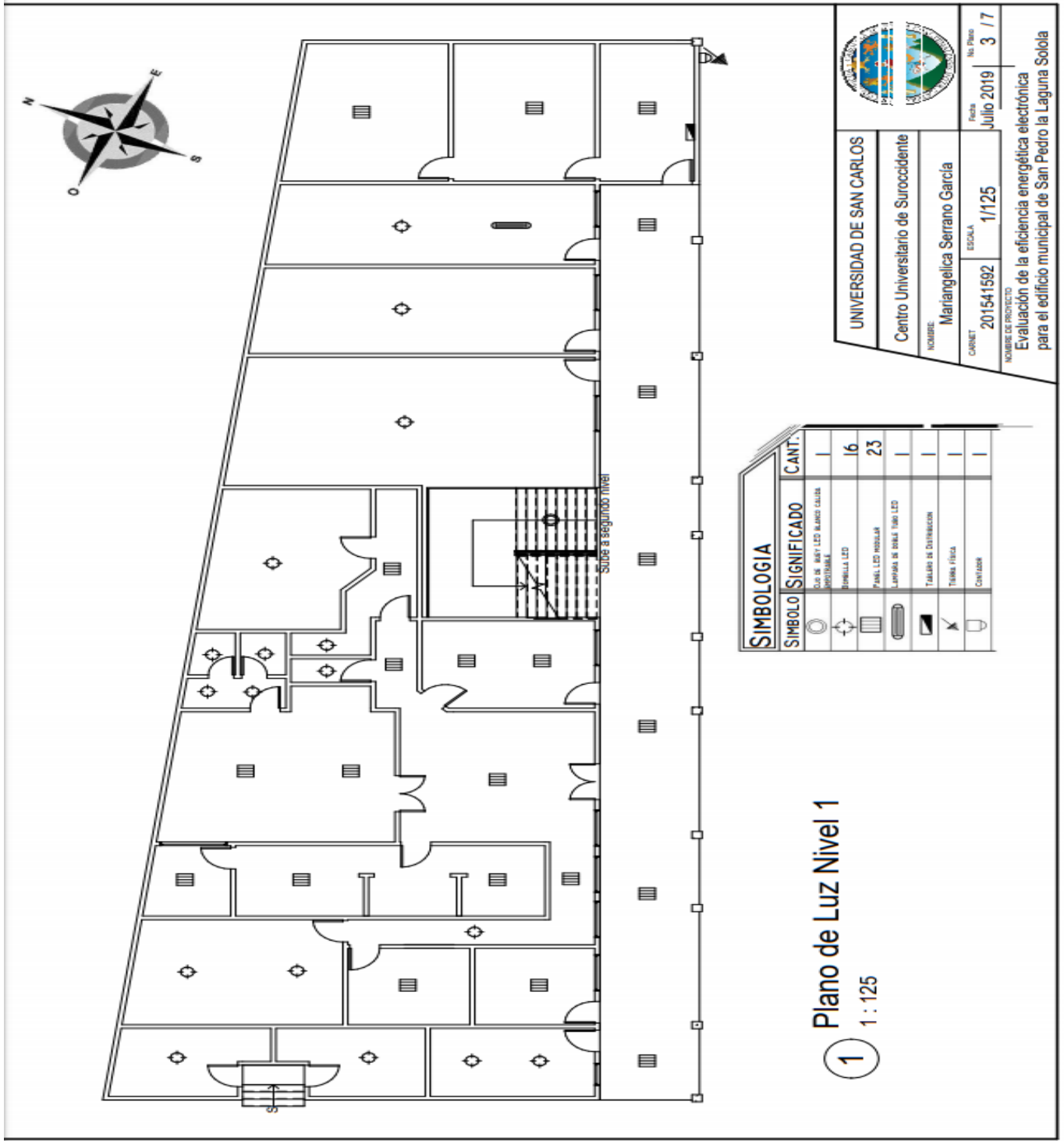


Figura 13 Plano de lámparas del primer nivel del edificio municipal

Tabla 13 Demanda energética actual de luminarias del segundo nivel del edificio municipal

Ubicación	Cantidad	Clasificación	Horas de uso/día	Días / mes	Potencia (Watts)	Flujo Luminoso (Lm)	Temperatura de color (K)	Índice de rendimiento o de color	Eficacia (lm/W)	KWh/mes	KWh/año	Emisiones de CO2 mensual	Emisiones de CO2 anual	
Tesorería Municipal	3	Tipo panel led modular	6	20	40	3600	6500	80	90	14.4000	172.8	0.015408	0.184896	
Gradas	1	Tipo panel led circular	2	4	6	540	6500	75	90	0.0480	0.6	0.000051	0.000616	
Pasillo	5	Tipo panel led modular	1	2	40	3600	6500	80	90	0.4000	4.8	0.000428	0.005136	
Salón Municipal	24	Tipo T-2 Led	1	4	18	1620	6500	80	90	1.7280	20.7	0.001849	0.022188	
Baños Salón Municipal	2	Tipo bombilla led	1	2	10	650	6500	80-90	100	0.0400	0.5	0.000043	0.000514	
Recepción	1	Lampára tipo espiral	1	2	20	1100	6500	80	55	0.0400	0.5	0.000043	0.000514	
Servicios públicos	1	Tipo panel led modular	2	4	40	3600	6500	80	90	0.3200	3.8	0.000342	0.004109	
Cocina Servicios públicos	1	Tipo Bombilla led	1	2	10	650	6500	80-90	100	0.0200	0.2	0.000021	0.000257	
Secretaría Municipal	2	Tipo panel led modular	3	4	40	3600	6500	80	90	0.9600	11.5	0.001027	0.012326	
Unidad de Información Pública	1	Tipo panel led modular	3	4	40	3600	6500	80	90	0.4800	5.8	0.000514	0.006163	
Baño	2	Tipo Bombilla led	1	20	10	650	6500	80-90	100	0.4000	4.8	0.000428	0.005136	
Pasillo	1	Tipo Bombilla led	1	15	10	650	6500	80-91	101	0.1500	1.8	0.000161	0.001926	
Despacho Municipal	2	Tipo panel led modular	2	4	40	3600	6500	80	90	0.6400	7.7	0.000685	0.008218	
Alaldía	2	Tipo panel led modular	1	4	40	3600	6500	80	90	0.3200	3.8	0.000342	0.004109	
										Total	142.866	1714.392	0.153	1.834

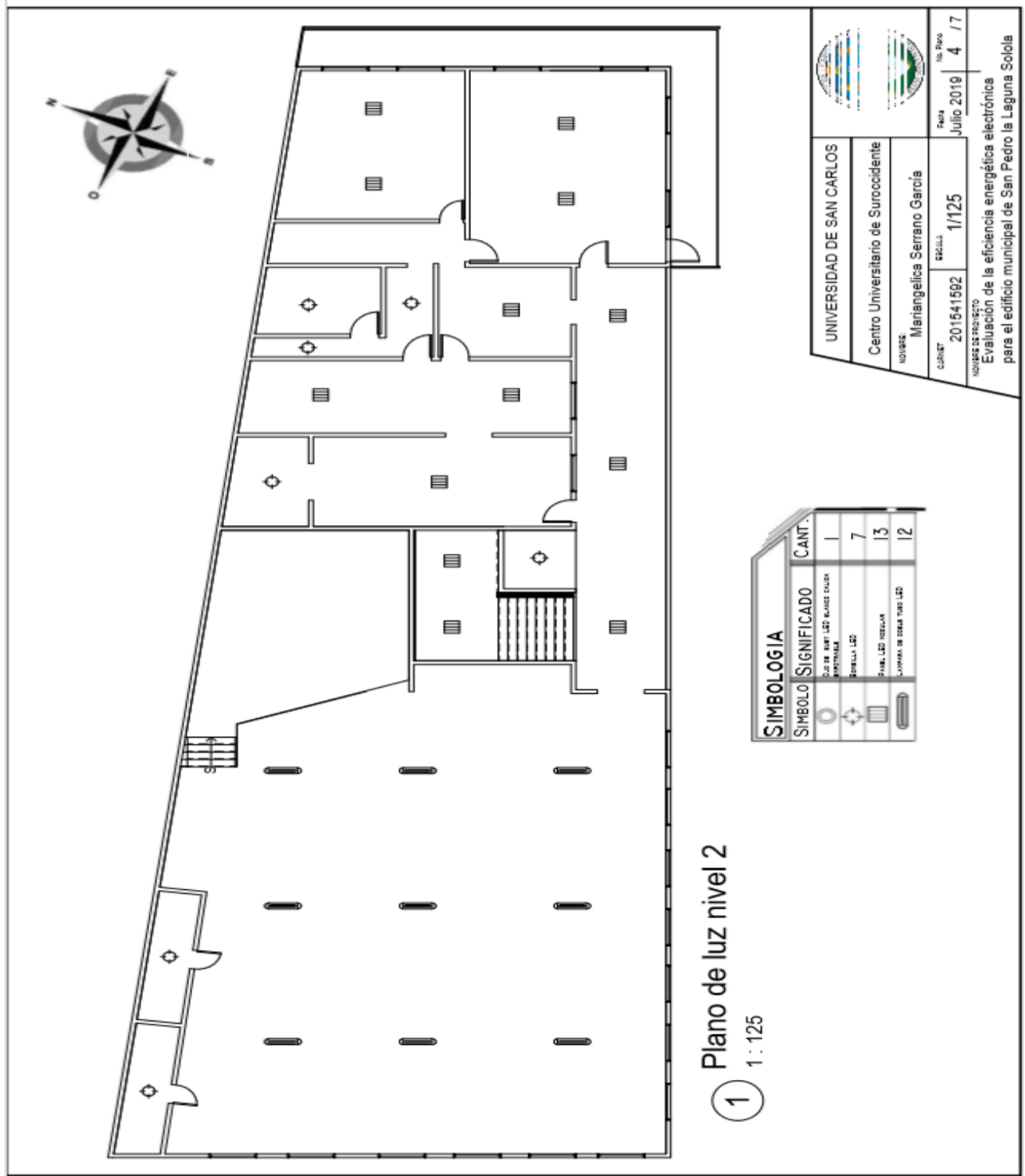


Figura 14 Plano de lámparas del segundo nivel del edificio municipal

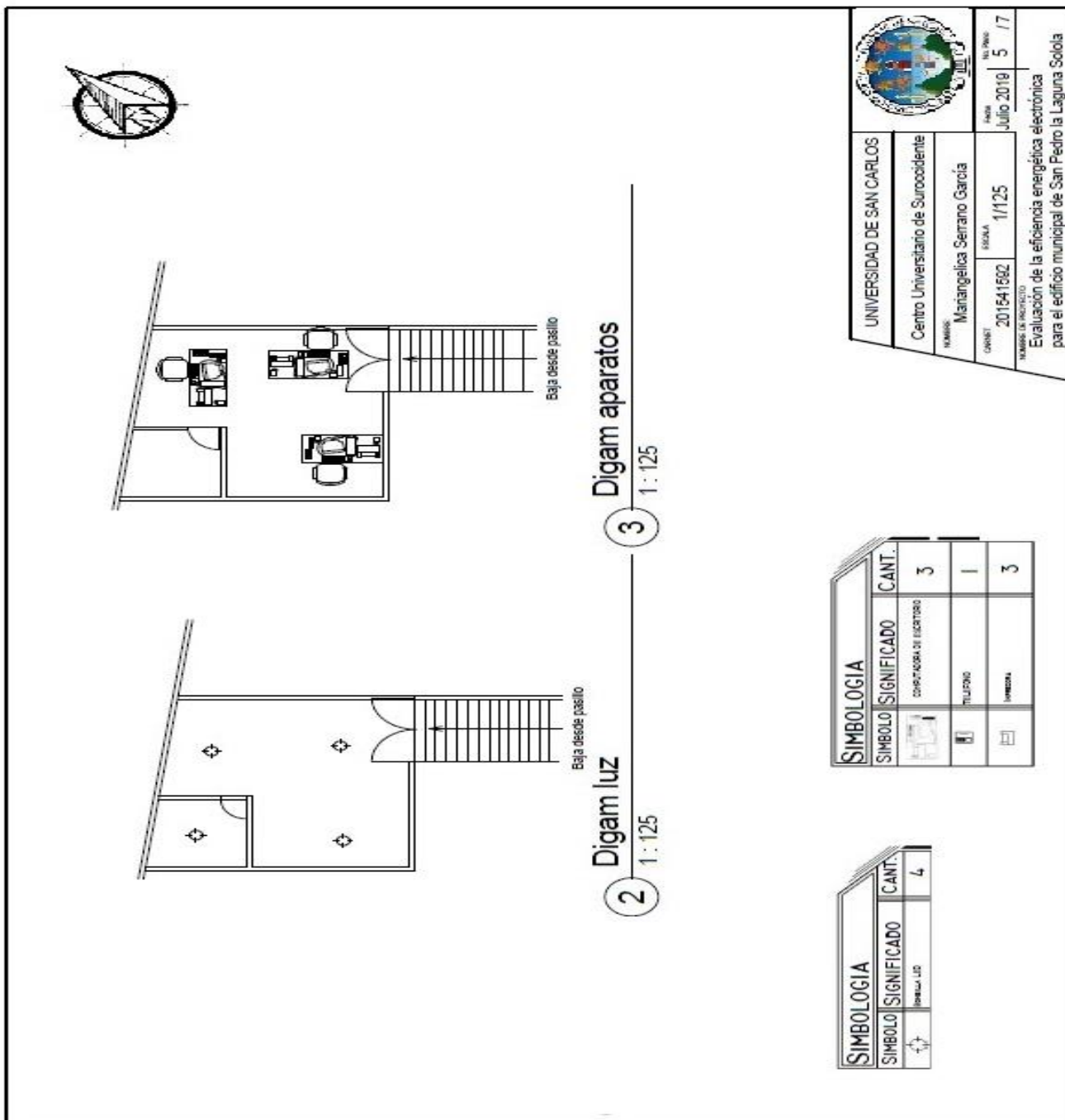


Figura 15 Plano de lámparas y equipos de la digam del edificio municipal

ENERGUATE
LUZ DE MI TIERRA
BANCO DE DESARROLLO RURAL S.A.

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DE OCCIDENTE S.A. (DEDESA) ES 1494621-1 N-GH
Diagonal 6 10-50 y 10 Interaméricas World Center, Torre Sur Nivel 14 Of. 1401
www.energuate.com - atención al cliente: 2435671
NIS: 2435671
Empresa: ATENCIÓN AL CLIENTE TELEFONO 2435671
Nombre: MUNICIPIO DE SAN PEDRO LA LAGUNA

MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO LA LAGUNA
SAN PEDRO LA LAGUNA, ZONA 1, 01 AV 000163402. Factura No.: CPD-000000266224
ZONA 1, SAN PEDRO LA LAGUNA REGISTRADO EN LINEA MUNICIPIO DE SAN PEDRO LA LAGUNA - ENE
Oficina Comercial: OCC PANAJACHEL Fecha de Emisión: 22/07/2019
NIR: 0.2435671.01.22/07/2019 Original Cliente - MED 011H915536

NIS: 2435671

TOTAL A PAGAR	Q3,997.00 Consumo de Electricidad	1	1819 kWh
Q 3,997.00	Q 20.00 Tasa de Alumbrado publico	2	Energía del mes
Fecha Max. Sugerida Pago	Q Pago de Convenio	3	
5 de agosto 2019	Q - Facturas no pagadas	4	

Historial de pago puntual:

PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL
ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.

PERIODO DE LECTURA: 21/06/2019 al 22/07/2019 (31 días) - PROXIMA LECTURA: 21/06/19

Tipo de Consumo	No. Contador	Lectura Ant.	Lectura Act.	M ult.	Consumo
Activa kWh	011H915536	20603	22422	1.0	1,819

Tarifa (Q/kWh) BT Simple DC = 1.945074 + 12% IVA = 2.178483

Concepto de Facturación	Consumo kWh	Importe en Q
Cargo Fijo Mensual con IVA	0	13.75
Consumo Energía con IVA	1,819	3,962.56
Ajuste por Redondeo (-) sin IVA	0	-0.15
Redondeo Mes Anterior sin IVA	0	0.74
SUB TOTAL CONSUMO DE ELECTRICIDAD DEL MES		3,977.00
Tasa por Alumbrado Publico (Cobro Municipal) sin IVA		20.00
TOTAL FACTURA DEL MES		3,997.00

ENERGUATE
LUZ DE MI TIERRA

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DE OCCIDENTE S.A (DEDESA) - 1494621-1
Diagonal 6 10-50 y 10 Interaméricas World Center, Torre Sur Nivel 14 Of. 1401
www.energuate.com - atención al cliente: 2435671
ATENCIÓN AL CLIENTE TELEFONO 2435671
GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO LA LAGUNA
SAN PEDRO LA LAGUNA, ZONA 1, 01 AV 000163402. Factura No.: PR-000000316833
ZONA 1, SAN PEDRO LA LAGUNA REGISTRADO EN LINEA MUNICIPIO DE SAN PEDRO LA LAGUNA - ENE
Oficina Comercial: OCC PANAJACHEL Fecha de Emisión: 23/04/2019
NIR: 0.2435671.01.23/04/2019 Original Cliente - MED 011H915536

NIS: 2435671

TOTAL A PAGAR	Q3,594.00 Consumo de Electricidad	1	1635 kWh
Q 3,614.00	Q 20.00 Tasa de Alumbrado publico	2	Energía del mes
Fecha Max. Sugerida Pago	Q - Pago de Convenio	3	
7 de mayo 2019	Q - Facturas no pagadas	4	

Historial de pago puntual:

PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL	PAGO PUNTUAL
OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.

PERIODO DE LECTURA: 22/03/2019 al 23/04/2019 (32 días) - PROXIMA LECTURA: 23/05/19

Tipo de Consumo	No. Contador	Lectura Ant.	Lectura Act.	M ult.	Consumo
Activa kWh	011H915536	15584	17216	1.0	1,635

Tarifa (Q/kWh) BT Simple DC = 1.945074 + 12% IVA = 2.178483

Concepto de Facturación	Consumo kWh	Importe en Q
Cargo Fijo Mensual con IVA	0	19.50
Consumo Energía con IVA	1,635	3,574.52
Ajuste por Redondeo (-) sin IVA	0	-0.20
Redondeo Mes Anterior sin IVA	0	0.16
SUB TOTAL CONSUMO DE ELECTRICIDAD DEL MES		3,594.00
Tasa por Alumbrado Publico (Cobro Municipal) sin IVA		20.00
TOTAL FACTURA DEL MES		3,614.00

Figura 16 Facturas de energía eléctrica del edificio municipal



COTIZACIÓN

INTELAF MAZATENANGO
C.C. Plaza Americas Anexo
Local #407
Mazatenango, Suchitepéquez
TEL: (502) 2328-0086

MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO LA

Nombre : LAGUNA
Nit : 656640-5
Dirección : SAN PEDRO LA LAGUNA
Teléfono : -----
Atención :
Correo : -----

Cotización No. : 736439
Fecha : 22/10/2019

Visitenos en : <http://www.intelaf.com>

Codigo	Descripcion	Cantidad	Precio	Sub Total
LED-AOC-1670SWU	MONITOR LED AOC 15.6" E1670SWU-E PUERTO USB 1366x768	12	Q594.00	Q7,128.00
COR-I38100-3.6	PROCESADOR INTEL i3 8100 8GENERACION 3.6GHZ 6MB CACHE LGA1151 CAJA	12	Q1,313.00	Q15,756.00
1TB-SEAS3-72006	DISCODURO INTERNO 1TB SEAGATE BARRACUDA SATA3 6GBPS 7200RPM SIN CABLE	12	Q427.00	Q5,124.00
MB-AS-PH310MER2	MBOARD ASUS PRIME H310M-E R2.0 8TA GEN LGA1151 2xDDR4	12	Q667.00	Q8,004.00
DDR4-4GB-KN2400	MEMORIA MARCA KINGSTON HYPERX DDR4 4GB 2400MHZ CL15 DIMM	12	Q234.00	Q2,808.00
FP-EVGA-400	FUENTE DE PODER EVGA 400W ATX 12V 100-N1-0400-L1	12	Q453.00	Q5,436.00
CASE-ATX-XTQ200	CASE XTECH ATX NEGRO XTQ-200 CON FUENTE 230W REAL	12	Q302.00	Q3,624.00
DESCUENTOEFEC	DESCUENTO POR PAGO UNICAMENTE EN EFECTIVO (NO APLICA A TARJETAS DE CREDITO O DEBITO, CUOTAS CREDOMATIC, VISACUOTAS O CUOTAS BICREDIT, CHEQUE PREVISADO)	1	-3352	-Q3,352.00
BO.EF			Total :Q44,528.00	

CONDICIONES:

1.VALIDEZ: ESTA COTIZACION ES VALIDA POR 5 DIAS UNICAMENTE. 2.BENEFICIO EFECTIVO: NO APLICA PARA ENVIO A DOMICILIO.
3.FORMA DE PAGO: ANTICIPADO, CONTRA ENTREGA, FINANCIADO(Por Terceros) y TARJETAS DE CREDITO (Aplican Restricciones).
ANTICIPADO: Cheque de caja(O), efectivo(O), cheque personal(O), Cheque personal/ó Empresa(O) tiene 3 dias habiles de espera antes de que se le entregue su mercaderia.
Favor emitir su cheque a nombre de INTELAF, S.A. (Puede esperar de 24 horas a 72 horas antes de entrega).
Ofrecemos opcion de PAGO CONTRA ENTREGA solamente a empresas que tienen credito establecido con nuestra empresa.
4.ENTREGA: De inmediato a 3 dias(Segun su forma de pago). Al no tener existencia puede variar hasta un maximo de 3 semanas.
5.GARANTIA: Las garantias se atienden en las instalaciones de INTELAF, S.A.; 6a Avenida 8-28 Zona 9. Duración de garantía:Varia segun el producto. Nuestras facturas indican la garantía individual de cada articulo.
Tenemos la discrecion de reparar o reemplazar la unidad defectuosa segun la disposicion de nuestro departamento tecnico. De las marcas internacionales dependemos de su Centro de Servicio local.
LOS PROGRAMAS, CABEZAS DE IMPRESORAS NO TIENEN GARANTIA. DANOS FISICOS INTERNOS ó EXTERNOS ANULAN LA GARANTIA.
LOS CONSUMIBLES, DATACARTUCHOS, CARTUCHOS de TINTA, CINTAS, TONERS, CDs, DVDs NO TIENEN GARANTIA!
6.LUGAR Y FORMA DE ENTREGA: Las transacciones se realizan en las instalaciones de INTELAF, S.A.
Cuando se trata de una computadora completa y prepagada, se la podemos entregar en su domicilio gratuitamente dentro de los perimetros de la Municipalidad de Guatemala (Aplican restricciones, favor consultar con su vendedor.)
7.SERVICIO TECNICO Y ASESORIA : Contamos con un departamento tecnico calificado para poder solucionar cualquier problema durante su periodo de garantía y posteriormente para alguna reparación que necesitara.

Aceptado(cliente) : _____
Fecha de aceptacion: __/__/__

Asistente de Tienda
DAVID GUSTAVO MENCHU HERNANDEZ

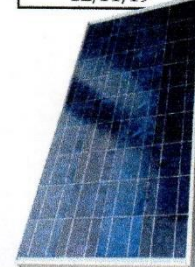
Figura 17 Cotización de equipos electrónicos

28/10/19
531A
12/11/19

Granja La Primavera lote 1A sector 2
Mazatenango, Suchitepequez 10001
www.teisa.com.gt
Teléfono: 502 40045161
Asesor de venta: EDIE BARRIENTOS
Correo electrónico: ebarrientos@teisa.com.gt

CLIENTE

MUNICIPALIDAD SAN PEDRO LA LAGUNA
DOMICILIAR NIS 2435671
Dirección: Municipalidad San Pedro la Laguna
Solola
Teléfono: Marian Serrano / 56389221



% de la factura que el cliente quiere ahorrar **100%**

DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	CANT.	Unidad	TOTAL
Panel solar Marca AMERISOLAR origen CHINA, tecnología alemana, tipo policristalino, potencia máxima 330 W, dimensiones 992mm x 1956 mm x 39 mm, peso aprox 24 Kg. Vidrio templado blanco de 3.2mm con recubrimiento antirreflejante, película trasera blanca y marco de aluminio anodizado color plata.	Q 1,428.57	20	Paneles	Q 28,571.43
Inversor Growatt tecnología Americana, Modelo 5500-S, eficiencia máxima 99.0%, desconector de DC sin transformador, seguidor MPPT múltiple IEC	Q 8,997.39	1	Inversores	Q 8,997.39
ingeniería, diseño, mano de obra y los materiales para la instalación física y eléctrica de los paneles solares, inversores y tierra física. Se incluye un flipon con su caja, tubería para instalación, cables adecuados, tierra para protección del sistema (una varilla y cable), estructura para paneles solares. También se incluyen todos los tramites y documentación necesaria para la aprobación de la instalación del sistema ante EEGSA y ENERGUATE.	Q 535.71	20	Instalaciones	Q 10,714.29
SISTEMA DE MONITOREO POR INTERNET (GRATIS)	1,500.00	1	Unidad	Q -

Tasa de retorno de la inversion (rentabilidad de su inversión) **38.5%**

Payback (tiempo de retorno de su inversión) **2.60 Años**

TÉRMINOS Y CONDICIONES

- El precio no incluye IVA 12% (recuerde que este es deducible).
 - El cobro se efectuará en efectivo u otra forma de pago acordada con el cliente, previo a la instalación del sistema.
 - La cotización firmada por el cliente recibida física o electrónica o su simple aceptación vía correo se tomara como válida.
 - El pago se efectuará de la siguiente manera: 85% de anticipo y 10% contra entrega equipos en sitio y 5% contra entrega de los equipos funcionando.
 - No se incluye ningún cambio civil o construcción a la estructura del inmueble. (estos cambios pueden ser cotizada por aparte)
 - No se incluyen modificaciones a su instalación eléctrica actual. (estos cambios pueden ser cotizada por aparte)
 - Tomar nota que su factura nunca estará a Q0.00, hay cargos fijos (ejemplx cuota municipal, cargo por distribución, son fijos).
 - Las instalaciones se realizan en horarios de 8:00 a 17:00 horas en días hábiles.
 - Conexiones de internet con cable de red o wifi, deben ser proveidas por el cliente.
 - La presente oferta no incluye gastos legales de fianzas o elaboración de contrato.
 - Los paneles estan de entrega inmediata y el inversor mas pequeño, se instalarían primero. Los inversores mas grandes son bajo pedido.
- x Nombre y firma de aceptación del cliente

TOTAL Q 48,283.11
(mas IVA)

AHORRO HASTA Q1550 / mes

ESPACIO PARA 0 PANELES ADICIONALES (330Wp)

Precio Watt Instalado \$ 0.94

Precio energia Q1.94 Kwh-mes + IVA

Si tiene alguna pregunta sobre esta cotización, por favor, póngase en contacto con nosotros

Terminos de la garantía limitada
Todos los equipos tienen garantía de fabrica, los paneles solares estan garantizados por 10 años por defectos de fabricacion y 25 años el funcionamiento segun su curva de declinamiento normal. La instalación de los equipos se garantiza por 2 años.

Figura 18 Cotización para la implementación de paneles solares

AHORRO DE ENERGÍA

Recomendaciones



Usa bombillas de bajo consumo



Elige electrodomésticos de clase "A"



Aprovecha la luz natural



Usa la lavadora y el lavavajillas cuando estén llenos



Mantén la temperatura a 21-23°



Desconecta los aparatos que no utilices



Apagar los equipos en standby

SI MALGASTAS LA ENERGÍA PIERDES TU... 
Y PERDEMOS TODOS. 



Fuente: Programa Anual de Educación Ambiental de Campillos. (2017)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



Mazatenango, Suchitepéquez, 21 de Agosto de 2,020

Coordinadora de carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC-USAC-
Presente

Respetable Licenciada:

Reciba un cordial saludo, deseándole éxitos en el desarrollo de sus actividades.


De manera muy atenta me dirijo a usted para presentarle en informe final de la investigación inferencial titulada: "EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA PARA EL EDIFICIO MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO LA LAGUNA, SOLOLÁ.", desarrollada en el Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, durante el periodo de febrero 2019 a agosto de 2019.

El motivo de la presente es para solicitar que a través de su persona se considere la asignación de un revisor final al mismo y sea llevado a cabo el proceso correspondiente para poder ser considerado como trabajo de graduación.

Se suscribe de usted, atentamente,



Mariangelica Serrano Garcia
Carné: 201541592



Vo. Bo. Msc. Héydi Angelina Vela Armas
Supervisor EPSIGAL

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



KARENAREC

11/Sep/2020



Mazatenango, Suchitepéquez, 30 de septiembre de 2020.

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC

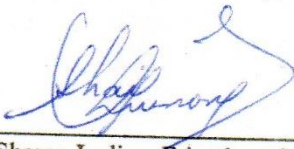
Apreciable MSc. Pérez:

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para informarle que de acuerdo al artículo 9 del Normativo de Trabajo de Graduación de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, he realizado la revisión y observaciones de la Investigación titulada: "Evaluación de la eficiencia energética eléctrica del edificio municipal de San Pedro La Laguna, Sololá" presentada por la estudiante: Mariangelica Serrano García, quien se identifica con CUI 3101 48995 1212 y número de carné 201541592.

Por lo tanto, en mi calidad de revisora le informo que después de realizar el proceso que se me fue asignado y verificar la incorporación de las observaciones por parte de la estudiante a la investigación, procedo a dar visto bueno al documento para que se continúe con el proceso de mérito.

Respetuosamente, se despide de usted, atentamente,

Sharon Quiñón Melgar
Inga. En Gestión Ambiental Local
Colegiado 5514


MSc. Sharon Ivelisse Frisselene Quiñón Melgar
Revisora de Trabajo de Graduación
IGAL-CUNSUROC

KAREN REBECA
recibido 01/OCT/2020





Mazatenango 16 de octubre, 2020

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director
Centro Universitario del Suroccidente

Respetable Señor Director:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para referirle el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado "**Evaluación de la eficiencia energética del edificio municipal de San Pedro la Laguna, Sololá**" de la estudiante Mariangelica Serrano García con carné número **201541592**, de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Con base en el dictamen favorable emitido y suscrito por el revisor del informe, el cual fue corregido de acuerdo a las recomendaciones indicadas.

Por lo tanto, en mi calidad de Coordinadora de la Carrera, me permito solicitarle el **IMPRÍMASE** respectivo para que el estudiante continúe con el proceso de mérito y pueda presentarlo en el Acto Público de Graduación.

Sin otro particular

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-08-2020

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, el veintiuno de octubre dos mil veinte-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del Asesor y Revisor, se autoriza la impresión del Trabajo de Graduación Titulado: **“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE SAN PEDRO LA LAGUNA, SOLOLÁ”**, de la estudiante: Mariangelica Serrano García. Carné 2015+1592 CUI: 3101 48995 1212 de la Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Guillermo Vinicio Tello Cano".

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director

