

Universidad de San Carlos De Guatemala
Centro Universitario de Sur Occidente
Ingeniería en Gestión Ambiental Local



TRABAJO DE GRADUACIÓN
EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA PARA EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS Y
BODEGA CENTRAL DE FINCA SANTA ROSA S.A., TIQUISATE, ESCUINTLA

Por:

Miguel Francisco Granados Vallejo

Carné: 201542553

Mazatenango, Suchitepéquez, noviembre de 2,019.

Universidad de San Carlos De Guatemala
Centro Universitario de Sur Occidente
Ingeniería en Gestión Ambiental Local



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA PARA EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS Y BODEGA CENTRAL DE FINCA SANTA ROSA S.A., TIQUISATE, ESCUINTLA

Por:

Miguel Francisco Granados Vallejo

Carné: 201542553

ASESOR

Mirna Lucrecia 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 Ingeniero en Gestión Ambiental Local en el grado académica de Licenciado.

Mazatenango, Suchitepéquez, noviembre de 2,019.

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

M.Sc. José Norberto Thomas Villatoro

Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Ángel Estuardo López Mejía

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE Rony Roderíco Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

Ing. Agr. Héctor Rodolfo Fernández Cardona

Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas

M.Sc. Rafael Armando Fonseca Ralda

Cordinador 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

M.Sc. Paola Marisol Ranales

DEDICATORIA

A DIOS:

Por bendecirme de manera inimaginable, llenarme de sabiduría, por su bondad hacia mi vida y la de mi familia, ruego porque su gracia siempre esté con los míos.

A MIS PADRES:

César Augusto Granados Ramos

Belinda Veráliz Vallejo Alvarado de Granados

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 fe, trabajo, dedicación.

A MIS HERMANOS:

Ana Lízbeth Granados Vallejo

César Augusto Granados Vallejo

Por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

A MIS ABUELOS:

Zoila Carlota Ramos Mérida

Miguel Ángel Vallejo Figueroa

Lisbeth Ileana Alvarado Paz

Por ser la imagen de lucha y perseverancia

A MIS TÍOS:

Marlon Vallejo (+), Romilio Vallejo y Miriam Granados

Por sus consejos y motivación

A MIS PRIMOS:

Pilar, Lisbeth, Emilia, Ana Paula, Nancy, Liz, Paco

Por las alegrías compartidas.

A ING. LUCKY VELA:

Por su dedicación, paciencia y enseñanzas.
Un ejemplo de superación e inspiración para
mi vida y por compartir este éxito.

A ING. KHARLA VIDES:

Por su paciencia, apoyo y cariño siempre en el
proceso de mi formación académica

A MIS AMIGOS:

Por su amistad y cariño, su apoyo emocional
en los momentos de alegría y tristeza.

A MIS FAMILIARES:

Por su apoyo brindado.

AGRADECIMIENTO

- A:** Mi alma mater, Universidad San Carlos de Guatemala, por ser partícipe de mi formación de educación superior.
- A:** Ing. Lucky Vela, Lic. Heidy Vela e Ing. Karla Vides por ser parte del team, el cariño brindado hacia mi persona y a mi familia, por sus consejos y compartir este sueño.
- A:** La carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local y docentes de la misma por ser parte de mi formación profesional.
- A:** Finca Santa Rosa, S.A., por el apoyo y la asistencia técnica para la ejecución de mi ejercicio profesional supervisado EPS.
- A:** Coordinadora de carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local: MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes por el apoyo y la asistencia en el proceso de EPS 2019
- A:** M.Sc. Celso González y Arq. Milton Hernández por su asesoría y apoyo en la realización de la investigación realizada.
- A:** Mis amigos: Jhonathan, Aldo, Fernando, Kathy, Rubí, Dulce, Majo, Libny, Alejandra, Sharon, Jaky, Nayelli, Rocío, Betzy, Anita, Dulce, Karen, Marisel, Jackie, por su apoyo moral brindado en la realización de la etapa de EPS.

Índice General

Contenido	Página
Resumen	v
Abstract	vii
I. Introducción	1
II. Revisión de literatura	3
2.1. Marco referencial	3
2.1.1. Antecedentes históricos de la unidad de práctica	3
2.1.2. Información general de la unidad de práctica.....	4
2.1.3. Certificaciones.....	4
2.1.4. Descripción ecológica	5
2.2. Marco conceptual	7
2.2.1. Electricidad.....	7
2.2.2. Obtención de electricidad.....	7
2.2.3. Usos y aplicaciones de la electricidad.....	8
2.2.4. Consumo de energía eléctrica	8
2.2.5. Eficiencia energética	9
2.2.6. Retroadaptación.....	10
2.2.7. Luminarias.....	11
2.2.8. Lámparas	12
III. Objetivos	15
3.1. Objetivo general.....	15
3.2. Objetivos específicos	15
IV. Marco metodológico	16
4.1. Materiales	16
4.2. Métodos	17
4.2.1. Inventario de equipo y lámparas	17
4.2.2. Cálculo de demanda del consumo energético	19
4.2.3. Estimación de emisiones de CO ₂	19
4.2.4. Período simple del retorno de la inversión (PSRI).....	20
4.2.5. Cálculo de costos	20
4.2.6. Manual para la gestión integrada del uso de la energía eléctrica	21

V. Resultados y discusión	23
5.1. Inventario de equipo y lámparas	23
5.1.1. Equipo	23
5.1.2. Lámparas	23
5.2. Cálculo de la demanda del consumo energético	26
5.2.1. Estimación de la demanda actual por fuente de abastecimiento	26
5.2.2. Determinación de la demanda actual equipo y lámparas	27
5.3. Estimación de emisiones de dióxido de carbono CO ₂	28
5.4. Período simple del retorno de la inversión (PSRI)	29
5.5. Cálculo de costos retroadaptación	29
5.4. Manual para la gestión integrada del uso de la energía eléctrica	29
VI. Conclusiones	30
VII. Recomendaciones	31
VIII. Referencias	32
IX. Anexos	35

Índice de Figuras

Figura	Página
1. Mapa de ubicación de edificios, casco Finca Santa Rosa, S.A.	5
2. Consumo de energía de equipo por edificio.	23
3. Consumo de energía en iluminación por edificio.	25
4. Mapa de vías de acceso Finca Santa Rosa, S.A.	35
5. Mapa de cultivo de palma Finca Santa Rosa, S.A.	36
6. Uso actual del suelo	37
7. Mapa de lámparas en clínica médica.	42
8. Mapa de lámparas del área de comedor.	44
9. Mapa de lámparas en edificio de recursos humanos.	46
10. Mapa de lámparas en bodega central.	48
11. Mapa de lámparas del edificio administrativo.	50
12. Grafica de equipo de consumo en clínica médica.	51
13. Grafica de equipo de consumo en comedores.	52
14. Gráfica de equipo de consumo del edificio de recursos humanos.	53
15. Grafica de equipo de consumo de bodega central.	54
16. Grafica de equipo de consumo de edificio administrativo.	56
17. Cotización de luminarias.	57

Índice de Tablas

Tabla	Página
1. Hidrología de Finca Santa Rosa, S.A.	6
2. Materiales y costos.....	16
3. Instrumento para recolección de datos de equipo.....	17
4. Instrumento para recolección de datos de luminarias.	18
5. Costos de disposición final de lámparas.	21
6. Variables consideradas de lámparas.	24
7. Lámparas instaladas actualmente.....	25
8. Historial energético en edificio administrativo y comedor.....	26
9. Historial energético en edificio de recursos humanos, clínica y bodega central.....	26
10. Demanda actual equipo por edificio.	27
11. Demanda energética actual de lámparas.....	28
12. Emisiones de CO ₂ en lámparas y equipo.....	28
13. Especies de flora registrada en Finca Santa Rosa, S.A.....	38
14. Especies de aves registradas, Finca Santa Rosa, S.A.	39
15. Especies de reptiles registrados, Finca Santa Rosa, S.A.	40
16. Especies de mamíferos registrados, Finca Santa Rosa, S.A.	40
17. Caracterización de lámparas en clínica médica.	41
18. Caracterización de lámparas en comedor.....	43
19. Caracterización de lámparas en el edificio de recursos humanos.....	45
20. Caracterización de lámparas del área de bodega central.	47
21. Caracterización de lámparas en edificio administrativo.....	49
22. Caracterización de equipo de consumo en clínica médica.....	51
23. Caracterización de equipo de consumo en comedor.	52
24. Caracterización de equipo de consumo del edificio de recursos humanos.	53
25. Caracterización de equipo de bodega central.	54
26. Caracterización de equipo de consumo de edificio administrativo.	55

Resumen

El programa del Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local del Centro Universitario del Suroccidente, establece en una primera fase la realización de un diagnóstico que permita jerarquizar los principales problemas dentro de la unidad de práctica. Es a través de éste que se identificó que en Finca Santa Rosa, S.A., ubicada en el municipio de Tiquisate, Escuintla, una de las principales debilidades es el consumo excesivo de energía eléctrica, conllevando elevados costos.

Considerando que la energía eléctrica es fundamental para el desarrollo de las actividades en Finca Santa Rosa, S.A., dedicada al cultivo de palma africana, producción de aceite y cultivo de banano, los cuales son exportados, se realizó la presente investigación para determinar la eficiencia energética eléctrica para edificios administrativos y bodega central. Como primer paso se caracterizaron los sistemas de iluminación y equipo de consumo eléctrico y a través de éste se propone un manual del uso integrado de la energía eléctrica.

La investigación dio inicio con la realización de un inventario de equipo y lámparas, utilizando instrumentos de recolección de datos dentro de los cinco edificios que conforman el casco de la Finca, obteniendo como resultado: de las 47 oficinas y departamentos, 380 lámparas fluorescentes, 34 focos ahorradores grandes y 6 focos ahorradores pequeños.

También se realizó un cálculo de demanda del consumo energético, concluyendo que las fuentes de abastecimiento de la Finca son: energía nacional, biogás y generadores; y que la demanda actual de equipos y lámparas es de 28,851.32 kWh/mes¹. Se realizaron estimaciones de dióxido de carbono (CO₂) en iluminación 2.83 tonCO₂/kWh/mes; y de equipo 28.04 tonCO₂/kWh/mes.

Con base en los resultados obtenidos en la caracterización se propone un manual para la gestión integrada del uso de energía eléctrica, para el diseño del mismo se identificaron las áreas de intervención, proponiéndose una retroadaptación

¹ kWh/mes=Kilowatts/hora/mes.

únicamente en lámparas ya que en la iniciativa privada se prioriza la modificación que genere menos costos. Como resultado del mismo se calcula un ahorro de la demanda de 1,230.40 kWh/mes y un ahorro económico mensual de Q1,950.55. En cuanto a las emisiones de CO₂ aplicando las recomendaciones establecidas en el manual, se calcula una reducción de 0.06 tonCO₂/kWh/mes.

Al aplicar la retroadaptación de iluminación recomendada se establece una inversión de Q28,986.12 con un periodo de retorno de 15 meses.

La aplicación de las recomendaciones contenidas en la presente investigación permitirá elevar la competitividad, a través de la reducción de energía eléctrica utilizada para la producción o prestación de servicios, logrando con esto reducir las emisiones de dióxido de carbono y mejorando el desempeño ambiental de la empresa.

ABSTRACT

The program of the Supervised Professional Exercise of the Local Environmental Management Engineering degree at the University Center of the Southwest, establishes in a first phase the realization of a diagnosis that allows hierarchizing the main problems within the unit of practice. It is through this that it was identified that in Finca Santa Rosa, S.A., located in the municipality of Tiquisate, Escuintla, one of the main weaknesses is the excessive consumption of electrical energy leading to high costs.

Considering that electricity is essential for the development of activities in Finca Santa Rosa, SA, dedicated to the cultivation of African palm, oil production and banana cultivation, which are exported, this research was carried out to determine the Electric energy efficiency for administrative buildings and central warehouse. As a first step, lighting systems and power consumption equipment were characterized and through this a manual of the integrated use of electric power is proposed.

The investigation began with the realization of an inventory of equipment and lamps, using data collection instruments within the five buildings that make up the hull of the Estate, obtaining as a result: of the 47 offices and departments 380 fluorescent lamps, 34 spotlights large savers and 6 small saver bulbs.

An energy demand demand calculation was also concluded concluding that the sources of supply of the Farm are: national energy, biogas and generators; and that the current demand for equipment and lamps is 28,851.32 kWh / month. Carbon dioxide (CO₂) estimates were made in lighting 2.83 tonCO₂ / kWh / month and equipment 28.04 tonCO₂ / kWh / month.

Based on the results obtained in the characterization, a manual for the integrated management of the use of electric energy is proposed, for the design of the same the intervention areas were identified, proposing a retrofitting only in lamps since the private initiative prioritizes the modification that generates less costs. As a result, a demand savings of 1,230.40 kWh / month and a monthly economic savings of Q1,950.55 are calculated. Regarding CO₂ emissions, applying the

recommendations established in the manual, a reduction of 0.06 tonCO₂ / kWh / month is calculated.

When applying the recommended lighting retrofitting, an investment of Q28,986.12 is established with a return period of 15 months.

The application of the recommendations contained in this research will allow to increase competitiveness, through the reduction of electric energy used for the production or provision of services, thereby reducing carbon dioxide emissions and improving the company's environmental performance.

I. Introducción

Finca Santa Rosa, S.A., se encuentra ubicada en el municipio de Tiquisate, Escuintla, dedicada al cultivo de palma africana, producción de aceite y cultivo de banano, dichos productos son exportados.

Para exportar los productos y prestar servicios, Finca Santa Rosa S.A., cuenta con cuatro certificaciones, las cuales hacen referencia a inocuidad y medio ambiente, siendo éstas Global Gap, Rainforest Alliance, Certificación Internacional de Sostenibilidad de Carbono –ISCC- y Mesa Redonda sobre el Aceite de Palma Sostenible – RSPO -.

Uno de los aspectos importantes de las certificaciones es reducir el consumo de energía eléctrica y las emisiones que ésta genera. Considerando que las fuentes de energía que la Finca utiliza para realizar sus actividades son: energía eléctrica nacional, biogás y generadores eléctricos; es necesaria la búsqueda de opciones que permitan reducir el consumo de energía en sus diferentes espacios, es así que se realiza la presente investigación denominada “Eficiencia energética eléctrica para edificios administrativos y bodega central de Finca Santa Rosa, S.A.”.

El objetivo general de la presente es evaluar la eficiencia energética eléctrica en edificios administrativos y bodega central de la finca a través de la caracterización de sistemas de iluminación y equipo, cálculo de la demanda del consumo eléctrico, estimaciones de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y finalmente la propuesta de un manual para la gestión integrada del uso de la energía.

La metodología utilizada para la caracterización de las lámparas y equipo fue la realización de un inventario para estimar la demanda actual y las emisiones de CO₂, cálculo de costos y el periodo simple del retorno de la inversión para establecer el tiempo que tomará recuperar lo invertido.

Se presenta un manual que incluye la identificación de las áreas de intervención para realizar una retroadaptación que permita un ahorro económico y de la demanda de energía.

Se obtuvo como principal resultado que la demanda en el consumo de lámparas es de 2,643.84 kWh/mes y para los equipos es de 26,207.48 kWh/mes, para un total de 28,851.32 kWh/mes; aplicando la retroadaptación sugerida se tendrá un ahorro de Q1,950.55 al mes que equivale a Q23,406.60 al año.

Se recomienda que además de la aplicación del manual propuesto, se busquen opciones que permitan la optimización de recursos, tales como, la compra de equipo más eficiente, la utilización adecuada del equipo y un programa de sensibilización constante para los colaboradores de la empresa.

II. Revisión de literatura

2.1. Marco referencial

2.1.1. Antecedentes históricos de la unidad de práctica

Santa Rosa S.A. inició labores en 1964 en Tiquisate, Escuintla, con el cultivo del algodón. La incidencia descontrolada de plagas hizo que el algodón desapareciera de la zona y obligó a muchos productores a buscar nuevas opciones de cultivos que fueran viables y rentables. (Finca Santa Rosa, 2018)

En 1998 quedó inaugurada y funcionando la planta de beneficio para procesar los racimos de fruta y producir aceite crudo de palma. Inicialmente la planta contaba con una capacidad de proceso de 25 toneladas por hora. Posteriormente se amplió para aumentar su capacidad de proceso a 35 toneladas por hora. (Finca Santa Rosa, 2018)

A partir de 1999 Santa Rosa S.A. implementó sistemas de riego por aspersión en las Fincas en las que establecía nuevas plantaciones. Esta medida, con vistas a la viabilidad económica a largo plazo, busca utilizar eficientemente el recurso hídrico. (Finca Santa Rosa, 2018)

Para este momento, a finales de la primera década de los 2000, la empresa decidió construir una segunda planta de beneficio para aumentar su capacidad de producción a 70 toneladas por hora, el doble de procesamiento que tenía a finales de los años noventa. (Finca Santa Rosa, 2018)

En 2012 Santa Rosa S.A. finalizó su expansión llegando a tener un área de 10 mil 400 hectáreas, de las cuales 10 mil 300 se encuentran en producción.

Ese mismo año la empresa aplicó a la certificación Global GAP para contar con un aval internacional en cumplimiento de las leyes ambientales, higiene, trazabilidad e inocuidad de la fruta. (Finca Santa Rosa, 2018)

Luego de obtener la certificación Global GAP, la empresa aplicó a Rainforest Alliance. Con la obtención de esta segunda certificación la empresa confirmó el cumplimiento de las leyes ambientales, sociales y laborales, bajo un sistema de producción sostenible. (Finca Santa Rosa, 2018)

En la actualidad, Santa Rosa S.A., parcialmente se encuentra certificada bajo la normativa RSPO por sus siglas en inglés Roundtable on Sustainable Palm Oil traducido al español como Mesa Redonda sobre el Aceite de Palma Sostenible para confirmar la sostenibilidad de su cultivo de palma de aceite. (Finca Santa Rosa, 2018)

2.1.2. Información general de la unidad de práctica

La vía de acceso es a través de la carretera ESC-27 ruta hacia Playa El Semillero. (Guerra, 2013) Ver anexos.

Santa Rosa S.A. es una empresa privada guatemalteca, pionera en el cultivo de palma en el país y la región centroamericana, líder en la innovación del cultivo y procesamiento responsable de la palma de aceite. Se detalla en el Anexo 2, página 38, la extensión y el área abarcada por el cultivo de palma africana. (Finca Santa Rosa, 2018)

Además de las áreas de cultivo, Finca Santa Rosa, S.A., tiene espacios destinados a las actividades administrativas, técnicas y de atención al colaborador, distribuidas como se muestra en la figura No. 1.

2.1.3. Certificaciones

Finca Santa Rosa, S.A., cuenta con cuatro certificaciones, Global Gap, Rainforest Alliance, ISCC (Certificación Internacional de Sostenibilidad y Carbono) y parcialmente RSPO por sus siglas en inglés Roundtable on Sustainable Palm Oil traducido al español como Mesa Redonda sobre el Aceite de Palma Sostenible.



Figura No. 1. Mapa de ubicación de edificios, casco Finca Santa Rosa, S.A.

2.1.4. Descripción ecológica

2.1.4.1. Zonas de vida

Santa Rosa S.A. pertenece al municipio de Tiquisate, Escuintla, por lo tanto está tipificado en su zona de vida Bosque húmedo subtropical (cálido) sur (bh-S(c) sur), Bosque muy húmedo subtropical (cálido) sur (bmh-S(c) sur) y Bosque seco subtropical (bs-S). (MAGA, 2001)

2.1.4.2. Clima

Posee un clima cálido, su temperatura oscila entre 17 y 31°C, y entre 23 y 35°C en regiones más cercanas al mar. Representa un 66% de humedad, viento de 2 km/h, el suelo que posee es franco-arenoso. (Guerra, 2013)

2.1.4.3. Biodiversidad

La especie predominante en el lugar es palma africana (*Elaeis guineensis Jacq*). También se tiene registro de las diferentes especies que pertenecen a la flora del área, se detallan en anexos.

2.1.4.4. Uso actual del suelo

El uso actual del suelo dentro de Finca Santa Rosa, S.A., se encuentra distribuido en: agroindustria extractora, tratamiento de agua agroindustriales, pista de aterrizaje, corrales de semovientes y principalmente en un 98% en plantación de palma africana, tal como se observa en el anexos.

2.1.4.5. Hidrología

Con respecto a la hidrología, Finca Santa Rosa comprende de diversas fuentes de agua para su aprovechamiento.

Tabla 1. Hidrología de Finca Santa Rosa, S.A.

	Bloque	Lote	Nombre del río
A	Rosario	2,4 Y 5	Río La Noria
	Horqueta	1	Río La Noria
	Industrias	1 y 2	Río Siguacán
	Panzoncito	1 y 2	Río La Noria
	San Benito I	1, 2 y 3	Río La Noria
B	San Nicolás	9, 11, y 13	Río Madre Vieja
	Santiago	7	Río Madre Vieja
	Ilusiones	6, 7 y 8	Río Madre Vieja
	Las Bordas	1 y 2	Río Madre Vieja
C	Cuatro Robles	1, 2 y 12	Río Coyolate y Madre Vieja. Zanjón El Flor
E	Buenos Aires	4, 5 y 7	Río Chegües
F	Ceibilla	9	Río Icán
G	Río Negro I	1 y 3	Zanjón Negro
	Río Negro II	13	Río Nahualate
I	El mirador	1 y 2	Río Ixtacapa
	Santa Lucía I	3	Río Ixtacapa

Fuente: Departamento agrícola Santa Rosa, S.A.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Electricidad

La electricidad constituye una forma de energía que está presente en casi todas las actividades del hombre de una sociedad desarrollada, ya que gran parte de los aparatos y máquinas funcionan con ella. La energía eléctrica se produce en las centrales eléctricas a partir de la transformación de una energía primaria (hidráulica, térmica, solar, nuclear, eólica,...). De ahí es transportada a través de las redes eléctricas hasta los núcleos de población e industrias, siendo entonces transformada en otras formas de energía (energía secundaria: luz, calor, sonido, movimiento, etc). (Orza, 2013)

Cabe resaltar la ventaja de que la electricidad se transforma en otras formas de energía, así como la relativa sencillez con la que se genera y se transporta hasta los centros de consumo. Sin embargo no está exenta de inconvenientes: las centrales térmicas producen gran cantidad de humos y emisiones contaminantes; en las nucleares, a los riesgos de accidentes, potencialmente graves, hay que sumar la generación de un importante volumen de residuos de difícil eliminación; las instalaciones hidráulicas alteran de forma significativa los ríos, etc. (Alcázar, 2019)

También el transporte y distribución de la energía eléctrica produce un impacto ecológico y paisajístico (rompen el paisaje y producen deforestación), existe riesgo de incendio provocado por la caída de cables sobre la vegetación, etc. (Orza, 2013)

2.2.2. Obtención de electricidad

Es posible obtener energía eléctrica de diversas fuentes según lo explica Orza, 2013.:

- A partir de una reacción química: si se sumergen 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 inducción electromagnética: al mover un conductor en el interior de un campo magnético aparece en el conductor una corriente eléctrica. Esta corriente se mantiene mientras el conductor o el imán continúen en movimiento. Este es el fundamento de las dinamos y los alternadores.
- A partir de luz: Algunos metales desprenden electrones cuando la luz solar incide 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).

2.2.3. Usos y aplicaciones de la electricidad

La electricidad es una fuente de energía imprescindible. En cualquier hogar existen todo tipo de aparatos y electrodomésticos que funcionan con corriente eléctrica, además del sistema de iluminación. (UNESA, 2019)

En la industria, casi la mitad de la energía que se consume es eléctrica. La electricidad se utiliza tanto como fuente impulsora de los motores eléctricos de las máquinas y aparatos de cada sector, como para calentar los contenidos de tanques, depósitos y calderas. Al igual que en el sector doméstico, la electricidad también es la principal fuente de iluminación, y permite obtener calor y frío con equipos de climatización. (UNESA, 2019)

2.2.4. Consumo de energía eléctrica

Pretince (2018), indica que la energía eléctrica es un recurso importante en la vida diaria, su uso, hace posible la automatización de la producción que aumenta la productividad y mejora las condiciones de vida.

Los aparatos eléctricos cuando están funcionando generan un consumo de energía eléctrica en función de la potencia que tengan y del tiempo que estén en funcionamiento. El kilovatio hora (kWh) es la unidad de energía en la que se factura

normalmente el consumo doméstico o industrial de electricidad. Equivale a la energía consumida por un aparato eléctrico cuya potencia fuese un kilovatio (kW) y estuviese funcionando durante una hora. (Pretince, 2018)

Dado el elevado coste de la energía eléctrica y las dificultades que existen para cubrir la demanda mundial de electricidad y el efecto nocivo para el medio ambiente que supone la producción masiva de electricidad se impone la necesidad de aplicar la máxima eficiencia energética posible en todos los usos que se haga de la energía eléctrica. (Maniza, 2018)

El uso eficiente de la energía implica reducir la cantidad de energía eléctrica y de combustibles que se utiliza, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios. Usualmente dicha reducción en el consumo de energía se asocia a un cambio tecnológico, ya sea por la creación de nuevas tecnologías que incrementen el rendimiento de los artefactos o por nuevos diseños de máquinas y espacios habitables, los que pueden disminuir la pérdida de energía por calor. No obstante, no siempre es así, ya que la reducción en el consumo de energía también puede estar vinculada a una mejor gestión o cambios en los hábitos y actitudes de uso. (Antonello, 2018)

Ahorrar energía, puede significar reducir o dejar de realizar determinadas actividades, para evitar el consumo de energía. Por ejemplo, el ahorro energético se genera cuando se apaga la luz para reducir el consumo de energía. Si, en cambio, se reemplaza la ampolla incandescente por una eficiente, se está tomando una medida de eficiencia energética, que proporcionará una disminución en el consumo de energía, sin perjuicio del desarrollo de las actividades. (Antonello, 2018)

2.2.5. Eficiencia energética

Es el proceso o instalación energéticamente eficiente donde se consume una cantidad inferior a la energía para realizar una actividad. Una persona, servicio o producto eficiente comprometido con el medio ambiente, además de necesitar menos energía para realizar el mismo trabajo, también busca abastecerse, si no por

completo, con la mayor cantidad posible de energías renovables (también llamadas energías alternativas). (Weiber, 2017)

La eficiencia energética busca proteger el medio ambiente mediante la reducción de la intensidad energética y habituando al usuario a consumir lo necesario y no más. Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que se envían a la atmósfera son cada vez mayores y, por ese motivo, la eficiencia energética se ha convertido en una forma de cuidar al planeta ya que, no solo está en usar electrodomésticos que consuman menos, sino que se consuma de forma más “verde”. (Balda, 2016)

El problema de la eficiencia energética es que todavía es una elección. Actualmente no todos los productos que se utilizan son eficientes; por ejemplo en las etiquetas de eficiencia energética de muchos electrodomésticos, y eso es porque la alternativa eficiente siempre es algo más cara que la que no lo es, como pasa también con las bombillas tradicionales y diodo emisor de luz (luces LED). (Churchil, 2017)

Se puede decir que la eficiencia energética es, de momento, un tema de conciencia medioambiental. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, no solo su recuperación económica es rápido, sino que un producto eficiente favorece los costos, ya que la eficiencia energética va ligada con el ahorro de electricidad. (Thompson, 2016)

2.2.6. Retroadaptación

Giddens (2010), indica que una retroadaptación² es el cambio de equipos obsoletos por equipos nuevos realizando un mínimo de modificaciones a lo existente. También establece que es un proceso de sustitución de piezas para optimizar las funciones de una luminaria o de un equipo.

Se reemplazan equipos ya obsoletos y se conserva la parte mecánica en buen estado como es la estructura propia del tablero, los buses principales y soportes en general, sin modificar obra civil ni cableado. (Giddens, 2010)

² Retroadaptación: también denominado retrofit o reequipamiento

A la retroadaptación se le puede entender como la "modernización" de algunas partes de una maquinaria (referidos sobretodos a los elementos del control), cuyas piezas de fábrica ya han perdido su desempeño producto de los años de uso. (Giddens, 2010)

Las máquinas que se encuentran en buenas condiciones de mantenimiento, es decir que funcionan, pero que ya han perdido su precisión; son las mejores candidatas para un "retroadaptación". La retroadaptación se utiliza especialmente en algunos sectores industriales donde la renovación completa de máquinas, sistemas y equipos tiene costes muy elevados. De esta forma, se efectúa un retroadaptación o retroadaptación, modernizando los equipos, instalaciones eléctricas, etc dotándolas de más prestaciones, seguridad, versatilidad, etc. (Manzoni, 2016)

2.2.7. Luminarias

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras. (Fernández, 2017)

A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que deben cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento. (Fernández, 2017).

Para ello, los materiales empleados en su fabricación deben ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la misma dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética. (Fernández, 2017)

2.2.7.1. Clasificación de luminarias

Roncancio (2012), indica que según la forma en que distribuyen la luz, las luminarias se clasifican básicamente en seis grupos:

- Luminarias directas, donde toda la luz es dirigida hacia abajo.
- Luminarias semi-directas, donde la mayoría de la luz es dirigida hacia abajo.
- Luminarias general difusas, donde la luz se distribuye en todas las direcciones.
- Luminarias directa-indirectas, donde la luz es distribuida en el mismo porcentaje tanto hacia arriba como hacia abajo.
- Luminarias semi-indirectas, donde la mayoría de la luz es dirigida hacia arriba.
- Luminarias indirectas, donde toda la luz es dirigida hacia arriba.

2.2.8. Lámparas

Las lámparas son dispositivos que transforman una energía eléctrica o química en energía lumínica. Desde un punto de vista más técnico, se distingue entre dos objetos: la lámpara es el dispositivo que produce la luz, mientras que la luminaria es el aparato que le sirve de soporte. (Gardey, 2011)

2.2.8.1. Clasificación y tipo de lámparas

A continuación se presenta la clasificación de lámparas y el tipo al que pertenecen.

2.2.8.1.1. Incandescentes

Una bombilla de incandescencia o bombilla incandescente es un dispositivo que produce luz mediante el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico, en concreto de tungsteno, hasta ponerlo al rojo blanco, mediante el paso de corriente eléctrica. Con la tecnología existente, actualmente se considera poco eficiente, ya que el 85% de la electricidad que consume la transforma en calor y solo el 15% restante en luz. (Martos, 2011)

2.2.8.1.2. De descarga

Constituyen una alternativa de producir luz de manera eficiente y económica. La luz se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. Según el tipo de gas y la presión a la que esté sometido, tendremos diferentes tipos de lámparas con sus correspondientes características: fluorescentes, vapor de mercurio, aditivos y halogenuro metálico, vapor de sodio en alta y baja presión, de inducción magnética. (Martos, 2011)

2.2.8.1.2.1. Fluorescentes

Técnicamente son bombillas de bajo consumo. Tienen forma de tubo y se utilizan en lugares donde se requiere mucha iluminación. Su longevidad está entre las 6,000 horas a las 10,000 horas. (Martos, 2011)

2.2.8.1.2.2. Vapor de mercurio

Consisten en un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, el cual tiene dos electrodos principales y uno auxiliar para facilitar el arranque. La luz que emite es color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara, aunque también están disponibles las bombillas completamente transparentes las cuales iluminan bien en zonas donde no se requiera estrictamente una exacta reproducción de los colores (Martos, 2011)

2.2.8.1.2.3. Aditivos y halogenuros metálicos

Las lámparas de halogenuros metálicos en el interior del tubo de descarga se añaden aditivos metálicos para potenciar determinadas zonas de espectro visible de modo que aumenta su rendimiento, tanto luminoso como de color. La composición espectral de estas lámparas es muy completa y se puede adaptar a las necesidades del usuario porque depende de la composición de los metales añadidos. (Martos, 2011)

2.2.8.1.2.4. Vapor de sodio

Las lámparas de vapor de sodio se dividen en dos tipos según Secadez (2014), se dividen en dos tipos: Vapor de sodio a baja presión es la más eficiente, ya que genera más de 140 lum/W. Por contra la reproducción cromática es muy pobre. Mientras que las de vapor de sodio a alta presión es una de las más utilizadas en el alumbrado público ya que proporciona una reproducción de los colores considerablemente mejor que la anterior, aunque no tanto como para iluminar algo que requiera excelente reproducción cromática. Por el contrario, su rendimiento, es algo menor que la de SBP, por encima de los 100 lum/W.

2.2.8.1.2.5. De inducción magnética

Son un producto de alta tecnología y ahorro de energía basadas en el principio de inducción electromagnética, que emplea una corriente de alta frecuencia que incide en el gas inerte de la lámpara, sin el uso de electrodos. (Martos, 2011)

2.2.8.1.3. Luz mixta

Las lámparas de luz mixtas se pueden conectar directamente en la fuente de alimentación (230-240V / 240-250V) y pueden ser empleadas como una solución para el reemplazo de la incandescente de alta potencia, porque estas lámparas no requieren balasto (no es necesario engranaje de comando). Estas lámparas se caracterizan por una luz cálida y requieren un costo modesto para la instalación y operación. (Martos, 2011)

2.2.8.1.4. LED

Conocida por sus siglas en inglés light emitting diode y en español de diodo emisor de luz, es una lámpara de estado sólido que usa led es (light-emitting diode, diodos emisores de luz) como fuente lumínica. (Optima Grid, 2013)

Debido a que la luz capaz de emitir un led no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas las lámparas led están compuestas por agrupaciones de led es, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada. Actualmente las lámparas de led se pueden usar para cualquier aplicación comercial e industrial. (LED BOX, 2012)

III. Objetivos

3.1. Objetivo general

Evaluar la eficiencia energética eléctrica en edificios administrativos y bodega central de Finca Santa Rosa, Tiquisate, Escuintla.

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Caracterizar sistemas de iluminación y equipo de consumo eléctrico.

3.2.2. Calcular demanda del consumo eléctrico.

3.2.3 Estimar las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

3.2.4. Realizar un manual para la gestión integrada del uso de la energía eléctrica.

IV. Marco metodológico

4.1. Materiales

Para la presente investigación se utilizaron los materiales siguientes:

Tabla 2. Materiales y costos.

No.	Material	Cantidad	Costo
1	Libreta de campo	1	Q 25.00
2	Lápiz	1	Q 2.00
3	Lapicero	1	Q 2.50
4	Calculadora	1	Q 75.00
5	Renta de cámara fotográfica	1	Q 600.00
6	Tabla de Shannon	1	Q 18.00
7	Renta de computador	1	Q 600.00
8	Hojas de formatos para recolección de datos	45	Q 45.00
9	Croquis de las áreas de estudio	5	Q 10.00
10	Honorarios profesionales (cubiertos por el autor)		Q 15,000.00
Total			Q 16,377.50

Fuente: Elaborado con base en cotizaciones realizadas en comercios del municipio de Tiquisate, Escuintla; 2019.

4.2. Métodos

Para la caracterización se integraron dos grupos siendo de equipos y lámparas.

4.2.1. Inventario de equipo y lámparas

4.2.1.1. Equipo

A continuación se presenta el instrumento para la recolección de datos de equipos y lámparas que consumen energía eléctrica.

Tabla 3. Instrumento para recolección de datos de equipo.

Oficina/Depto	Potencia Watts	Potencia KW	Horas al día	Días al mes	Cant.	Código	Marca	Precio	Observaciones	Consumo Actual	Promedio Consumo actual	Promedio de Watts

Para los equipos que no contaban con ficha técnica se procedió a tomar los datos de los voltios y los amperios para realizar la conversión para obtener kilowatts. La ecuación que se empleó para el cálculo de kilowatts a partir de voltios y amperios fue la siguiente:

$$W = A \times V$$

Donde:

W= watts

A= amperios

V= voltios

Con el resultado de los watts se calculó la cantidad de kilowatts realizando el balance de $1kW = 1000W$, es decir, dividir los watts obtenidos dentro de 1000.

$$1W \times \frac{1kw}{1000 w} = kw$$

Donde:

W= watts

Kw= kilowatts

Dados los kilowatts, se calculó el consumo actual a partir de las horas utilizadas en el día como de los días empleados en el mes.

$$Kw \times \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times \frac{\text{días}}{\text{mes}} = \text{kwh}/\text{mes}$$

Con la obtención de los *Kwh/mes* se realizaron gráficas para identificar el consumo de todos los equipos que consumen energía en las áreas de estudio.

4.2.1.2. Lámparas

Se utilizó la tabla cuatro para recolectar los datos de lámparas estableciendo la ubicación de éstas en las diferentes áreas con los croquis, ver anexos. Su clasificación, las horas que se utilizan en el día, los días empleados en el mes, la demanda en potencia, también se consideraron los aspectos de flujo luminoso, la temperatura del color, el índice de rendimiento de calor y por último la eficacia de lúmenes por watts (Lm/W). Tomando en cuenta que las variables consideradas fueron las siguientes: promedio de horas y días de uso en el tipo de lámparas, días laborados, tarifa vigente, el costo de para la disposición de lámparas y finalmente un consumo adicional del 15% en balastro y starter de tubos fluorescentes.

Tabla 4. Instrumento para recolección de datos de luminarias.

Área/depto	Cantidad	Clasificación	Horas De Uso al día	Días uso en el mes	Watts	Flujo Luminoso (Lm)	Temperatura De Color	Índice De Rendimiento De Calor	Eficacia (Lm/W)

El producto final de dicho cuadro fue la eficacia de Lm/W obtenido de las características eléctricas contenidas en su embalaje o en la misma lámpara.

El cálculo de la demanda se obtuvo a partir de las horas utilizadas en el día y los días empleados en el mes.

4.2.2. Cálculo de demanda del consumo energético

Para el cálculo de demanda del consumo energético se establecen los siguientes apartados.

4.2.2.1. Estimación de la demanda actual por fuente de abastecimiento

Para estimar la demanda actual por fuente se tomó en cuenta energía eléctrica nacional, biogás y generadores, sin embargo en la estimación de la demanda actual se realizó investigación en fuentes secundarias para obtener la información en el departamento de Gestión Ambiental y Jefatura de Recursos Financieros.

4.2.2.2. Determinación de la demanda actual de equipos y lámparas

El cálculo de la demanda actual se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{Demanda actual} = \text{horas de uso} \times \text{días al mes} \times \text{watts}$$

Es importante tomar en cuenta que la sumatoria del consumo de equipos y lámparas según las áreas a estudiar: administrativas y bodega central, no fueron igual a la demanda actual del consumo total ya que no se tomaron en cuenta las áreas de talleres, FUASA³, torre de fumigación, dentro del estudio debido a que estas ya contaban con iluminación LED.

4.2.3. Estimación de emisiones de CO₂

La estimación de emisiones de CO₂ se establece bajo el cálculo de la misma dada en el siguiente apartado.

4.2.3.1. Cálculo de emisiones de CO₂

En el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) se tomó en cuenta la información obtenida de las tablas tres y cuatro en la demanda actual de equipos y luminarias para establecer dichas emisiones.

³ FUASA: Fumigaciones áreas S.A.

Para obtener el cálculo de las emisiones de CO₂ se utilizó la constante de 0.001070 tonCO₂/Kwh/mes dato que es aplicable para Guatemala, proporcionado por el Centro de Producción más Limpia Guatemala (CP+L).

Dada la constante se empleó la siguiente ecuación para su cálculo:

$$\text{Emisiones actuales} = \text{equipo o luminaria en kwh} \times 0.001070 \text{ tonCO}_2 \text{ al mes}$$

4.2.4. Período simple del retorno de la inversión (PSRI)

El PSRI es igual al resultado de la relación entre inversión y el ahorro (Inversión/ahorro). Se empleó la siguiente ecuación:

$$PSRI = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro}}$$

4.2.5. Cálculo de costos

Los costos de lámparas se extrajeron de acuerdo a cotización realizada en una empresa dedicada a la distribución de equipo eléctrico presentada en anexos. También se tomaron en cuenta los costos de la disposición de lámparas luego de culminar su vida útil.

Se establece un costo total de lámpara para la retroadaptación bajo la siguiente ecuación:

$$\text{Costo total} = \text{Cantidad de lámpara} \times \text{costo unitario}$$

Es necesario incluir también los costos de disposición final de las lámparas, ya que se requiere darle un manejo adecuado después de su vida útil. Éstos se obtuvieron según el tipo, medida y/o tamaño y el costo de cada lámpara, información proporcionada por el departamento de gestión ambiental de Santa Rosa, S.A.

En la tabla cinco se detallan las especificaciones técnicas y el costo de disposición final de las lámparas.

Tabla 5. Costos de disposición final de lámparas.

Tipo de lámpara	Medida/ tamaño (pulgadas)	Precio (quetzales)
T8	48"	Q 24.00
	24"	Q 12.00
Espiral	Grande	Q 15.68
	Pequeña	Q 8.96
Incandescentes	-	Q 8.96

Fuente: Departamento de gestión ambiental Finca Santa Rosa, S.A.

Para la determinación del costo de la disposición final de las lámparas se establece con la siguiente ecuación:

$$\text{Disposición} = \text{Cantidad de lámparas} \times \text{costo disposición}$$

4.2.6. Manual para la gestión integrada del uso de la energía eléctrica

La realización del manual se basó en tres puntos fundamentales: la proyección realizada en el retroadaptación constituida en la identificación de las áreas de intervención, la determinación de cambio de equipos, aplicable para lámparas y equipos y la determinación de buenas prácticas de uso de energía. El manual incluye el análisis económico del cambio de luminarias y los costos de reducción con las buenas prácticas de utilización.

4.2.6.1. Identificación de las áreas de intervención

Las áreas de intervención fueron seleccionadas de acuerdo a los requerimientos por parte de Finca Santa Rosa para realizar la retroadaptación proyectada.

4.2.6.1.1. Retroadaptación

La retroadaptación se realizó de acuerdo a los niveles de consumo de energía eléctrica en los equipos y lámparas. Es importante tomar en cuenta que la retroadaptación únicamente se realizó como proyección, es decir no se invirtió en un plan piloto en equipos ni lámparas para la reducción de los costos.

4.2.6.1.2. Cálculo de ahorro de la demanda en kWh aplicando la retroadaptación

El ahorro de la demanda en kWh⁴ es la diferencia de los kWh de consumo energético actual menos los kWh de consumo con retroadaptación. Se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro de demanda} = \text{kwh/mes actual} - \text{kwh/mes retroadaptación}$$

4.2.6.1.3. Cálculo de ahorro económico

Dado el ahorro de la demanda en kilowatt aplicando la retroadaptación se utiliza la tarifa social empleada. Se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro económico} = \text{ahorro de demanda} \times \text{tarifa social empleada}$$

4.2.6.2. Cálculo de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) con retroadaptación

Se utilizó la misma metodología del cálculo de las emisiones de dióxido de carbono, tomando en cuenta las especificaciones técnicas, las horas y los días empleados así como la constante 0.001070 tonCO₂/Kwh/mes la cual fue proporcionada por el Centro de Producción más Limpia (CP+L). Empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones retroadaptación} = \text{equipo o luminaria en kWh} \times 0.001070 \text{ tonCO}_2 \text{ al mes}$$

4.2.6.3. Determinación de buenas prácticas de uso de energía

La determinación de buenas prácticas de uso de energía se realizó de acuerdo a los niveles altos de consumo que exceden al consumo actual. Las medidas se presentan como propuestas de sensibilización, a través del Departamento de Gestión Ambiental para agilizar el uso del recurso.

⁴ kWh= kilowatts/hora

V. Resultados y discusión

5.1. Inventario de equipo y lámparas

5.1.1. Equipo

Según los datos obtenidos luego de la caracterización realizada en los equipos: el 53.65% del consumo de energía corresponde al edificio administrativo, mientras que el 16.14% es para el edificio de recursos humanos, en los comedores el consumo es del 13.13%, bodega central tiene un 9.62% en su consumo, mientras que clínica médica corresponde el 7.42%. Siendo evidente que el mayor consumo de energía relacionado a los equipos fue en el edificio administrativo al poseer la mayor cantidad de los mismos. Ver anexos.

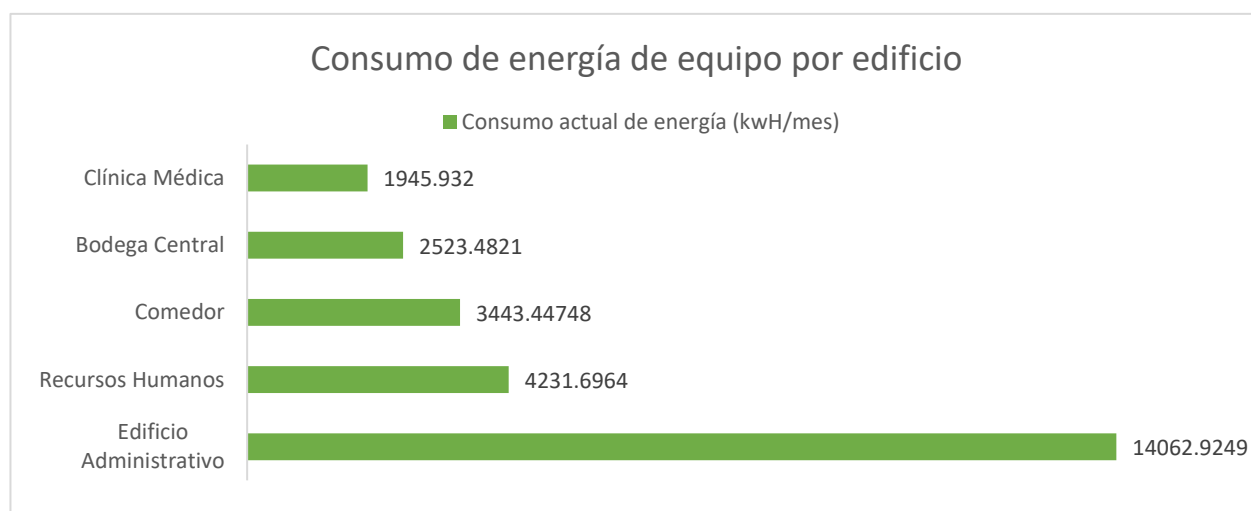


Figura No. 2. Consumo de energía de equipo por edificio.

Con base en la caracterización y porcentajes obtenidos anteriormente, se muestra que el mayor consumo de energía por equipos es en el edificio administrativo debido a que es el que más oficinas posee y en el que mayor cantidad de colaboradores tiene y por consiguiente hay mayor uso de los equipos para el desarrollo de las actividades.

5.1.2. Lámparas

Se tomaron en cuenta las variables siguientes:

Tabla 6. Variables consideradas de lámparas.

Promedio de horas y días de uso	Tipo	Horas	Días
	Fluorescente T8	7.19	20
	Ahorrador grande	8	21.75
	Ahorrador pequeño	5	13
	Ahorradora T5	2.25	13
Días laborados	288 días (24 días/mes)		
Tarifa vigente	Q 1.38 Q/kWh		
Costo disposición final lámparas	Tipo de lámpara	Medida/tamaño (pulgadas)	Precio (Quetzales)
	T8	48"	Q 24.00
		24"	Q 12.00
	Espiral	Grande	Q 15.68
		Pequeña	Q 8.96
Incandescentes	-	Q 8.96	
15% de consumo adicional por consumo de balastro y starter en tubos fluorescentes			

Los costos de la disposición final de lámparas fueron proporcionados por el Departamento de Gestión Ambiental Finca Santa Rosa, S.A.

La tabla siguiente muestra el total de lámparas instaladas actualmente en cada uno de los edificios/áreas, también se muestra el tipo y la tecnología utilizada.

Según los datos obtenidos, el edificio de recursos humanos tiene el 18.12% del consumo energético, el 6.40% corresponde a comedor, el 16.15% es para bodega central, clínica médica con un 6.31% y finalmente el edificio con mayor consumo es para el edificio administrativo con un 52.99%. Dentro del manual adjunto en anexos se presenta el detalle de los cálculos realizados

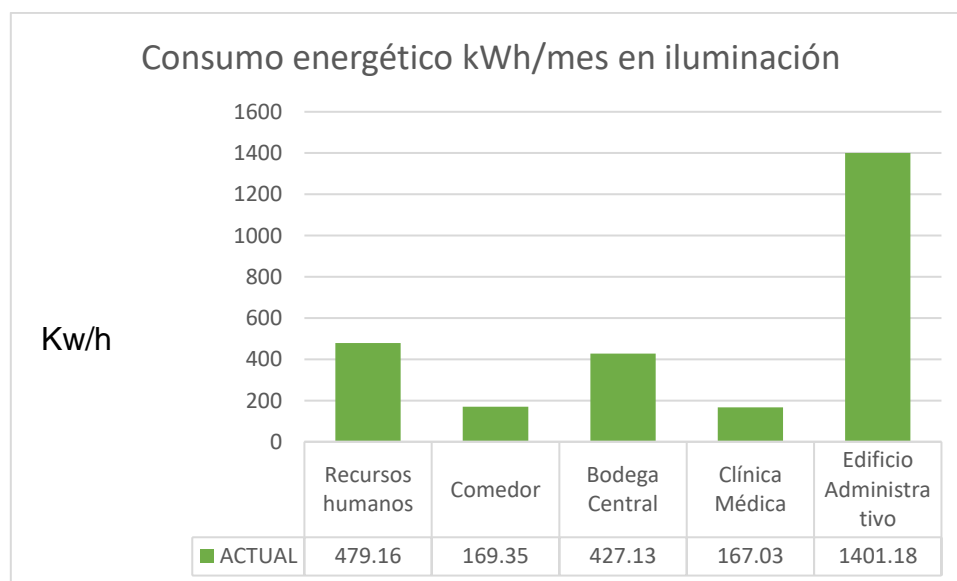
En anexos se adjuntan los cuadros y gráficas presentando el detalle de las luminarias respecto a los edificios, ya que cada uno cuenta con diferentes departamentos. Ver anexos.

A continuación se presenta el detalle de las lámparas que actualmente se encuentran instaladas.

Tabla 7. Lámparas instaladas actualmente.

Edificio /área	Cantidad de lámparas	Tipo y tecnología de lámparas
Edificio de Recursos Humanos	76	Lámpara fluorescente
	4	Foco ahorrador grande
	3	Foco ahorrador pequeño
Comedor	32	Lámpara fluorescente
Bodega Central	60	Lámpara fluorescente
	6	Foco ahorrador grande
Edificio administrativo	212	Lámpara fluorescente
	15	Foco ahorrador grande
	1	Foco ahorrador pequeño
	4	Lámpara fluorescente T5
Clínica Médica	9	Foco ahorrador grande
	2	foco ahorrador pequeño
	424	

La Tabla 7 muestra el detalle por cada tipo de lámpara, sin embargo en la figura 3 se detalla el consumo energético por iluminación en los edificios en donde se realizó el estudio.

**Figura No. 3.** Consumo de energía en iluminación por edificio.

5.2. Cálculo de la demanda del consumo energético

En los cálculos de la demanda del consumo energético se establecieron los siguientes resultados.

5.2.1. Estimación de la demanda actual por fuente de abastecimiento

Para la estimación de la demanda actual por fuente de abastecimiento se establece que la misma corresponde a energía nacional.

Con base en el historial de consumo energético de cada factura se utiliza la tasa del consumo de energía de los cinco edificios/áreas: edificio administrativo, recursos humanos, comedor, clínica médica y bodega central; además de ser respaldo para establecer el punto de partida para las acciones del presente.

Tabla 8. Historial energético en edificio administrativo y comedor.

Historial de consumo de energía activa (kWh)							
Año 2018							
	Junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
kWh	2072	1591	2342	2986	2838	2545	545
Energía (Q-kWh): 1.232972 + IVA							
Año 2019							
	enero	febrero	marzo	abril	mayo		
kWh	2329	2974	1596	675	2300		
Energía (Q-kWh): 1.232972 + IVA							

Tabla 9. Historial energético en edificio de recursos humanos, clínica y bodega central.

Historial de consumo de energía activa (kWh)							
Año 2018							
	Junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
kWh	16200	10600	19800	24240	15160	14200	4720
Energía (Q-kWh): 1.232972 + IVA							
Año 2019							
	enero	febrero	marzo	abril	mayo		
kWh	12360	16560	8560	6680	5000		
Energía (Q-kWh): 1.232972 + IVA							

5.2.2. Determinación de la demanda actual equipo y lámparas

La determinación actual de equipo y lámparas se estableció bajo dos tablas de resultados.

5.2.2.1. Equipo

La demanda actual para los equipos se calculó, siendo 26,207.4829 kWh/mes, en anexos se detalla el consumo por edificio. Ver anexos.

Tabla 10. Demanda actual equipo por edificio.

Demanda energética	
Área/edificio	Consumo en kWh/mes
Recursos humanos	4231.69640
Comedor	3443.44748
Bodega Central	2523.48210
Clínica Médica	1945.93200
Edificio Administrativo	14062.92490
TOTAL	26207.48288

Es notorio que existe mayor consumo energético en los equipos, esto debido a que por departamento existen mayor cantidad de electrodomésticos, equipo de cómputo y diversos aparatos eléctricos con altos consumos de energía que lámparas.

En la propuesta se priorizó la reducción del consumo de lámparas ya que dentro de la iniciativa privada se toma el orden de importancia a los proyectos de acuerdo a costos iniciando por concretar proyectos que con menor cantidad de inversión se logre mayor beneficio económico.

5.2.2.2. Lámparas

La demanda actual en el consumo energético por luminarias fue de 2,643.84 kWh/mes, detallándose en anexos el consumo por luminaria por edificio. Ver anexos.

Tabla 11. Demanda energética actual de lámparas.

ACTUAL			
Edificio /área	Cantidad	Tipo y tecnología	Demanda actual (kWh/mes)
Edificio de Recursos Humanos	76	Lámpara fluorescente	402.17984
	4	Foco ahorrador grande	73.08000
	3	Foco ahorrador pequeño	3.90000
Comedor	32	Lámpara fluorescente	169.33888
Bodega Central	60	Lámpara fluorescente	317.51040
	6	Foco ahorrador grande	109.62000
Edificio administrativo	212	Lámpara fluorescente	1121.87008
	15	Foco ahorrador grande	274.05000
	1	Foco ahorrador pequeño	1.30000
	4	Lámpara fluorescente T5	3.96000
Clínica Médica	9	Foco ahorrador grande	164.43000
	2	foco ahorrador pequeño	2.60000
			2643.83920

5.3. Estimación de emisiones de dióxido de carbono CO₂

A continuación se presenta la tabla nueve la cual muestra el total de emisiones de dióxido de carbono mensual y anual de luminarias y equipo; un aspecto fundamental ya que forma parte del punto de partida para reducir el consumo de energía y por consiguiente reducir dichas emisiones debido a las constantes auditorías a las que la Finca Santa Rosa, S.A., debe cumplir en función de las certificaciones.

Tabla 12. Emisiones de CO₂ en lámparas y equipo.

Emisiones de CO ₂ en iluminación		
Dimensional Ton CO ₂ /kWh/mes		
Área/edificio	ILUMINACIÓN	EQUIPO
Recursos humanos	0.5127012	4.527915148
Comedor	0.1812045	3.684488804
Bodega Central	0.4570291	2.700125847
Clínica Médica	0.1787221	2.08214724
Edificio Administrativo	1.4992626	15.04732964
TOTAL MENSUAL	2.8289195	28.04200668
TOTAL ANUAL	33.947034	336.5040802

5.4. Período simple del retorno de la inversión (PSRI)

El PSRI se obtuvo a partir de la inversión calculada fue de Q28,986.12 establecida en el manual adjunto en anexos mientras que el ahorro calculado es de Q1,950.55, se calcula bajo la siguiente ecuación:

$$PSRI = \frac{Q\ 28,986.12}{Q\ 1,950.55} = 15\ meses$$

Implicando entonces que en un periodo de 15 meses la inversión realizada será retornada.

Es importante tomar en cuenta que para proyectar el ahorro en el manual se tomó en cuenta la vida útil de las lámparas siendo esta de Q 182,310.57 para un estimado de 10,000 a 20,000 horas de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada lámpara.

5.5. Cálculo de costos retroadaptación

De acuerdo a la cotización realizada que se presenta en anexo 7, página 59 y bajo la ecuación del cálculo de la misma, el costo total es de Q15, 003.40. Mientras que el costo de la disposición final de las lámparas es de Q9,742.72. Esto corresponde a los cálculos empleados bajo los costos que se tomarían de acuerdo a la retroadaptación proyectada.

5.4. Manual para la gestión integrada del uso de la energía eléctrica

El manual presenta una alternativa para la reducción de contaminación y de costos dentro de Finca Santa Rosa, S.A., ya que en éste se detallan los aspectos fundamentales para reducir el consumo energético, incluyendo una propuesta de retroadaptación en lámparas, disposición final de lámparas, recomendaciones para optimizar el uso de las lámparas, gestión integrada para el uso de equipo, caracterización de equipo y recomendaciones para optimizar el uso de éstos. El manual representa una opción para el ahorro en el consumo de energía eléctrica siendo para lámparas y el equipo instalado. Anexado al final del documento.

VI. Conclusiones

1. Se caracterizaron los sistemas de iluminación y equipo de consumo energético dentro de los cinco edificios, obteniendo un total de 380 lámparas fluorescentes, 34 focos ahorradores grandes y seis focos ahorradores pequeños.
2. De acuerdo a lo caracterizado, en Finca Santa Rosa S.A., la demanda del consumo energético en lámparas es de 2,643.84 kWh/mes, mientras que en los equipos asciende a 26,207.48 kWh/mes.
3. Las emisiones de dióxido de carbono CO₂ correspondientes a lámparas y equipo es de 30.87092 ton/ CO₂ al año.
4. El manual para la gestión integrada del uso de la energía eléctrica se presentó como una alternativa a ser implementada para la reducción del consumo de energía eléctrica a través de una retroadaptación de lámparas, donde pasaría de un consumo de 2,643.84 kWh/mes en lámparas a 1,413.44 kWh/mes. La inversión sería Q 28,986.12 y representaría un ahorro de Q 1,950.55 mensual con un tiempo de recuperación de la inversión de 15 meses.
5. La vida útil de las lámparas se proyectó dentro del manual de 10,000 a 20,000 horas de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada una de ellas, con dichas horas se proyectó el ahorro total con el cambio de luminarias de Q182,310.57.

VII. Recomendaciones

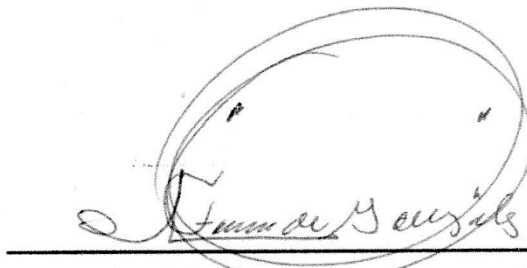
1. Seguir las especificaciones establecidas dentro del manual para el cambio de luminarias fluorescentes a tecnología LED, esto considerado como una medida para la seguridad del responsable de realizar dicho cambio.
2. Establecer instrumentos adecuados como inventarios para la realización de estudios de eficiencia energética y que estos se realicen periódicamente de acuerdo a la utilidad y necesidad que la empresa requiera.
3. Priorizar de acuerdo al tema de los costos en la implementación del manual, es necesario que para reducir la cifra de la factura de energía eléctrica se considere y priorice la de mayor necesidad; de la misma manera pueda ser aprobado por la alta gerencia, quienes deberán presentar el mayor respaldo para lograr competitividad dentro de la empresa.
4. Se deben considerar talleres, capacitaciones o charlas hacia los colaboradores del casco de Finca Santa Rosa, S.A., sobre el uso responsable de la energía ya que con el cambio de hábitos dentro de las oficinas y departamentos se puede reducir hasta el 60% de consumo de energía.
5. Priorizar la compra de equipo altamente eficiente que contribuya a reducir el consumo de energía ya que esta es la mayor aliada para optimizar su uso.

VIII. Referencias

- Alcázar, E. (febrero de 2019). *Factor Energía*. Obtenido de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/la-eficiencia-energetica-importancia/>
- Antonello, C. (2018). *Consumo de energía eléctrica*. Obtenido de <http://www.cfc-asturias.es/UserFiles/1/File/Libros/Energia/Libro%20Energia%20y%20Consumo.pdf>
- Balda, K. (Febrero de 2016). *Eficiencia Energética*. Obtenido de https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyEfficiencyVespagnol_epdf.pdf
- Churchil, T. (Mayo de 2017). *Retroadaptación*. Obtenido de https://www.socomec.com/files/live/sites/systemsite/files/DOCUMENTATION/SCP_hors_cata/retroadaptación/doc_157035.pdf
- Departamento Agrícola Santa Rosa S.A. (Marzo de 2019). *Hidrología Santa Rosa*. Escuintla, Tiquisate, Guatemala.
- Fernández, J. (2017). *Eficiencia eléctrica: luminarias*. Bogotá, Colombia.
- Finca Santa Rosa. (2018). *Historia y esencia*. Obtenido de <http://starosa.com.gt/nuestra-historia/>
- Gardey, A. (2011). *Definición de lámparas*. Obtenido de <https://definicion.de/lampara/>

- Giddens, A. (2010). *Retroadaptación* . Obtenido de <https://www.schneider-electric.com.mx/documents/productos-servicios/servicios/RETROADAPTACIÓN-low.pdf>
- Guerra, J. B. (2013). *“Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión”*. Tiquisate, Escuintla. GT
- López, J. L. (2015). *Evaluación Biológica y Ecosistémica Rápida*. Tiquisate Escuintla.
- MAGA. (2001). *Sistema de Usuarios de Información Territorial - SINIT*. Tiquisate, Escuintla. GT
- Maniza, J. (Mayo de 2018). *Consumo de energía eléctrica*. Obtenido de <http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2016/05/Energ%C3%ADaEI%C3%A9ctrica.pdf>
- Manzoni, R. (Febrero de 2016). *Retroadaptación* . Obtenido de srl.com.ar/sites/default/files/ie301_disproserv_disenos_y_proyectos_electromecanicos.pdf
- Martos, A. (07 de Febrero de 2011). *Lámparas y arquitectura*. Obtenido de Iluminación 2: Tipos de Lámparas: <http://www.ctearquitectura.es/soluciones-sostenibles/materiales/iluminacion-2-tipos-de-lamparas/>

- Optima Grid. (2013). *Guía para las buenas prácticas del ahorro de la energía*.
Obtenido de <http://www.optimagrid.com/>
- Orza, A. (Junio de 2013). *Tecnología: Electricidad*. Obtenido de
<http://www.edu.xunta.gal/centros/cpiantonioorzacouto/system/files/TEMA%202%20LA%20ELECTRICIDAD%20I.pdf>
- Pretince, K. (8 de Mayo de 2018). *Consumo de energía eléctrica*. Obtenido de
<https://es.slideshare.net/carmenceciliagarciatirado/consumo-responsable-de-energia-electrica-pdf>
- Roncancio, T. (23 de Marzo de 2012). *Luminarias*. Obtenido de
<https://es.slideshare.net/tanilu1992/luminarias-12134845>
- Secadez, M. (2014). *Sistemas electrónicos para iluminación*. Obtenido de
<https://www.unioviedo.es/ate/manuel/SEPI/10-SEPI-Lamparas-Parte%20V-Sodio.pdf>
- Thompson, R. (2016). *Eficiencia energética*. Obtenido de
<http://www.legrand.es/documentos/catalogo-eficiencia-energetica-calidad-energia-2013-legrand.pdf>
- UNESA. (28 de Marzo de 2019). *Foro Nuclear*. Obtenido de ¿Qué es la electricidad?: <https://www.foronuclear.org/es/consultas-al-experto>
- Weiber, E. (2017). *Eficiencia energética*. Obtenido de
http://circuitor.com/docs/GUIA_EEE_SP-LR.pdf



Vo. Bo. Licda. Ana Teresa de González

Bibliotecaria CUNSUROC

IX. Anexos

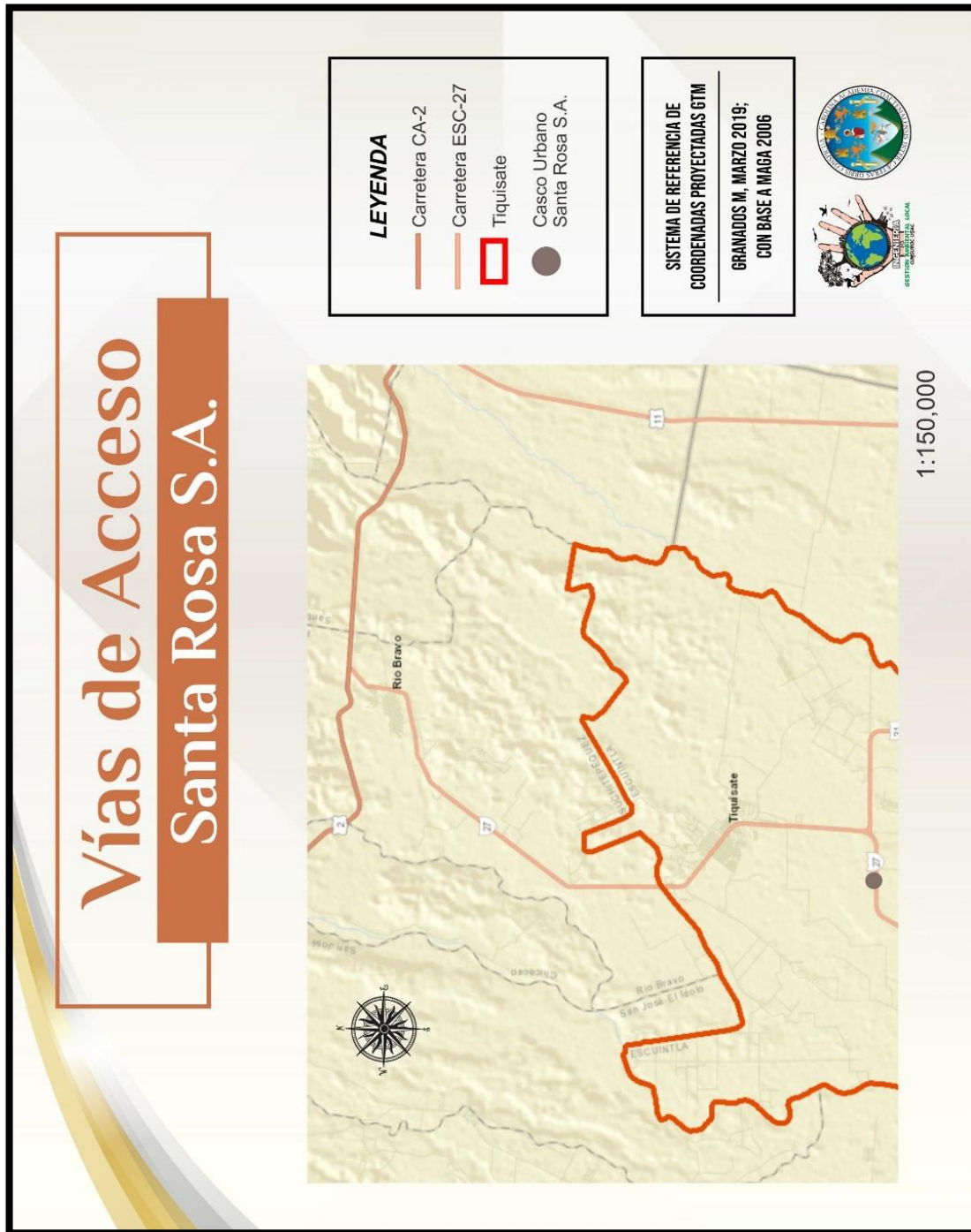


Figura No. 4. Mapa de vías de acceso Finca Santa Rosa, S.A.

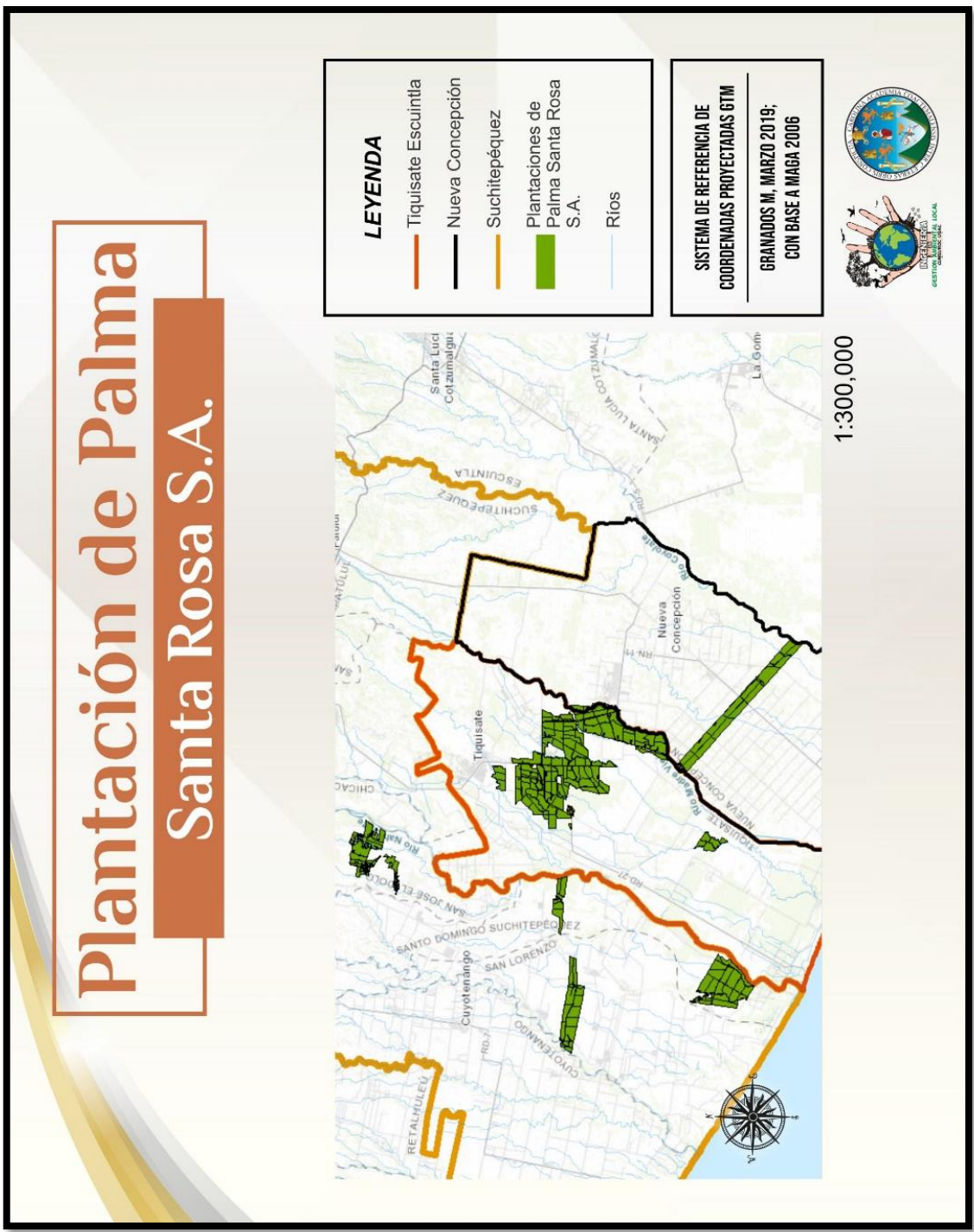


Figura No. 5. Mapa de cultivo de palma Finca Santa Rosa, S.A.

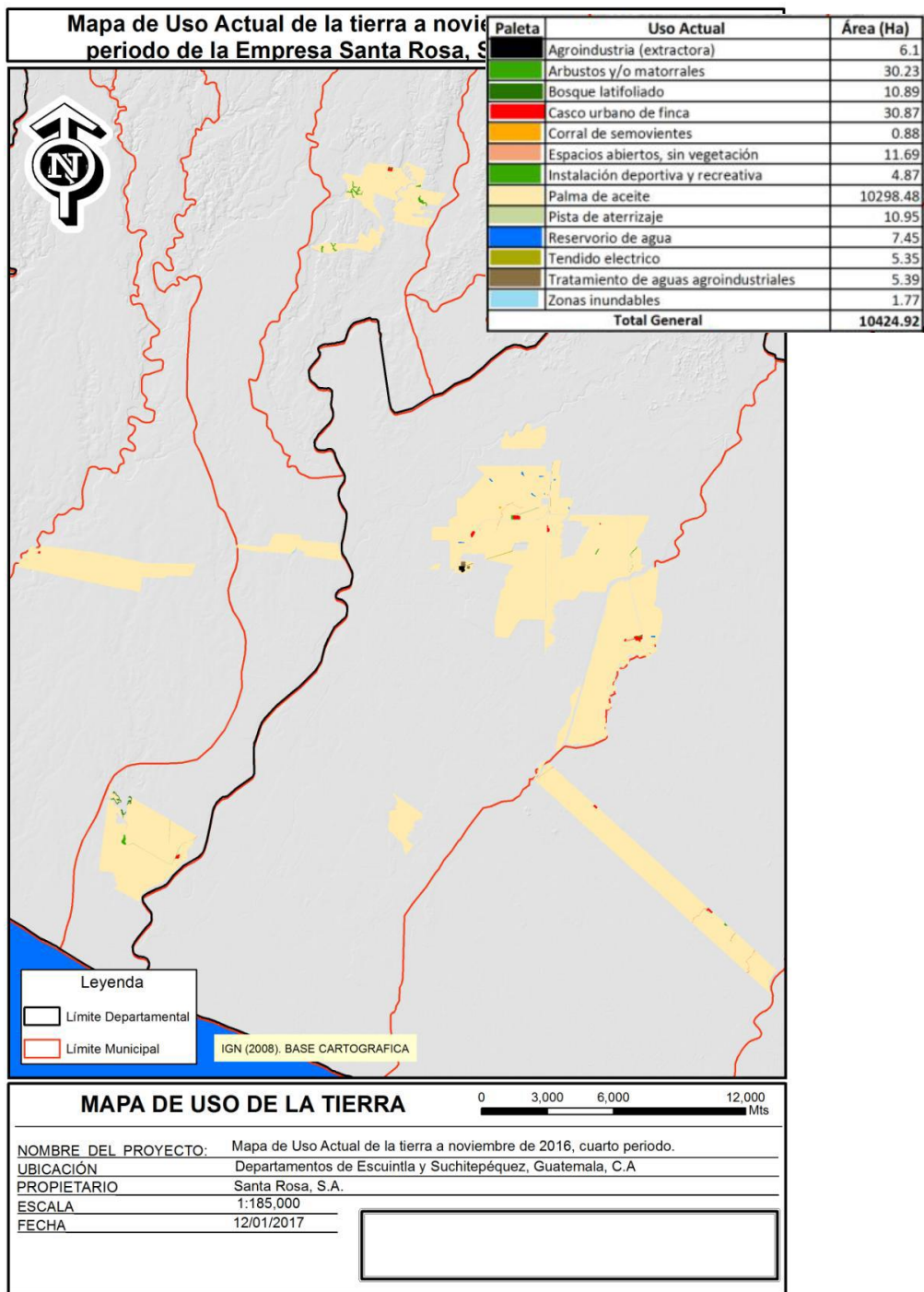


Figura No. 6. Uso actual del suelo
Fuente: Departamento Agrícola Finca Santa Rosa, S.A.

Tabla 13. Especies de flora registrada en Finca Santa Rosa, S.A.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Conacaste
2		<i>Acosmium cardenasii</i> (<i>Poepigia procera</i>)	Plumillo
3	Bignonaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	matiliguate
4		<i>Cybistax donnell-smithii</i>	Palo blanco
5	Urticaceae	<i>Cecropia spp</i>	guarumo
6	Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	ceiba
7		<i>Pachira aquatica</i>	Zapotón
8	Anacardiaceae	<i>Mangifera spp.</i>	mango
9	Acaliphoideae	<i>Ricinus communis</i>	higuerío
10	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	caulote
11	Polygonaceae	<i>Coccoloba caracasana</i>	papaturro
12		<i>Sterculia apetala</i>	castaño
13	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	cedro
14	Moraceae	<i>Ficus spp.</i>	Amate
15	Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	sauce llorón
16	Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i>	volador
17		<i>Terminalia catappa</i>	almendro
18	Arecaceae	<i>Orbignya cohume</i>	Corozo
19		<i>Chamaedorea costaricana</i>	pacaya
20	Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i>	Teca
21	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo de jiote
22	Apocynaceae	<i>Stemmadenia eubracteata</i>	Huevo de Toro

Fuente: Jose Luis López (2015).

Tabla 14. Especies de aves registradas, Finca Santa Rosa, S.A.

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1			<i>Elanus leucurus</i>	Milano blanco
2	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	halcón camino
3			<i>Buteo nitida</i>	Halcón de bosque
4	Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	pijije
5	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	paloma pico rojo
6			<i>Columbina talpacoti</i>	tortolita
7			<i>Leptotila verreauxi</i>	paloma arroyera
8			<i>Zenaida asiática</i>	Paloma ala blanca
9	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	martín pescador
10			<i>Chloroceryle amazona</i>	martín pescador
11		Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	curco
12	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayano</i>	piscoy
13			<i>Crotophaga sulcirostris</i>	pijuy
14		Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	jacana
15	Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus*</i>	ostrero
16	Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara
17			<i>Herpetotheres cachinnans</i>	halcón guaco
18			<i>Falco sparverius</i>	clis clis
19		Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	zope
20			<i>Coragyps atratus</i>	zope
21	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis leucogastra</i>	chachalaca
22	Passeriformes	Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca
23		Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	golondrina
24		Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate
25			<i>Dives dives</i>	güichío
26			<i>Icterus galbula</i>	chorcha
27		Parulidae	<i>Setophaga ruticilla*</i>	pavito
28		Emberizidae	<i>Sporophila torqueola</i>	semillero
29		Fringillidae	<i>Carduelis notata</i>	dominico cabeza negra
30		Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Matraquita
31			<i>Thryothorus modestus</i>	matraquita simple
32			<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Cucharero de barras
33		Cardinalidae	<i>Passerina ciris*</i>	siete colores
34			<i>Piranga ruber*</i>	tangara roja
35		Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>	guardabarranco
36			<i>Turdus greyi</i>	Cenzontle
37		Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	gran mosquero
38			<i>Contopus sp.</i>	mosquero
39	<i>Myiozetetes similis</i>		Luis gregario	
40	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon violaceus</i>	trongon
41	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Cheje
42			<i>Piculus rubiginosus</i>	carpintero olivo
43	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens*</i>	garza verde
44			<i>Egretta tricolor*</i>	garzo tricolor
45			<i>Egretta garzetta*</i>	garcita blanca
46			<i>Egretta caerulea*</i>	garcita azul
47			<i>Ardea alba</i>	garzón blanco
48		<i>Bubulcus ibis</i>	garrapatera	
49	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	loro frente blanca
50			<i>Aratinga strenua</i>	Chocoyo
51			<i>Aratinga canicularis</i>	perica frentinaranja
52	Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	pato coche
53	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	aurorita
				Total

Fuente: Jose Luis López (2015).

Tabla 15. Especies de reptiles registrados, Finca Santa Rosa, S.A.

	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Anura	Rhinophrynidae	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sapo excavador
2		Bufonidae	<i>Incilius canaliferus</i>	Sapo
3			<i>Bufo marinus</i>	Sapo
4		Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana
5	Testudines	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	Cajincha
6			<i>Rhynoclemmys aerolata</i>	tortuga
7		Kinosternidae	<i>Kinosternon leucostomum</i>	Casquito
8		Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Casquito
9	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	iguana
10			<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco
11			<i>Ctenosaura similis</i>	Garrobo
12			<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija
13		Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	barba amarilla
14			<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel
15		Colubridae	<i>Conopsis lineatus</i>	ratonera
16			<i>Spilotes pullatus</i>	chichicúa
17			Boidae	<i>Boa constrictor</i>

Fuente: Jose Luis López (2015).

Tabla 16. Especies de mamíferos registrados, Finca Santa Rosa, S.A.

no.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorro o gato de monte
2			<i>Canis latrans</i>	Coyote
3		Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	nutria (perro de agua)
4		Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	mapache
5	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	tacuazín
6			<i>Didelphis virginiana</i>	tacuazín
7	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	conejo
8	Rodentia	Erethizontidae	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	puercoespín
9		Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla
10	Xenathra	Dasypodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armado

Fuente: Jose Luis López (2015).

Tabla 17. Caracterización de lámparas en clínica médica.

CLÍNICA MÉDICA													
No.	Cant	Clasificación	Horas de uso/día	Días de uso/mes	Demanda/Potencia (watts)	Demanda Actual(kWh/mes)	Flujo Luminoso (lm)	Temperatura de color(°C)	Índice de Redimiento de Calor	Eficiencia (Lm/W)	Observaciones	Emisiones de CO2	Demanda Actual (Q/kWh)
1	1	Foco ahorrador grande	8	20	105	16.8	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Luxlite	0.017976	23.18
2	1	Foco ahorrador pequeño	2	2	25	0.1	1550	413.15	60%	62	Marca Luxlite	0.000107	0.14
3	1	Foco ahorrador grande	8	26	105	21.84	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.0233688	30.14
4	1	Foco ahorrador grande	8	26	105	21.84	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.0233688	30.14
5	1	Foco ahorrador pequeño	2	2	25	0.1	1550	413.15	60%	62	Marca Luxlite	0.000107	0.14
6	1	Foco ahorrador grande	9	26	105	24.57	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.0262899	33.91
7	1	Foco ahorrador grande	8	26	105	21.84	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.0233688	30.14
8	1	Foco ahorrador grande	2	10	105	2.1	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.002247	2.90
9	1	Foco ahorrador grande	2	1	105	0.21	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.0002247	0.29
10	1	Foco ahorrador grande	8	20	105	16.8	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.017976	23.18
11	1	Foco ahorrador grande	2	20	105	4.2	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.004494	5.80

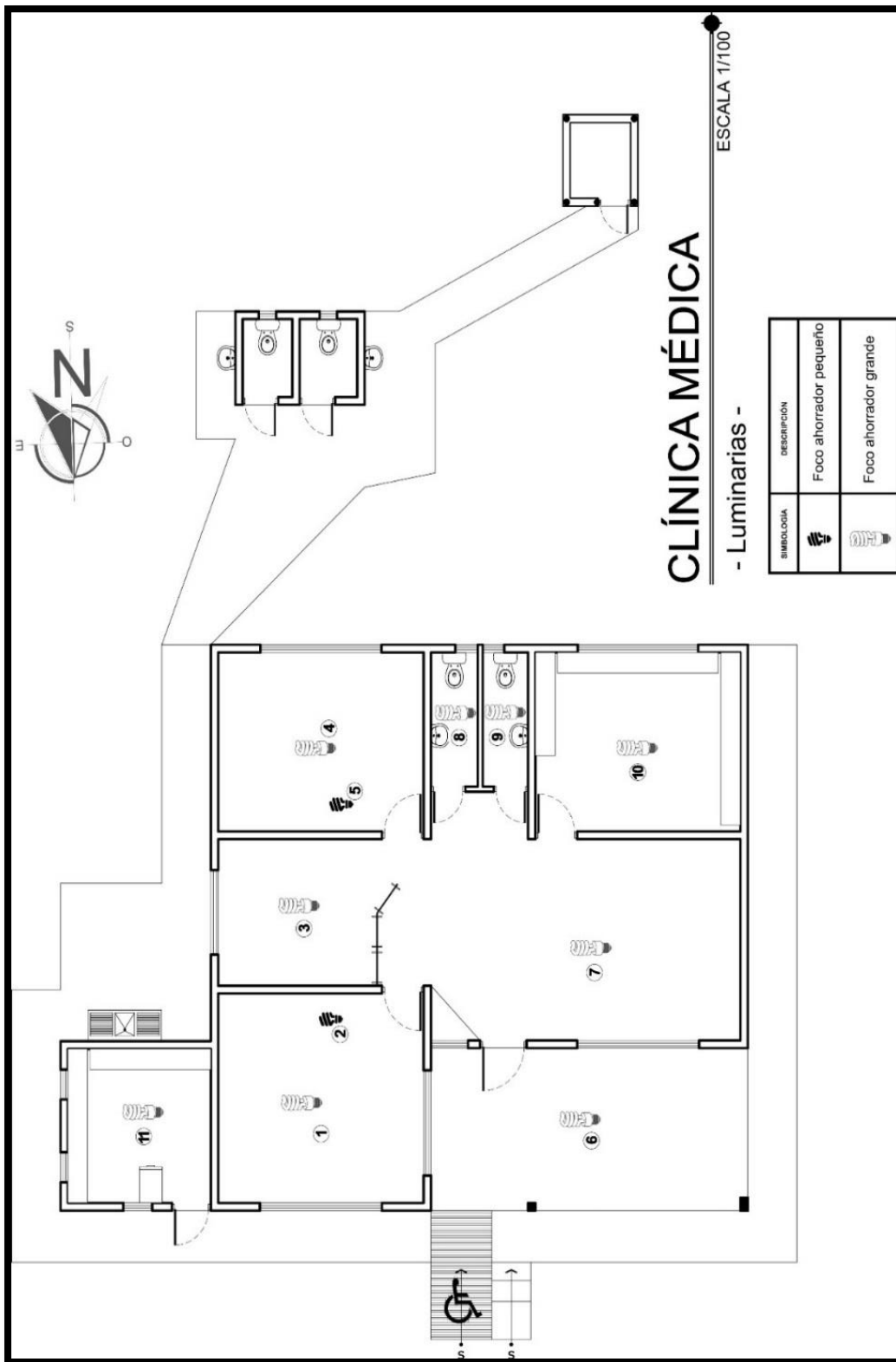


Figura No. 7. Mapa de lámparas en clínica médica.

Tabla 18. Caracterización de lámparas en comedor.

COMEDOR												
No.	Cant	Clasificación	Horas de uso/día	Días de uso/mes	Demanda/Potencia (watts)	Demanda Actual(kWh/mes)	Flujo Luminoso (lm)	Temperatura de color(°C)	Indice de Redimiento de Calor	Eficiencia (Lm/W)	Observaciones	Emisiones de CO2
1	4	Tubo T8	6	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
2	2	Tubo T8	6	20	32	7.68	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0082176
3	3	Tubo T8	6	20	32	11.52	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0123264
4	3	Tubo T8	6	20	32	11.52	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0123264
5	3	Tubo T8	6	20	32	11.52	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0123264
6	2	Tubo T8	6	20	32	7.68	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0082176
7	3	Tubo T8	6	20	32	11.52	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0123264
8	3	Tubo T8	6	20	32	11.52	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0123264
9	10	Foco LED pequeño	2	10	12	2.4	1050	6226.85	80%	87.5	Marca LuxLite	0.002568
10	5	Foco LED grande	12	24	64	92.16	3600	6226.85	80%	56.25	Marca TecnoLite	0.0986112
11	5	Foco LED grande	12	24	64	92.16	3600	6226.85	80%	56.25	Marca Volteck	0.0986112

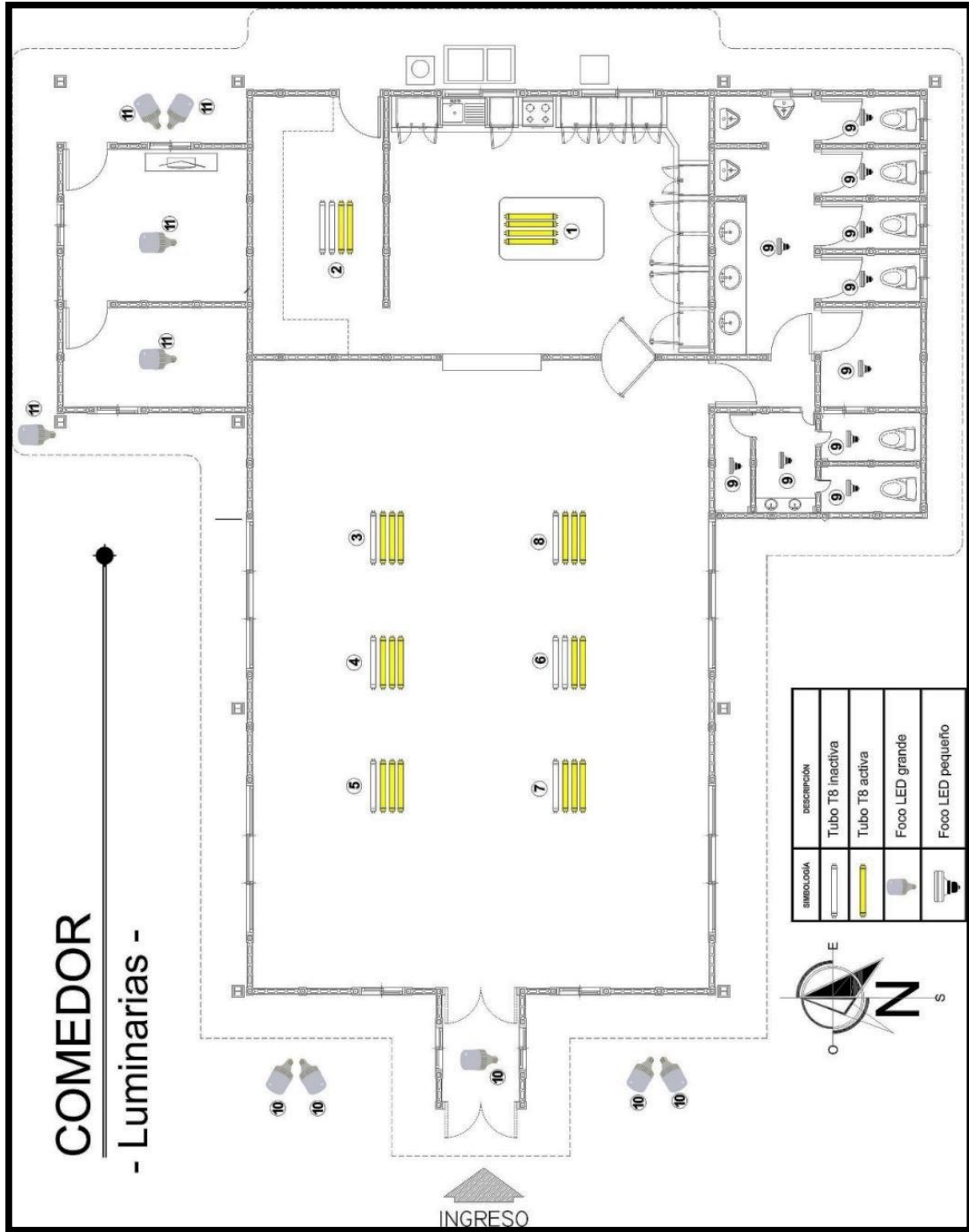


Figura No. 8. Mapa de lámparas del área de comedor.

Tabla 19. Caracterización de lámparas en el edificio de recursos humanos.

EDIFICIO DE RECURSOS HUMANOS													
No.	Cant	Clasificación	Horas de uso/día	Días de uso/mes	Demanda/Potencia (watts)	Demanda Actual(kWh/mes)	Flujo Luminoso (lm)	Temperatura de color(°C)	Indice de Redimiento de Calor	Eficiencia (Lm/W)	Observaciones	Emisiones de CO2	Demanda Actual (Q/kWh)
1	4	Tubos T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.0219136	28.26
2	4	Tubos T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.0219136	28.26
3	4	Tubos T8	9	24	32	27.648	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.02958336	38.15
4	4	Tubos T8	9	24	32	27.648	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.02958336	38.15
5	23	Tubos T8	6	4	32	17.664	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.01890048	24.38
6	4	Tubos T8	9	21	32	24.192	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.02588544	33.38
7	4	Tubos T8	9	21	32	24.192	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.02588544	33.38
8	4	Tubos T8	9	21	32	24.192	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.02588544	33.38
9	3	Foco ahorrador pequeño	2	8	12	0.576	665	2426.85	80%	55.4166667	Marca philips	0.00061632	0.79
10	1	Foco grande LED	2	10	32	0.64	3600	6226.85	80%	112.5	Marca Tec nolite	0.0006848	0.88
11	2	Tubos T8	8	24	32	12.288	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.01314816	16.96
12	4	Foco ahorrador grande	8	24	105	80.64	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Luxite	0.0862848	111.28
13	4	Tubos T8	8	24	32	24.576	2100	6226.85	70	65.625	Marca philips	0.02629632	33.91
14	12	Tubos T8	8	24	32	73.728	2100	6226.85	70	65.625	Marca philips	0.07888896	101.74
15	4	Tubos T8	8	24	32	24.576	2100	6226.85	70	65.625	Marca philips	0.02629632	33.91

Tabla 20. Caracterización de lámparas del área de bodega central.

No.	Cant	Clasificación	Horas de uso/día	Días de uso/mes	Demanda/Potencia (watts)	Demanda Actual(kWh/mes)	Flujo Luminoso (lm)	Temperatura de color(°C)	Indice de Redimiento de Calor	Eficiencia (Lm/W)	Observaciones	Emisiones de CO2	Demanda Actual (Q/kWh)
1	16	Halogenuro metalico de mercurio	2	20	400	256	36000	3726.85	65%	90	Marca Venture	0.27392	353.28
2	4	Foco ahorrador grande	8	20	105	67.2	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Luxlite	0.071904	92.74
3	1	Foco grande LED	8	20	40	6.4	3600	6226.85	80%	90	Marca TecnoLite	0.006848	8.83
4	56	Tubos T8	8	20	32	286.72	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.3067904	395.67
5	4	Foco grande LED	8	20	40	25.6	2100	6226.85	70%	52.5	Marca TecnoLite	0.027392	35.33
6	3	Tubos T8	8	24	32	18.432	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.01972224	25.44
7	2	Foco ahorrador grande	1	2	105	0.42	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Luxlite	0.0004494	0.58
8	7	Foco LED pequeño	2	20	7	1.96	630	6226.85	80%	90	Marca Light-Tec	0.0020972	2.70

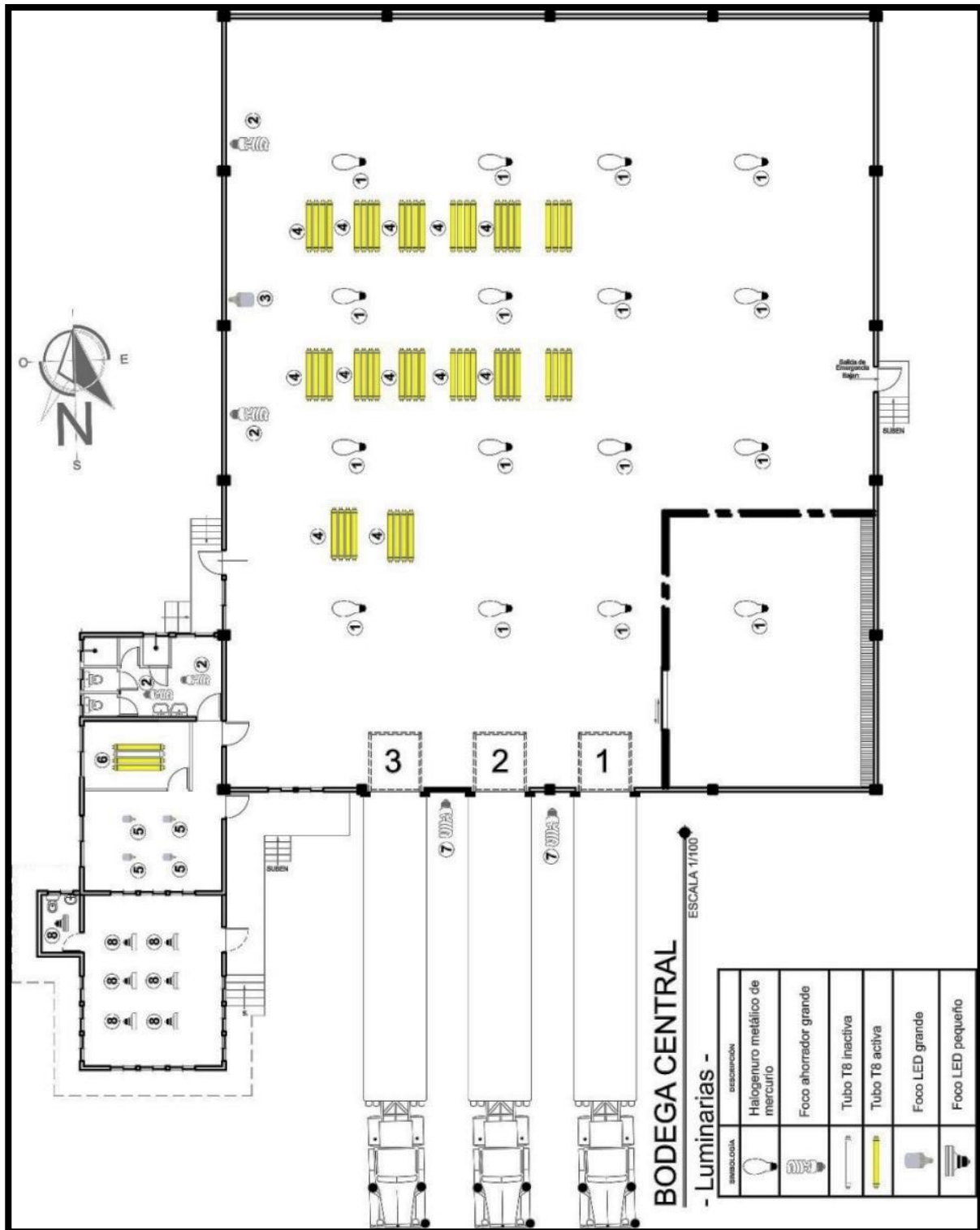


Figura No. 10. Mapa de lámparas en bodega central.

Tabla 21. Caracterización de lámparas en edificio administrativo.

No.	Cant	Clasificación	Horas de uso/día	Días de uso/mes	Demanda/Potencia (watts)	Demanda Actual(kWh/mes)	Flujo Luminoso (lm)	Temperatura de color(°C)	Indice de Redimiento de Calor	Eficiencia (Lm/W)	Observaciones	Emisiones de CO2
1	4	Tubo T8	6	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
2	8	Tubo T8	4	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
3	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
4	4	Tubo T8	2	10	32	2.56	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0027392
5	1	Lámpara ahorradora T5	1	2	32	0.064	2100	6126.85	80%	65.625	Marca LuxLite	0.00006848
6	4	Tubo T8	4	10	32	5.12	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0054784
7	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
8	8	Tubo T8	8	20	32	40.96	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0438272
9	1	Lámpara ahorradora T5	1	10	32	0.32	2100	6126.85	80%	65.625	Marca LuxLite	0.0003424
10	4	Tubo T8	4	10	32	5.12	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0054784
11	4	Tubo T8	4	15	32	7.68	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0082176
12	4	Tubo T8	2	10	32	2.56	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0027392
13	8	Tubo T8	4	15	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
14	4	Tubo T8	2	15	32	3.84	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0041088
15	3	Tubo T8	8	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
16	2	Tubo T8	8	20	32	10.24	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0109568
17	2	Tubo T8	8	20	32	10.24	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0109568
18	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
19	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
20	2	Tubo T8	8	20	32	10.24	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0109568
21	2	Tubo T8	8	20	32	10.24	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0109568
22	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
23	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
24	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
25	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
26	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
27	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
28	3	Tubo T8	8	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
29	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
30	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
31	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
32	1	Foco ahorrador pequeño	6	20	20	2.4	1100	6226.85	80%	55	Marca LuxLite	0.002568
33	1	Lámpara ahorradora T5	5	20	32	3.2	2100	6126.85	80%	65.625	Marca LuxLite	0.003424
34	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
35	3	Tubo T8	8	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
36	3	Tubo T8	2	30	32	5.76	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0061632
37	1	Lámpara ahorradora T5	2	20	20	0.8	1100	6226.85	80%	55	Marca LuxLite	0.000856
38	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
39	2	Tubo T8	8	20	32	10.24	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0109568
40	3	Tubo T8	8	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
41	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
42	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
43	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
44	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
45	4	Tubo T8	2	20	32	5.12	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0054784
46	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
47	3	Tubo T8	8	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
48	3	Tubo T8	8	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
49	4	Tubo T8	2	10	32	2.56	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0027392
50	5	Foco ahorrador grande	6	30	105	94.5	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca LuxLite	0.101115
51	6	Foco ahorrador grande	6	30	105	113.4	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca LuxLite	0.121338
52	11	Tubo T8	3	15	32	15.84	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0169488
53	12	Tubo T8	3	10	32	11.52	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0123264
54	4	Foco ahorrador grande	6	30	105	75.6	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca LuxLite	0.080892

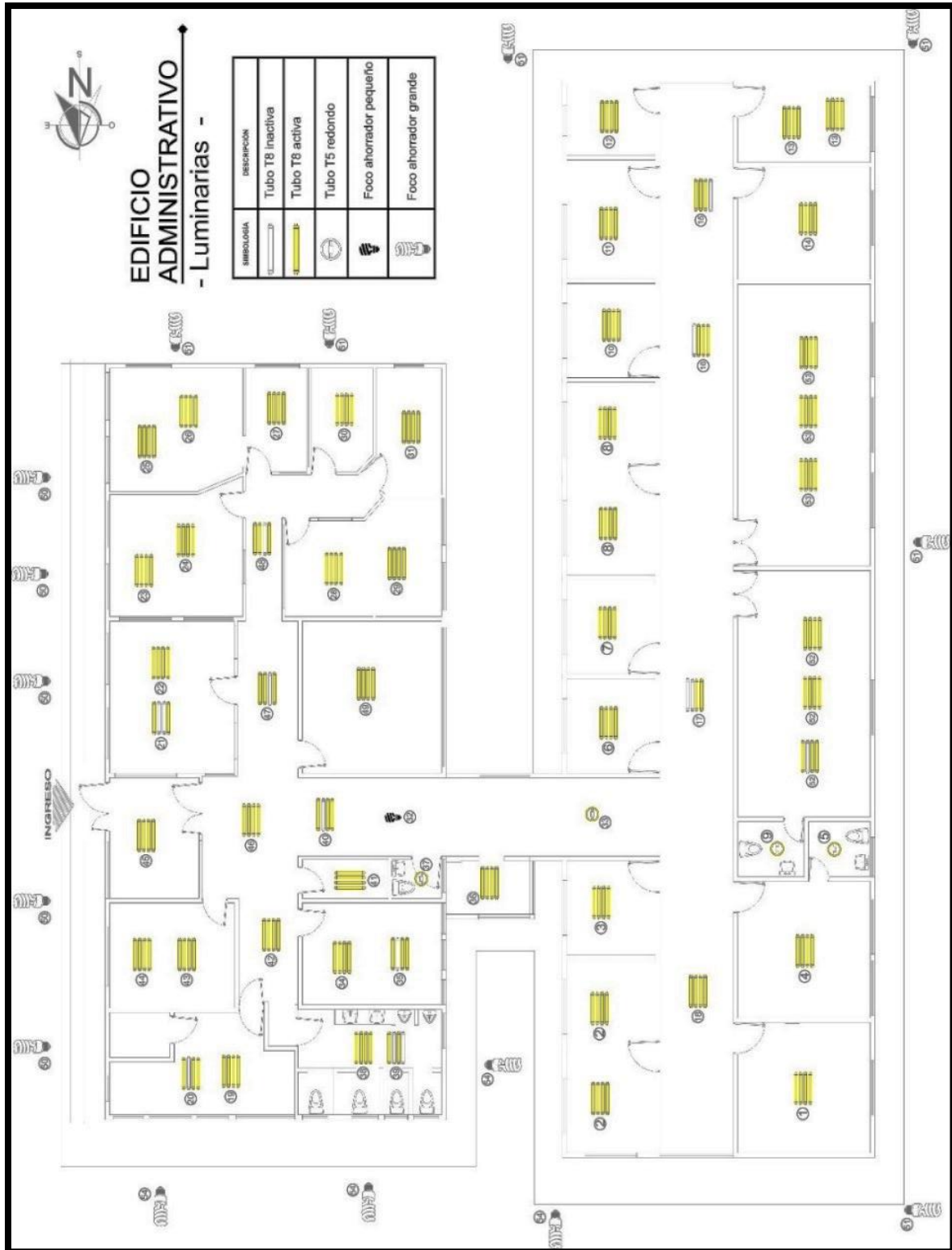


Figura No. 11. Mapa de lámparas del edificio administrativo.

Tabla 22. Caracterización de equipo de consumo en clínica médica.

Equipos de consumo Clínica Médica		
	Sala/Departamento	Consumo (kWh/mes)
1	Secretaría	495.132
2	Farmacia	534.24
3	Clínica 1	561.36
4	Clínica 2	297.6
5	Área de esterilización	57.6
	TOTAL CONSUMO	1945.932

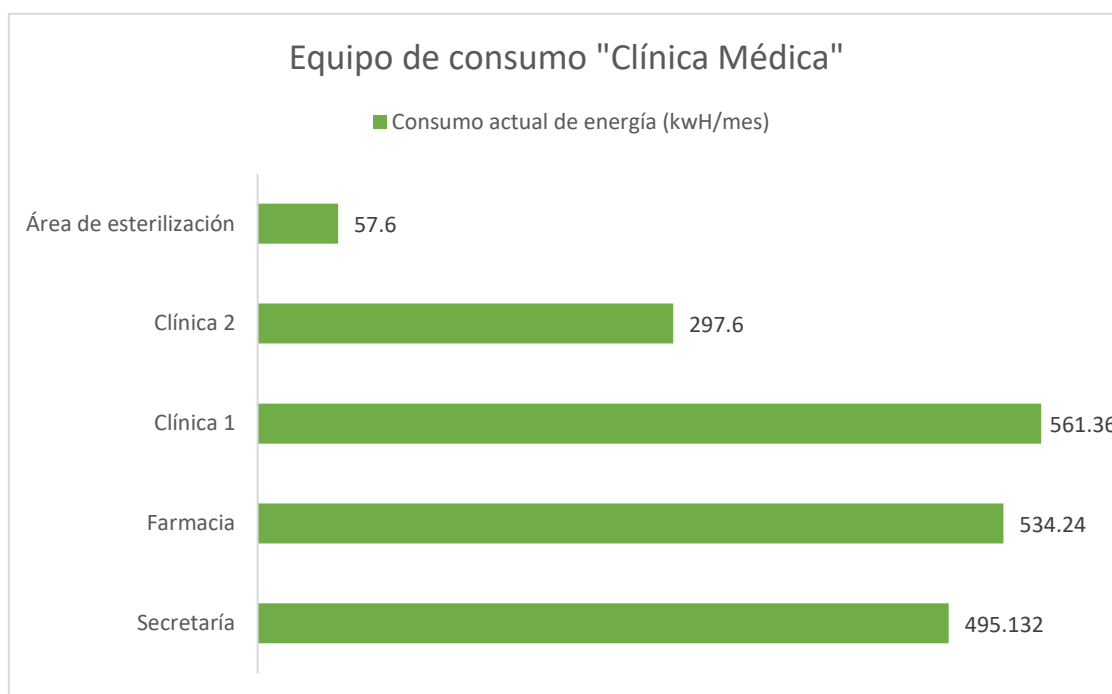
**Figura No. 12.** Grafica de equipo de consumo en clínica médica.

Tabla 23. Caracterización de equipo de consumo en comedor.

Equipo de consumo Comedor		
	Sala/Departamento	Consumo (kWh/mes)
1	Cocina	113.02
2	Despensa	1313.424
3	Comedor	1110.984
4	Lavanderia	3.04
5	Oficina Gerencia Comedores	902.97948
TOTAL CONSUMO		3443.44748

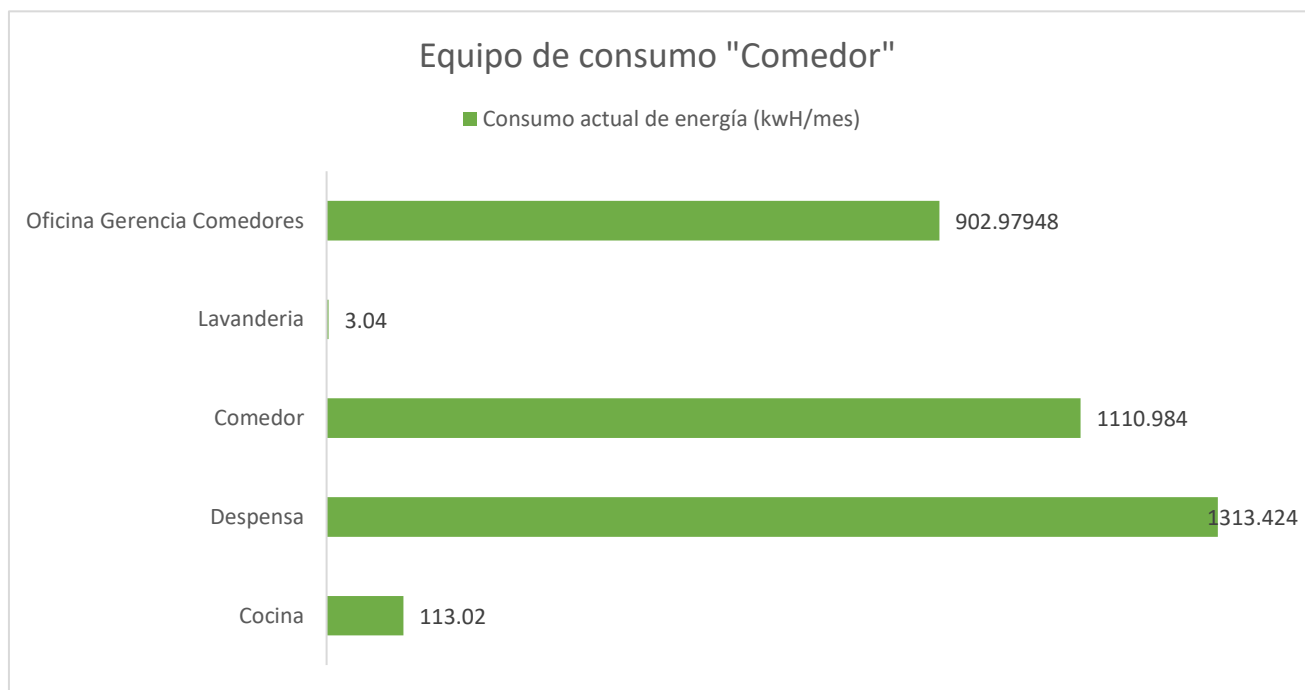
**Figura No. 13.** Grafica de equipo de consumo en comedores.

Tabla 24. Caracterización de equipo de consumo del edificio de recursos humanos.

Equipo de consumo edificio de recursos humanos		
	Sala/Departamento	Consumo (kWh/mes)
1	Oficina Jefe de Recursos Humanos	420.908
2	Oficina de Recursos Humanos	808.804
3	Sala de Capacitación	195.32
4	Contrataciones	516.322
5	Planillas	1194.9056
6	Cooperativa	1095.4368
	TOTAL CONSUMO	4231.6964

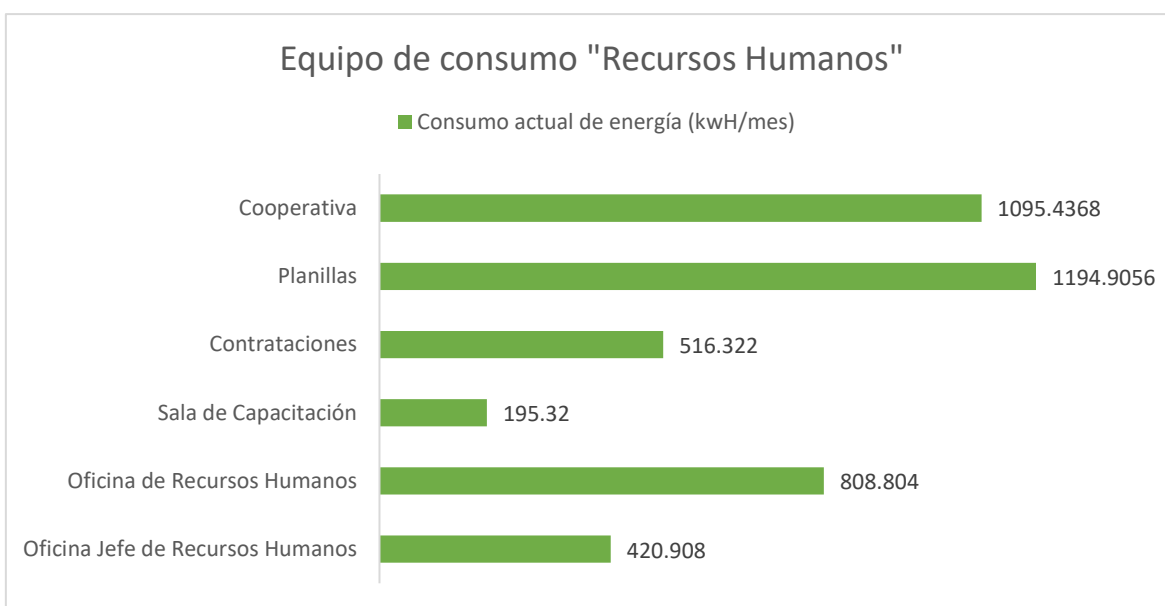
**Figura No. 14.** Gráfica de equipo de consumo del edificio de recursos humanos.

Tabla 25. Caracterización de equipo de bodega central.

Equipo de consumo bodega central		
	Sala/Departamento	Consumo (kWh/mes)
1	Bodega Central	613.64
2	Oficina Bodega	643.134
3	Gerencia de Bodegas	354.7808
4	Oficina Supervisores	911.9273
	TOTAL CONSUMO	2523.4821

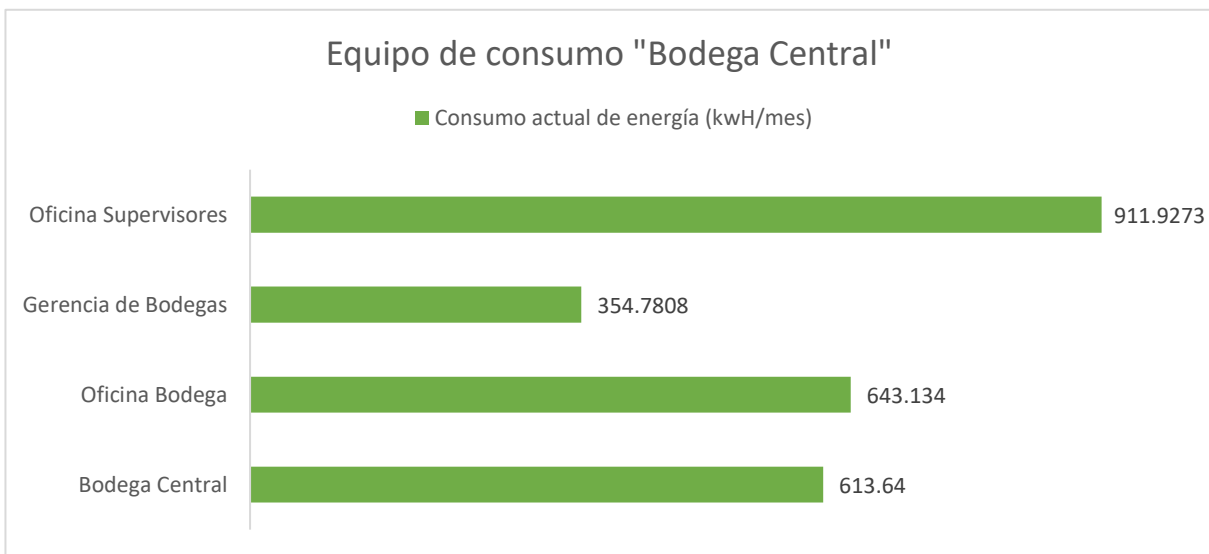
**Figura No. 15.** Grafica de equipo de consumo de bodega central.

Tabla 26. Caracterización de equipo de consumo de edificio administrativo.

Equipo de consumo Clínica Médica		
	Sala/Departamento	Consumo (kWh/mes)
1	Departamento de Auditoría	554.5239
2	Departamento de Cómputo	613.292976
3	Data Center	1670.4
4	Bodega Suministros	334.4
5	Departamento de cuentas por pagar	466.422
6	Departamento de costos y estadísticas	478.21
7	Gerencia Administrativa	415.7007
8	BPA	271.03373
9	Gerencia de Riego	851.5327
10	Sala de Reuniones III	92.85
11	Sala de Videoconferencia	486.4612
12	Gerencia Agrícola Palma	155.971
13	Sub Gerencia Agrícola de Palma	443.65352
14	Relaciones Comunitarias	568.7674
15	Estación de Radio	181.358
16	Departamento de Planillas	517.3924
17	Centro de Impresión	3483
18	Infraestructura y Obras Cíviles	287.364
19	Usos Múltiples	63
20	Subdirector Agrícola Banano	323.1682
21	Sala de Presidencia	30
22	Salud y Seguridad Ocupacional	441.3708
23	Sala II	158.79
24	Departamento de Gestión Ambiental	612.3024
25	Baños de Hombres	172.8
26	Pasillo	389.16
	TOTAL CONSUMO	14062.9249

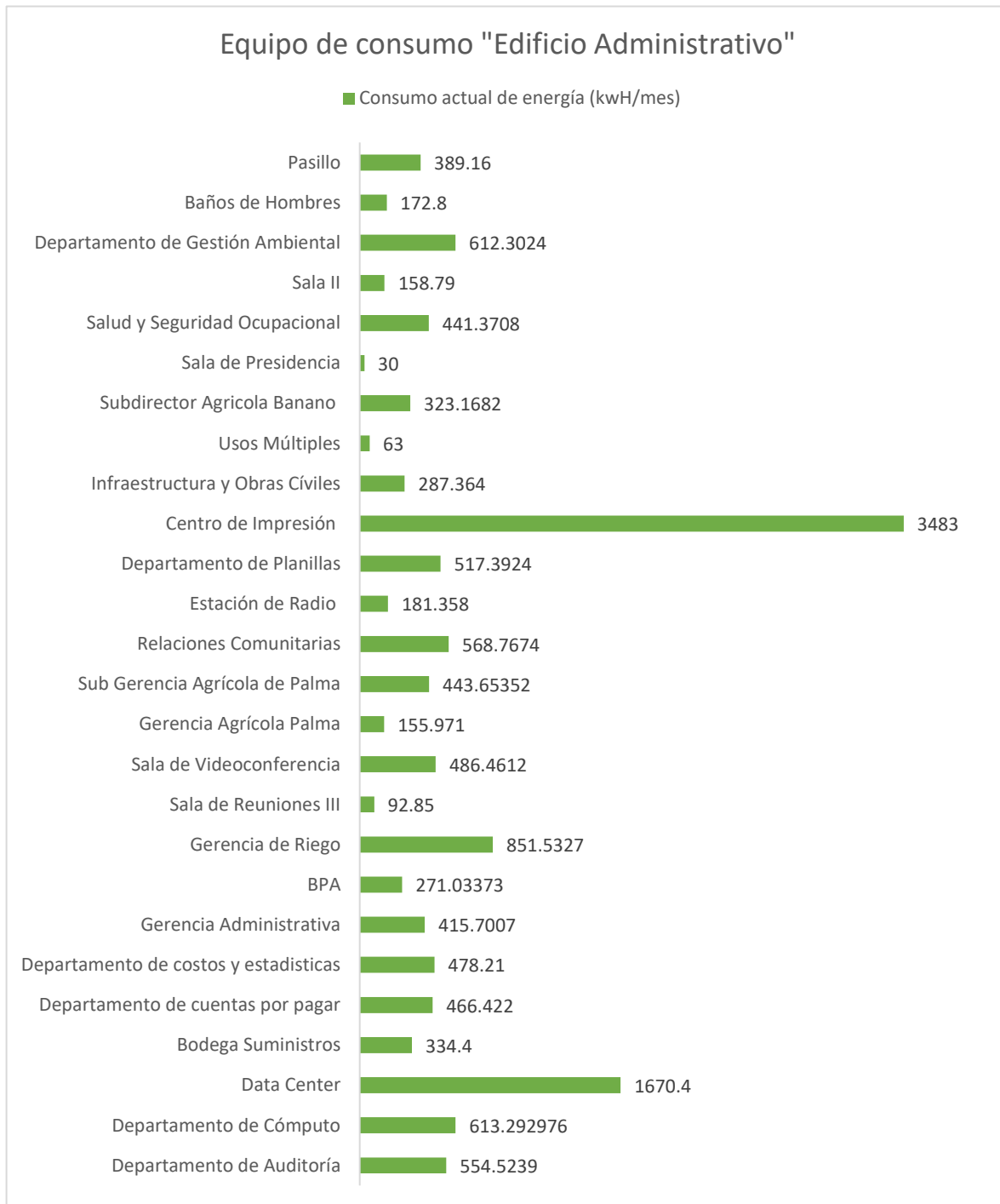



Figura No. 16. Grafica de equipo de consumo de edificio administrativo.

Figura No. 17. Cotización de luminarias.

Tiendas
1741
ventas@celasa.com.gt
Chat
f @






INICIO QUIENES SOMOS TIENDAS VENTAS ESPECIALIZADAS OFERTAS BLOC CONTACTO

Catálogo de Productos
Carrito

TIEMPO DE ENTREGA

- El mínimo de compra para servicio a domicilio es de **Q.100.00**
- Si tu compra es menor a Q100.00 debes recoger en la tienda más cercana.
- Tiempo de entrega servicio a domicilio ciudad capital **24 a 48 horas**
- Tiempo de entrega servicio a domicilio área departamental de **48 a 72 horas**

✔
Carrito actualizado.

	Producto	Precio	Cantidad	Total
x	 TUBO LED 48 LUZ BLANCA 17W OPACO DE VIDRIO TECNO LITE	Q27.75	Cantidad <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text" value="1"/>	Q27.75
x	 BOMBILLA LED 50W MV LUZ BLANCA ROSCA MEDIANA/MOGUL TECNO LITE	Q127.75	Cantidad <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text" value="1"/>	Q127.75
x	 BOMBILLA LED CIRCULAR 12W LUZ BLANCA TECNO LITE	Q46.87	Cantidad <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text" value="1"/>	Q46.87
x	 BOMBILLA LED CLASICA 11W LUZ CÁLIDA 'LUXLITE'	Q18.29	Cantidad <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text" value="1"/>	Q18.29

Actualizar carrito

The background is a solid blue color with several faint, light blue icons. There are three lightbulbs: one large one in the upper left, one in the upper right, and one in the lower left. In the lower right, there is a circular icon containing a power plug. At the bottom center, there is a horizontal bar composed of four colored segments: light green, medium green, dark green, and light green.

MANUAL PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

SANTA ROSA, S.A.



CRÉDITOS

Este manual ha sido diseñado por el epesista de Ingeniería En Gestión Ambiental Local -EPSIGAL- de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Redacción: Miguel Francisco Granados Vallejo

Revisión Técnica: Ing. Pedro Armando López Castillo

Colaboración técnica: Ing. Mirna Lucrecia Vela Armas

Diseño y diagramación: Miguel Francisco Granados Vallejo

Impresión y reproducción: Picante Publicidad Mazatenango


Elaborado para: Finca Santa Rosa, Tiquisate Escuintla Guatemala

Agosto de 2019.



MANUAL PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA


SANTA ROSA, S.A.



© Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, en ninguna forma, ni por algún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o fotocopia, sin permiso o autorización por escrito del autor. Se exceptúan los casos para fines educativos.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	No. Página
1. PRESENTACIÓN DEL MANUAL	9
2. AHORRO DE ENERGÍA: CONCEPTOS Y DEFINICIONES.....	10
3. GESTIÓN INTEGRADA DEL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	15
3.1. Retroadaptación	15
4. IMPORTANCIA DE AHORRAR ENERGÍA ELÉCTRICA	18
5. RETROADAPTACIÓN EN ILUMINACIÓN	20
5.1 CARACTERIZACIÓN DE LÁMPARAS.....	20
5.2 Variables consideradas	21
5.3 Propuesta de cambio de lámparas.....	23
5.3.1 Lámparas fluorescentes a lámparas LED.....	23
5.3.2 Bombillo ahorrador a bombillo LED	25
5.3.3 Bombillo ahorrador circular a bombillo LED circular	27
5.3.4 Bombillo ahorrador a bombillo LED	29
5.4 Costos de retroadaptación en iluminación	31
5.5 Emisiones de CO ₂ en iluminación	32
5.6 Ahorro según la vida útil de lámparas	33
6. DISPOSICIÓN DE LÁMPARAS	34
7. RETROADAPTACIÓN PARA EL CAMBIO DE LÁMPARAS.....	35
8. RECOMENDACIONES PARA OPTIMIZAR EL USO DE LAS LÁMPARAS	37
9. GESTIÓN INTEGRADA PARA EL USO DE EQUIPOS Y AHORRO DE ENERGÍA ...	38
9.1 CARACTERIZACIÓN DE EQUIPOS.....	38
10. RECOMENDACIONES PARA OPTIMIZAR EL USO DE EQUIPOS	39



11. REFERENCIAS.....	43
12. ANEXOS: LÁMPARAS.....	44
13. ANEXOS: FUENTES DE CONSUMO.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	No. Página
1. Cuadro resumen de caracterización de lámparas para realizar retroadaptación ...	22
2. Resumen del ahorro energético en retroadaptación	30
3. Costo total de retroadaptación en iluminación.....	31
4. Emisiones de CO ₂ en iluminación.....	32
5. Ahorro proyectado de acuerdo a la vida útil de las lámparas.....	33
6. Caracterización de lámparas en clínica médica	44
7. Caracterización de lámparas en comedor.....	46
8. Caracterización de lámparas en el edificio de recursos humanos.....	48
9. Caracterización de lámparas del área de bodega central	50
10. Caracterización de lámparas en edificio administrativo.....	52
11. Caracterización de fuentes de consumo de clínica médica.....	56
12. Caracterización de fuentes de consumo de comedor	57
13. Caracterización de fuentes de consumo del edificio de recursos humanos	58
14. Caracterización de fuentes de consumo de bodega central.....	59
15. Caracterización de fuentes de consumo de edificio administrativo	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	No. Página
1. Características lámparas fluorescentes a tubos LED	23
2. Características bombillas ahorradoras a bombillas LED	25
3. Características bombilla circular ahorradora a bombillas LED circular	27
4. Características bombilla ahorradora a bombillas LED	29
5. Consumo de energía de fuentes de consumo por edificio	38
6. Mapa de lámparas clínica médica	45
7. Mapa de lámparas del área de comedor	47
8. Mapa de lámparas de recursos humanos	49
9. Mapa de lámparas de bodega central	51
10. Mapa de lámparas del edificio administrativo	53
11. Facturas de energía eléctrica	54
12. Cotización de lámparas	55
13. Grafica de fuentes de consumo de clínica médica	56
14. Grafica de fuentes de consumo de comedores	57
15. Grafica de fuentes de consumo del edificio de recursos humanos	58
16. Grafica de fuentes de consumo de bodega central	59
17. Grafica de fuentes de consumo de edificio administrativo	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración	No. Página
1. Esquema eléctrico de la instalación de tubos fluorescentes	35
2. Eliminación del cebador y reactancia del circuito eléctrico	36
3. Esquema de conexión de tubos LED	36

1. PRESENTACIÓN DEL MANUAL

El presente documento se enmarca dentro del Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local EPSIGAL realizado en Finca Santa Rosa, S.A., el cual define, diseña y desarrolla prácticas integradas a través de la eficiencia energética que permitan la gestión en tiempo real de las fuentes de consumo y lámparas por medio de retroadaptación y buenas prácticas en el consumo.

Este manual pretende ayudar a la empresa a conocer las medidas existentes para reducir el consumo energético de las diferentes áreas y departamentos través del cambio de sus hábitos y de la tecnología LED.

El presente tiene como objetivo informar a los operarios y colaboradores de Finca Santa Rosa que a través de prácticas sencillas se puede lograr el ahorro energético, esto para fomentar el consumo responsable y sostenible de la energía y que contribuya a una disminución de la intensidad energética, a un menor impacto sobre el medio ambiente, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático y al desarrollo sostenible de la empresa, además de reducir los costos por pagos elevados en las facturas.

2. AHORRO DE ENERGÍA:

CONCEPTOS Y DEFINICIONES

Ahorro de energía: disminución de la intensidad energética mediante un cambio de las actividades que requieran insumos de energía. Pueden realizarse ahorros de energía adoptando medidas técnicas, organizativas, institucionales y estructurales o modificando el comportamiento.

Dióxido de carbono (CO₂): gas que se produce de forma natural y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles o de biomasa, cambios del uso de la tierra o procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta el equilibrio de la Tierra. Además, es el gas que se toma como referencia para medir otros gases de efecto invernadero y por lo tanto, tiene un potencial de calentamiento mundial de 1.

Cambio climático: variación del estado del clima y/o su variabilidad, que se puede detectar a través de los cambios de las medidas y/o de la variabilidad de estas propiedades, y que se mantiene durante un período de tiempo prolongado, generalmente decenios o por más tiempo.

Desarrollo sostenible: satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.

Eficiencia energética: relación entre la producción de energía útil u otro producto físico útil que se obtiene por medio de un sistema, un proceso de conversión o una actividad de transmisión o almacenamiento y la cantidad de energía consumida (medida en kWh/kWh¹, toneladas/kWh o en cualquier otra medida física del producto útil, como la tonelada/km transportada, etc.).

¹ kWh=kilowatts/hora

Electricidad: la electricidad constituye una forma de energía que está presente en casi todas las actividades del hombre de una sociedad desarrollada, ya que gran parte de los aparatos y máquinas que usamos funcionan con ella.

Energía: cantidad de trabajo o de calor producida. La energía se clasifica en diferentes tipos y resulta útil para el hombre cuando fluye de un lugar a otro o se transforma de un tipo a otro.

Energía eléctrica: la energía eléctrica se produce en las centrales eléctricas a partir de la transformación de una energía primaria (hidráulica, térmica, solar, nuclear, eólica,...).

Gas de efecto invernadero (GEI): componente gaseoso de la atmosfera, de origen natural y antropogénico, que absorbe y emite radiación en longitudes de ondas específicas del espectro de la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmosfera y las nubes. Esta propiedad es la que origina el efecto invernadero. El vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3), el hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC) son los principales gases de efecto invernadero de la atmosfera terrestre.

Gestión energética: la suma de medidas planificadas y llevadas a cabo para conseguir el objetivo de utilizar la mínima cantidad posible de energía mientras se mantienen los niveles de confort (en oficinas y edificios) y los niveles de producción (fabricas). Es, por tanto, un procedimiento organizado de previsión y control del consumo de energía, que tiene como fin obtener el mayor rendimiento energético posible sin disminuir el nivel de prestaciones obtenidas.

Huella de carbono: herramienta que permite el cálculo de la totalidad de los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto.

Intensidad energética: relación entre el consumo de energía y la producción económica resultante.

Kilovatio hora (kWh): es la unidad de energía en la que se factura normalmente el consumo doméstico o industrial de electricidad. Equivale a la energía consumida por un aparato eléctrico cuya potencia fuese un kilovatio (kW) y estuviese funcionando durante una hora.

Lámpara: Las lámparas son dispositivos que transforman una energía eléctrica o química en energía lumínica.

Lámpara ahorradora: Las lámparas ahorradoras o de bajo consumo son llamadas técnicamente Lámpara Compacta Fluorescente (CFL, en inglés). Tienen una vida útil mucho más larga que las incandescentes, utilizan mucha menos energía eléctrica (entre un 50 y un 80% menos) para producir la misma iluminación.

Lámpara fluorescente: la lámpara consiste en un tubo de vidrio fino revestido interiormente con diversas sustancias químicas compuestas llamadas fósforos, aunque generalmente no contienen el elemento químico fósforo y no deben confundirse con él. Esos compuestos químicos emiten luz visible al recibir una radiación ultravioleta. El tubo contiene además una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, a una presión más baja que la presión atmosférica. En cada extremo del tubo se encuentra un filamento hecho de tungsteno, que al calentarse al rojo contribuye a la ionización de los gases.

Lámpara LED: también conocida como lámpara de tecnología led o más simplemente lámpara led (con led como la sigla de la tecnología de diodo emisor de luz, light emitting diode, en este caso idealmente en mayúsculas), es una lámpara de estado sólido que usa ledes (light-emitting diode, diodos emisores de luz) como fuente lumínica. Debido a que la luz capaz de emitir un led no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas las lámparas led están compuestas por agrupaciones de ledes, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada.

Lumen: es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente. El flujo luminoso se diferencia del flujo radiante en que el primero contempla la sensibilidad variable del ojo humano a las diferentes longitudes de onda de la luz y el último involucra toda la radiación electromagnética emitida por la fuente según las leyes de Wien y de Stefan-Boltzmann sin considerar si tal radiación es visible o no.


Lámpara: las lámparas son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

Lámpara fluorescente: es el conjunto que forman una lámpara, denominada tubo fluorescente, y una armadura, que contiene los accesorios necesarios para el funcionamiento. En ciertos lugares se conoce como lámpara solamente a la lámpara. La lámpara es de descarga de vapor de mercurio a baja presión y se utiliza normalmente para la iluminación doméstica o industrial. Su ventaja frente a otro tipo de lámparas, como las incandescentes, es su eficiencia energética.

Mitigación: cambios de las tecnologías y actividades que tienen como resultado la reducción de los insumos y las emisiones por unidad de producción.

Retroadaptación: es el cambio de equipos obsoletos por equipos nuevos realizando un mínimo de modificaciones al tablero existente. Se reemplazan equipos ya obsoletos y se conserva la parte mecánica en buen estado como es la estructura propia del tablero, los buses principales y soportes en general, sin modificar obra civil ni cableado.

Uso eficiente de la energía: es reducir la cantidad de energía eléctrica y de combustibles que utilizamos, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios. Usualmente dicha reducción en el consumo de energía se asocia a un cambio tecnológico, ya sea por la creación de nuevas tecnologías que incrementen



el rendimiento de los artefactos o por nuevos diseños de máquinas y espacios habitables, los que pueden disminuir la pérdida de energía por calor.

3. GESTIÓN INTEGRADA DEL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

El ahorro de energía, su consumo responsable y el uso eficiente de las fuentes energéticas son esenciales a todos los niveles (económicos y ambientales). La importancia de las medidas de ahorro y eficiencia energética se manifiesta en la necesidad de reducir los costos en la factura energética, y reducir la emisión de CO₂.

Para reducir el consumo de energía se debe invertir en equipamiento energéticamente eficiente y en medidas de ahorro energético, cambiar los hábitos de consumo y optimizar su uso.

3.1. RETROADAPTACIÓN

Consiste en el reemplazo de equipos obsoletos por equipos nuevos que consuman menor cantidad de energía, para reducir el consumo eléctrico, realizando un mínimo de modificaciones al sistema existente sin modificar la obra civil ni el cableado.

En otras definiciones a la retroadaptación se le conoce como la modernización de algunas partes de una maquinaria (referidos sobretodos a los elementos del control), cuyas piezas de fábrica ya han perdido su desempeño producto de los años de uso.

En este caso en particular, se realiza la retroadaptación en el sistema de iluminación de los edificios administrativos, recursos humanos, clínica médica, comedor y bodega central.

El cambio hacia la eficiencia energética tiene que recorrerse adoptando estrategias encaminadas hacia los siguientes factores, tomando en cuenta que en Santa Rosa, S.A., el aprovechamiento de energías renovables y la diversidad energética son factores aplicables en el área, pero tomando en cuenta la innovación tecnológica de

una retroadaptación y con la modificación de los hábitos de consumo se obtendrá la reducción de la demanda energética y por consiguiente el de la factura eléctrica.



Innovación tecnológica

La innovación tecnológica está íntimamente relacionada con la eficiencia energética y la búsqueda de mejoras en los procesos industriales que requieran menos energía para generar bienes y servicios.

Modificación de los hábitos de consumo

El comportamiento energético o bien es consecuencia de la adquisición de un equipo o bien es un hábito de conducta. El primer caso generalmente implica la adquisición de nueva tecnología, tal vez la compra de un nuevo electrodoméstico, mientras que los hábitos son consecuencia de una conducta rutinaria; por ejemplo, apagar siempre las luces al salir de una oficina. Una de las claves de la eficiencia energética es administrar los

recursos energéticos de un modo hábil y eficaz, que incluya cambios de comportamiento en el uso de la energía.

Reducción de la demanda energética

La gestión de la demanda de energía se revela cada vez más como un elemento fundamental del desarrollo sostenible. La reducción de la demanda permite avanzar de la forma más económica posible, hacia los objetivos de reducción del coste de aprovisionamiento de energía, de minimización del impacto ambiental, y de incremento de la seguridad energética.

Diversidad energética

Tener diferentes fuentes de generación de energía permite contar con un sistema eléctrico sólido y confiable. Hoy en día, los avances tecnológicos permiten contar no solo con sistemas tradicionales como las plataformas de generación térmicas o hidráulicas, sino también con tecnologías capaces de originar electricidad a partir de energías renovables.

Aprovechamiento de energías renovables

Las energías renovables son recursos limpios y casi inagotables que nos proporciona la naturaleza. Además, por su carácter autóctono contribuyen a disminuir la dependencia de los suministros externos, aminoran el riesgo de un abastecimiento poco diversificado y favorecen el desarrollo tecnológico y la creación de fuentes de empleo.

IMPLICACIÓN DE TODOS LOS COLABORADORES LA EMPRESA



FACTORES

IMPRESINDIBLES PARA EL AHORRO DE ENERGÍA Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.



COMPROMISO DE LA ALTA GERENCIA

4. IMPORTANCIA DE AHORRAR ENERGÍA ELÉCTRICA

No cabe duda de que el ahorro de energía (consumo responsable) y el uso eficiente de las fuentes de energía resultan esenciales para el futuro de todos los habitantes del planeta. Pero también, ahorrar energía en la empresa proporciona mejoras tanto económicas como ambientales, además de otros beneficios para la organización.


BENEFICIOS DEL AHORRO DE ENERGÍA Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EMPRESA

- **Ahorro de costos**

El costo de la energía constituye uno de los factores de mayor peso dentro de los costes totales de los procesos productivos.

- **Disminución de las emisiones de CO₂**

El dióxido de carbono resultante de la combustión de combustibles fósiles es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero generadas



por la actividad humana, por lo que una disminución en el consumo de energía y el cambio de hábitos favorece la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo así a la lucha contra el cambio climático.

- **Mejora de la competitividad**

La reducción de la cantidad de energía consumida para la generación de productos y servicios finales obtenidos favorece la competitividad de la empresa.

- **Potencia la incorporación de la innovación tecnológica**

La búsqueda de la eficiencia energética se relaciona directamente con la innovación de la tecnología.

- **Mejora en el rendimiento de los equipos**

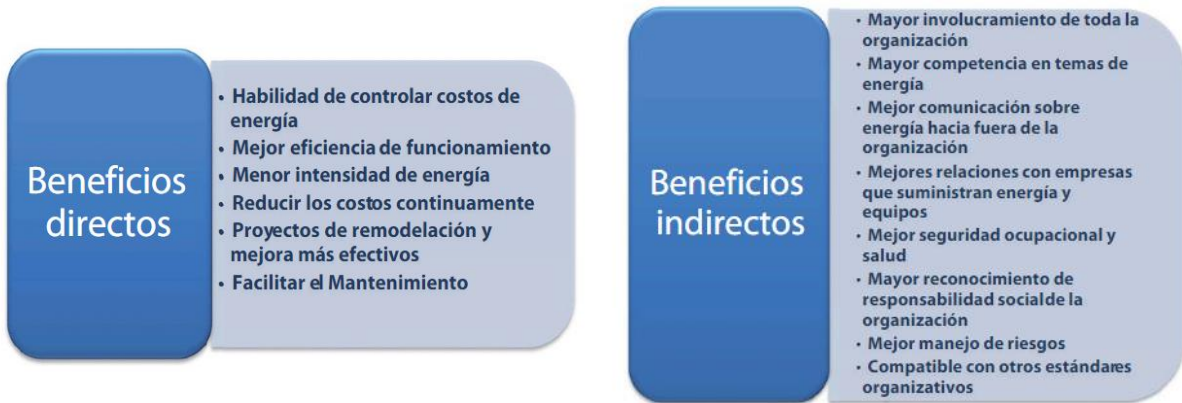
El aumento en el control y seguimiento de equipos y el incremento del mantenimiento favorece la mejora del rendimiento, lo que además de favorecer la reducción del consumo de energía, fomenta la mejora del proceso productivo.

- **Promoción de la sostenibilidad económica, empresarial y ambiental**

Fomenta su imagen corporativa y contribuye a la integración de criterios de responsabilidad social empresarial.

- **Nueva cultura del ahorro energético**

La implicación de todo el personal en el uso eficiente de la energía puede resultar un factor motivador y diferencial dentro de la empresa.



5. RETROADAPTACIÓN EN ILUMINACIÓN

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LÁMPARAS

Se realizó identificando las áreas de intervención. Para efectos del presente manual se tomaron en cuenta el edificio administrativo, edificio de recursos humanos, clínica médica, comedor y bodega central del casco de Santa Rosa S.A. En anexos se adjuntan los planos en vista de planta, utilizado para la identificación de lámparas.

Con los mapas generados se identificaron las áreas de intervención, se verificó las lámparas y sus ajustes de acuerdo al tipo, se realizó un inventario en el cual se listó la cantidad de lámparas por tecnología y consumo en cada una de las áreas,

además de se anotó la cantidad de watts, flujo luminoso y las especificaciones técnicas de cada lámpara. Ver anexo 1 al 10.

Una vez realizada la caracterización e inventario se realizó el cálculo de la demanda de energía eléctrica de cada tipo de lámpara identificada previo a intervenir.

5.2 Variables consideradas

- Promedio de horas y días de uso: se determinó por medio de la caracterización realizada y el resultado se muestra en la siguiente tabla

Tipo	Horas de uso	Días de uso
Fluorescente T8	7.19	20
Ahorrador grande	8	21.75
Ahorrador pequeño	5	13
Ahorradora T5	2.25	13

Fuente: El autor (2019)

- Días laborados en el año: se establecieron 288 días, dados los 24 días laborados en el mes por los 12 meses del año
- Tarifa vigente DEOCSA: Q 1.38 (Q/kWh) (adjunta en factura, ver anexos)
- 15% adicional de watts a la potencia por consumo de energía de balastro y starter en los tubos fluorescente.
- El costo de disposición de las lámparas se detalla a continuación:
 - o Lámparas T8 48" **Q24.00**
 - o Lámparas T8 24" **Q12.00**
 - o Espiral grande **Q15.68**
 - o Espiral pequeña **Q 8.96**
 - o Incandescentes **Q 8.96**

Los costos de la disposición de lámparas son proporcionados por el Departamento de Gestión Ambiental Santa Rosa, S.A.

Como resultado de la caracterización se establecen las lámparas actualmente instaladas en los cinco edificios/áreas estudiadas.

Tabla 1 Cuadro resumen de caracterización de lámparas para realizar retroadaptación


ACTUAL			
Edificio /área	Cantidad	Tipo y tecnología	Demanda actual (kWh/mes)
Edificio de Recursos Humanos	76	Lámpara fluorescente	402.18
	4	Foco ahorrador grande	73.08
	3	Foco ahorrador pequeño	3.90
Comedor	32	Lámpara fluorescente	169.34
Bodega Central	60	Lámpara fluorescente	317.51
	6	Foco ahorrador grande	109.62
Edificio administrativo	212	Lámpara fluorescente	1121.87
	15	Foco ahorrador grande	274.05
	1	Foco ahorrador pequeño	1.30
	4	Lámpara fluorescente T5	3.96
Clínica Médica	9	Foco ahorrador grande	164.43
	2	foco ahorrador pequeño	2.60
			2643.84

La tabla 1 muestra el total de lámparas instaladas actualmente en cada uno de los edificios/áreas, adicional se muestra el tipo y la tecnología utilizada, además especifica el consumo en kWh/mes respectivamente.

5.3 Propuesta de cambio de lámparas

5.3.1 Lámparas fluorescentes a lámparas LED

En las siguientes imágenes se presentan las lámparas actuales, sus características y su costo, comparadas con las que se realizará la actualización.



Tubo Fluorescente Philips	Tubo LED Tecnolite
<ul style="list-style-type: none">- 128 watts (4 tubos)- Luz cálida blanca 4,100 K- Medida 48" de largo- Flujo luminoso: 2,100 lm- Vida útil: 13,000 horas PRECIO: Q36.12 (4 tubos)	<ul style="list-style-type: none">- 68 watts (4 tubos)- Luz blanca 6,500 k- Medida 48" de largo- Flujo luminoso: 1600 lm- Vida útil: 15,000 horas PRECIO: Q111.00 (4 tubos)

Figura No. 1 Características lámparas fluorescentes a tubos LED

Consumo energético

En el cálculo del ahorro de la demanda se utiliza la siguiente fórmula:

$$\left(\text{lámpara} * \text{watts} * \frac{\text{horas}}{\text{día}} * \frac{\text{días}}{\text{mes}} \right) * \frac{1\text{kw}}{1000\text{w}}$$

Se debe tomar en cuenta que la diferencia en el consumo actual con el consumo de retroadaptación será el ahorro que se emplea bajo la dimensional kWh/mes.

Consumo Actual

$$\left(1 \text{ lámparas} * 36.8 \text{ watts} * \frac{7.19 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{20 \text{ días}}{\text{mes}}\right) * \frac{1 \text{ kw}}{1000 \text{ w}} = 5.29 \text{ kWh/mes}$$

Se agregó 4.8 de watts a la potencia porque representa el 15% de consumo de energía del balastro y el starter en la lámpara de fluorescentes.

Consumo Retroadaptación

$$\left(1 \text{ lámparas LED} * 17 \text{ watts} * \frac{7.19 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{20 \text{ días}}{\text{mes}}\right) * \frac{1 \text{ kw}}{1000 \text{ w}} = 2.44 \text{ kWh/mes}$$

Las lámparas/tubos LED no necesitan ni balastro ni starter para su funcionamiento, están directamente conectados a la línea eléctrica de la lámpara.

Ahorro de la demanda en Kwh

Actual y Retroadaptación

$$5.29 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}} - 2.44 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}} = 2.85 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}}$$

La diferencia de lo actual con el ahorro de la demanda en Kwh es de 2.85 al mes por cada lámpara.

Para su disposición se establece en el capítulo 6 la forma en la que se disponen las lámparas T8 así como el costo de las mismas, también en el capítulo 7 se describe el paso a paso de la forma en la que se procede a cambiar las lámparas T8 a LED.

5.3.2 Bombillo ahorrador a bombillo LED



		
<p>Bombilla Ahorradora Espiral</p> <ul style="list-style-type: none"> - 105 watts - Luz de día 6,500 K - Flujo luminoso: 7,000 lm - Vida útil: 8,000 horas - Rosca E-27 <p>PRECIO: Q76.28</p>		<p>Bombilla LED Tecnolite</p> <ul style="list-style-type: none"> - 50 watts - Luz de día 6,500 k - Flujo luminoso: 4,500 lm - Vida útil: 20,000 horas - Rosca E-27 <p>PRECIO: Q125.75</p>

Figura No. 2 Características bombillas ahorradoras a bombillas LED

Consumo energético

En el cálculo del ahorro de la demanda se utiliza la siguiente fórmula:

$$\left(\text{lámpara} * \text{watts} * \frac{\text{horas}}{\text{día}} * \frac{\text{días}}{\text{mes}} \right) * \frac{1 \text{kw}}{1000 \text{w}}$$

Se debe tomar en cuenta que la diferencia en el consumo actual con el consumo de retroadaptación será el ahorro que se emplea bajo la dimensional kWh/mes

Consumo Actual

$$\left(1 \text{bombillo} * 105 \text{ watts} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{21.75 \text{ días}}{\text{mes}} \right) * \frac{1 \text{ kw}}{1000 \text{ w}} = 18.27 \text{ kWh/mes}$$

Consumo Retroadaptación

$$\left(1 \text{ bombillo LED} * 50 \text{ watts} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{21.75 \text{ días}}{\text{mes}} \right) * \frac{1 \text{ kw}}{1000 \text{ w}} = 8.70 \text{ kWh/mes}$$

Ahorro de la demanda en Kwh

Actual y Retroadaptación

$$18.27 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}} - 8.70 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}} = 9.57 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}}$$

La diferencia de lo actual con el ahorro de la demanda en Kwh es de 9.57 al mes por cada bombilla.

5.3.3 Bombillo ahorrador circular a bombillo LED circular



Bombilla Circular Luxlite

- 32 watts
- Luz blanca 6,500 K
- Flujo luminoso: 1,900 lm
- Vida útil: 8,000 horas
- Base: E-26

PRECIO: Q 23.00

➔



Bombilla LED Clásica TecnoLite

- 11 watts
- Luz de día 3,000 k
- Flujo luminoso: 1,200 lm
- Vida útil: 10,000 horas
- Rosca E-26

PRECIO: Q 18.29

*Cotización realizada con base a especificaciones técnicas en empresas dedicadas a la distribución de materiales eléctricos.

Figura No. 3 Características bombilla circular ahorradora a bombillas LED clásica

Consumo energético

En el cálculo del ahorro de la demanda se utiliza la siguiente fórmula:

$$\left(\text{lámpara} * \text{watts} * \frac{\text{horas}}{\text{día}} * \frac{\text{días}}{\text{mes}} \right) * \frac{1 \text{kw}}{1000 \text{w}}$$

Se debe tomar en cuenta que la diferencia en el consumo actual con el consumo de retroadaptación será el ahorro que se emplea bajo la dimensional kWh/mes

Consumo Actual

$$\left(1 \text{bombillo} * 32 \text{watts} * \frac{2.25 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{13 \text{ días}}{\text{mes}} \right) * \frac{1 \text{ kw}}{1000 \text{ w}} = 0.93 \text{ kWh/mes}$$

Consumo Retroadaptación

$$\left(1 \text{ bombillo LED} * 11 \text{ watts} * \frac{2.25 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{13 \text{ días}}{\text{mes}} \right) * \frac{1 \text{ kw}}{1000 \text{ w}} = 0.32 \text{ kWh/mes}$$

Ahorro de la demanda en Kwh

Actual y Retroadaptación

$$0.93 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}} - 0.32 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}} = 0.61 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}}$$

La diferencia de lo actual con el ahorro de la demanda en Kwh es de 0.61 al mes por cada bombilla.

5.3.4 Bombillo ahorrador a bombillo LED



Figura No. 4 Características bombilla ahorradora a bombillas LED

Consumo energético

En el cálculo del ahorro de la demanda se utiliza la siguiente fórmula:

$$\left(\text{lámpara} * \text{watts} * \frac{\text{horas}}{\text{día}} * \frac{\text{días}}{\text{mes}} \right) * \frac{1 \text{kw}}{1000 \text{w}}$$

Se debe tomar en cuenta que la diferencia en el consumo actual con el consumo de retroadaptación será el ahorro que se emplea bajo la dimensional kWh/mes

Consumo Actual

$$\left(1 \text{bombillo} * 20 \text{watts} * \frac{5 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{13 \text{ días}}{\text{mes}} \right) * \frac{1 \text{ kw}}{1000 \text{ w}} = 1.30 \text{ kWh/mes}$$

Consumo Retroadaptación

$$\left(1 \text{ bombillo LED} * 11 \text{ watts} * \frac{5 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{13 \text{ días}}{\text{mes}} \right) * \frac{1 \text{ kw}}{1000 \text{ w}} = 0.71 \text{ kWh/mes}$$

Ahorro de la demanda en Kwh

Actual y Retroadaptación

$$1.30 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}} - 0.71 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}} = 0.59 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}}$$

La diferencia de lo actual con el ahorro de la demanda en Kwh es de 0.59 al mes por cada bombilla.

Cuadro resumen

Tabla 2 Resumen del ahorro energético en retroadaptación.

Edificio /área	ACTUAL			RETROFIT		Diferencia consumo (kwh/mes)
	Cantidad	Tipo y tecnología	Demanda actual (kWh/mes)	Tipo y tecnología	Demanda retrofit (kWh/mes)	
Edificio de Recursos Humanos	76	Lámpara fluorescente	402.18	Lámpara LED	185.79	216.39
	4	Foco ahorrador grande	73.08	Foco LED grande	34.80	38.28
	3	Foco ahorrador pequeño	3.90	Foco LED pequeño	2.15	1.76
Comedor	32	Lámpara fluorescente	169.34	Lámpara LED	78.23	91.11
Bodega Central	60	Lámpara fluorescente	317.51	Lámpara LED	146.68	170.83
	6	Foco ahorrador grande	109.62	Foco ahorrador	52.20	57.42
Edificio administrativo	212	Lámpara fluorescente	1121.87	Lámpara LED	518.26	603.61
	15	Foco ahorrador grande	274.05	Foco LED grande	130.50	143.55
	1	Foco ahorrador pequeño	1.30	Foco LED pequeño	0.72	0.59
	4	Lámpara fluorescente T5	3.96	Lámpara LED clásica	1.36	2.60
Clínica Médica	9	Foco ahorrador grande	164.43	Foco LED grande	78.30	86.13
	2	foco ahorrador pequeño	2.60	Foco LED pequeño	1.43	1.17
			2643.84			1413.44

5.4 Costos de retroadaptación en iluminación

A continuación se presentan los costos resultantes de retroadaptación

Tabla 3 Costo total de retroadaptación en iluminación

Edificio /área	ACTUAL	RETROFIT							
	Cantidad	Tipo y tecnología	Costo unitario	Costo total	Disposicion	Mano de obra	INVERSION (Q)	Ahorro (Q)	Tiempo de recuperación de inversión (meses)
Edificio de Recursos Humanos	76	Lámpara LED	Q 27.75	Q 2,109.00	Q 1,824.00	Q 760.00	Q 4,693.00	Q 298.62	16
	4	Foco LED grande	Q 125.75	Q 503.00	Q 62.72	Q 40.00	Q 605.72	Q 52.83	11
	3	Foco LED pequeño	Q 18.29	Q 54.87	Q 26.88	Q 30.00	Q 111.75	Q 2.42	46
Comedor	32	Lámpara LED	Q 27.75	Q 888.00	Q 768.00	Q 320.00	Q 1,976.00	Q 125.73	16
Bodega Central	60	Lámpara LED	Q 27.75	Q 1,665.00	Q 1,440.00	Q 600.00	Q 3,705.00	Q 235.75	16
	6	Foco ahorrador	Q 125.75	Q 754.50	Q 94.08	Q 60.00	Q 908.58	Q 79.24	11
Edificio administrativo	212	Lámpara LED	Q 27.75	Q 5,883.00	Q 5,088.00	Q 2,120.00	Q 13,091.00	Q 832.99	16
	15	Foco LED grande	Q 125.75	Q 1,886.25	Q 235.20	Q 150.00	Q 2,271.45	Q 198.10	11
	1	Foco LED pequeño	Q 18.29	Q 18.29	Q 8.96	Q 10.00	Q 37.25	Q 0.81	46
Clínica Médica	4	Lámpara LED clásica	Q 18.29	Q 73.16	Q 35.84	Q 40.00	Q 149.00	Q 3.59	42
	9	Foco LED grande	Q 125.75	Q 1,131.75	Q 141.12	Q 90.00	Q 1,362.87	Q 118.86	11
	2	Foco LED pequeño	Q 18.29	Q 36.58	Q 17.92	Q 20.00	Q 74.50	Q 1.61	46
Costos totales							Q 28,986.12	Q 1,950.55	15

La tabla 3 es un detalle de los costos de la inversión y el ahorro, estableciendo lo que se instalará con retroadaptación, tomando en cuenta el tipo y tecnología. Los costos de las lámparas se extrajeron de la cotización realizada adjunta en el anexo 12, la figura 12. Los costos de disposición de lámparas se extrajeron de las variables consideradas proporcionadas por el departamento de Gestión Ambiental Santa Rosa, S.A.

El cambio de tecnología de lámparas actualmente instaladas hacia lámparas LED se constituye en retroadaptación con una inversión de Q 28,986.12 la cual se realiza una sola vez, contando con un ahorro de Q 1,950.55 mensual, con un tiempo de recuperación de la inversión de 15 meses.

5.5 Emisiones de CO₂ en iluminación

Tabla 4 Emisiones de CO₂ en iluminación

ACTUAL				RETROFIT			
Tipo	Cantidad	Demanda actual (kWh/mes)	Emisiones de CO ₂	Tipo	Cantidad	Demanda retrofit (kWh/mes)	Emisiones de CO ₂
Lámpara fluorescente	380	2010.90	2.151662144	Lámpara LED	380	928.95	0.99397436
Foco ahorrador grande	34	774.26	0.828458628	Bombilla LED grande	34	364.18	0.38966832
Foco ahorrador pequeño	6	1236.69	1.323258386	Bombilla LED pequeña	6	573.32	0.61344726
Lámpara fluorescente T5	4	1569.22	1.679064287	Lámpara LED clásica	4	728.47	0.77946012
Emisiones actual por mes CO ₂ (tonCO ₂ /kWh/mes)			5.982443445	Emisiones retrofit CO ₂ (tonCO ₂ /kWh/mes)			2.77655006
Emisiones actual por año CO₂ (tonCO₂/kWh/año)			71.78932134	Emisiones retrofit anual CO₂ (tonCO₂/kWh/año)			33.3186007

Con los cálculos resultantes de las emisiones de CO₂ en la retroadaptación se logra disminuir el 46.41% tonCO₂/kWh/año. Para obtener el cálculo de las emisiones de CO₂ se utilizó la constante de 0.001070 tonCO₂/kWh/mes dato que es aplicable para Guatemala, proporcionado por el Centro de Producción más Limpia Guatemala (CP+L).

5.6 Ahorro según la vida útil de lámparas

De acuerdo a la vida útil de la tecnología a implementar en las áreas se tiene el ahorro mensual y el ahorro total de acuerdo a los meses de cada uno de ellos, los mismos se muestran a continuación.

Tabla 5 Ahorro proyectado de acuerdo a la vida útil de las lámparas

Ahorro proyectado de acuerdo a la vida útil						
Edificio /área	Cantidad	Tipo	Tecnología	Horas de vida útil	Ahorro mensual	Ahorro total
Edificio de Recursos Humanos	73	Lámpara	LED	15,000	Q 298.62	Q 25,957.93
	4	Foco	LED	20,000	Q 52.83	Q 6,123.09
	3	Foco	LED	10,000	Q 2.42	Q 140.24
Comedor	23	Lámpara	LED	15,000	Q 125.73	Q 10,929.24
Bodega Central	59	Lámpara	LED	15,000	Q 235.75	Q 20,492.87
	6	Foco	LED	20,000	Q 79.24	Q 9,184.05
Edificio administrativo	194	Lámpara	LED	15,000	Q 832.99	Q 72,408.73
	15	Foco	LED	20,000	Q 198.10	Q 22,960.13
	1	Foco	LED	10,000	Q 0.81	Q 46.78
	4	Lámpara	LED	10,000	Q 3.42	Q 197.93
Clínica Médica	9	Foco	LED	20,000	Q 118.86	Q 13,776.01
	2	Foco	LED	10,000	Q 1.61	Q 93.57
AHORRO RETROFIT					Q 1,950.38	Q 182,310.57

Las horas de vida útil de las lámparas se establecen de acuerdo a las especificaciones de las fichas técnicas, el precio basado en la cotización presentada en anexos en el anexo 12, la figura 12.

6. DISPOSICIÓN DE LÁMPARAS



Tomar en cuenta que cuando se dé por terminada la vida útil de las lámparas fluorescentes T8, T5 y las demás lámparas, se manejen en depósitos/contenedores especiales, ya que contienen un mínimo de mercurio, sustancias tóxicas y otros metales pesados.

De igual forma es recomendable que cuando se rompa una lámpara, se aleje de los residuos rápidamente, ventilando el lugar del incidente y pasado este tiempo manejar dichos residuos con el debido cuidado. Notificar rápidamente al personal correspondiente de su extracción para evitar contaminación. A continuación se establecen los costos de disposición de lámparas, proporcionados por el departamento de Gestión Ambiental Santa Rosa, S.A.

- Lámparas T8 48" **Q24.00**
- Lámparas T8 24" **Q12.00**
- Espiral grande **Q15.68**
- Espiral pequeña **Q 8.96**
- Incandescentes **Q 8.96**

7. RETROADAPTACIÓN PARA EL CAMBIO DE LÁMPARAS

A continuación se presenta de forma gráfica y descriptiva la forma de cambiar los tubos fluorescentes por tubos LED.

La conexión de los tubos LED requiere comprobar el cableado de la lámpara fluorescente de la siguiente forma: Se elimina la reactancia, y el cebador, y se enchufa directamente los dos cables de red eléctrica a las dos patitas de un extremo del tubo.

- **PASO 1.-** Apagar el equipo, estar seguros y comprobar que no llegue corriente al equipo.
- **PASO 2.-** Quitar el tubo fluorescente, anular la reactancia y el cebador.
- **PASO 3.-** Conectar la FASE a un extremo del portalámparas y el NEUTRO al otro extremo del portalámparas.
- **PASO 4.-** Comprobar que se enciende.

Ilustración 1 Esquema eléctrico de la instalación de tubos fluorescentes

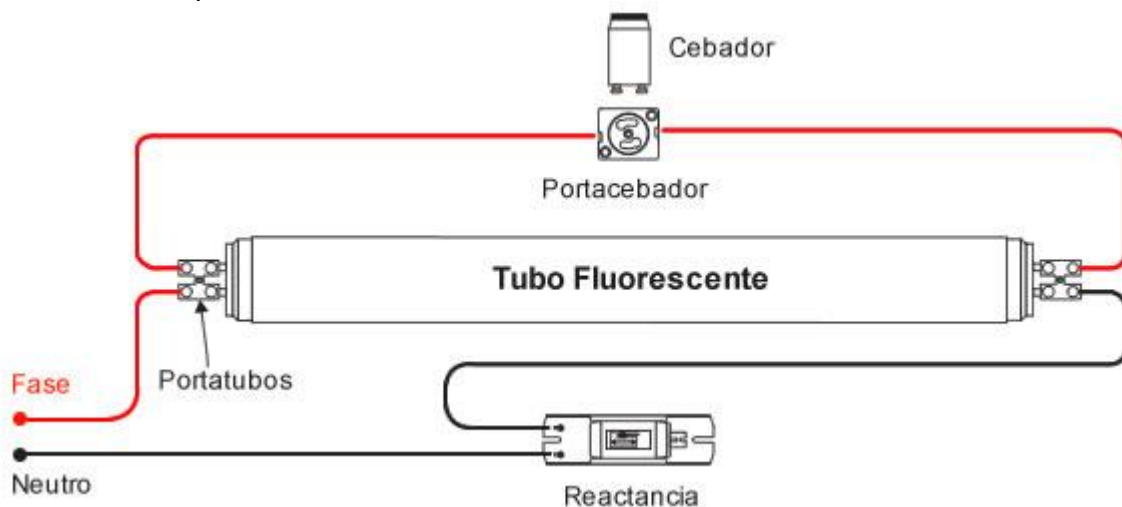


Ilustración 2 Eliminación del cebador y reactancia del circuito eléctrico

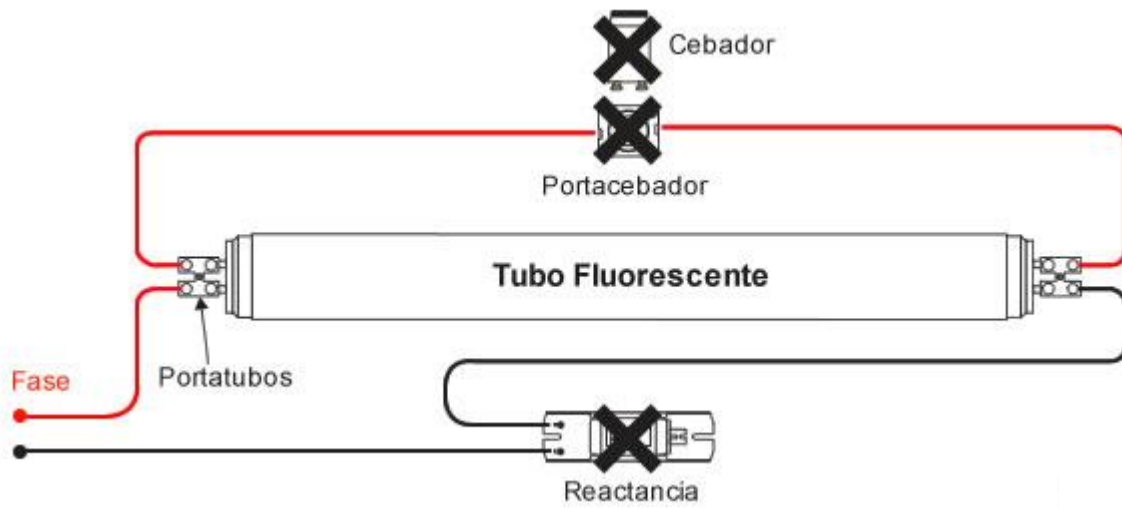
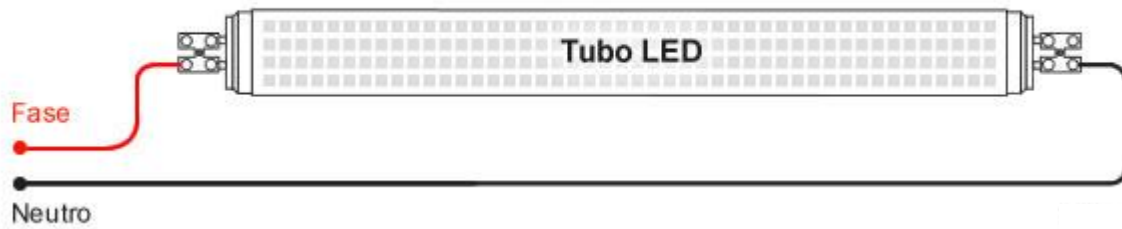


Ilustración 3 Esquema de conexión de tubos LED



8. RECOMENDACIONES PARA OPTIMIZAR EL USO DE LAS LÁMPARAS

Si se desearan obtener mejores resultados en apoyo a la retroadaptación se presentan algunas de las medidas para optimizar el uso de la energía en la iluminación dentro de las oficinas y departamentos, así como en las áreas que se realizó el estudio y por consiguiente a las que se les generaliza las recomendaciones, a continuación algunas de ellas.

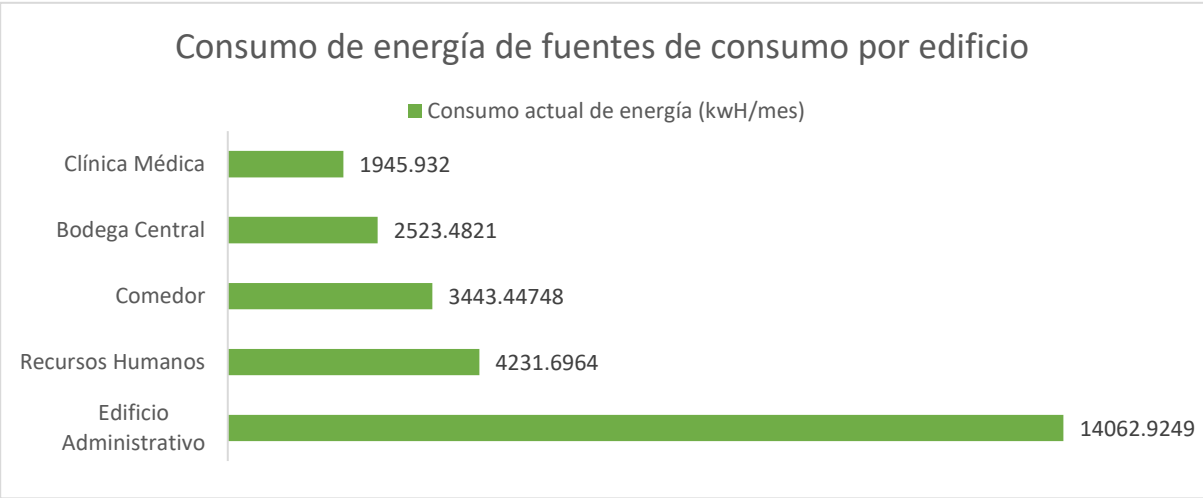
ILUMINACIÓN	
ACCIÓN	RECOMENDACIÓN
Aprovechar la luz natural	Mantener las ventanas abiertas durante el día, la luz natural siempre es mejor, no contamina y además no tiene costos económicos.
Apagar las luces cuando no se necesite	Al salir a una reunión, comer o finalizar la jornada debe apagarse la luz para evitar el consumo innecesario. Además cuando se visualice una oficina con luz encendida de día, observar si existe alguien utilizándola y si no es así apagarla.
Limpiar periódicamente las luminarias	Es recomendable limpiar con frecuencia ya que el polvo bloquea la iluminación que se emite, lo cual disminuye el nivel luminoso de la luminaria hasta en un 30%
Respetar los horarios de trabajo	El no cumplir con los horarios de entrada y salida establecido ocasiona un aumento en el consumo de la energía al utilizar los equipos un mayor número de horas.

9. GESTIÓN INTEGRADA PARA EL USO DE EQUIPOS Y AHORRO DE ENERGÍA

9.1 CARACTERIZACIÓN DE EQUIPOS

Según los datos obtenidos luego de la caracterización realizada en las fuentes de consumo, se obtuvo que el 53.65% del consumo de energía corresponde al edificio administrativo, mientras que el 16.14% es para el edificio de recursos humanos, en los comedores el consumo es del 13.13%, bodega central tiene un 9.62% en su consumo, mientras que clínica médica corresponde el 7.42%. Se detalla en anexos del 13 al 22.

Figura No. 5 Consumo de energía de equipos por edificio



Con base en la caracterización y porcentajes obtenidos anteriormente, la alta gerencia se debe enfocar en la búsqueda de medidas de ahorro, encaminadas en el cambio de hábitos dentro de la organización.

Lograr la optimización de la corriente eléctrica y la utilización óptima de los equipos de oficina y demás equipos electros, a través del uso racional de la luz y dichos

equipos; lo que permitirá reducir sustancialmente el uso de la energía dentro de las oficinas y departamentos, así como en las demás áreas en el casco de Santa Rosa.

10. RECOMENDACIONES PARA OPTIMIZAR EL USO DE EQUIPOS

Crear una cultura de eficiencia energética en el uso de los equipos dentro de las oficinas y áreas es imprescindible pues implica la formación e información a los trabajadores; las buenas prácticas y recomendaciones que se establecen en los apartados anteriores indican que es posible la reducción en el consumo de la energía, siendo esta hasta un 40%.





EQUIPOS DE OFICINA

1. Desconectar los equipos electricos cuando no se utilicen, sobre todo al final de cada jornada de trabajo y los fines de semana, se ejemplifican las computadoras, televisores, reguladores de corriente; ya que éstos continuan consumiendo energía aún cuando se encuentren apagar.
2. Desconectar aquellos equipos que para su operación utilizan un control remoto, como los televisores, equipos de video, proyectores y equipos modulares. Ya que a pesar de encontrarse apagados siguen consumiendo energía eléctrica, esto debido a que mantienen una luz encendida (LED) que es la encargada de recibir el haz que emite el control remoto para encender el aparato
3. Cargar los equipos portátiles como laptops, teléfonos celulares, cámaras fotográficas, reproductores de audio y video, etc; solo el tiempo necesario para completar la carga óptima de funcionamiento del equipo. Ya que mantener conectado dichos aparatos a la corriente es consumo innecesario de energía y acorta la vida útil de la batería de los mismos.

IMPRESORAS



1. Identificar cuantas de las impresoras existentes en las oficinas son de uso local, es decir, que solo una persona utiliza dicho equipo, de ser así deben de apagarse cuando no esten siendo utilizadas. Para el caso de impresoras compartidas hay que apagarlas al finalizar el turno.
2. Identificar si las impresoras disponen de un sistema de modo ahorrador de energía, de ser así se recomienda al personal de informática, configurarlo para que se active al pasar de un período de inactividad.



FOTOCOPIADORAS

1. Asegurar que las fotocopadoras queden apagadas durante la noche y fines de semana, ya que estas son un elemento de gran consumo, por lo que representan un costo alto dentro de la factura de la energía.



AIRES ACONDICIONADOS

1. Al encender el aire acondicionado se deben mantener cerradas las puertas y ventanas, cuando el equipo esté funcionando. Antes de salir del espacio de trabajo se debe apagar el equipo por lo menos 30 minutos.
2. Limpiar periódicamente y en su caso reemplazar los filtros de la unidad de aire acondicionado; de lo contrario el ventilador trabajará más y consumirá más energía.
3. Mantener a una temperatura por arriba de los 21°C.

CÓMPUTO



1. Los monitores de las computadoras, deberán configurarse con protectores de pantalla en modo “pantalla en negro/stand by” y no utilizar otro salvapantallas con animación, ya que éstas consumen una mayor cantidad de energía. De esta manera se evitará el deterioro en la capa de fósforo de la pantalla del monito, ocasionado por la exposición prolongada del haz de luz sobre un punto fijo de la pantalla. Se recomienda programar un tiempo de 10 minutos para que entre en funcionamiento este modo de salvapantallas.
2. Asegurar que los equipos de oficinas que se compren (futuras compras) tengan la función de modo de ahorro de energía. Además seleccionarlos, en función de las necesidades específicas de operación, a fin de adquirir equipos con la capacidad requerida, y no mas sofisticados que utilicen mayor cantidad de energía.
3. Evitar comprar equipos con una pantalla más grande de lo requerido (aplica para futuras compras) ya que estas computadoras consumen una mayor cantidad de energía, que una estándar de 14 pulgadas.
4. Estar conscientes que la computadora solo debe encenderse cuando se va a utilizar haciéndolo sólo cuando se le vaya a dar un uso intensivo y no cuando se vayan a realizar otras actividades.



EQUIPOS DE COCINA

1. Mantener los hornos de microondas siempre limpios de residuos; así duraran mas tiempo y consumirán menos energía.
2. Utilizar los hornos de microondas de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
3. No utilizar en las cafeteras agua extraída de los enfriadores de agua, ya que se hace un gasto doble de energía, al enfriar y al volver a calentar. Desconectarlas cuando ya no se estén usando o al final de la jornada de trabajo.
4. Evitar ubicar los refrigeradores o frigo bares cerca de fuentes de calor, así como revisar de manera periódica sus empaques; ya que un mal funcionamiento de ellos pueden ocasionar un consumo de energía 3 veces mayor al normal. Para verificar el estado que tienen los empaques (cauchos) de los refrigeradores, es recomendable realizar la siguiente prueba. Colocar una hoja de papel entre ellos y cierre la puerta; si al jalar el papel sale sin dificultad, quiere decir que los cauchos están viejos y deben cambiarse.
5. No introducir alimentos calientes en el refrigerador; si se dejan enfriar a medio ambiente antes de ponerlos en refrigeración, se ahorrará energía.
6. Evitar la operación en vacío de los refrigeradores, ya que al no haber productos que se estén enfriando se consume energía innecesaria
7. Cuidar la correcta posición del termostato; para tener un enfriamiento adecuado, se debe fijar entre los numeros 2 y 3. En clima caluroso se recomienda colocarlos entre los números 3 y 4. Por otro lado debe evitarse que escape el frio abriendo la puerta lo menos posible.
8. Al comprar refrigeradores nuevos (futuras compras) se recomienda seleccionar aquellos modelos y marcas que consumen menos energía. Los refrigeradores con deshielo que su sistema es automático llega a consumir hasta un 30% más energía.
9. Limpiar el condensador de los refrigeradores, ya que si este se encuentra lleno de polvo consume más electricidad. El condensador tiene la forma de serpentín y se encuentra ubicado en la parte trasera del refrigerador. Se recomienda limpiarlo por lo menos 2 veces al año.
10. Limpiar con un trapo húmedo el “cochambre” o la “grasa” acumulada en la parte posterior del refrigerador, al menos cada dos meses.
11. Analizar la posibilidad de que los congeladores y refrigeradoras sean desconectados durante el fin de semana si no están siendo utilizados.
12. Considerar que no se debe dejar la puerta abierta, no colocar objetivos calientes y considerar sustituir si el equipo tiene mas de 10 años de uso.
13. Se debe revisar las cuchillas de la licuadora que tengan el suficiente filo para evitar que el aparato trabaje mas de la cuenta. Para moler/licuar frijoles o pastas espesas, use la potencia más fuerte.

11. REFERENCIAS

1. OptimaGrid (2010). Buenas Prácticas para el Ahorro de Energía en la Empresa. San José de Costa Rica.
2. SERNAPAM (2012). Eficiencia energética y uso responsable. Tabasco, México.
3. Bogas, J. (2018). Buenas Prácticas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en las empresas de tecnologías de la comunicación e información. ENDESA. Ciudad Real, España.
4. IPCC, (2007) Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
5. Cenges, Yunus A. y Boles Michel A. (2009). Termodinámica/Sexta Edición, Mc Graw Hill, México DF, México.
6. Departamento de Ciencias Energéticas y Fluídicas (DCEF) (2012). Eficiencia energética residencial y comercial. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador.
7. Greenpeace México (2007). Guía de ahorro de energía. México.
8. GEO (2009) Informe ambiental del Estado de Guatemala. MARN-URL/IARLA-PNUMA. Guatemala, 286 págs.
9. LEDBOX (2015). Cambiar un tubo fluorescente por un tubo LED
Recuperado 12 de junio del 2019 de <https://blog.ledbox.es/informacion-led/instalacion-de-lámparas/cambiar-un-tubo-fluorescente-por-un-tubo-led>
10. Centro guatemalteco de Producción más Limpia CGP+L (2010). Guía práctica de eficiencia energética en el sector público guatemalteco. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
11. IDEA (Instituto de la diversificación y ahorro de la energía) (2001). Guía técnica de eficiencia energética en iluminación. Madrid, España.
12. Granados, M (2019) Eficiencia energética eléctrica para edificios administrativos y bodega central de Finca Santa Rosa, S.A. Tiquisate, Escuintla, Guatemala.

12. ANEXOS: LÁMPARAS

Anexo 1

Tabla 6 Caracterización de lámparas en clínica médica

CLÍNICA MÉDICA													
No.	Cant	Clasificación	Horas de uso/día	Días de uso/mes	Demanda/Potencia (watts)	Demanda Actual(kWh/mes)	Flujo Luminoso (lm)	Temperatura de color(°C)	Índice de Redimiento de Calor	Eficiencia (Lm/W)	Observaciones	Emisiones de CO2	Demanda Actual (Q/kWh)
1	1	Foco ahorrador grande	8	20	105	16.8	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Luxlite	0.017976	23.184
2	1	Foco ahorrador pequeño	2	2	25	0.1	1550	413.15	60%	62	Marca Luxlite	0.000107	0.138
3	1	Foco ahorrador grande	8	26	105	21.84	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.0233688	30.1392
4	1	Foco ahorrador grande	8	26	105	21.84	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.0233688	30.1392
5	1	Foco ahorrador pequeño	2	2	25	0.1	1550	413.15	60%	62	Marca Luxlite	0.000107	0.138
6	1	Foco ahorrador grande	9	26	105	24.57	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.0262899	33.9066
7	1	Foco ahorrador grande	8	26	105	21.84	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.0233688	30.1392
8	1	Foco ahorrador grande	2	10	105	2.1	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.002247	2.898
9	1	Foco ahorrador grande	2	1	105	0.21	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.0002247	0.2898
10	1	Foco ahorrador grande	8	20	105	16.8	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.017976	23.184
11	1	Foco ahorrador grande	2	20	105	4.2	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Tecnolite	0.004494	5.796

La tabla 6 representa el inventario de lámparas que existe dentro de clínica médica, el mismo hace referencia de ubicación en la figura 4 de anexo 2.

Anexo 2

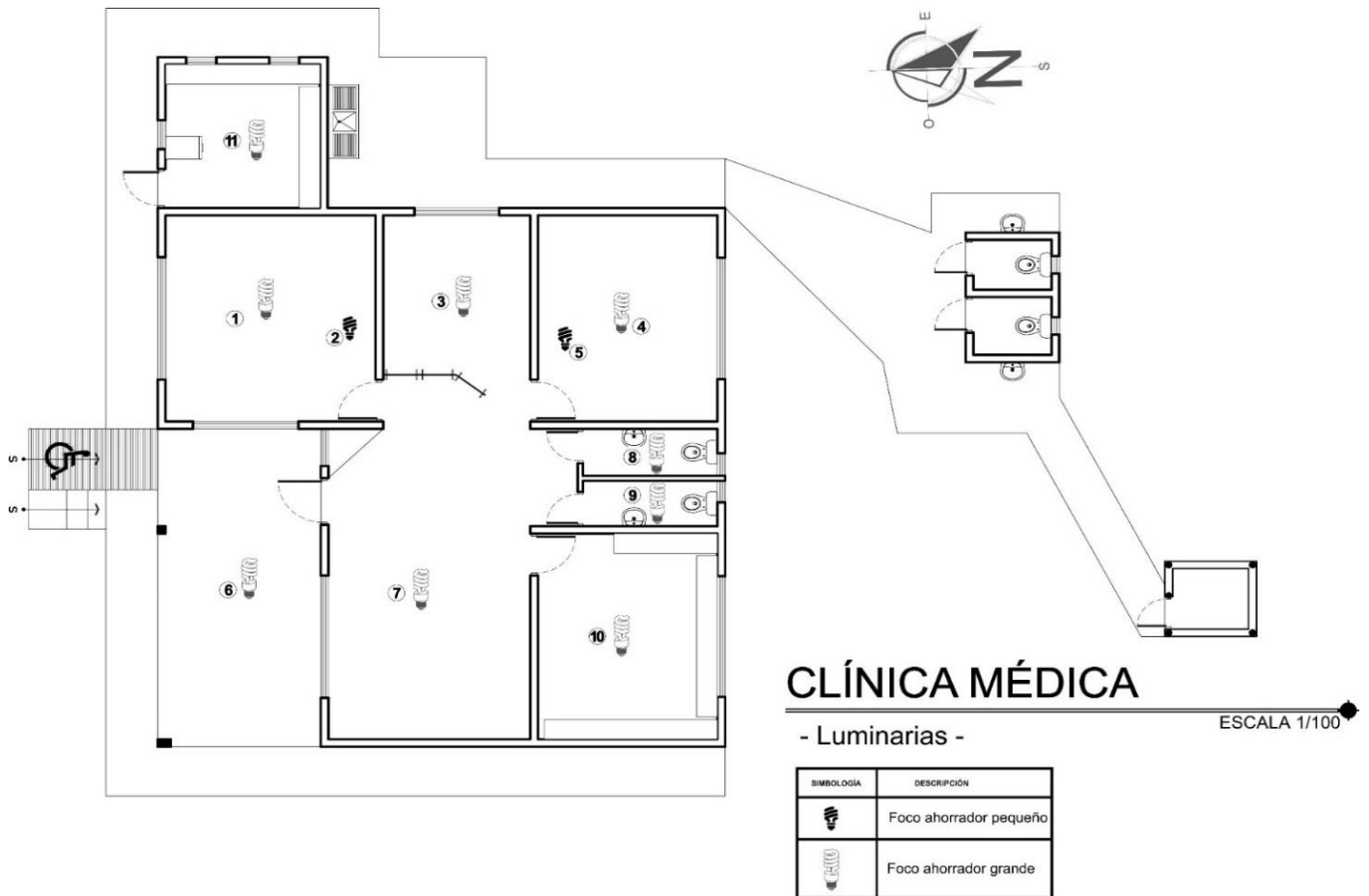


Figura No. 6 Mapa de lámparas clínica médica

En la figura 6 se muestra el mapa de clínica médica, el mismo contiene la ubicación de las lámparas, las cuales se localizan de acuerdo a la numeración en el inventario de la tabla 6. De acuerdo al inventario, se establecen dos tipos de lámparas en este edificio.

Anexo 3

Tabla 7 Caracterización de lámparas en comedor

COMEDOR												
No.	Cant	Clasificación	Horas de uso/día	Días de uso/mes	Demanda/Potencia (watts)	Demanda Actual(kWh/mes)	Flujo Luminoso (lm)	Temperatura de color(°C)	Indice de Redimiento de Calor	Eficiencia (Lm/W)	Observaciones	Emisiones de CO2
1	4	Tubo T8	6	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
2	2	Tubo T8	6	20	32	7.68	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0082176
3	3	Tubo T8	6	20	32	11.52	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0123264
4	3	Tubo T8	6	20	32	11.52	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0123264
5	3	Tubo T8	6	20	32	11.52	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0123264
6	2	Tubo T8	6	20	32	7.68	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0082176
7	3	Tubo T8	6	20	32	11.52	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0123264
8	3	Tubo T8	6	20	32	11.52	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0123264
9	10	Foco LED pequeño	2	10	12	2.4	1050	6226.85	80%	87.5	Marca LuxLite	0.002568
10	5	Foco LED grande	12	24	64	92.16	3600	6226.85	80%	56.25	Marca TecnoLite	0.0986112
11	5	Foco LED grande	12	24	64	92.16	3600	6226.85	80%	56.25	Marca Volteck	0.0986112

La tabla 7 representa el inventario de lámparas que existe dentro del área de comedor, el mismo hace referencia de ubicación en la figura 7 de del anexo 4.

Anexo 4

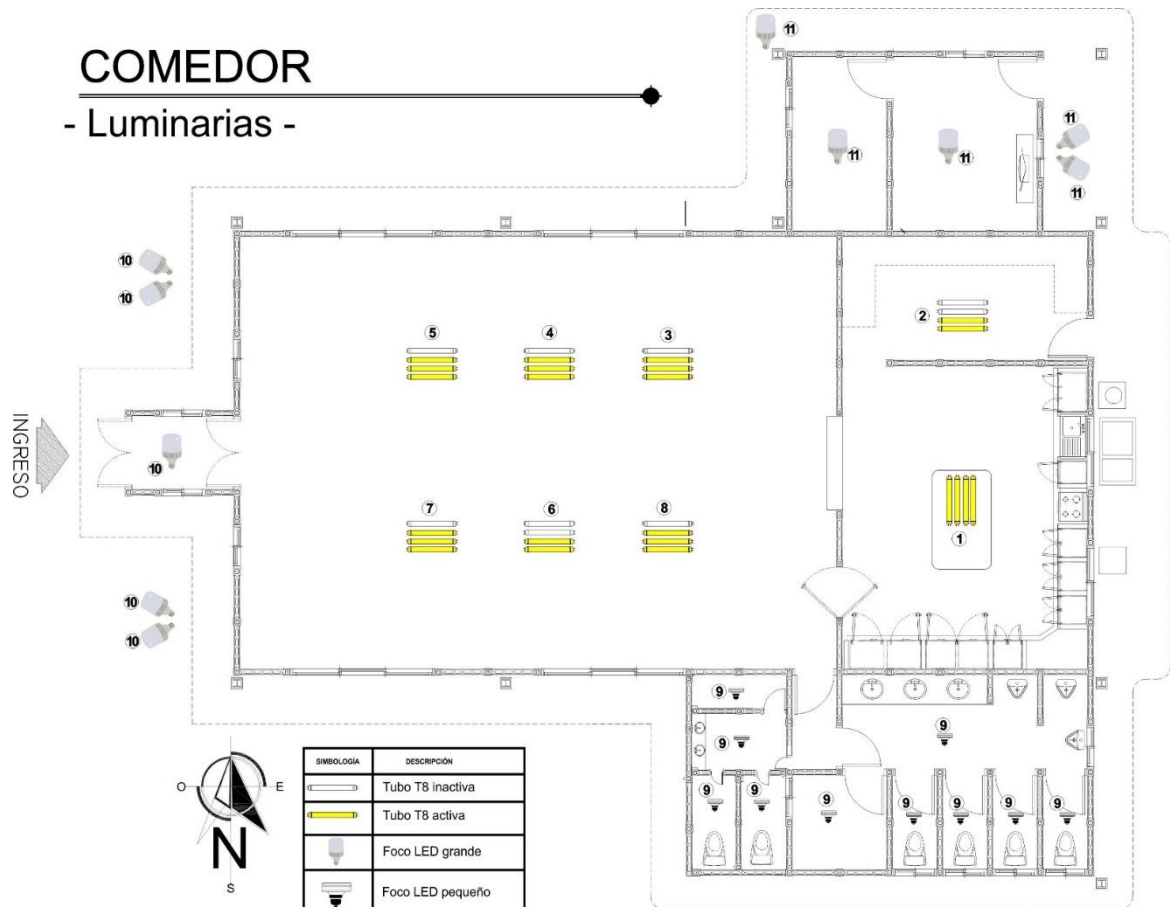


Figura No. 7 Mapa de lámparas del área de comedor

De acuerdo a lo caracterizado y establecido en la figura 7, existen 3 tipos de lámparas diferentes, las cuales se enumeran y se describen en el inventario de la tabla 7, anexo 3.

Anexo 5

Tabla 8 Caracterización de lámparas en el edificio de recursos humanos

No.	Cant	Clasificación	Horas de uso/día	Días de uso/mes	Demanda/Potencia (watts)	Demanda Actual(kWh/mes)	Flujo Luminoso (lm)	Temperatura de color(°C)	Indice de Redimiento de Calor	Eficiencia (Lm/W)	Observaciones	Emisiones de CO2	Demanda Actual (Q/kWh)
1	4	Tubos T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.0219136	28.2624
2	4	Tubos T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.0219136	28.2624
3	4	Tubos T8	9	24	32	27.648	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.02958336	38.15424
4	4	Tubos T8	9	24	32	27.648	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.02958336	38.15424
5	23	Tubos T8	6	4	32	17.664	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.01890048	24.37632
6	4	Tubos T8	9	21	32	24.192	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.02588544	33.38496
7	4	Tubos T8	9	21	32	24.192	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.02588544	33.38496
8	4	Tubos T8	9	21	32	24.192	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.02588544	33.38496
9	3	Foco ahorrador pequeño	2	8	12	0.576	665	2426.85	80%	55.4166667	Marca philips	0.00061632	0.79488
10	1	Foco grande LED	2	10	32	0.64	3600	6226.85	80%	112.5	Marca Tecnolite	0.0006848	0.8832
11	2	Tubos T8	8	24	32	12.288	2100	6226.85	70%	65.625	Marca philips	0.01314816	16.95744
12	4	Foco ahorrador grande	8	24	105	80.64	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Luxite	0.0862848	111.2832
13	4	Tubos T8	8	24	32	24.576	2100	6226.85	70	65.625	Marca philips	0.02629632	33.91488
14	12	Tubos T8	8	24	32	73.728	2100	6226.85	70	65.625	Marca philips	0.07888896	101.74464
15	4	Tubos T8	8	24	32	24.576	2100	6226.85	70	65.625	Marca philips	0.02629632	33.91488

El inventario de lámparas del edificio de recursos humanos hace referencia de la existencia de lámparas que existe en dicho edificio, el mismo está dado bajo la ubicación de la figura 8

Anexo 6

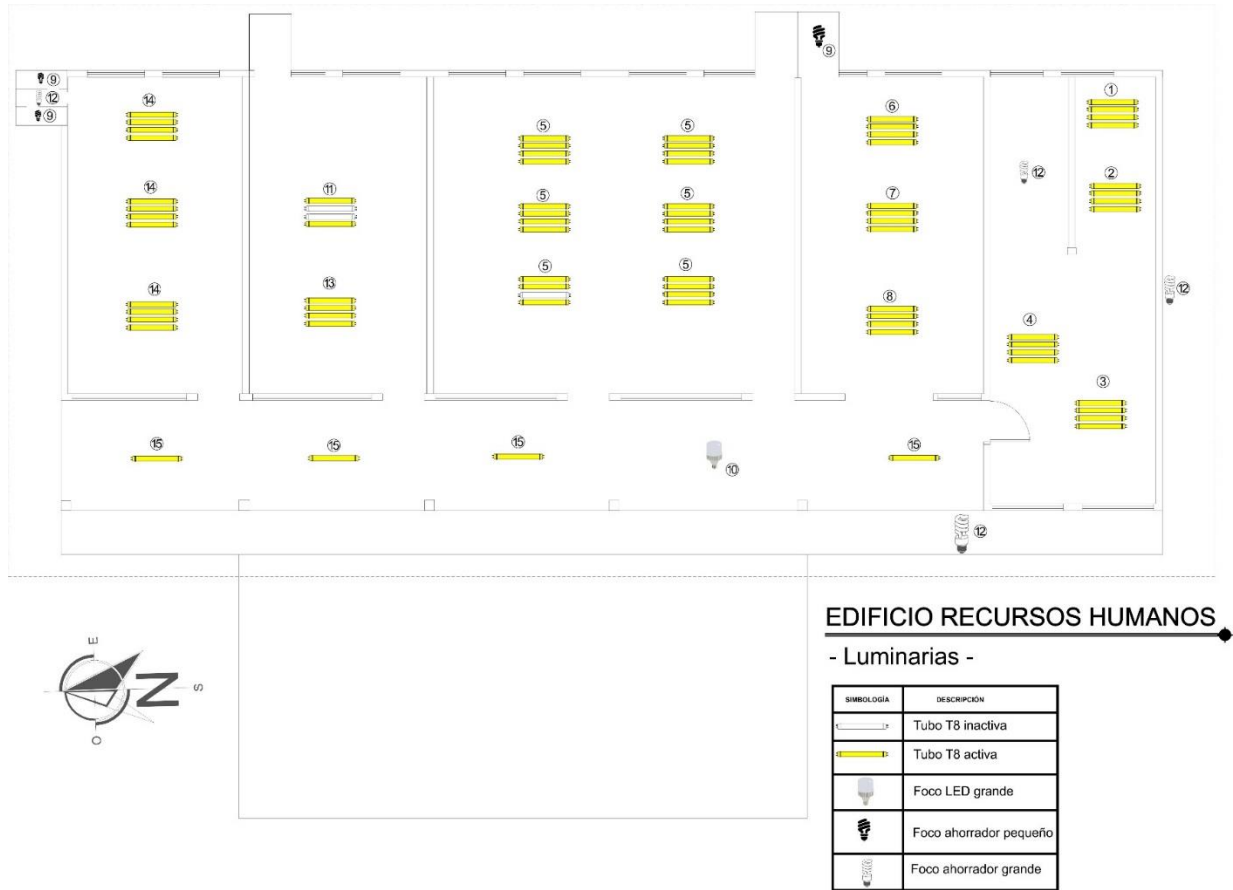


Figura No. 8 Mapa de lámparas de recursos humanos

El mapa de lámparas del edificio de recursos humanos representado en la figura 8 muestra las lámparas existentes en el lugar antes mencionado, existiendo 4 diferentes tipos de lámparas, identificadas en el cuadro de referencia del mapa.

Anexo 7

Tabla 9 Caracterización de lámparas del área de bodega central

No.	Cant	Clasificación	Horas de uso/día	Días de uso/mes	Demanda/Potencia (watts)	Demanda Actual(kWh/mes)	Flujo Luminoso (lm)	Temperatura de color(°C)	Indice de Redimiento de Calor	Eficiencia (Lm/W)	Observaciones	Emisiones de CO2	Demanda Actual (Q/kWh)
1	16	Halogenuro metálico de mercurio	2	20	400	256	36000	3726.85	65%	90	Marca Venture	0.27392	353.28
2	4	Foco ahorrador grande	8	20	105	67.2	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Luxlite	0.071904	92.736
3	1	Foco grande LED	8	20	40	6.4	3600	6226.85	80%	90	Marca Tecnolite	0.006848	8.832
4	56	Tubos T8	8	20	32	286.72	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.3067904	395.6736
5	4	Foco grande LED	8	20	40	25.6	2100	6226.85	70%	52.5	Marca TecnoLite	0.027392	35.328
6	3	Tubos T8	8	24	32	18.432	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.01972224	25.43616
7	2	Foco ahorrador grande	1	2	105	0.42	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca Luxlite	0.0004494	0.5796
8	7	Foco LED pequeño	2	20	7	1.96	630	6226.85	80%	90	Marca Light-Tec	0.0020972	2.7048

El inventario de lámparas del área de bodega central hace referencia de la existencia de lámparas que existe en dicha área, el mismo está dado bajo la ubicación de la figura 9.

Anexo 8

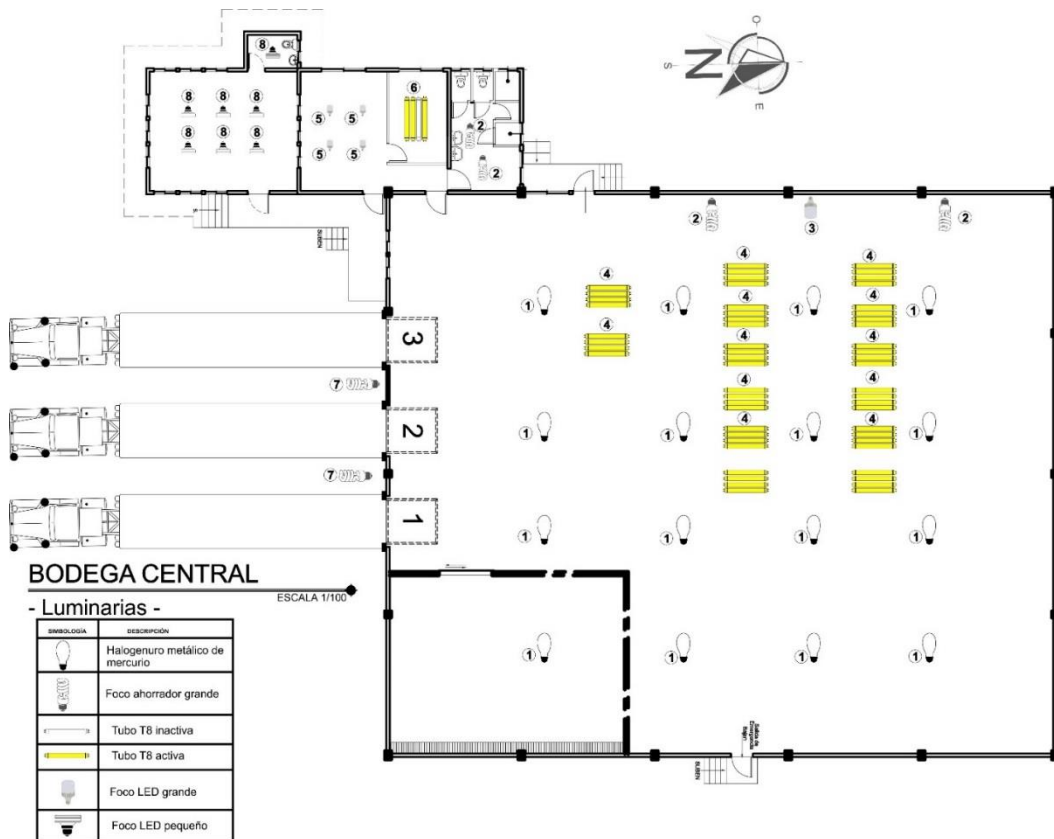


Figura No. 9 Mapa de lámparas de bodega central

El mapa de lámparas del área de bodega central representado en la figura 9 muestra las lámparas existentes en el lugar antes mencionado, existiendo 5 diferentes tipos de lámparas, identificadas en el cuadro de referencia del mapa.

Anexo 9

Tabla 10 Caracterización de lámparas en edificio administrativo

No.	Cant	Clasificación	Horas de uso/día	Días de uso/mes	Demanda/Potencia (watts)	Demanda Actual(kWh/mes)	Flujo Luminoso (lm)	Temperatura de color(°C)	Indice de Redimiento de Calor	Eficiencia (Lm/W)	Observaciones	Emisiones de CO2
1	4	Tubo T8	6	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
2	8	Tubo T8	4	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
3	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
4	4	Tubo T8	2	10	32	2.56	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0027392
5	1	Lámpara ahorradora T5	1	2	32	0.064	2100	6126.85	80%	65.625	Marca LuxLite	0.00006848
6	4	Tubo T8	4	10	32	5.12	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0054784
7	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
8	8	Tubo T8	8	20	32	40.96	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0438272
9	1	Lámpara ahorradora T5	1	10	32	0.32	2100	6126.85	80%	65.625	Marca LuxLite	0.0003424
10	4	Tubo T8	4	10	32	5.12	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0054784
11	4	Tubo T8	4	15	32	7.68	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0082176
12	4	Tubo T8	2	10	32	2.56	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0027392
13	8	Tubo T8	4	15	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
14	4	Tubo T8	2	15	32	3.84	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0041088
15	3	Tubo T8	8	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
16	2	Tubo T8	8	20	32	10.24	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0109568
17	2	Tubo T8	8	20	32	10.24	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0109568
18	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
19	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
20	2	Tubo T8	8	20	32	10.24	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0109568
21	2	Tubo T8	8	20	32	10.24	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0109568
22	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
23	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
24	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
25	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
26	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
27	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
28	3	Tubo T8	8	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
29	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
30	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
31	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
32	1	Foco ahorrador pequeño	6	20	20	2.4	1100	6226.85	80%	55	Marca LuxLite	0.002568
33	1	Lámpara ahorradora T5	5	20	32	3.2	2100	6126.85	80%	65.625	Marca LuxLite	0.003424
34	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
35	3	Tubo T8	8	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
36	3	Tubo T8	2	30	32	5.76	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0061632
37	1	Lámpara ahorradora T5	2	20	20	0.8	1100	6226.85	80%	55	Marca LuxLite	0.000856
38	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
39	2	Tubo T8	8	20	32	10.24	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0109568
40	3	Tubo T8	8	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
41	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
42	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
43	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
44	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
45	4	Tubo T8	2	20	32	5.12	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0054784
46	4	Tubo T8	8	20	32	20.48	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0219136
47	3	Tubo T8	8	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
48	3	Tubo T8	8	20	32	15.36	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0164352
49	4	Tubo T8	2	10	32	2.56	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0027392
50	5	Foco ahorrador grande	6	30	105	94.5	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca LuxLite	0.101115
51	6	Foco ahorrador grande	6	30	105	113.4	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca LuxLite	0.121338
52	11	Tubo T8	3	15	32	15.84	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0169488
53	12	Tubo T8	3	10	32	11.52	2100	6226.85	70%	65.625	Marca Philips	0.0123264
54	4	Foco ahorrador grande	6	30	105	75.6	7000	6726.85	80%	66.6666667	Marca LuxLite	0.080892

Anexo 10

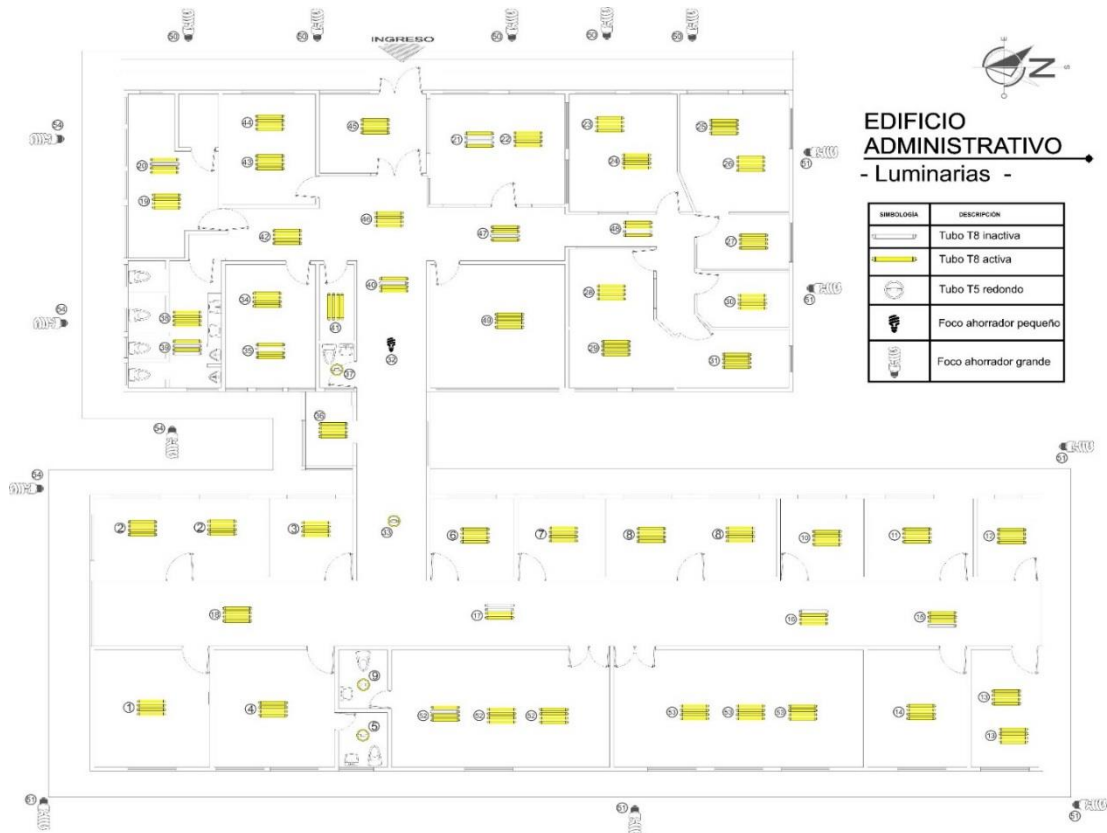


Figura No. 10 Mapa de lámparas del edificio administrativo

El edificio administrativo, según lo caracterizado, es el área que más lámparas posee debido a la cantidad de oficinas, cuenta con 4 diferentes tipos de lámparas, las cuales pueden contabilizarse en la tabla 10

Anexo 11

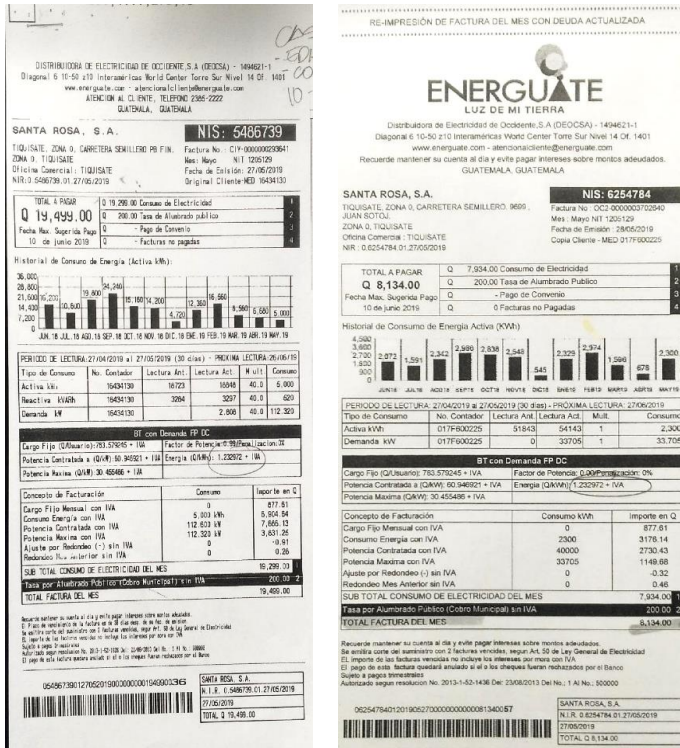
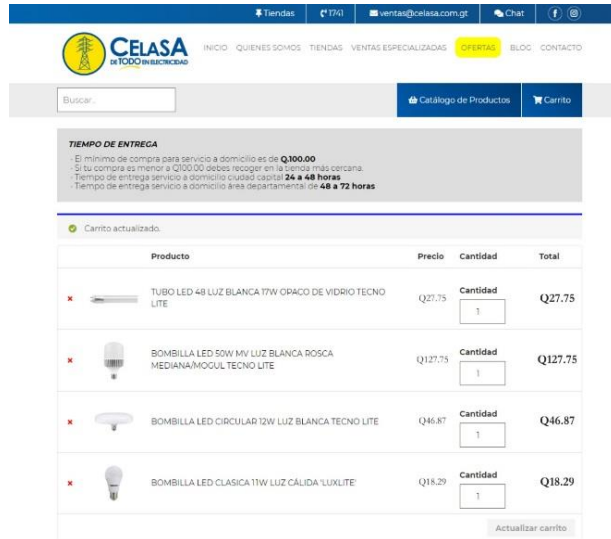


Figura No. 11 Facturas de energía eléctrica

Referencia para extraer la tasa del consumo energético de las cinco edificios/áreas: edificio administrativo, recursos humanos, comedor, clínica médica y bodega central.

Anexo 12



The screenshot shows the CELASA website's shopping cart page. At the top, there is a navigation bar with links for 'Tiendas', 'ventas@celasa.com.gt', 'Chat', and social media icons. Below this is a search bar and buttons for 'Catálogo de Productos' and 'Carrito'. A section titled 'TIEMPO DE ENTREGA' provides delivery information: 'El mínimo de compra para servicio a domicilio es de Q300.00', 'Si tu compra es menor a Q100.00 debes recoger en la tienda más cercana.', 'Tiempo de entrega servicio a domicilio ciudad capital: 24 a 48 horas', and 'Tiempo de entrega servicio a domicilio área departamental: de 48 a 72 horas'. The cart itself is titled 'Carrito actualizado' and contains four items, each with a red 'x' icon for removal. The items are:

Producto	Precio	Cantidad	Total
TUBO LED 48 LUZ BLANCA 17W OPACO DE VIDRIO TECNO LITE	Q27.75	1	Q27.75
BOMBILLA LED 50W MV LUZ BLANCA ROSCA MEDIANA/MOCUL TECNO LITE	Q127.75	1	Q127.75
BOMBILLA LED CIRCULAR 12W LUZ BLANCA TECNO LITE	Q46.87	1	Q46.87
BOMBILLA LED CLASICA 11W LUZ CÁLIDA "LUXLITE"	Q18.29	1	Q18.29

At the bottom right of the cart, there is a button labeled 'Actualizar carrito'.

Figura No. 12 Cotización de lámparas

13. ANEXOS: FUENTES DE CONSUMO

Anexo 13

Tabla 11 Caracterización de fuentes de consumo de clínica médica

Fuentes de consumo Clínica Médica		
	Sala/Departamento	Consumo (kWh/mes)
1	Secretaría	495.132
2	Farmacia	534.24
3	Clínica 1	561.36
4	Clínica 2	297.6
5	Área de esterilización	57.6
	TOTAL CONSUMO	1945.932

Anexo 14

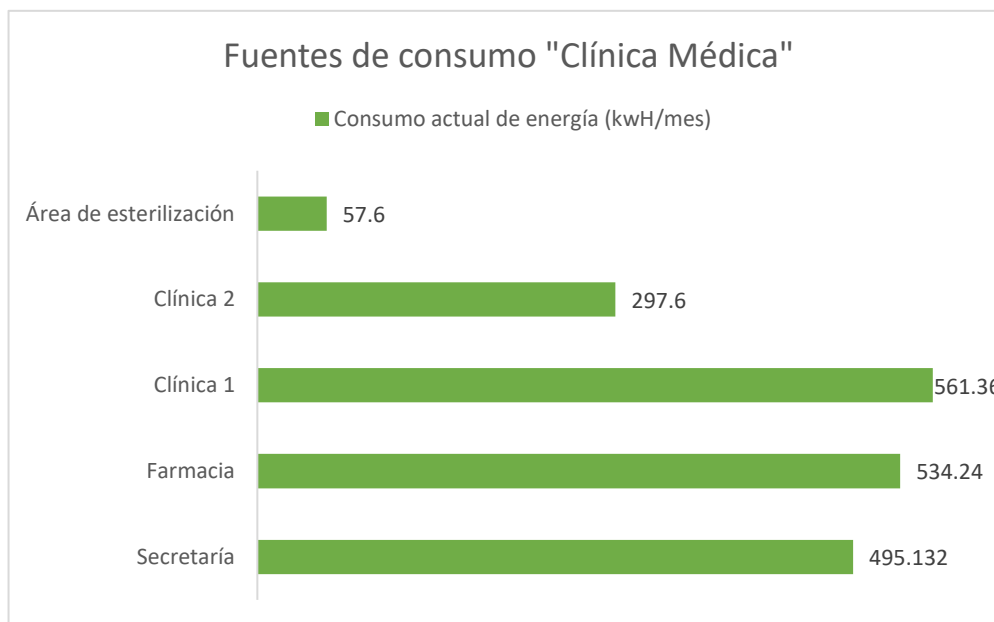


Figura No. 13 Grafica de fuentes de consumo de clínica médica

Anexo 15

Tabla 12 Caracterización de fuentes de consumo de comedor

Fuentes de consumo Comedor		
	Sala/Departamento	Consumo (kWh/mes)
1	Cocina	113.02
2	Despensa	1313.424
3	Comedor	1110.984
4	Lavanderia	3.04
5	Oficina Gerencia Comedores	902.97948
	TOTAL CONSUMO	3443.44748

Anexo 16

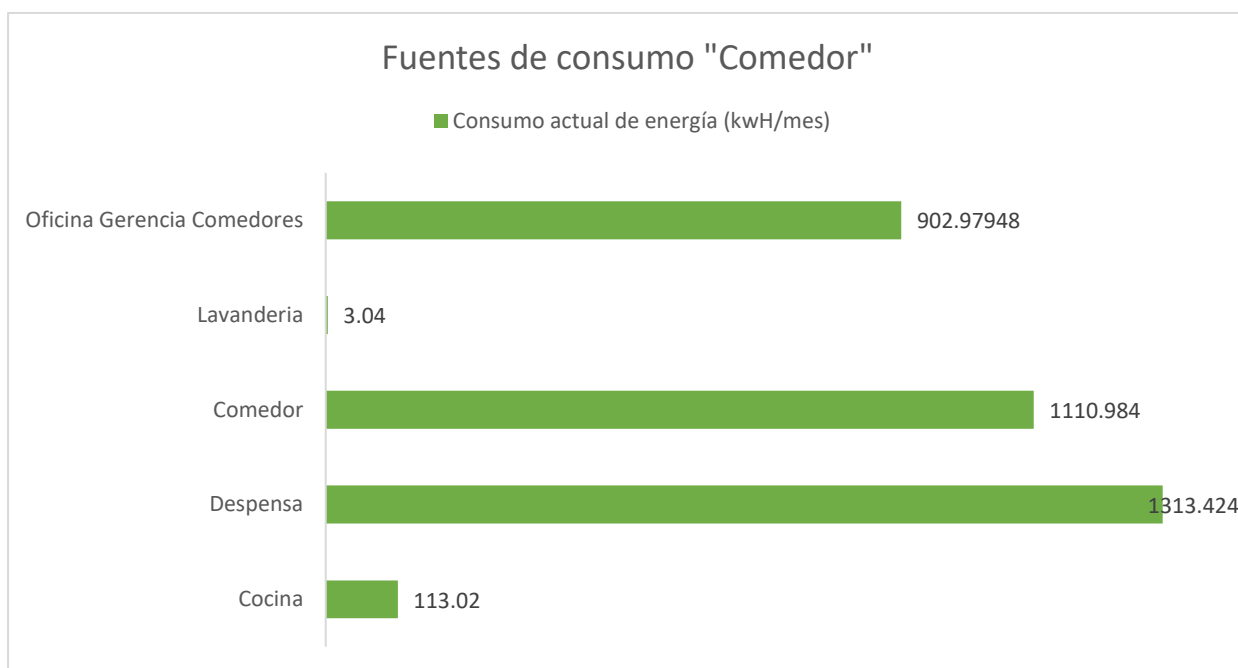


Figura No. 14 Grafica de fuentes de consumo de comedores

Anexo 17

Tabla 13 Caracterización de fuentes de consumo del edificio de recursos humanos

Fuentes de consumo edificio de recursos humanos		
	Sala/Departamento	Consumo (kWh/mes)
1	Oficina Jefe de Recursos Humanos	420.908
2	Oficina de Recursos Humanos	808.804
3	Sala de Capacitación	195.32
4	Contrataciones	516.322
5	Planillas	1194.9056
6	Cooperativa	1095.4368
	TOTAL CONSUMO	4231.6964

Anexo 18

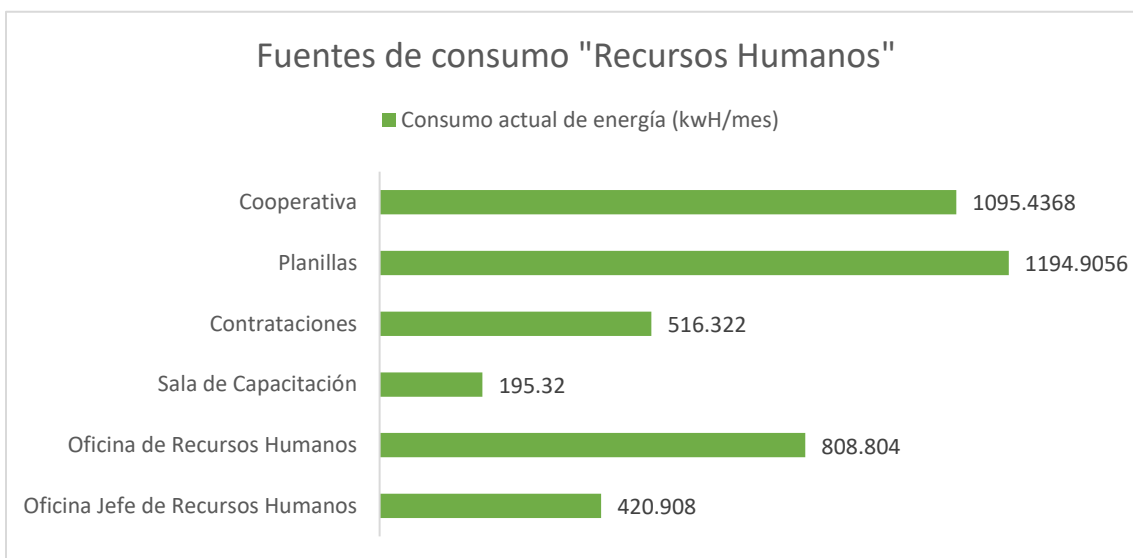


Figura No. 15 Grafica de fuentes de consumo del edificio de recursos humanos

Anexo 19

Tabla 14 Caracterización de fuentes de consumo de bodega central

Fuentes de consumo bodega central		
	Sala/Departamento	Consumo (kWh/mes)
1	Bodega Central	613.64
2	Oficina Bodega	643.134
3	Gerencia de Bodegas	354.7808
4	Oficina Supervisores	911.9273
	TOTAL CONSUMO	2523.4821

Anexo 20

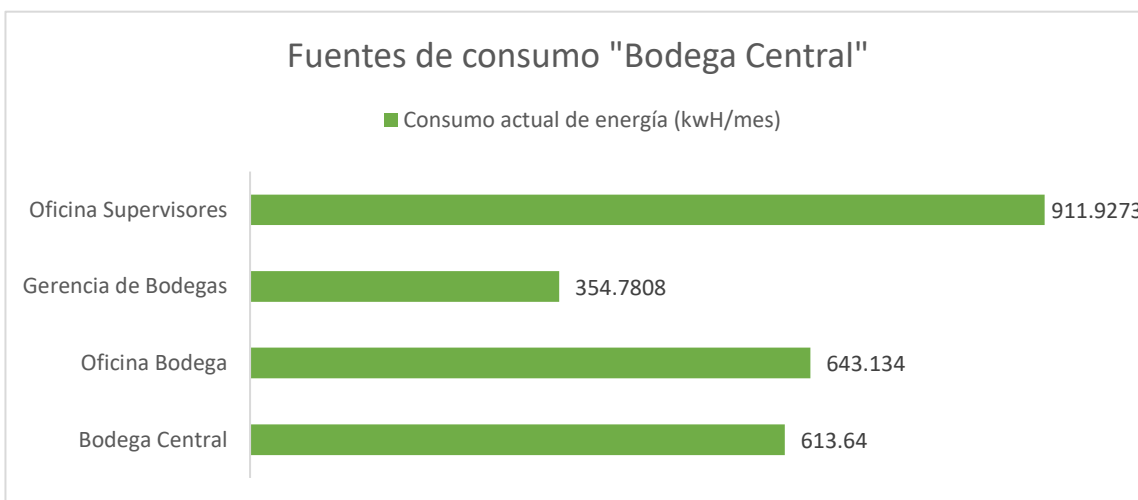


Figura No. 16 Grafica de fuentes de consumo de bodega central

Anexo 21

Tabla 15 Caracterización de fuentes de consumo de edificio administrativo

Fuentes de consumo Clínica Médica		
	Sala/Departamento	Consumo (kWh/mes)
1	Departamento de Auditoría	554.5239
2	Departamento de Cómputo	613.292976
3	Data Center	1670.4
4	Bodega Suministros	334.4
5	Departamento de cuentas por pagar	466.422
6	Departamento de costos y estadísticas	478.21
7	Gerencia Administrativa	415.7007
8	BPA	271.03373
9	Gerencia de Riego	851.5327
10	Sala de Reuniones III	92.85
11	Sala de Videoconferencia	486.4612
12	Gerencia Agrícola Palma	155.971
13	Sub Gerencia Agrícola de Palma	443.65352
14	Relaciones Comunitarias	568.7674
15	Estación de Radio	181.358
16	Departamento de Planillas	517.3924
17	Centro de Impresión	3483
18	Infraestructura y Obras Cíviles	287.364
19	Usos Múltiples	63
20	Subdirector Agrícola Banano	323.1682
21	Sala de Presidencia	30
22	Salud y Seguridad Ocupacional	441.3708
23	Sala II	158.79
24	Departamento de Gestión Ambiental	612.3024
25	Baños de Hombres	172.8
26	Pasillo	389.16
	TOTAL CONSUMO	14062.9249

Anexo 22

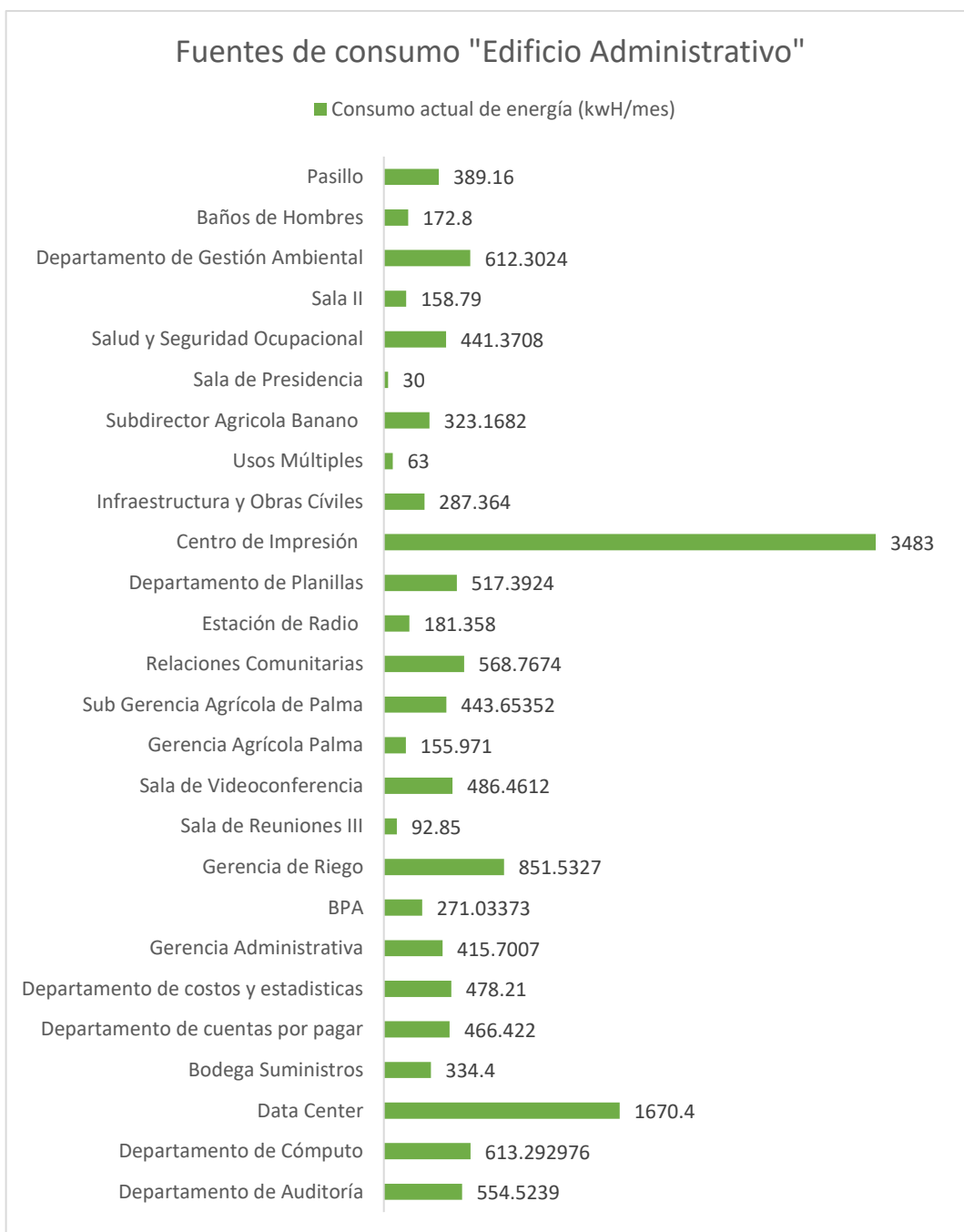


Figura No. 17 Grafica de fuentes de consumo de edificio administrativo

#YOSoyHAME

AHORRAR

ES RESPONSABILIDAD DE TODOS

SEA
EFICIENTE



Apague las luces cuando no las esté utilizando



Apague el monitor al salir de la oficina, cuando no lo utilice colóquelo en modo reposo



EN LA OFICINA

Desconecte los aparatos cuando no los esté utilizando



Imprima solo cuando sea necesario. Utilice ambos lados, recicle

CÓMO AHORRAR ENERGÍA



¡Sustituye!

Bombillas convencionales por LED



¡Apaga!

Computadoras y equipo que no estes utilizando



¡Regula!

Aires acondicionados por arriba de los 21°C



¡Desconecta!

Electrodomésticos y aparatos que no utilices



¡Aprovecha!

La luz natural durante el día





SANTA ROSA, S.A.

Tiquisate, Escuintla

<http://www.starosa.com.gt/>



Mazatenango 24 septiembre 2019

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

Estimada maestra Pérez:

Reciba un cordial y deseos de éxito laboral.

Por este medio muy respetuosamente me permito **SOLICITARLE SEA CONSIDERADO EL SIGUIENTE DOCUMENTO COMO TRABAJO DE GRADUACIÓN:**

Identificación del solicitante: MIGUEL FRANCISCO GRANADOS VALLEJO, Carné 201542553

Profesor Supervisor EPSIGAL: Mirna Lucrecia Vela Armas


Periodo en el que se realizó EPS: febrero – agosto 2019


Tipo de documento: Informe Final de Investigación Inferencial

Título: Eficiencia Energética Eléctrica para edificios administrativos y bodega central de Finca Santa Rosa, Tiquisate Escuintla.

Sin otro particular, con altas muestras de estima y respeto.

Atentamente


Miguel Francisco Granados Vallejo
Estudiante


Vo.Bo. Inga. Mirna Lucrecia Vela Armas
Supervisora EPSIGAL

Mirna Lucrecia Vela A.
Ingeniera Agrónoma
Col. No. 3,944



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Mazatenango, 16 de octubre de 2019.

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

Respetable Maestra 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: **"Eficiencia energética para edificios administrativos y bodega central de finca Santa Rosa, Tiquisate Escuintla"**, presentada por el estudiante: **Miguel Francisco Granados Vallejo**, quién se identifica con número de carné: 201542553, y con Código Único de Identificación: 2590 69108 1001 .

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 del 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,

Kharla Leticia Marisol Vides Rodas
Ingeniera en Gestión Ambiental Local
Revisora de Trabajo de Graduación IGAL
CUNSUROC





Mazatenango 28 de octubre 2019

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 "**Eficiencia Energética Eléctrica para edificios administrativos y bodega central de Finca Santa Rosa S.A., Tiquisate Escuintla**", del estudiante **Miguel Francisco Granados Vallejo**" con carné número **201542553**, 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



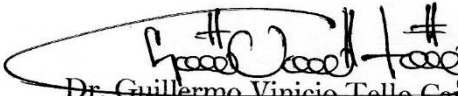
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO


CUNSUROC/USAC-I-07-2019

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, el veintinueve de octubre dos mil diecinueve_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del Asesor y Revisor, se autoriza la impresión del Trabajo de Graduación Titulado: "EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA PARA EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS Y BODEGA CENTRAL DE FINCA SANTA ROSA S.A., TIQUISATE, ESCUINTLA" del estudiante: Miguel Francisco Granados Vallejo, Carné 201542553 CUI: 2590 69108 1001 de la Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dr. Guillermo Vinicio Tello, Carr
Director



CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
DIRECCION
U.S.A.C. Mazatenango

/gris