

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TEMA:

CURSO DE ESPECIALIZACIÓN – TÓPICOS DE ENERGÍA

SUB-TEMA:

**REVISIÓN ENERGÉTICA EN EMPRESA PRIVADA DEL SECTOR
COMERCIAL BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL ESTÁNDAR
ISO 50002**

PRESENTANDO POR:

JONATHAN DANIEL ALAS ORELLANA

NOE ARIEL DERAS ESCOBAR

KEVIN AXEL RIVAS PALACIOS

PARA OTORGAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2025

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA

SECRETARIO:

ARQ. RAÚL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DIRECTOR INTERINO:

ING. WERNER DAVID MELÉNDEZ VALLE

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al grado de:

INGENIERO ELECTRICISTA

TEMA:

CURSO DE ESPECIALIZACIÓN – TÓPICOS DE ENERGÍA

SUB-TEMA:

**REVISIÓN ENERGÉTICA EN EMPRESA PRIVADA DEL SECTOR
COMERCIAL BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL ESTÁNDAR
ISO 50002**

Presentado por:

JONATHAN DANIEL ALAS ORELLANA
NOE ARIEL DERAS ESCOBAR
KEVIN AXEL RIVAS PALACIOS

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. JOSÉ ROBERTO RAMOS LÓPEZ

SAN SALVADOR, ENERO 2025

Trabajo de Graduación Aprobado por:


Docente Asesor:

ING. JOSÉ ROBERTO RAMOS LÓPEZ

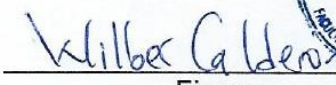
NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, jueves 21 de noviembre de 2024, en la Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las 10:00 a.m. horas, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

1. Ing. Werner David Meléndez Valle
Director Interino


Firma

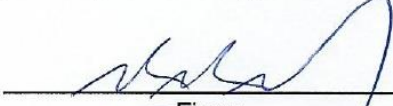
2. MSc. José Wilber Calderón Urrutia
Secretario


Firma



Y, con el Honorable Jurado de Evaluación integrado por las personas siguientes:


- ING. JOSÉ ROBERTO RAMOS LÓPEZ
(Docente Asesor)


Firma

- DR. CARLOS OSMIN POCASANGRE JIMÉNEZ


Firma

- MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS


Firma

Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación (Curso de Especialización): **TÓPICOS DE ENERGÍA**

A cargo de los Bachilleres:

- ALAS ORELLANA JONATHAN DANIEL
- DERAS ESCOBAR NOÉ ARIEL
- RIVAS PALACIOS KEVIN AXEL

Habiendo obtenido en el presente Trabajo una nota promedio de la defensa final: 7.8
(SIETE PUNTO OCHO)

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios todo poderoso por la vida, la sabiduría, la fortaleza y la guía que me brindó a lo largo de mi camino académico. Su cuidado y apoyo constante fueron mi refugio en cada etapa de este proceso, permitiéndome culminar con éxito mis estudios universitarios.

A mis padres, Sonia Elizabeth Orellana y Luis Ernesto Alas, les debo mi más profundo agradecimiento. Su amor, sacrificio y apoyo incondicional fueron el pilar fundamental que me sostuvo en los momentos más desafiantes. Gracias a ustedes, encontré la motivación diaria para superar cada obstáculo y cumplir mis metas.

Agradezco a mi hermano y hermana que creyeron en mí incluso en los momentos más difíciles, principalmente a mi hermano Ernesto Javier Alas, quien no solo confió en mí, sino que también me brindó su apoyo económico desde antes de iniciar mi carrera universitaria. Su ayuda fue clave para alcanzar este logro.

Agradezco de todo corazón a Pamela Lisette Paniagua por su apoyo incondicional, su ánimo constante y por ser una fuente de motivación y fortaleza. Tu compañía y confianza en mí hicieron que este viaje fuera más llevadero. Eres una de las personas más valiosas que he tenido el privilegio de conocer.

A mis compañeros de trabajo de graduación, Kevin Axel Rivas y Noé Ariel Deras, les agradezco por formar parte de un excelente equipo. Su compañerismo y amistad durante este proyecto marcaron una diferencia significativa en nuestro éxito compartido.

Asimismo, expreso mi más sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, el Ing. José Roberto Ramos, por su dedicación, paciencia y compromiso. Sus orientaciones, correcciones y conocimientos fueron fundamentales para alcanzar este logro. De igual manera, agradezco a todos los docentes que contribuyeron a mi formación académica, dejando en mí enseñanzas valiosas que trascienden las aulas.

Jonathan Daniel Alas Orellana

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por guiarme por el buen camino, por darme fortaleza, perseverancia, sabiduría y paciencia para poder superar cada uno de los obstáculos que he tenido a lo largo de mi vida personal, así mismo por darme la oportunidad de terminar mi proceso universitario y guiarme para mi futuro profesional.

Agradezco profundamente a mi madre Rosa Escobar Rivas y mi padre Noe Arcadio Deras por ser mis pilares fundamentales en este proceso de vida y por brindarme siempre apoyo emocional, por ser siempre ese soporte con el cual puedo contar en todo momento, de quien nunca me han dejado solo a pesar de las adversidades y dificultades por los cuales hemos pasado, por siempre brindarme consejos, palabras de apoyo y sobre todo su amor. Son mi mayor ejemplo para seguir.

A mis queridos hermanos Noely de Jesus Deras Escobar y Ronald Enmanuel Deras Escobar por estar presente en mi vida, estar conmigo en este proceso universitario y apoyarme en cada momento que los necesite y estar siempre ahí conmigo para ayudarme, darme consejos y sobre todo quererme siempre an sido una pieza fundamental en mi vida.

A mi querido amigo David Alexander Cruz Roque por apoyarme en mi vida universitaria, por acompañarme de la mano de mi hermana y estar siempre presente cuando lo necesite así mismo por ser ese apoyo indispensable en este proceso.

A mis compañeros y amigos Jonathan Daniel Alas Orellana y Kevin Axel Rivas Palacios con los cuales realizamos este trabajo y finalizamos de la mejor manera posible este curso de especialización asiendo mención también al apoyo brindado a lo largo de la carrera.

Quiero agradecer también todo el apoyo brindado por todo el personal docente y administrativo de la EIE. Especialmente al Ingeniero asesor José Roberto Ramos López y Niña Reinita quienes apoyaron en este proceso del curso de Especialización.

Noe Ariel Deras Escobar

AGRADECIMIENTOS

Principalmente darle gracias a Dios por darme la oportunidad de llegar a este punto de culminar mi carrera universitaria y guiarme en el camino dándome sabiduría y fuerza por todos esos días en el cual sentía mucho agotamiento físico y mental por el estudio, por todas esas veces que te pedía que me permitieras terminar mi carrera, tantos días de desvelos en los que nunca me dejaste solo y siempre me guiaste por el buen camino, por darme esa perseverancia y nunca dejarme rendir y poder superar cada vez desafíos que tuve a lo largo de mi vida personal.

Agradezco con toda mi alma y corazón a mi padre José Omar Rivas y mi madre Cecilia del Carmen Palacios el cual siempre han sido mi apoyo fundamental en mi vida, siempre han sido mi motivo de perseverancia valorar cada uno de sus esfuerzos para poder siempre brindarme educación, no tengo palabras para agradecerles todos los sacrificios que hacen por mí, este logro es de ustedes queridos padres.

A mis amigos que conocí durante mi proceso de estudio Amílcar Galán, Noe Ariel Deras, Jonathan Daniel Alas, que han sido amistades en las cuales pudimos compartir buenos momentos y son personas bastantes dedicadas y a su vez realizamos el trabajo presente agradecerles por el apoyo brindado.

También reconocer y agradecer todo el apoyo brindado por todo el personal docente y administrativo de la EIE por sus enseñanzas y por forjar profesionales de un nivel ético importante. Especialmente a nuestro Ingeniero asesor José Roberto Ramos López y Reinita Vides quienes apoyaron en este proceso del curso de especialización.

Axel Rivas Palacios

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
ÍNDICE DE TABLA	5
GLOSARIO	7
RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
OBJETIVOS.....	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
JUSTIFICACIÓN	11
ALCANCES Y LIMITACIONES.....	12
CAPITULO I: MARCO REFERENCIAL.....	13
1.1. Definiciones.....	13
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	15
2.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	15
2.2 IMPORTANCIA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	16
2.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS	20
2.4 NORMA ISO 50002 AUDITORIA ENERGÉTICA:	23
CAPITULO III: DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.1 LÍNEA BASE.....	26
3.2 INSPECCIÓN DEL INMUEBLE	33
3.3 LEVANTAMIENTO DE CARGAS ELÉCTRICAS POR ÁREA.....	35
3.4 MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS.	38
3.4.1 ANÁLISIS DE PERFIL DE CARGA Y CONSUMOS SIGNIFICATIVOS:.....	39
3.5 LEVANTAMIENTO EN SKETCHUP	50
CAPITULO IV: METODOLOGÍA.....	52
4.1 LEVANTAMIENTO EN SKETCHUP.....	52
4.2 OPEN STUDIO	52
4.3 DISEÑO Y LEVANTAMIENTO DE LAS DIFERENTES ÁREAS DE LA EMPRESA ..	53

CAPITULO V: RESULTADOS DE MODELADO DE CASO BASE Y CASO IDEAL.....	55
5.1 SALA DE VENTAS (PRIMERA PLANTA).....	55
5.2 SALA DE VENTAS (SEGUNDA PLANTA).....	56
5.3 OFICINAS (PRIMERA PLANTA).....	57
5.4 OFICINAS (SEGUNDA PLANTA).....	59
5.5 BODEGA DE CARGA Y DESCARGA.....	60
5.6 BODEGAS PEQUEÑAS.....	61
5.7 COMPARATIVA DE CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL	63
5.8 MODELO DE BAJO CONSUMO DE ENERGÍA	64
5.8.1 MEDIDAS PARA OFICINAS PRINCIPALES:	64
5.8.2 MEDIDAS PARA SALA DE VENTAS:.....	68
5.8.3 MEDIDAS PARA BODEGAS.....	71
5.9 COMPARATIVA DE CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL CASO PROPUESTO.....	73
CAPITULO VI: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	74
6.1 UBICACIÓN, DATOS CLIMATOLÓGICOS.	75
6.2 INSTALACIÓN, PUNTO DE REFERENCIA (BENCHMARK).	76
6.3 FACTIBILIDAD AMBIENTAL.....	76
6.4 FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	78
CONCLUSIONES.....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de capacidad instalada en El Salvador a través de los años por tipos de recurso. Fuente: Dirección general de energía, hidrocarburos y minas.....	16
Figura 2. Evolución de capacidad instalada de energía renovable y no renovable en El Salvador Fuente: Dirección general de energía, hidrocarburos y minas capacidad instalada	17
Figura 3. Matriz de Generación Acumulada 2023 (GWh), Fuente: Dirección general de energía, hidrocarburos y minas.....	17
Figura 4. Evolución de la emisión de CO2 derivado del consumo de energía Fuente: Energy Information Administration - EIA - Official Energy Statistics from the U.S. Government.	18
Figura 5. Evolución de la emisión de CO2 derivado por sector Fuente: Energy Information Administration - EIA - Official Energy Statistics from the U.S. Government.	19
Figura 6. Suministro de energía por sector Fuente: Energy Information Administration - EIA - Official Energy Statistics from the U.S. Government.	19
Figura 7. Ciclo de vida de un edificio (50, 100 o más años)	21
Figura 8. Evaluación y análisis de EE en diseño de edificaciones (Elaboración propia).	22
Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de auditoria energética.	24
Figura 10. Medición estimada del inmueble mediante Google Earth Pro	27
Figura 11. Medición estimada del parqueo interno de la organización mediante Google Earth Pro	27
Figura 12. Medidor principal de la organización multi-horario punta valle con multiplicador x80.....	29
Figura 13. Ejemplo de factura mensual del mes de febrero 2024 de la organización	29
Figura 14. Modelo de línea base.....	31
Figura 15. Modelo de línea base consumo diario.....	31
Figura 16. Modelo de línea base para emisión kgCO2.....	32
Figura 17. Indicador de consumo de energía por área utilizada.....	32
Figura 18. Indicador de consumo de energía por persona.....	33
Figura 19. Analizador de potencia utilizado para la medición de parámetros eléctricos	34
Figura 20. Perfil de carga de tablero de aires acondicionado, sala de ventas, lunes 19 de agosto.....	39
Figura 21. Potencia real diaria (kW) en tablero de A/C, sala de ventas	40
Figura 22. Consumo eléctrico diario (kWh) en tablero de A/C, sala de ventas.	40
Figura 23. Perfil de carga de tablero de Luces y Tomacorrientes, sala de ventas y área administrativa, lunes 26 de agosto.....	42
Figura 24. Potencia real diaria (kW), en transferencia manual, sala de ventas y oficinas. ..	42
Figura 25. Consumo eléctrico diario (kWh), en transferencia manual, sala de ventas y oficinas.....	43
Figura 26. Perfil de carga de tablero de Luces y Tomacorrientes, área de bodegas, viernes 30 de agosto.....	44
Figura 27. Potencia real diaria (kW) en tablero de luces y tomacorrientes de bodegas.	45

Figura 28. Consumo eléctrico diario (kWh) en tablero de luces y tomacorrientes de bodegas.	45
Figura 29. Perfil de carga de tablero de aires acondicionado, área administrativa, viernes 6 de septiembre.	46
Figura 30. Potencia real diaria (kW) en tablero de A/C en oficinas.	47
Figura 31. Consumo eléctrico diario (kWh) en tablero de A/C en oficinas.	47
Figura 32. Gráfico de uso energético por tablero eléctrico.	49
Figura 33: Representación de la geometría de oficinas administrativas creado en SketchUp	50
Figura 34: Representación de la geometría de área de Ventas creado en SketChup	50
Figura 35: Representación de los perfiles del área de Ventas creados en SketchUp	51
Figura 36: Replatación de la geometría de área de bodega de carga y descarga creado en SketchUp	51
Figura 37: Representación de la geometría de área de Bodegas creado en SketchUp	51
Figura 38. Diagrama de flujo del proyecto.	53
Figura 39: Plano arquitectónico completo de la organización.	54
Figura 40. Demanda máxima de electricidad mensual (kW).	55
Figura 41. Consumo de electricidad mensual (kWh).	55
Figura 42. Uso final de la energía (Anual).	56
Figura 43. Demanda máxima de electricidad mensual (kW).	56
Figura 44. Consumo de electricidad mensual (kWh).	57
Figura 45. Uso final de la energía (Anual).	57
Figura 46. Demanda máxima de electricidad mensual (kW).	57
Figura 47. Consumo de electricidad mensual (kWh)	58
Figura 48. Uso final de la energía (Anual).	58
Figura 49. Demanda máxima de electricidad mensual (kW).	59
Figura 50. Consumo de electricidad mensual (kWh)	59
Figura 51. Uso final de la energía (Anual).	60
Figura 52. Demanda máxima de electricidad mensual (kW).	60
Figura 53. Consumo de electricidad mensual (kWh)	61
Figura 54. Uso final de la energía (Anual).	61
Figura 55. Demanda máxima de electricidad mensual (kW).	61
Figura 56. Consumo de electricidad mensual (kWh)	62
Figura 57. Uso final de la energía (Anual).	62
Figura 58. LBE de consumo energético real vs consumo energético simulado.	63
Figura 59. Horario de UPS normal de trabajo sin modificaciones	64
Figura 60. Horario de UPS modificado con desconexión al final de la jornada laboral	65
Figura 61. Modificación al horario de uso de oasis con desconexión al final de la jornada laboral	65
Figura 62. Modificación al horario de los A/C en las oficinas principales	66

Figura 63. Modificación de la temperatura de los termostatos de oficinas principales a 24 °C.	66
Figura 64. Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para las oficinas de la primera planta.....	67
Figura 65. Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para las oficinas de la segunda planta.	68
Figura 66. Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para ventas primera planta.	70
Figura 67. Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para ventas segunda planta	70
Figura 68. Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para Bodega	71
Figura 69. Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para demás Bodegas de la Empresa.....	72
Figura 70. LBE de consumo energético real, consumo energético simulado y propuesto. ...	73
Figura 71. Ubicación del Proyecto y datos climatológicos.	75
Figura 72. Punto de referencia, caso base y caso propuesto.....	76
Figura 73. Análisis de emisiones por gases de efecto invernadero.	77
Figura 74. Parámetros financieros para implementación del proyecto de bajo consumo energético.....	79
Figura 75. Resultados de análisis de factibilidad económica.	79
Figura 76. Flujo de caja anuales.	80

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Descripción resumida de la cantidad de personas total por área de la organización	28
Tabla 2. Categorización de demandas por carga instalada por SIGET.	29
Tabla 3. Datos de consumo eléctrico mensual para modelo de línea base	30
Tabla 4. Indicadores de desempeño mediante los registros de consumo mensual	30
Tabla 5. Distribución de tableros eléctricos en la organización	34
Tabla 6. Censo de cargas eléctricas por área de uso.....	37
Tabla 7. Medición de consumo en tableros eléctricos.....	38
Tabla 8. Período de Medición en tablero eléctrico de Aires Acondicionados en sala de ventas.....	39
Tabla 9. Consumo energético total recolectado en la semana mediante las mediciones en tablero sala de ventas.....	41
Tabla 10. Período de Medición en transferencia manual de Luces y Tomacorrientes que abarca la instalación de sala de ventas y oficinas.	41
Tabla 11. Consumo energético total recolectado en la semana mediante las mediciones en transferencia automática sala de ventas.....	43

Tabla 12. Período de Medición en tablero de Luces y Tomacorrientes en Bodegas.....	44
Tabla 13. Consumo energético total recolectado en la semana mediante las mediciones en tablero bodegas	45
Tabla 14. Período de Medición en tablero de aires acondicionados, en oficinas	46
Tabla 15. Consumo energético total recolectado en la semana mediante las mediciones en tablero oficinas	48
Tabla 16. Proyección de consumo energético mensual de todos los tableros.	49
Tabla 17. Consumo de electricidad mensual (kWh).....	55
Tabla 18. Consumo de electricidad mensual (kWh).....	56
Tabla 19. Consumo de electricidad mensual (kWh).....	58
Tabla 20. Consumo de electricidad mensual (kWh).....	59
Tabla 21. Consumo de electricidad mensual (kWh).....	60
Tabla 22. Consumo de electricidad mensual (kWh).....	62
Tabla 23. Porcentaje de error de análisis comparativo entre consumo energético real y simulado.....	63
Tabla 24. Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para las oficinas de la primera planta.....	67
Tabla 25. Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para las oficinas de la segunda planta	68
Tabla 26: Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para ventas primera planta	69
Tabla 27. Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para ventas segunda planta	70
Tabla 28: Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para Bodega	71
Tabla 29: Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para demás Bodegas de la Empresa.....	72
Tabla 30. Análisis final global mensual de cada uno de los modelos anteriores con propuestas de bajo consumo y comparativo entre consumo energético real, simulado base y propuesto.	73

GLOSARIO

- **EE:** Eficiencia Energética.
- **SGE:** Sistema de Gestión Energética.
- **IDE:** Indicadores de Desempeño Energético.
- **IDEn:** Indicadores de Desempeño Energético.
- **ISO:** International Standard Organization.
- **MEE:** Medida de Eficiencia Energética.
- **AA:** Aire Acondicionado.
- **BTU:** British thermal unit (Unidad Térmica Británica).
- **COP:** Coefficient of performance (Coeficiente de desempeño).
- **EE:** Eficiencia Energética.
- **EER:** Energy Efficiency Ratio (Relación de Eficiencia Energética).
- **HP:** Horsepower (Caballos de Fuerza).
- **kW:** kilowatt.
- **kWh:** kilowatt-hora.
- **GWh:** Gigawatt-hora.
- **m:** metros.
- **kWh/m²:** Kilowatts-hora por metro cuadrado.
- **CEE:** Consumo de Energía Específico.
- **CO₂:** Dióxido de Carbono.
- **LBE:** Línea de Base de Energía.
- **GNL:** Gas natural licuado.

RESUMEN

La electricidad, como recurso indispensable, desempeña un rol fundamental en el desarrollo de las actividades humanas cotidianas. Este estudio se enfoca en la ejecución de una auditoría energética en una empresa privada perteneciente al sector comercial, siguiendo la metodología establecida por la Norma ISO 50002. El objetivo principal es realizar un análisis detallado de los patrones de consumo energético de la organización, identificando áreas de alto consumo y oportunidades de mejora.

A través de la recopilación de datos históricos y mediciones realizadas en sitio, se logró determinar los puntos críticos del consumo energético, se estableció una línea base del consumo energético de la empresa con el propósito de recopilar y procesar información que permita analizar la evolución del consumo a lo largo del tiempo, así como las emisiones de CO₂ asociadas, esto servirá como referencia para implementar estrategias y prácticas orientadas hacia la eficiencia energética. Este enfoque proporciona una base sólida para optimizar el uso de recursos, reducir costos operativos y contribuir al desarrollo sostenible.

Para complementar el análisis, se utilizaron herramientas avanzadas de simulación como SketchUp y OpenStudio para desarrollar un modelo energético integral del inmueble. Este modelo permitió un análisis detallado de los sistemas de iluminación, climatización y equipos de oficina, además de facilitar la simulación de propuestas de mejora para el sistema eléctrico de la empresa. Los datos obtenidos fueron contrastados con información real, derivada de registros históricos de facturación y mediciones de consumo eléctrico.

Al realizar la memoria de cálculo y analizar los datos obtenidos, se obtuvo un porcentaje de reducción de consumo eléctrico total anual del 17.19%, lo cual indica que anualmente se reducirán al menos 22,791 kWh.

El estudio de factibilidad económica de las propuestas se realizó a través del software de energía limpia Retscreen, tomando en cuenta diversos factores como lo son la ubicación de la empresa, el área que comprende todo el inmueble, la cantidad de personas que laboran en ella, la zona climática (zona térmica), entre otros elementos influyentes. Mediante el uso del analizador de energía virtual, se visualizó que el proyecto es financieramente factible donde los costos iniciales de inversión pueden ser recuperados en un período entre 3.6 y 4.3 años, además la factibilidad ambiental del proyecto indica una reducción de aproximadamente 17.4 tCO₂ al año.

El estudio concluye que una gestión eficiente del sistema eléctrico no solo mejora la sostenibilidad operativa, sino que también reduce costos y emisiones, contribuyendo al cumplimiento de metas ambientales globales. Las estrategias planteadas representan un enfoque holístico para abordar los desafíos energéticos en instalaciones comerciales y promueven una transición hacia una operación más eficiente y sostenible.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se fundamenta en la aplicación de la Norma ISO 50002 de Auditorías Energéticas, Esta norma, creada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), ofrece una guía clara para llevar a cabo estudios de energía en organizaciones, permitiendo no solo identificar oportunidades de ahorro energético, sino también optimizar la gestión de los recursos energéticos y reducir el impacto ambiental de sus operaciones.

Mediante la recopilación de datos históricos y mediciones en el sitio de estudio, se establecerá una línea base del consumo energético actual de la organización. Esta revisión energética visualizar gráficamente las condiciones iniciales de operación, proporcionando una base sólida para comparar los resultados de posibles medidas de mejora.

Este estudio se enfoca en desarrollar un modelo de gestión energética integral. Este modelo incluirá la evaluación de los sistemas de iluminación, climatización y otros equipos eléctricos, con el objetivo de establecer indicadores de desempeño energético que sirvan para monitorear y mejorar continuamente la eficiencia en el uso de la energía.

En conjunto, la investigación pretende proporcionar a la organización un plan de acción que no solo reduzca sus costos energéticos, sino que también apoye sus metas de sostenibilidad, minimizando su huella de carbono y promoviendo prácticas responsables con el medio ambiente. De esta manera, este estudio no solo aborda la eficiencia energética, sino también una gestión energética más amplia y estratégica, orientada hacia la sostenibilidad económica y ambiental.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Implementar una revisión energética conforme al estándar ISO 50002 en una empresa privada del sector comercial, con el propósito de analizar detalladamente los usos y consumos de energía de sus instalaciones. A partir de este análisis, se establecerán indicadores de desempeño energético que permitan diseñar y recomendar estrategias de ahorro energético, mejorando la eficiencia sin costos económicos y también una propuesta de inversión que a su vez reduzca la huella de carbono de la organización.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar un modelo energético base que permita identificar áreas de alto consumo y deficiencias en la eficiencia energética, con el propósito de definir estrategias de optimización en los sistemas de iluminación, climatización y equipos de oficina, promoviendo así reducciones significativas en los costos operativos.
- Detectar y evaluar las ineficiencias energéticas existentes que impactan negativamente en el consumo final de energía, proponiendo acciones correctivas y mejoras que contribuyan a la reducción de la huella de carbono y al cumplimiento de los estándares de eficiencia energética.
- Determinar la factibilidad de las medidas a tomar en cuenta para la gestión de energía, y realizar un análisis de económico a través del software RETScreen, evaluando el impacto potencial de esta inversión en el ahorro energético y la sostenibilidad ambiental de la empresa.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto actual, donde los costos energéticos y la demanda de energía aumentan constantemente, muchas empresas enfrentan la necesidad de optimizar su consumo energético. La ineficiencia en el uso de energía no solo incrementa los costos operativos, sino que también contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero, afectando la sostenibilidad ambiental. Este problema es especialmente crítico en las empresas del sector comercial que dependen de equipos de iluminación, climatización y otros sistemas que representan un consumo significativo de energía.

Sin un sistema de gestión de energía efectivo, estas empresas carecen de la capacidad de identificar áreas con alto consumo energético y de implementar estrategias de mejora, el cual ayuda a la organización a detectar ineficiencias y a tomar decisiones informadas para reducir su consumo energético y minimizar su impacto ambiental. De esta forma, se busca no solo reducir costos, sino también cumplir con las normativas ambientales y mejorar la competitividad de la empresa en un mercado cada vez más consciente de la sostenibilidad.

JUSTIFICACIÓN

Este estudio es relevante porque aborda la urgente necesidad de mejorar la eficiencia energética en el sector comercial, un sector que consume grandes cantidades de energía y contribuye a la huella de carbono global. Implementar un sistema de gestión de energía con base en la norma ISO 50002 permitirá a la organización identificar y corregir ineficiencias energéticas, lo que se traducirá en ahorros económicos significativos y una reducción en su impacto ambiental.

Además, la investigación no solo beneficiará a la empresa objeto de estudio, sino que también aportará conocimiento valioso sobre el uso de metodologías estandarizadas en auditorías energéticas dentro de organizaciones comerciales en El Salvador. Esta investigación puede servir como un modelo para otras empresas que deseen mejorar su desempeño energético y alinear sus operaciones con objetivos de sostenibilidad. Así, se promueve un desarrollo empresarial responsable y alineado con las metas de sostenibilidad y conservación ambiental.

ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

- Desarrollar un plan de gestión energética que permita optimizar el uso de los recursos energéticos en el inmueble comercial.
- Cumplir con éxito los objetivos propuestos de la investigación
- Determinar la factibilidad económica de las diferentes propuestas de planes de ahorro energético a implementar en base a los estudios a realizar en la organización

LIMITACIONES

- La organización no posee un registro histórico de planos con las modificaciones que se han ido implementando en los últimos años y esto ocasiona un retraso en la obtención de resultados ya que las medidas se tomaran en base a cálculos estimados por software.
- La distribución eléctrica de la organización posee cierta inconsistencia en el manejo de la distribución de las cargas eléctricas ya que no poseen tableros eléctricos principales, si no que implementan acometidas directas a tableros de fuerzas y luces que ocasionan que las mediciones con los equipos sean más exhaustivas ya que se debe tomar cada tablero por individual para registrar consumos significativos y evaluación de parámetros eléctricos.
- Debido a la falta de especificaciones técnicas de la infraestructura los modelados por software podrían tener una leve variación debido a que solo poseen datos de conjuntos y no medidas civiles que faciliten el levantamiento en cada localidad que compone el inmueble.

CAPITULO I: MARCO REFERENCIAL

1.1. Definiciones

Auditoría Energética: La auditoría energética es un estudio de eficiencia energética según el cual se evalúa el estado actual del consumo energético de una instalación, tanto de las tecnologías horizontales como los procesos empleados, permitiendo identificar posibilidades de ahorro de energía, el plan de mejoras e inversiones asociado, y el estudio de la viabilidad económica de las mismas. (DNV,2020)

EER (Relación de Eficiencia Energética): La relación de eficiencia energética (EER) es una medición clave del rendimiento energético del equipo de aire acondicionado en modo de enfriamiento.

Es entrada de la energía de enfriamiento de salida producida frente a la energía eléctrica de entrada utilizada durante la operación de carga completa.

Cuanto mayor sea el EER, más eficiente es el equipo de aire acondicionado en modo de enfriamiento, lo que significa que consume menos electricidad para ofrecer la misma cantidad de enfriamiento a la habitación. Esto es importante al elegir un aire acondicionado, ya que los modelos con un EER más bajo darán como resultado mayores facturas de electricidad. (HITACHIAIRCON, 2018)

Eficiencia: Desempeño en condiciones nominales especificadas en los datos de placa.

Eficiencia energética: es la capacidad para usar menos energía para producir la misma cantidad de iluminación, calor, transporte y otros servicios energéticos.

Eficiencia energética: Es un conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Por eso, ser eficientes con el uso de la energía significa “hacer más con menos”. (Gestión Energía, 2015)

Desempeño energético: Resultados medibles relacionados a la eficiencia energética, uso de la energía y consumo de energía. (3.12 ISO 50001:2011)

Energía: Electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido, y otros medios de similares. (3.5 ISO 50001:2011).

Revisión energética: Determinación del desempeño energético de la organización basado en datos y demás información conducente a la identificación de oportunidades de mejora (3.15 ISO 50001:2011).

Rendimiento Energético: Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía (3.10 ISO 50002:2014)

Uso de energía: Forma o tipo de aplicación de la energía como; ventilación, iluminación, calefacción, refrigeración, transporte (3.12 ISO 50002:2014)

Organización: Compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución, o parte de combinación de estos, ya sea constituida o no, pública o privada, que tenga funciones y administración propias y que tenga la autoridad para controlar su uso y consumo de energía. (3.13 ISO 50002:2014)

Dióxido de carbono: Gas más pesado que el aire, formado por la combinación de un átomo de carbono y dos de oxígeno, que se produce en las combustiones. Es el principal de los gases de efecto invernadero que se emite a raíz de las actividades del ser humano, su fórmula química es CO₂. (RAE, 2022)

RETScreen: Es una plataforma de gestión de energía limpia, la cual permite la planificación, la implementación el monitoreo y la generación de informes con bajas de emisiones de carbono. Por medio de este software se permite evaluar la viabilidad de proyectos de eficiencia energética, energías renovables y cogeneración de igual manera el rendimiento operativo de los mismos. (Gobierno de Canadá, 2022)

Benchmark: Designa comparativas de rendimiento, con el fin de crear una referencia, se busca comprobar qué iniciativas¹, empresas, políticas o sistemas presentan un comportamiento más adecuado para un determinado fin. (TABLEAU, 2019)

Desempeño energético: Es un valor o medida que cuantifica los resultados relacionados con el desempeño energético, el uso y el consumo en instalaciones, sistemas procesos y equipos. Las organizaciones los utilizan como una medida de su propio desempeño energético. (ISO 50001, 2018)

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética se define como el cociente entre la energía requerida para desarrollar una actividad específica, y la cantidad de energía primaria usada para el proceso. Se considera una parte esencial del futuro de la energía sustentable, ya que permite la disminución del consumo de energía, los gases de efecto invernadero y las emisiones, y a la vez genera oportunidades de inversión, facilitando la creación adicional de nuevos puestos de trabajo (Administración de Información de Energía - EIA, 2012).

Diferentes autores de libros, revistas, entre otros, que publican la manera de mejorar el consumo de energía en viviendas, industrias, edificios en general, adoptan o presentan su manera de entender el concepto de Eficiencia Energética, que, a pesar de las diferencias textuales que cada uno pueda manejar, presentan la idea común de reducir la cantidad de energía requerida para productos o servicios. Algunas definiciones en particular de eficiencia energética se presentan a continuación:

Los beneficios múltiples de la EE:

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| -Ahorro de energía | -Salud y bienestar |
| - Emisión de GHG | -Empleo |
| -Seguridad energética | -Contaminación local del aire |
| -Entrega de energía | -Gestión de recursos |
| -Precios de energía | -Presupuestos públicos |
| -Impactos macroeconómicos | -Renta disponible |
| -Productividad industrial | -Valores de activos |
| -Alivio de la pobreza | |

2.2 IMPORTANCIA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

El actual paradigma energético está declinando de manera significativa. Los especialistas opinan que el empleo de los combustibles fósiles está reduciéndose en lo que respecta a la producción de energía. La Agencia Internacional de Energía (AIE, por sus siglas en inglés International Energy Agency o IEA) proyecta que el petróleo podría agotarse para el año 2030. La transformación del modelo energético es una necesidad imperiosa, una opción indispensable que debe orientarse hacia la diversificación de las fuentes energéticas, con un mayor aprovechamiento de las energías renovables y un enfoque en la eficiencia y el ahorro energético. [17]

Ante el posible futuro agotamiento de fuentes fósiles o convencionales debido a la alta demanda que El Salvador está presenciando por el alto crecimiento poblacional y económico es importante las implementaciones de medidas como el aprovechamiento de las nuevas energías renovables, el ahorro y la eficiencia energéticos.

En el año 2022, la demanda de energía fue de 6,629.71 GWh. De acuerdo con el Plan Indicativo de la Expansión de la Generación Eléctrica de El Salvador 2020-2030, el escenario base de proyección de la demanda considera un aumento promedio anual del 1.58%, mientras que el escenario de crecimiento bajo considera un 1.1% de crecimiento promedio anual, mientras que para una demanda de crecimiento alto se ha tomado una tasa del 2.1%. [7]

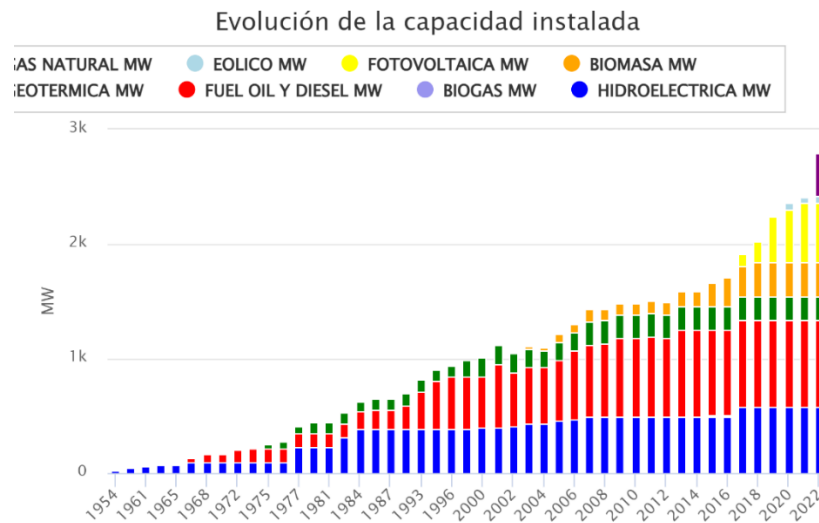


Figura 1. Evolución de capacidad instalada en El Salvador a través de los años por tipos de recurso.
Fuente: Dirección general de energía, hidrocarburos y minas.

La disponibilidad de las fuentes de energía renovable es superior a la de las fuentes de energía tradicionales, no obstante, su uso sigue siendo limitado, en la figura 1 se muestra la evolución de la capacidad instalada renovable y no renovable.

Evolución de la capacidad instalada no renovable y renovable

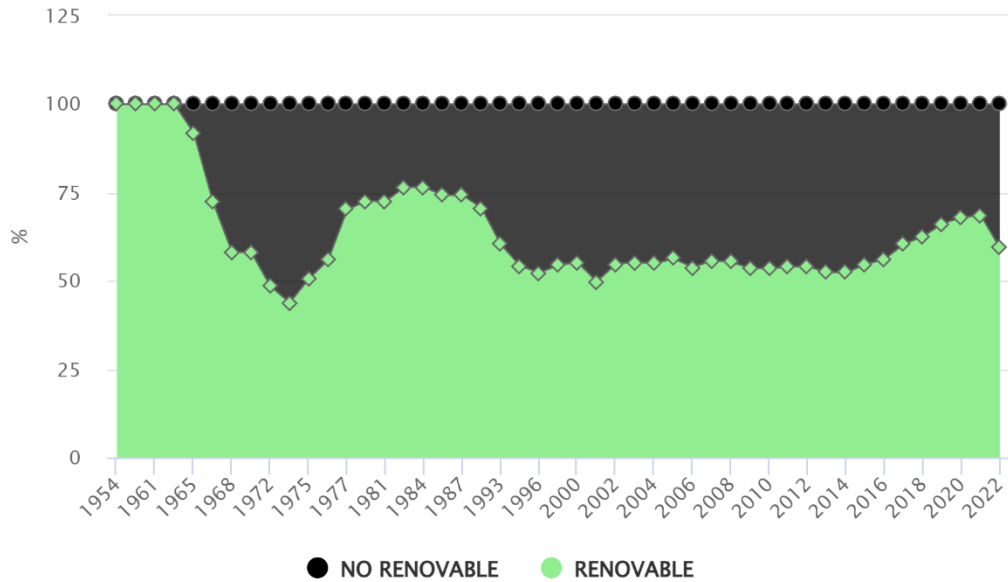


Figura 2. Evolución de capacidad instalada de energía renovable y no renovable en El Salvador
Fuente: Dirección general de energía, hidrocarburos y minas capacidad instalada.

Biomasa	Bunker	Diesel	Geotérmica	Hidroeléctrica SFV	Eólico	GNL
532.3	694.9	0.7	1,478.4	1,483.4	539.1	167.5
						2,480.6

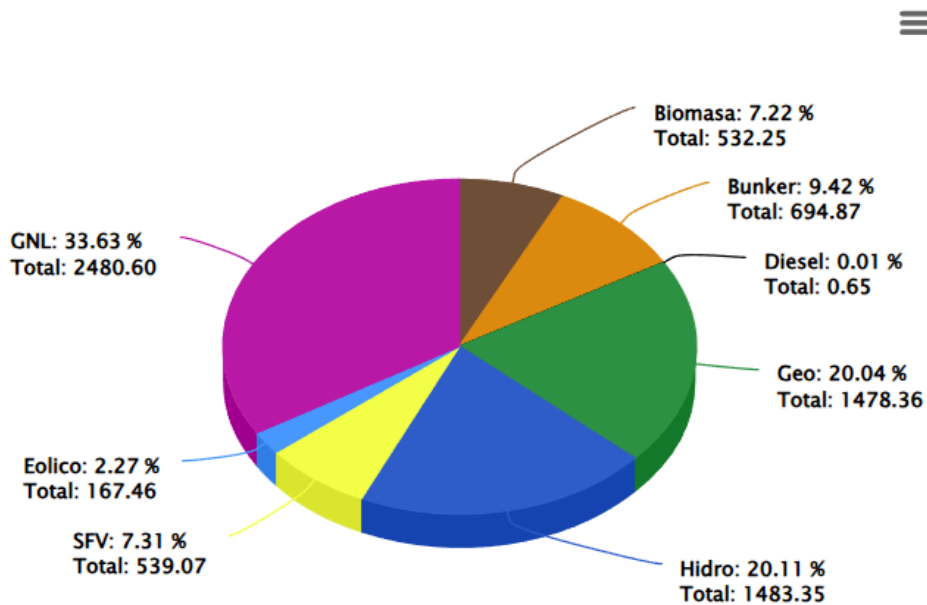


Figura 3. Matriz de Generación Acumulada 2023 (GWh), Fuente: Dirección general de energía, hidrocarburos y minas.

Como se muestra en la figura 3, el mayor impacto en la energía eléctrica en El Salvador es por medio de uso de combustible fósil, es decir, centrales térmicas que utilizan combustible fósil (carbón, petróleo o gas) para generar energía eléctrica.

La producción y el consumo de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles, o en su caso, el uso directo de estos combustibles en diferentes sectores también provoca el problema de la contaminación atmosférica mediante la contaminación del aire y el aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Podemos definir la contaminación como:

... presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. “

La Organización Mundial de la Salud (OMS)

Lo anterior destaca la relevancia de la atmósfera y la razón por la cual es crucial mantenerla limpia, ya que su contaminación afectará tanto la vida humana como la de cualquier otro ser vivo. Los principales compuestos contaminantes responsables de alterar la atmósfera incluyen el metano, el dióxido de carbono, el vapor de agua, el ozono, los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre y los hidrocarburos.

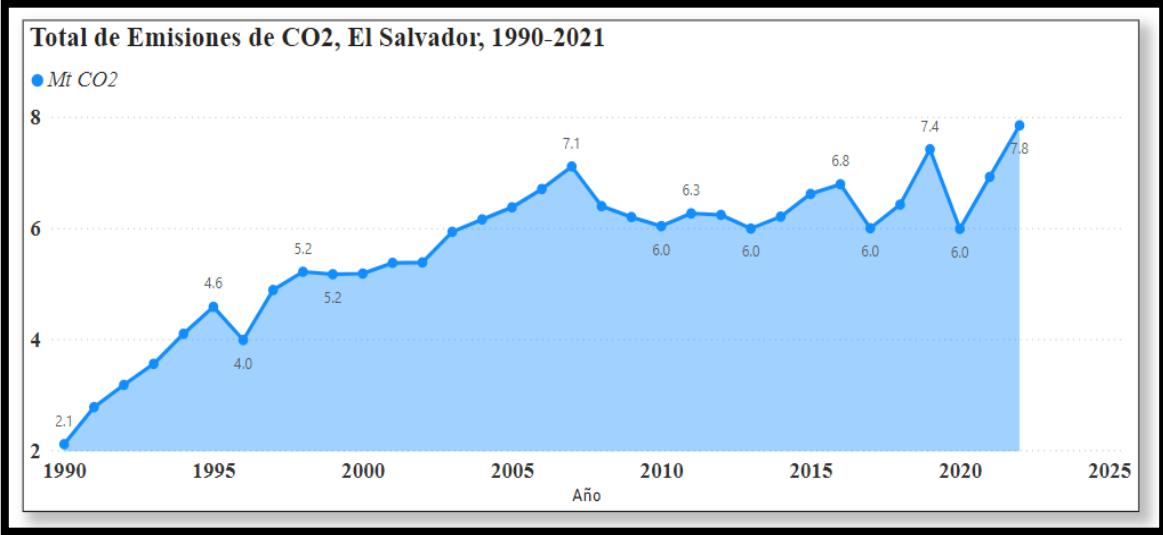


Figura 4. Evolución de la emisión de CO2 derivado del consumo de energía Fuente: Energy Information Administration - EIA - Official Energy Statistics from the U.S. Government.

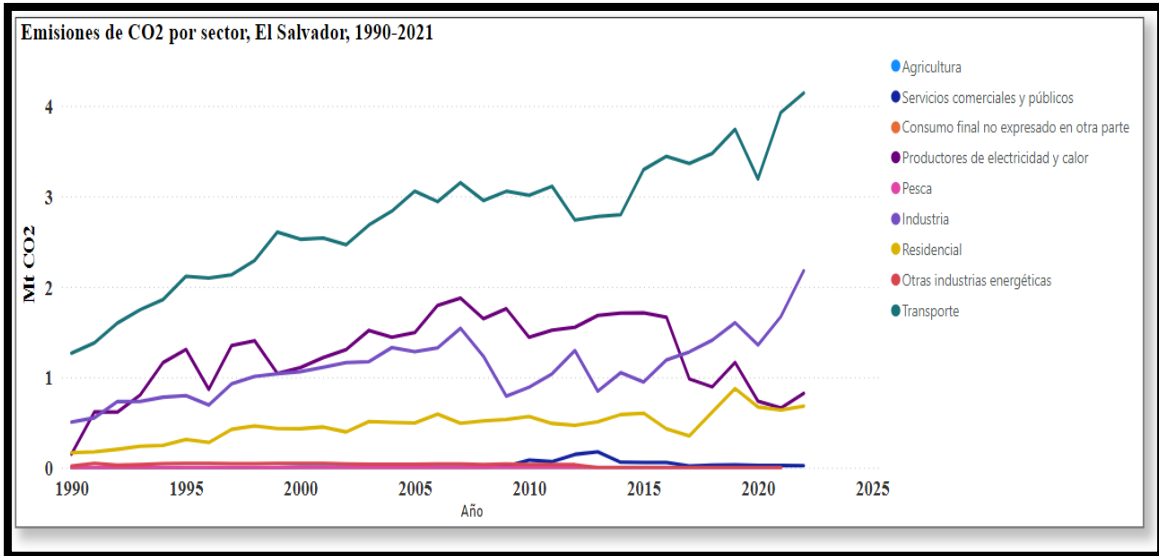


Figura 5. Evolución de la emisión de CO2 derivado por sector Fuente: Energy Information Administration - EIA - Official Energy Statistics from the U.S. Government.

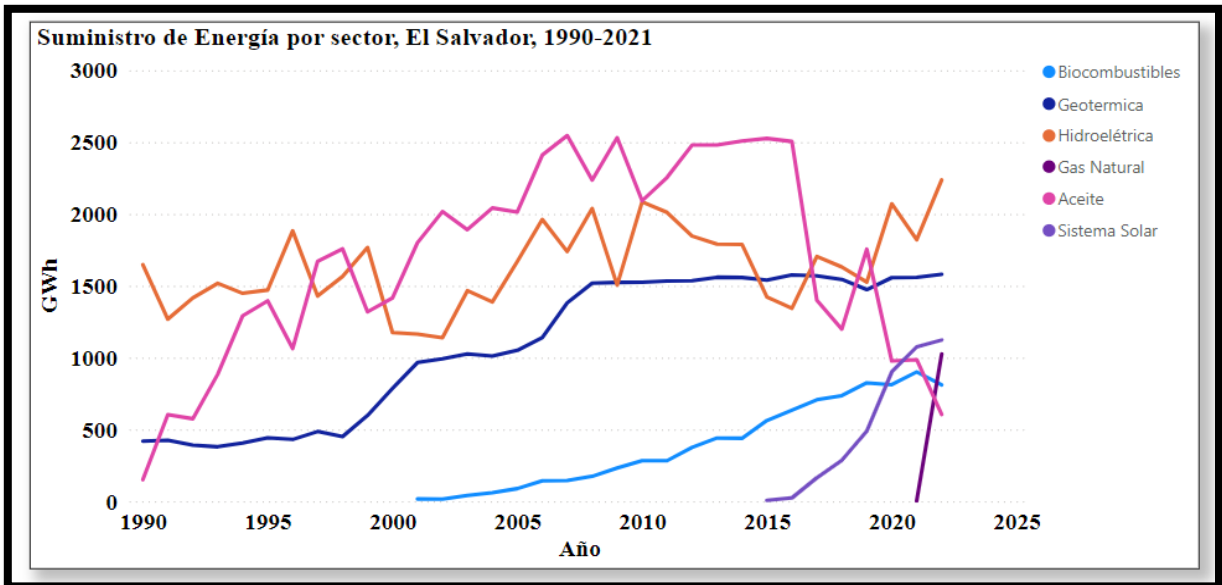


Figura 6. Suministro de energía por sector Fuente: Energy Information Administration - EIA - Official Energy Statistics from the U.S. Government.

La figura 5 muestra la evolución de las emisiones de CO2 por sector en El Salvador, a partir del uso de combustibles fósiles, desde 1990 hasta 2019, según datos proporcionados por la Agencia Internacional de Energía. Se puede observar un aumento significativo en las emisiones desde 1990 hasta 2008. A partir de 2008, se empieza a registrar una reducción en las emisiones, las cuales se mantienen estables hasta 2017, cuando se aprecia un incremento en los niveles de emisión.

La importancia de la eficiencia energética es bastante amplia para tratarlo de resumir, sin embargo, los beneficios que trae consigo esta práctica específicamente son los siguientes:

- Aumenta la eficiencia productiva en las empresas, fomentando el desarrollo económico mediante la creación de empleo y el uso de tecnologías eficientes en diversos sectores de producción.
- La tecnología de eficiencia energética impulsa el avance industrial al mejorar la competitividad. La implementación de nuevos sistemas de generación de energía sostenible y equipos eficientes en los sectores industriales puede elevar la productividad y fortalecer la economía de las empresas en el ámbito de la eficiencia energética, el transporte y otros sectores. Para fomentar el desarrollo económico, es esencial que se adapten al nuevo modelo energético.
- Además, reduce los impactos ambientales negativos al disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorando así la calidad del aire. La adopción de energías renovables y el impulso de la eficiencia energética minimiza la dependencia de los combustibles fósiles en los diferentes sectores de desarrollo económico y tecnológico. También reduce el riesgo de racionamiento de energía eléctrica al fomentar la independencia de los usuarios, evitando así la dependencia de la red eléctrica.

La importancia de mantener una eficiencia energética es de mucha importancia tanto para las personas como para las organizaciones que son consumidores directos de energía. Estas entidades definitivamente estarán interesadas en ahorrar energía para reducir costos y fomentar la sostenibilidad económica, política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales pueden buscar aumentar su eficacia y, de esta manera, maximizar sus beneficios, ya que las preocupaciones actuales se centran en el ahorro de energía y en el impacto ambiental de la generación de energía eléctrica.

Es fundamental explorar alternativas viables para la generación de energía, como las energías renovables. La utilización de fuentes renovables combinadas con ahorro y eficiencia energéticas (EE), ofrece opciones sostenibles que pueden combatir el cambio climático y atender el creciente consumo energético del país. En comparación con los combustibles fósiles, las energías renovables presentan ventajas claras: no generan contaminación, reducen la dependencia energética del exterior.

2.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

En esta parte se detallarán los elementos que afectan el funcionamiento energético de los edificios, desde la fase de diseño de la infraestructura hasta su operación, incluyendo también los factores relevantes para construcciones ya existentes.

Un edificio sostenible utilizará un proceso responsable con el entorno a lo largo de su ciclo de vida: diseño, construcción, operación, mantenimiento, renovación y demolición.

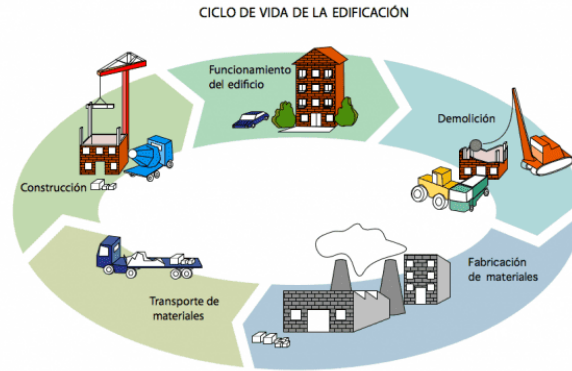


Figura 7. Ciclo de vida de un edificio (50, 100 o más años).

Del Toro & Antúnez ARQUITECTOS (2024)

El rendimiento energético de un edificio se describe en el párrafo siguiente:

"Un edificio es una MÁQUINA TÉRMICA a la cual se le aplica una ENERGÍA (en forma de energía térmica, eléctrica) mediante la transformación de la cual es capaz de realizar un TRABAJO (calefacción, refrigeración, iluminación, ascensores, etc.) y generando a la vez unos residuos"

Dr. Florencio Manteca González,

Departamento de Arquitectura Bioclimática de CENER6

La energía que entra en un edificio se usa según las necesidades específicas de la infraestructura, esto puede variar dependiendo del tipo de operación a la que se dedique la organización. Por ejemplo, en un edificio administrativo, la electricidad se emplea para iluminar, operar equipos eléctricos de oficina y sistemas de aire acondicionado, entre otras cosas. El combustible, por su parte, se destina al transporte o a las plantas de emergencias que es muy usual que las organizaciones tengan sus propios sistemas de emergencias.

El uso de equipos eléctricos y la carga térmica generada por las personas que utilizan el inmueble elevan la temperatura interna del edificio, lo que requiere soluciones para climatizar el espacio. Para ello, se pueden implementar diferentes tecnologías disponibles en la actualidad. Entre estas tecnologías se incluyen el uso de materiales para el aislamiento térmico del edificio, la instalación de sistemas de aire acondicionado que es lo más común y utilizado debido al confort y la mejorar del espacio utilizado.

Sin embargo, debido a que el ciclo de vida de un edificio puede llegar hasta 100 años, el uso de la energía de estas tecnologías genera costos que, sin un buen manejo y administración, pueden ser un costo muy significativo para las organizaciones en ámbitos económicos. Por

Lo tanto, es fundamental y rentable incorporar tecnologías energéticas eficientes desde el comienzo de todo proyecto, los edificios que presenten buena iluminación y ventilados correctamente con un consumo mínimo de energía constituirán una inversión duradera.

La eficiencia energética (EE) debe iniciarse desde la elaboración de los planos arquitectónicos de la infraestructura, tal como se indica en la figura 8. En esta etapa, todo profesional en diseño arquitectónico debe presente los aspectos mencionados.

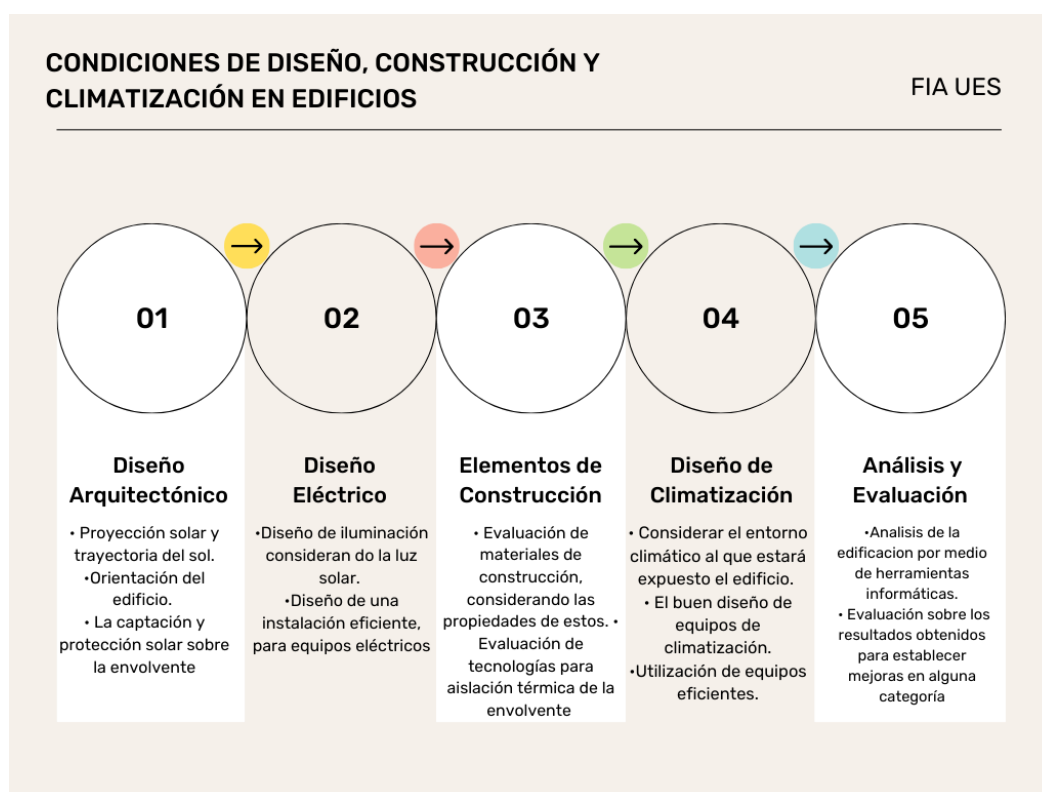


Figura 8. Evaluación y análisis de EE en diseño de edificaciones (Elaboración propia).

Una vez finalizado el diseño arquitectónico, se procede con el diseño eléctrico. Una de las principales fases fundamentales, aspecto clave en cuanto a la eficiencia energética (EE) es el diseño de la iluminación. El ingeniero a cargo debe colaborar con los arquitectos para definir la mejor solución de iluminación, aprovechando al máximo la luz natural. El ingeniero eléctrico debe diseñar un sistema de iluminación adecuado para cada área del edificio, según su uso, eligiendo equipos eficientes. Por su parte, el arquitecto debe evaluar la entrada de luz natural y seleccionar los materiales de acristalamiento adecuados para optimizarla.

Para el diseño de los sistemas de AA para climatizar las áreas ocupadas por los usuarios de las organizaciones. Esta es una fase crucial debido al alto porcentaje de consumo energético que generan estos equipos. Los profesionales encargados de su instalación deben tener en cuenta factores como:

- Entorno externo de la infraestructura.
- Cantidad máxima y mínima de usuarios que ocuparan el área a climatizar.
- Equipos eléctricos e inmuebles de oficina que estarán en el área.
- Ocupar equipos de AA que sean eficientemente energéticos.
- Emplear la infiltración y ventilación de aire.

2.4 NORMA ISO 50002 AUDITORIA ENERGÉTICA:

La norma ISO 50002:2014 define los requisitos para llevar a cabo una auditoría energética enfocada en la eficiencia energética. Es aplicable a todos los tipos de establecimientos y organizaciones, así como a todas las formas de uso de la energía. Esta norma detalla los principios para realizar auditorías energéticas, los requisitos para los procesos comunes durante estas auditorías y los resultados esperados de las mismas.

Una auditoría detallada requiere la elaboración de un análisis exhaustivo del consumo energético, incluyendo un inventario de los principales equipos según su uso energético, datos de las placas de identificación relacionadas con la energía, pruebas de eficiencia, y estimaciones o mediciones de las horas de operación mensual. También debe incluir datos mensuales de la compañía distribuidora, montos y costos totales. Es fundamental realizar una evaluación precisa del uso de la energía, observando cómo fluye a través de los procesos y la instalación, y compararlo con estándares reconocidos. Este estudio puede dar lugar a la creación de una lista priorizada de proyectos con alta tasa de retorno.

Las auditorías energéticas se planifican y llevan a cabo como parte de la identificación y priorización de oportunidades para mejorar el desempeño energético. Una auditoría de energía puede respaldar una revisión de energía como se describe en la norma ISO 50001 o se puede utilizar de forma independiente. (Larrahondo, 2019).

Etapas del proceso de auditoría energética:

El proceso de auditoría energética enmarcada en la norma ISO 50002 consta de las siguientes etapas: (ISO, 2014).

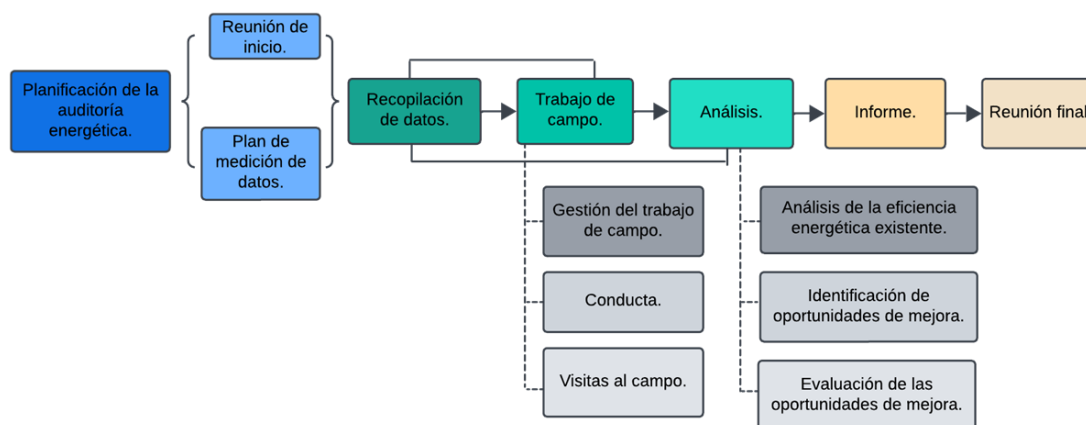


Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de auditoría energética.

Planificación de la auditoría energética.

Plan de medición de datos: Es necesario disponer de una lista de los puntos de medición existentes y los procesos asociados, así como identificar los puntos de medición adicionales requeridos, los equipos de medición adecuados, sus procesos relacionados y la viabilidad de su instalación. También se debe definir la duración de las mediciones en un periodo de tiempo apto para poder tener datos confiables, la frecuencia de adquisición para cada medición y el período en el que la actividad de la empresa es representativa. (ISO, 2014)

Reunión de inicio: El propósito de la reunión de inicio es informar a todas las partes interesadas sobre los objetivos de la auditoría, el alcance, el límite, el nivel de detalle y acordar los arreglos para la auditoría energética (por ejemplo, inducciones de seguridad del sitio, acceso, seguridad). (ISO, 2014)

Recopilación de datos: Se debe recolectar una lista de sistemas, procesos y equipos que consumen energía esto puede ser con una vista previa de los equipos de la organización, junto con características detalladas de los elementos auditados, incluidas las variables relevantes conocidas y cómo la organización considera que estas afectan el consumo energético. También es importante recopilar datos actuales e históricos, supervisar la configuración del equipo y la información de análisis, y revisar los planes futuros que impacten el uso de energía. Además, se deben obtener documentos de diseño, operación y mantenimiento, así como auditorías energéticas o estudios previos relacionados con la energía y el rendimiento energético. Es fundamental incluir la tarifa actual o de referencia para el análisis financiero, otros datos económicos pertinentes, y el conocimiento sobre cómo

la organización gestiona su energía, así como la configuración del sistema de distribución de energía y la estructura de gestión. (ISO, 2014)

Trabajo de Campo:

Gestión del trabajo de campo: El auditor energético debe inspeccionar los elementos auditados dentro del alcance establecido, evaluando el uso de energía de acuerdo con el alcance, los límites, los objetivos de la auditoría y el nivel de detalle requerido. Es fundamental entender cómo las rutinas operativas y el comportamiento del usuario afectan el rendimiento energético. (ISO, 2014)

Conducta: El auditor debe garantizar que las mediciones y observaciones se realicen bajo condiciones representativas de la operación normal. También debe asegurarse de que los datos históricos proporcionados reflejen el funcionamiento habitual. Además, debe informar de inmediato a la organización sobre cualquier problema inesperado que surja durante la auditoría. (ISO, 2014)

Visitas al sitio:

El auditor debe solicitar a la organización que identifique a una o más personas para que actúen como guía y acompañen al auditor de energía durante las visitas al sitio según sea necesario; estas personas deberán tener las competencias y la autoridad necesarias para solicitar o realizar operaciones directas sobre procesos y equipos, si es necesario; donde corresponda.

Identificar a una o más personas para instalar registradores de datos y equipos de monitoreo de energía durante las visitas al sitio; estas personas deben tener la autoridad necesaria para solicitar al personal de operación o mantenimiento autorizado que realice operaciones directas en los procesos y equipos, si es necesario; dar al auditor de la energía acceso a documentos relevantes.

Análisis del rendimiento energético existente:

Durante esta fase, el auditor debe establecer el rendimiento energético actual del objeto auditado, que servirá de base para evaluar mejoras. Esto incluye un desglose del consumo de energía, flujos de energía, balance energético, patrón histórico de rendimiento, y la relación entre el rendimiento y las variables relevantes. Además, se deben validar los indicadores de rendimiento existentes y proponer nuevos si es necesario.

Identificación de oportunidades de mejora:

El auditor evaluará el impacto de cada oportunidad en el rendimiento energético, considerando el ahorro de energía, ahorro financiero, inversiones necesarias y criterios económicos. También incluirá beneficios no energéticos y posibles interacciones entre oportunidades. Si es relevante, se deberá solicitar datos adicionales y definir análisis extra necesarios.

CAPITULO III: DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 LÍNEA BASE

La línea base energética se define como una referencia cuantitativa que proporciona una base para la comparación del rendimiento energético. Se basa en los datos de un período de tiempo y/o condiciones específicas, según lo definido por la organización. Se utiliza para comparar el rendimiento energético antes y después de las mejoras, facilitando la evaluación del impacto de las medidas de ahorro y el seguimiento de los ahorros conseguidos.

Esta línea base se establece mediante la recopilación y análisis de datos históricos de consumo energético y puede incluir ajustes para variaciones en condiciones operativas o factores externos, como cambios en la producción o el clima. Es fundamental para medir el éxito de las iniciativas de eficiencia energética y para calcular los ahorros y beneficios alcanzados.

¿QUÉ DESEAMOS CONSEGUIR CON LA LÍNEA BASE DE CONSUMO?

- Una referencia del consumo para evaluar el desempeño energético en función de una variable independiente que influye significativamente sobre el consumo de energía.
- Que la referencia de consumo de energía solo varíe con la variable o las variables independientes con que fue realizado el modelo.
- Que el consumo de referencia obtenido por el modelo no incluya los errores operacionales y de mantenimiento, errores de medición, cambios de tecnología, que pueden provocar una mala referencia del consumo.
- Que la referencia de consumo no varíe con factores externos como clima, tipo de producto, cantidad de producto realizado, etc.

La información solicitada a la organización para el estudio energético en las instalaciones del inmueble son los siguientes:

- Planos arquitectónicos de los edificios individuales; dentro de estos planos debe de incluir los planos de las diferentes plantas, planos eléctricos, de climatización, etc.
- Facturación de consumo eléctrico en un periodo de tiempo mínimo de un año calendario y de combustible ya que poseen planta de emergencia.

Tal como se mencionó en las limitaciones, la organización no posee planos arquitectónicos actuales con las modificaciones que se han realizado estos últimos años debido a problemas de gestión con los anteriores gerentes por lo cual estos registros en la organización son faltantes, sin embargo, a continuación, se presenta un cálculo estimado mediante software para poder realizar los planos arquitectónicos.

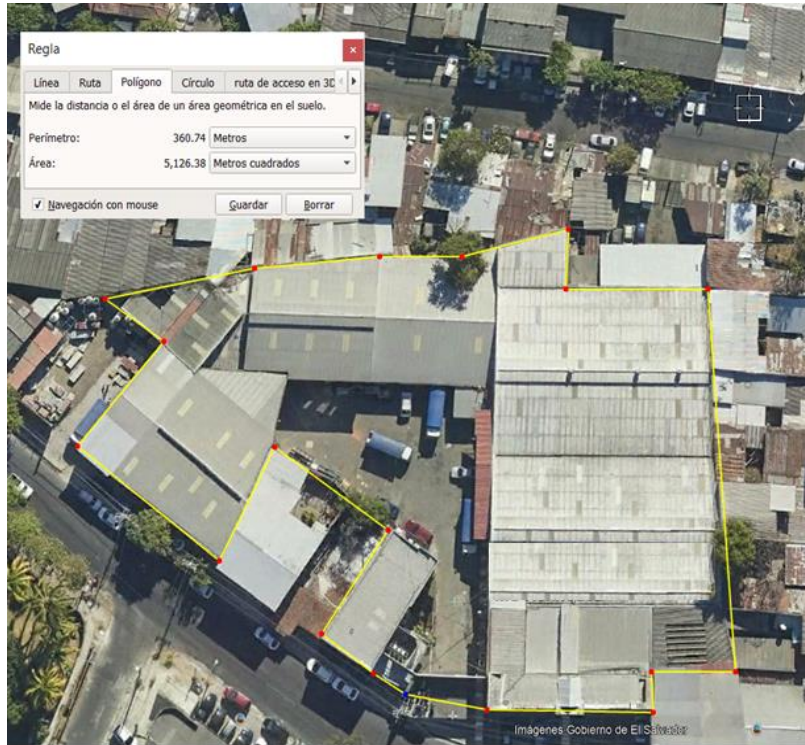


Figura 10. Medición estimada del inmueble mediante Google Earth Pro.



Figura 11. Medición estimada del parqueo interno de la organización mediante Google Earth Pro.

En la figura 10 se muestra la medición total en metros del área del inmueble de la organización, según Google Earth Pro un total de 5126.38 metros cuadrados, y en la figura 11 se ha realizado una medición interna del parqueo interno, ya que para fines de los indicadores energéticos los espacios libres al exterior no son tomados, únicamente donde hay espacios físicos que sean usados en operación para la organización, aclarando esto restaremos el espacio libre del total del inmueble para tener un dato más real para poder utilizarlo para los indicadores de desempeño, el área interna del parqueo se estima de 828.26 metros cuadrados, restando esto del total tenemos un área de trabajo final de 4298.16 metros cuadrados que serán con los que se trabajaran.

ÁREA	CANTIDAD DE PERSONAS	Ocupación	Sección	Metros cuadrados
Área comercial de ventas primera planta	14	Cajeros/ Vendedores	Oficinas/ Despachos	482.49
Área comercial de ventas segunda planta	4	Personal de planchado	Departamento de telas	188.2381
Área comercial de ventas	98	Publico general	Cliente	-
Bodegas	58	Descarga y entrega de producto pesado	Área de inventario	1105.8655
Oficinas principales	30	Administrativos	Oficinas/ Salas de reuniones	317.7863
Bodega 2	20	Instaladores	-	1765.2827
Caseta Vigilancia	1	Vigilante	Oficina	24.4125
Total	225			

Tabla 1. Descripción resumida de la cantidad de personas total por área de la organización.

En El Salvador, los cobros se calculan en función de la energía consumida (kWh) y la potencia pico o máxima demandada (kW) durante el mes. Las tarifas eléctricas están reguladas a través del pliego tarifario, un documento emitido por la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET). Este pliego se organiza por categorías, como se detalla a continuación:

Pequeña Demanda	Media demanda	Gran Demanda
Potencia menor o igual a 10 kW	Potencia mayor a 10 kW hasta 50 kW	Potencia mayor a 50 kW
Uso general	Suministro en baja tensión con medición de potencia.	Suministro en baja tensión con medición horaria
Alumbrado Público	Suministro en media tensión con medición de potencia	Suministro de media tensión con medición horaria
Para uso residencial	Suministro en baja tensión con medición horaria	
Suministro en baja Tensión (BT)	Suministro en media tensión.	

Tabla 2. Categorización de demandas por carga instalada por SIGET.

MEDIDOR DE LA DISTRIBUIDORA



Figura 12: Medidor principal de la organización multi-horario punta valle con multiplicador x80.

Identificación de tipo de demanda de la organización



Figura 13: Ejemplo de factura mensual del mes de febrero 2024 de la organización.

Como podemos observar en la Figura 13, la organización tiene un consumo de 11197.48 kWh para dicha factura, esto nos indica que en la categoría de demanda que estamos ubicados es en media demanda.

MODELO DE LÍNEAS BASE (LBE) E INDICADORES DE DESEMPEÑO (IDE'S)

MES ABARCADO	INICIO	FINALIZA	MES FACTURADO	KWh	Cargo de Distribucion de Potencia (\$)	Cargo de Comercializacion (\$)	Cargo de Energia (\$)	SUB-TOTAL (\$)
Junio	2/6/2023	3/7/2023	Julio	12025.72	516.02	0.84	1688.99	2206.31
Julio	3/7/2023	2/8/2023	Agosto	12033.84	483.37	0.84	1690.13	2174.8
Agosto	2/8/2023	1/9/2023	Septiembre	10872.68	489.88	0.84	1527.05	2018.23
Septiembre	1/9/2023	2/10/2023	Octubre	11895.80	502.91	0.84	1670.74	2174.95
Octubre	2/10/2023	2/11/2023	Noviembre	10832.08	444.19	0.84	1477.18	1922.67
Noviembre	2/11/2023	2/12/2023	Diciembre	11725.30	487.27	0.86	1564.46	2052.59
Diciembre	2/12/2023	2/1/2024	Enero	8972.60	476.52	0.86	1197.18	1674.56
Enero	2/1/2024	2/2/2024	Febrero	11197.48	487.7	0.86	1494.03	1983.25
Febrero	2/2/2024	4/3/2024	Marzo	10036.32	440.88	0.86	1339.11	1781.32
Marzo	4/3/2024	3/4/2024	Abril	10726.52	494.36	0.86	1431.2	1926.89
Abril	3/4/2024	3/5/2024	Mayo	12334.28	507.68	0.87	1941.15	2450.17
Mayo	3/5/2024	3/6/2024	Junio	11416.72	480.95	0.86	1979.04	2461.32

Tabla 3. Datos de consumo eléctrico mensual para modelo de línea base.

Cargo Varios (\$)	TOTAL CAESS (\$)	ctv \$/kWh	Días Facturados	kWh/Dia	kg_CO2	kWh/Area(m2)	kWh/Persona
286.82	2490.81	18.35	31	387.93	3150.74	2.79790	53.44764
282.72	2457.33	18.07	30	401.13	3152.87	2.79979	53.48373
262.37	2277.83	18.56	30	362.42	2848.64	2.52964	48.32302
282.74	2457.55	18.28	31	383.74	3116.70	2.76768	52.87022
249.95	2172.45	17.75	31	349.42	2838.00	2.52019	48.14258
272.92	2325.51	17.51	30	390.84	3072.03	2.72801	52.11244
276.73	1951.29	18.66	31	289.44	2350.82	2.08756	39.87822
260.42	2262.88	17.71	31	361.21	2933.74	2.60520	49.76658
231.57	2012.89	17.75	31	323.75	2629.52	2.33505	44.60587
250.5	2177.1	17.96	30	357.55	2810.35	2.49563	47.67342
318.52	2788.42	19.86	30	411.14	3231.58	2.86969	54.81902
319.97	2780.94	21.56	31	368.28	2991.18	2.65621	50.74098

Tabla 4. Indicadores de desempeño mediante los registros de consumo mensual.

- **MODELO DE LÍNEA BASE DE CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL.**

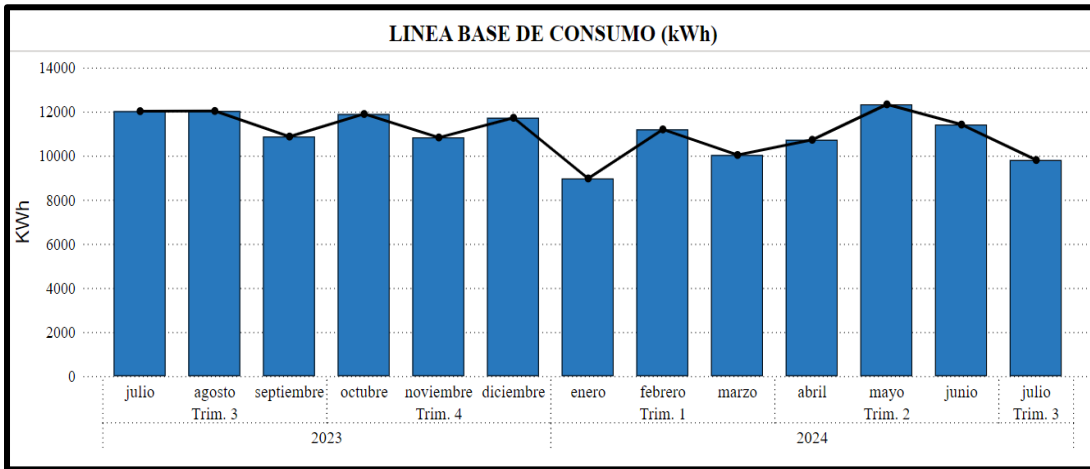


Figura 14. Modelo de línea base.

La línea base de consumo energético refleja el uso promedio de energía en condiciones normales de operación durante un año. Esta línea base se utilizará para evaluar el desempeño energético actual y futuro del inmueble, identificar oportunidades de ahorro y medir el impacto de las mejoras o cambios en la eficiencia energética.

- **MODELO DE LÍNEA BASE DE CONSUMO ENERGÉTICO SEMANAL.**

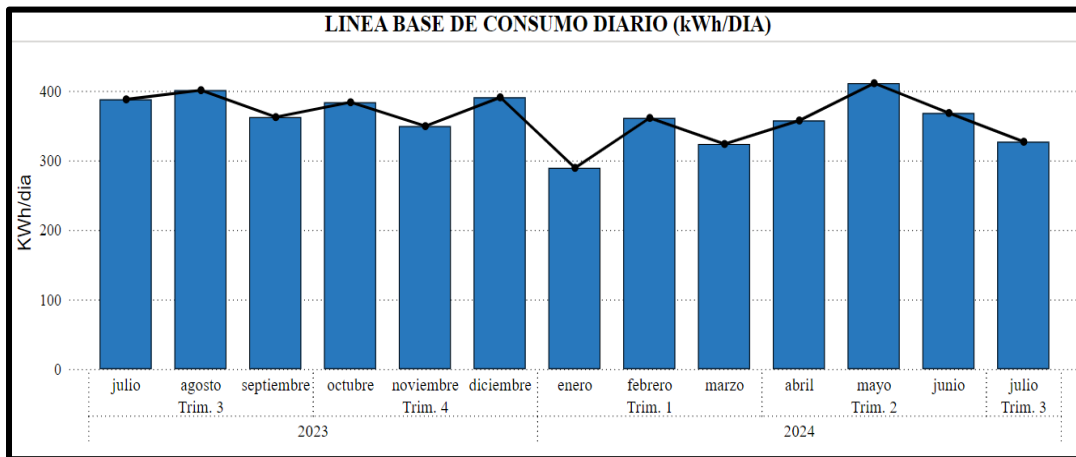


Figura 15. Modelo de línea base consumo diario.

Una línea base de consumo energético diaria en kWh es una adaptación de la línea base mensual que desglosa el consumo energético en intervalos diarios. Mientras que la línea base mensual proporciona una visión global del consumo de energía en un mes completo, la línea base diaria permite un seguimiento más detallado y preciso del consumo energético por día, facilitando la identificación de patrones diarios de uso de energía, picos de consumo y posibles ineficiencias.

• MODELO DE LÍNEA BASE DE EMISIONES DE CO2 DERIVADA DEL USO ENERGÉTICO.

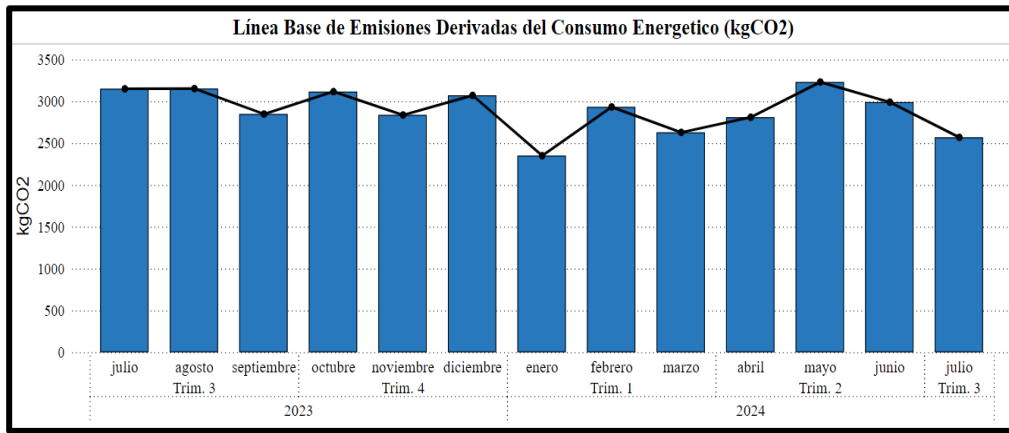


Figura 16. Modelo de línea base para emisión kgCO2.

La línea base de emisiones de CO2 en kg, derivada de la línea base de consumo energético anual, dicha línea base es una representación del impacto ambiental en términos de emisiones de dióxido de carbono asociadas al uso de energía en una instalación. Esta línea base convierte el consumo energético mensual en emisiones de CO2 cuyo factor de conversión es de 0.262 kgCO2/kWh aproximado (Capítulo VI: Análisis de Factibilidad) que dependen de la fuente de energía utilizada (como la electricidad, gas natural, o combustibles fósiles). Al establecer la línea base de emisiones, se puede medir el efecto de las acciones de reducción de consumo energético no solo en términos de ahorro, sino también en la disminución de la huella de carbono de la instalación.

INDICADOR DE DESEMPEÑO, INTENSIDAD DE USO DE LA ENERGÍA $\left(\frac{kWh}{m^2}\right)$.

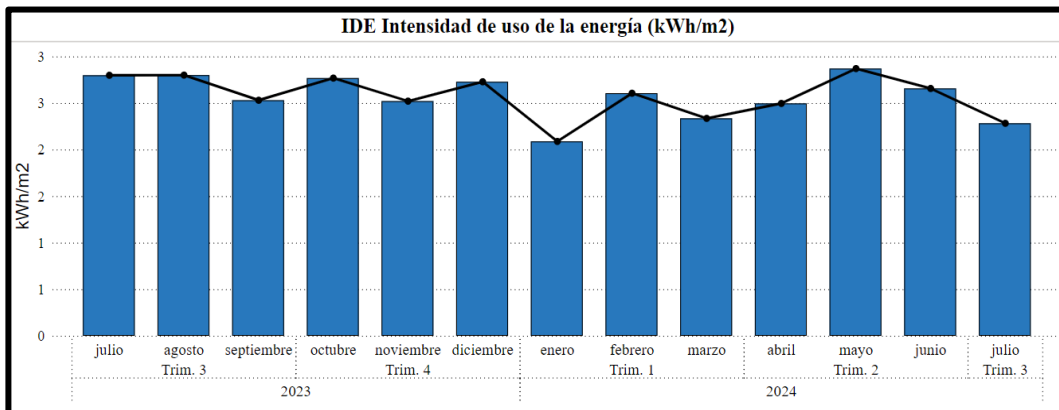


Figura 17. Indicador de consumo de energía por área utilizada.

Este indicador de desempeño (IDE) de intensidad de uso de energía (kWh/m²) mide la eficiencia energética de una instalación al relacionar el consumo energético total con el área del inmueble. Este indicador se obtiene dividiendo el consumo energético derivado de la línea base por la superficie del edificio, en este caso 4298 m². Esta representación expresa cuánta energía, en kilovatios-hora (kWh), se utiliza por metro cuadrado del inmueble, proporcionando una métrica clave para comparar el desempeño energético a lo largo del tiempo y con otros edificios. Un menor valor de kWh/m² indica una mayor eficiencia energética.

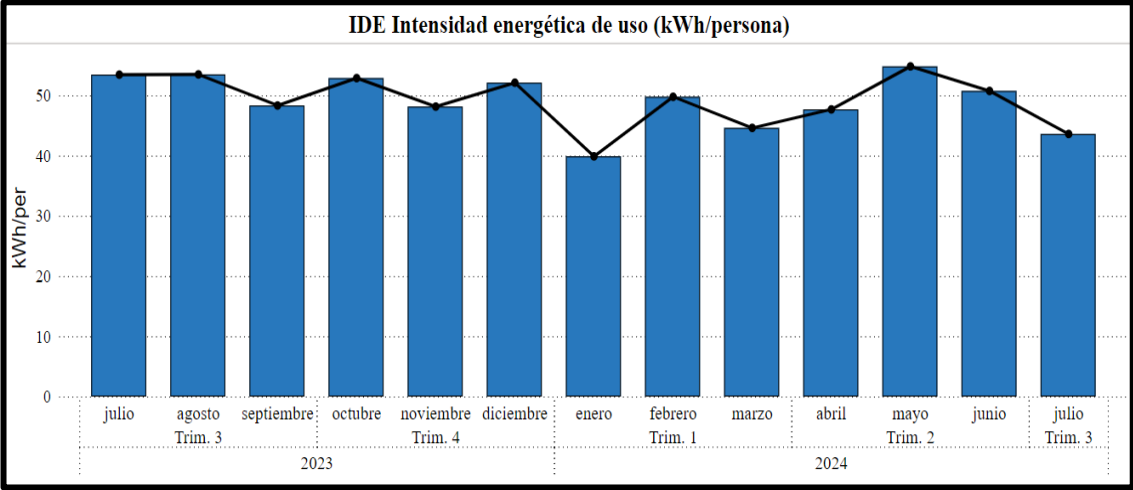


Figura 18. Indicador de consumo de energía por persona.

Este indicador de desempeño de intensidad energética de uso (kWh/persona) mide la eficiencia energética de un edificio en relación con la cantidad de personas que lo ocupan. Este indicador se obtiene dividiendo el consumo energético derivado de la línea base por el número estimado de empleados, que en este caso es de 225 personas. Este indicador proporciona información sobre cuánta energía en kilovatios-hora (kWh) se consume por empleado, ayudando a evaluar el impacto del uso energético por persona y a identificar oportunidades de mejora en eficiencia. Un menor valor de kWh/persona indica un uso más eficiente de la energía por empleado.

3.2 INSPECCIÓN DEL INMUEBLE

Una vez estimado el comportamiento real mediante la línea base, se procede con la inspección de las instalaciones, lo que implica dar un recorrido dentro de los sectores de inmueble en busca cada una los siguientes objetivos:

- Identificar y registrar las deficiencias en la envolvente del edificio, es decir, las características físicas que afectan su funcionamiento.

- Detectar las deficiencias internas relacionadas con el diseño, operación y otras variables que contribuyen a un rendimiento ineficiente, desde factores personales hasta condiciones físicas del edificio.

Estrategias de identificación, procesamiento y análisis de la información.

Para la recolección de datos se tiene la disposición de los encargados en gerencia que brindan información muy importante, así como, numero de encargados por ocupación en los sectores, y personas que permanecen más tiempo en las áreas, la distribución eléctrica actual, ya que como se mencionó en los capítulos anteriores no poseen un registro actualización de cómo están distribuidas las cargas eléctricas.

Instrumentos de medición utilizados para la recolección de datos e información:

Analizador trifásico de potencia Meatrol MI550



Figura 19. Analizador de potencia utilizado para la medición de parámetros eléctricos.

RESUMEN DE UBICACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS.

ÁREA	CANTIDAD DE TABLEROS ELÉCTRICOS	Tipo de carga
Edificio de ventas	2	-AA -LUCES -TOMAS
Edificio de ventas	1	TRANSFERENCIA A SUB-TABLEROS
Bodegas	1	-LUCES -TOMAS
Edificio administrativo	1	-AA -LUCES -TOMAS

Tabla 5. Distribución de tableros eléctricos en la organización.

3.3 LEVANTAMIENTO DE CARGAS ELÉCTRICAS POR ÁREA

El "levantamiento de cargas eléctricas" es el proceso mediante el cual se identifican y cuantifican todos los dispositivos o equipos que consumen energía eléctrica en una organización el cual es presentado en la tabla 6. Este proceso tiene como objetivo evaluar la demanda de energía, optimizar el consumo y garantizar que la infraestructura eléctrica esté diseñada para soportar la carga de manera segura y eficiente.

ESPACIO	TIPO DE CARGA	DESCRIPCION DE LA CARGA	POTENCIA [W]	CANTIDAD	Potencial Total [W]	Contribucion porcentual
Sala de ventas entrada principal	ELECTRICO	Oasis de agua	600	1	600	0.35%
	LUMINARIA	LUMINARIA tipo ojo de buey	20	4	80	0.05%
	LUMINARIA	Panel LED	60	3	180	0.11%
	LUMINARIA	Lampara de tubo 3x54w	54	3	162	0.10%
Oficina area de venta	LUMINARIA	LUMINARIA tipo ojo de buey	20	1	20	0.01%
	ELECTRICO	Aire acondicionado tipo mini split 12KBTU	1725	1	1725	1.02%
Area recepcion DCORA 1	ELECTRICO	Telefono	5	1	5	0.00%
	LUMINARIA	Panel LED	60	9	540	0.32%
	LUMINARIA	Lampara de tubo 3x54w	54	6	324	0.19%
	ELECTRICO	Computadora	600	2	1200	0.71%
	ELECTRICO	Telefono	5	2	10	0.01%
	ELECTRICO	Impresora	425	1	425	0.25%
	eleCTRICO	Telefono	5	3	15	0.01%
	ELECTRICO	Impresora	425	1	425	0.25%
	ELECTRICO	Aire acondicionado capacidad	6420	2	12840	7.57%
	ELECTRICO	Microondas	1100	1	1100	0.65%
	ELECTRICO	Motor DC corte tela	250	1	250	0.15%
Recepcion DCORA 2	ELECTRICO	UPS Forza 1000VA	500	2	1000	0.59%
	ELECTRICO	Computadora	600	1	600	0.35%
	LUMINARIA	LUMINARIA tipo ojo de buey	20	1	20	0.01%
	ELECTRICO	Ventilador de piso	45	1	45	0.03%
	ELECTRICO	Telefono	5	1	5	0.00%
	ELECTRICO	Impresora termica	50	1	50	0.03%
	ELECTRICO	UPS Forza 1000VA	500	1	500	0.29%
Caja Area de ventas	ELECTRICO	Impresora	425	1	425	0.25%
	LUMINARIA	FOCOS 3x1	60	12	720	0.42%
	LUMINARIA	LUMINARIA tipo ojo de buey	20	1	20	0.01%
	ELECTRICO	Ventilador de piso	45	1	45	0.03%
	ELECTRICO	Computadora	600	1	600	0.35%
	ELECTRICO	UPS Forza 1000VA	500	1	500	0.29%
	ELECTRICO	Impresora	425	1	425	0.25%
	ELECTRICO	Impresora matricial	45	1	45	0.03%
Area de ihnodoros ventas	ELECTRICO	Impresora termica	50	2	100	0.06%
	ELECTRICO	Aire acondicionado capacidad 60KBTU	6420	1	6420	3.79%
	LUMINARIA	Panel LED	60	6	360	0.21%
	LUMINARIA	Lampara de tubo 3x54w	54	5	270	0.16%
Area electrica venta	LUMINARIA	Lampara de tubo 3x62w	62	2	124	0.07%
	LUMINARIA	Panel LED	60	4	240	0.14%
	ELECTRICO	Aire acondicionado capacidad 60KBTU	6420	3	19260	11.36%
Area de pintura ventas	ELECTRICO	Impresora termica	50	1	50	0.03%
	ELECTRICO	Computadora	600	3	1800	1.06%
	ELECTRICO	Telefono	5	2	10	0.01%
	ELECTRICO	Maquina mexcladora de pintura	1400	1	1400	0.83%
	ELECTRICO	Maquina batidora de pintura	700	1	700	0.41%
	ELECTRICO	Cafetera	900	1	900	0.53%
	LUMINARIA	Panel LED	60	9	540	0.32%

ESPACIO	TIPO DE CARGA	DESCRIPCION DE LA CARGA	POTENCIA [W]	CANTIDAD	Potencial Total [W]	Contribucion porcentual
RECEPCION PINTURA	ELECTRICO	Computadora	600	2	1200	0.71%
	ELECTRICO	UPS Forza 1000VA	500	3	1500	0.88%
	ELECTRICO	Impresora	425	1	425	0.25%
	ELECTRICO	Telefono	5	1	5	0.00%
	ELECTRICO	TELEVISOR SMART	75	1	75	0.04%
BAÑO SALA DE VENTAS	LUMINARIA	Foco LED	10	1	10	0.01%
GRADAS SEGUNDA PLANTA	LUMINARIA	Lampara de tubo 3x54w	54	1	54	0.03%
SEGUNDA PLATA VENTAS	LUMINARIA	Lampara de tubo 3x54w	54	3	162	0.10%
	ELECTRICO	Microondas	1100	1	1100	0.65%
	ELECTRICO	Tostador	1200	2	2400	1.42%
	LUMINARIA	Lampara de tubo 3x54w	54	8	432	0.25%
	ELECTRICO	Aire acondicionado capacidad 36KBTU	4800	1	4800	2.83%
	ELECTRICO	Ventilador de piso	75	2	150	0.09%
	ELECTRICO	Oasis de agua	600	1	600	0.35%
	ELECTRICO	Foco LED	10	2	20	0.01%
	ELECTRICO	Maquina de coser	90	6	540	0.32%
	ELECTRICO	Planchas para tela	1200	4	4800	2.83%
	ELECTRICO	Panel LED	60	5	300	0.18%
BODEGA oficina	ELECTRICO	Aire acondicionado tipo mini split 12KBTU	1725	1	1725	1.02%
	LUMINARIA	Panel LED	60	4	240	0.14%
	ELECTRICO	Impresora	425	1	425	0.25%
	ELECTRICO	Computadora	600	1	600	0.35%
	ELECTRICO	UPS Forza 1000VA	500	1	500	0.29%
BODEGA 1	ELECTRICO	Motor extractor	4000	1	4000	2.36%
	ELECTRICO	Lamparas de tubo 2x1 60w	60	57	3420	2.02%
	ELECTRICO	Impresora	425	1	425	0.25%
Recepcion bodega	ELECTRICO	Impresora MATRICIAL	45	1	45	0.03%
	ELECTRICO	Computadora	600	1	600	0.35%
	ELECTRICO	UPS Forza 1000VA	500	1	500	0.29%
	LUMINARIA	Foco LED	15	2	30	0.02%
	ELECTRICO	VENTILADOR DE PISO	60	1	60	0.04%
DESPACHO BODEGA	ELECTRICO	Computadora	600	2	1200	0.71%
	ELECTRICO	UPS Forza 1000VA	500	2	1000	0.59%
	ELECTRICO	Impresora	425	1	425	0.25%
	ELECTRICO	Microondas	1100	1	1100	0.65%
	ELECTRICO	Tostador	1200	1	1200	0.71%
	ELECTRICO	Refrigeradora mini	400	1	400	0.24%
Bodega hierro 1	ELECTRICO	Oasis de agua	600	1	600	0.35%
Bodega hierro 2	LUMINARIA	Lamparas de tubo 2x1 60w	60	8	480	0.28%
	LUMINARIA	Lamparas de tubo 2x1 60w	60	9	540	0.32%
Exterior	LUMINARIA	Foco LED	15	1	15	0.01%
	LUMINARIA	Reflectivo exterior	50	3	150	0.09%
	LUMINARIA	Lamparas de tubo 2x1 60w	60	2	120	0.07%
Bodega ihnodoro	ELECTRICO	Motor extractor	4000	1	4000	2.36%
	LUMINARIA	LUMINARIA LED con FOTOCELDA	100	1	100	0.06%
BODEGA ALFOMBRA	LUMINARIA	Lamparas de tubo 2x1 60w	60	9	540	0.32%
	ELECTRICO	Ventilador	80	1	80	0.05%
	LUMINARIA	Panel LED 4X2	40	10	400	0.24%
	LUMINARIA	Panel LED	60	9	540	0.32%
	ELECTRICO	CORTADORA DE ALUMINIO	1500	1	1500	0.88%
	ELECTRICO	Motor para lima	480	1	480	0.28%
	ELECTRICO	Oasis de agua	600	1	600	0.35%
	ELECTRICO	Microondas	1100	1	1100	0.65%
	ELECTRICO	Compresor de aire 1.7 HP	1500	1	1500	0.88%
	ELECTRICO	Impresora	425	1	425	0.25%
	ELECTRICO	Computadora	600	1	600	0.35%
	ELECTRICO	Ventilador de pared	50	2	100	0.06%
	ELECTRICO	Maquina de coser	90	1	90	0.05%

ESPACIO	TIPO DE CARGA	DESCRIPCION DE LA CARGA	POTENCIA [W]	CANTIDAD	Potencial Total [W]	Contribucion porcentual
BODEGA AZULEJO	LUMINARIA	Lamparas de tubo 2x1 60w	60	7	420	0.25%
	ELECTRICO	Ventilador de pared	50	1	50	0.03%
	LUMINARIA	FOCO LED	15	1	15	0.01%
BODEGA CERAMICA	LUMINARIA	Lamparas de tubo 2x1 60w	60	3	180	0.11%
	LUMINARIA	Reflectivo exterior	50	2	100	0.06%
Exterior Oficinas	LUMINARIA	Reflectivo exterior	50	1	50	0.03%
Area de oficinas	LUMINARIA	LUMINARIA tipo ojo de buey	20	5	100	0.06%
	LUMINARIA	Panel LED	60	9	540	0.32%
	LUMINARIA	Panel LED cuadrado empotrar	25	7	175	0.10%
	LUMINARIA	Focos LED	15	2	30	0.02%
	ELECTRICO	Computadora	600	7	4200	2.48%
	ELECTRICO	UPS Forza 1000VA	500	7	3500	2.06%
	ELECTRICO	Impresora	425	5	2125	1.25%
	ELECTRICO	Impresora matricial	45	3	135	0.08%
	ELECTRICO	Impresora TOSHIBA multifucion laser	1500	1	1500	0.88%
	ELECTRICO	Aire acondicionado 18k BTU	2500	1	2500	1.47%
Salon de informatica	ELECTRICO	Aire acondicionado tipo mini split 12KBTU	1725	3	5175	3.05%
	ELECTRICO	Computadora	600	3	1800	1.06%
	ELECTRICO	UPS Forza 1000VA	500	4	2000	1.18%
	ELECTRICO	Impresora matricial	45	1	45	0.03%
	LUMINARIA	Lampara tubo	60	1	60	0.04%
Cubiculos oficinas	ELECTRICO	Aire acondicionado tipo mini split 12KBTU	1725	1	1725	1.02%
	ELECTRICO	Oasis de agua	600	2	1200	0.71%
	ELECTRICO	Cafetera	900	1	900	0.53%
	ELECTRICO	Microondas	1100	1	1100	0.65%
Baños oficinas	ELECTRICO	Refrigeradora mini	400	1	400	0.24%
	ELECTRICO	Foco led	15	2	30	0.02%
Segunda planta oficinas	ELECTRICO	Extractor de aire	15	2	30	0.02%
	LUMINARIA	Panel LED	60	4	240	0.14%
	ELECTRICO	Extractor de aire	15	2	30	0.02%
	ELECTRICO	Impresora	425	2	850	0.50%
	ELECTRICO	Computadora	600	2	1200	0.71%
	ELECTRICO	UPS Forza 1000VA	500	2	1000	0.59%
Oficina gerencia general, cubiculos y sala de reuniones	ELECTRICO	Aire acondicionado tipo mini split 12KBTU	1725	1	1725	1.02%
	LUMINARIA	Panel LED	60	8	480	0.28%
	LUMINARIA	LUMINARIA tipo ojo de buey	20	2	40	0.02%
	ELECTRICO	Extractor de aire	15	1	15	0.01%
	ELECTRICO	Computadora	600	2	1200	0.71%
	ELECTRICO	UPS Forza 1000VA	500	3	1500	0.88%
	ELECTRICO	Televisor	150	1	150	0.09%
	ELECTRICO	Impresora	425	3	1275	0.75%
	ELECTRICO	Impresora matricial	45	2	90	0.05%
	ELECTRICO	Proyector	500	1	500	0.29%
Caseta vigilancia	ELECTRICO	Aire acondicionado 60k BTU	6420	3	19260	11.36%
	ELECTRICO	Computadora	600	1	600	0.35%
	ELECTRICO	Bomba de agua 1.5 HP	1200	1	1200	0.71%
	LUMINARIA	Foco LED	15	2	30	0.02%
TOTAL Watts	ELECTRICO	Oasis de agua	600	1	600	0.35%
					169573	100.00%

Tabla 6. Censo de cargas eléctricas por área de uso

3.4 MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS.

En la sección anterior se mostró el instrumento de medición necesario para la recolección de datos, a continuación, se muestran fotografías del equipo conectado a los tableros eléctricos de la organización.

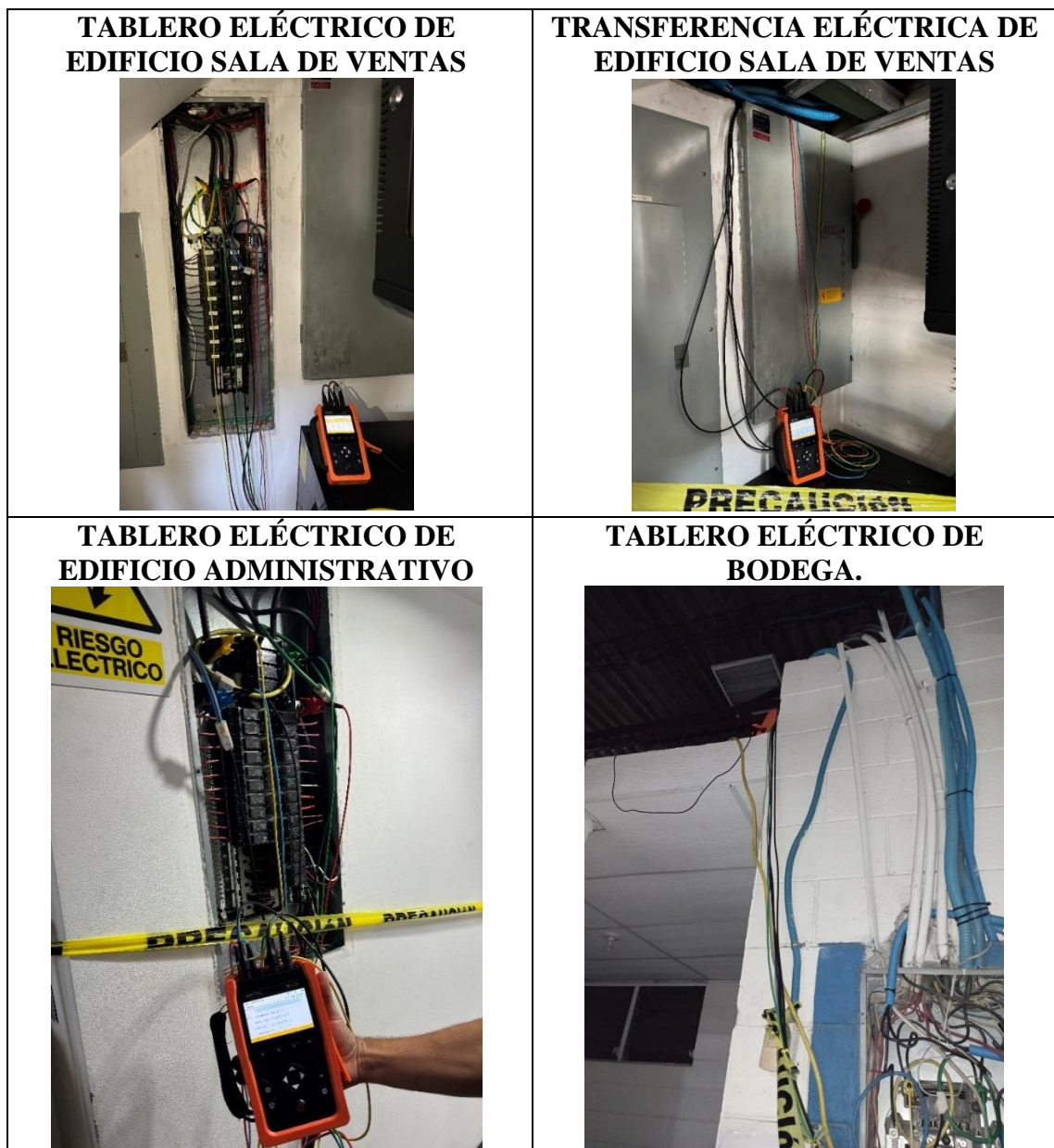


Tabla 7. Medición de consumo en tableros eléctricos.

3.4.1 ANÁLISIS DE PERFIL DE CARGA Y CONSUMOS SIGNIFICATIVOS:

- **TABLERO ELÉCTRICO DE AIRES ACONDICIONADOS, SALA DE VENTAS.**

El período de medición utilizado en este tablero se presenta a continuación:

Fecha inicio	Fecha fin
17/08/2024	24/08/2024

Tabla 8. Período de Medición en tablero eléctrico de Aires Acondicionados en sala de ventas.

PERFIL DE CARGA

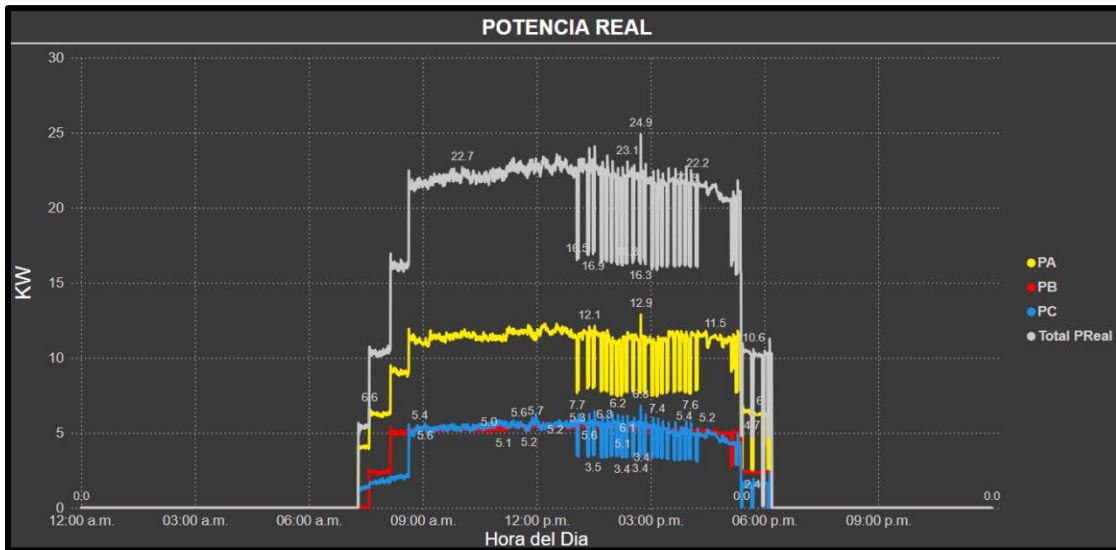


Figura 20. Perfil de carga de tablero de aires acondicionado, sala de ventas, lunes 19 de agosto.

En el perfil de carga de este tablero presentado en la figura 20, muestra un horario de uso definido para los equipos de aires acondicionados en sala de ventas, los cuales se mantienen en funcionamiento entre las 8:00 am y las 6:00 pm, y al finalizar la jornada estos equipos se apagan en su totalidad. Para este día se tuvo una medición máxima de 24.9 kW de potencia demandada.

GRAFICAS DE POTENCIA

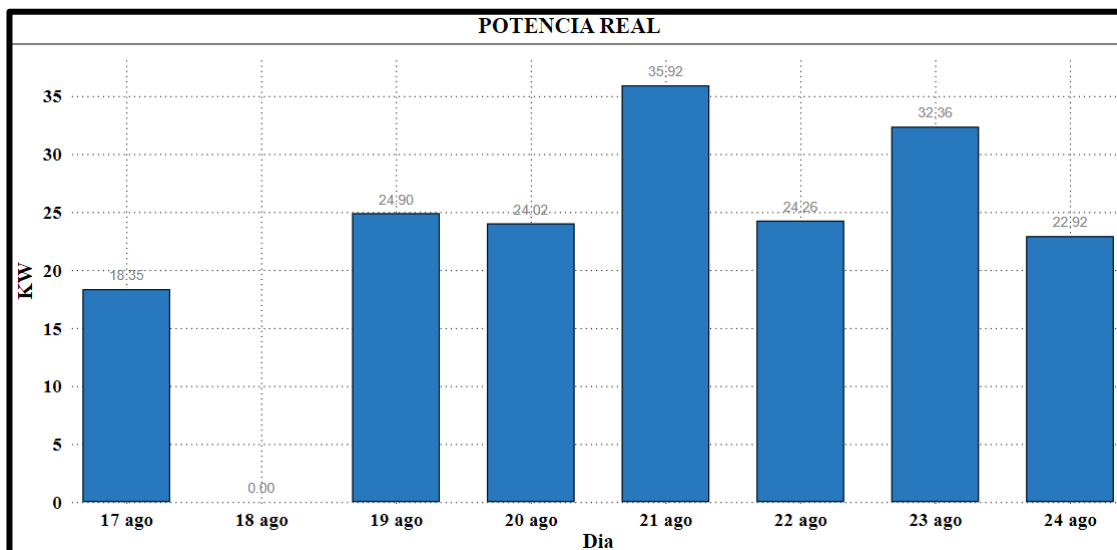


Figura 21. Potencia real diaria (kW) en tablero de A/C, sala de ventas.

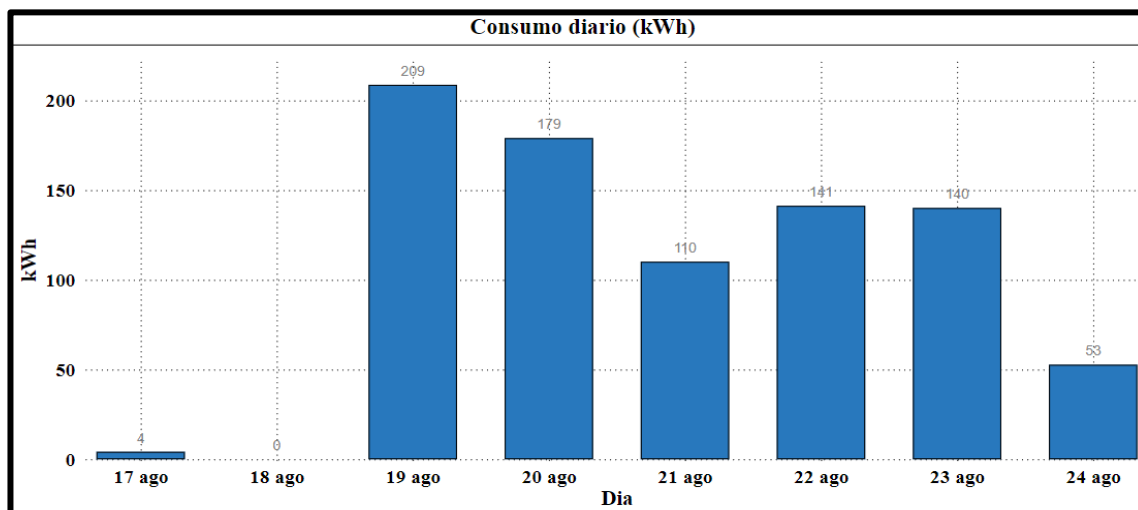


Figura 22. Consumo eléctrico diario (kWh) en tablero de A/C, sala de ventas.

La medición se realizó utilizando el analizador de redes, el cual fue instalado el sábado 17 de agosto de 2024 a las 11:36 AM como se puede observar en la figura 21 y 22 en el tablero de aires acondicionados de la sala de ventas. Por lo tanto, la recopilación de datos se considerará desde el domingo 18 de agosto hasta el sábado 24 de agosto de, abarcando un total de 7 días completos, como se muestra en la siguiente tabla:

Día	Fecha	Energía (kWh)
Domingo	18/8/2024	0
Lunes	19/8/2024	208.713
Martes	20/8/2024	179.026
Miércoles	21/8/2024	110.144
Jueves	22/8/2024	141.308
Viernes	23/8/2024	140.093
Sábado	24/8/2024	52.729
TOTAL		832.013

Tabla 9. Consumo energético total recolectado en la semana mediante las mediciones en tablero sala de ventas.

En relación con las lecturas obtenidas, se ha observado un consumo semanal de 832.013 kWh. Al proyectar este consumo a un período mensual, se estima lo siguiente:

- **Proyección Mensual del Consumo Energético:**

Dado que el consumo semanal es de 832.013 kWh, la proyección mensual, considerando un mes típico de 4 semanas, sería:

$$832.013 \frac{kWh}{semana} * \frac{4.28571 \text{ semana}}{mes} = 3565.77 \frac{kWh}{mes}$$

Esta proyección proporciona una estimación del consumo mensual del tablero de aires acondicionados de la sala de ventas, basado en los datos semanales recopilados, asumiendo que el consumo se mantiene constante a lo largo del mes.

- **TRANSFERENCIA MANUAL DE SISTEMA DE LUCES Y TOMACORRIENTES, EN SALA DE VENTAS Y OFICINAS.**

El período de medición utilizado en este tablero se presenta a continuación:

Fecha inicio	Fecha fin
24/08/2024	31/08/2024

Tabla 10. Período de Medición en transferencia manual de Luces y Tomacorrientes que abarca la instalación de sala de ventas y oficinas.

PERFIL DE CARGA

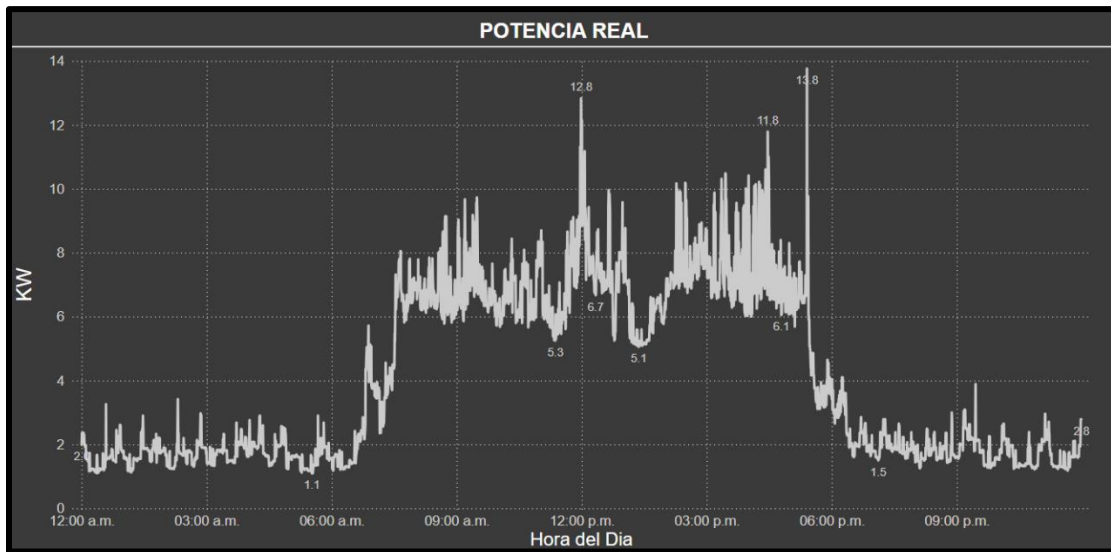


Figura 23. Perfil de carga de tablero de Luces y Tomacorrientes, sala de ventas y área administrativa, lunes 26 de agosto.

El análisis pertinente del perfil de carga de este tablero presentado en la figura 23, muestra un horario de uso definido para luminarias y tomacorrientes en sala de ventas y área administrativa, los cuales se mantienen en funcionamiento entre las 6:00 am y las 6:00 pm, y al finalizar la jornada algunos de estos equipos no son apagados o desconectados en su totalidad, tales como equipos de oficina, electrodomésticos, entre otros, lo que genera que se presente un consumo innecesario en la institución. Para este día se tuvo una medición máxima de 13.8 kW de potencia demandada.

GRAFICAS DE POTENCIA

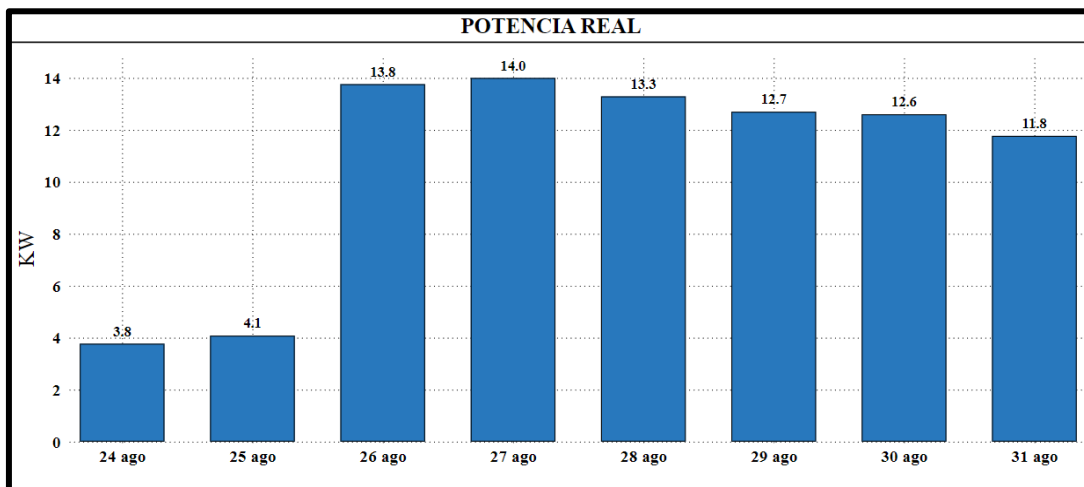


Figura 24. Potencia real diaria (kW), en transferencia manual, sala de ventas y oficinas.

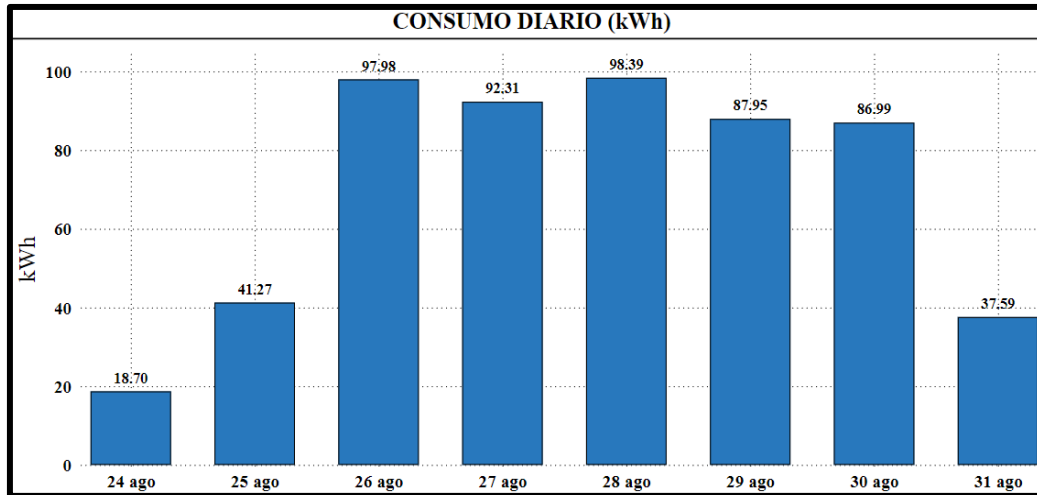


Figura 25. Consumo eléctrico diario (kWh), en transferencia manual, sala de ventas y oficinas.

La figura 24 y 25 muestran las mediciones que se realizaron utilizando el analizador de redes obteniendo la potencia real diaria y el consumo diario en (kWh), el cual fue instalado el sábado 24 de agosto de 2024 en la transferencia manual de luces y tomacorrientes de sala de ventas y oficinas. Por lo tanto, la recopilación de datos se considerará desde el domingo 25 de Agosto hasta el sábado 31 de agosto de, abarcando un total de 7 días completos, como se muestra en la siguiente tabla:

Día	Fecha	Energía (kWh)
Domingo	25/8/2024	41.27
Lunes	26/8/2024	97.98
Martes	27/8/2024	92.31
Miércoles	28/8/2024	98.39
Jueves	29/8/2024	87.95
Viernes	30/8/2024	86.99
Sábado	31/8/2024	37.59
TOTAL		542.477

Tabla 11. Consumo energético total recolectado en la semana mediante las mediciones en transferencia automática sala de ventas

En relación con las lecturas obtenidas, se ha observado un consumo semanal de 542.477kWh. Al proyectar este consumo a un período mensual, se estima lo siguiente:

- **Proyección Mensual del Consumo Energético:**

Dado que el consumo semanal es de 542.477 kWh, la proyección mensual, considerando un mes típico de 4 semanas, sería:

$$542.477 \frac{kWh}{semana} * \frac{4.28571 \text{ semana}}{mes} = 2324.90 \frac{kWh}{mes}$$

Esta proyección proporciona una estimación del consumo mensual de la transferencia manual de luces y tomacorrientes de sala de ventas y oficinas, basado en los datos semanales recopilados, asumiendo que el consumo se mantiene constante a lo largo del mes.

- **TABLERO DE LUCES Y TOMACORRIENTES, EN BODEGAS.**

El período de medición utilizado en este tablero se presenta a continuación:

Fecha inicio	Fecha fin
28/08/2024	04/09/2024

Tabla 12. Período de Medición en tablero de Luces y Tomacorrientes en Bodegas.

PERFIL DE CARGA

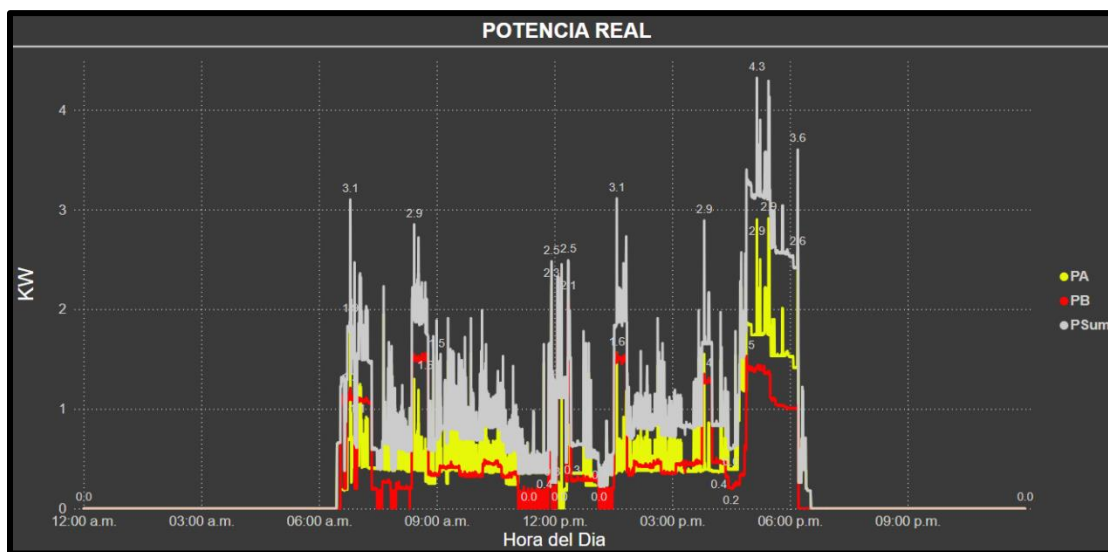


Figura 26. Perfil de carga de tablero de Luces y Tomacorrientes, área de bodegas, viernes 30 de agosto.

El análisis pertinente del perfil de carga de este tablero presentado en la figura 26 muestra un horario de uso definido para luminarias y tomacorrientes en sala de ventas y área administrativa, los cuales se mantienen en funcionamiento entre las 6:00 am y las 6:00 pm, y al finalizar la jornada estos equipos se apagan en su totalidad. Para este día se tuvo una medición máxima de 4.3 kW de potencia demandada.

GRAFICAS DE POTENCIA

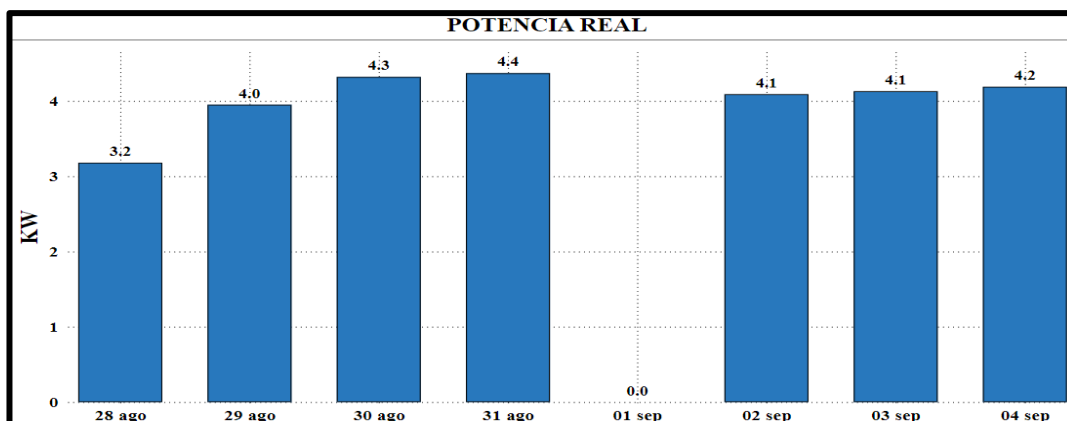


Figura 27. Potencia real diaria (kW) en tablero de luces y tomacorrientes de bodegas.

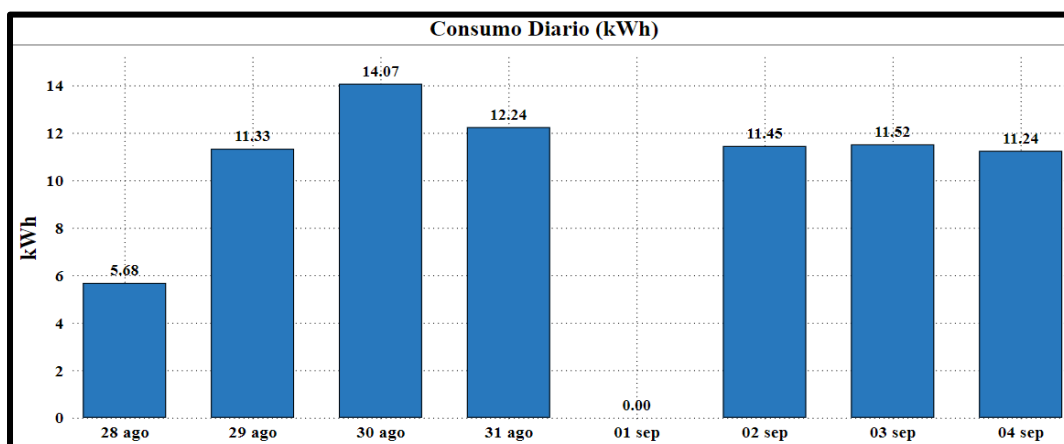


Figura 28. Consumo eléctrico diario (kWh) en tablero de luces y tomacorrientes de bodegas.

En la figura 27 y 28 las mediciones se realizaron utilizando el analizador de redes para la potencia real y consumo diario (kWh), el cual fue instalado el miércoles 28 de agosto de 2024 en el tablero de luces y toma corrientes de bodegas. Por lo tanto, la recopilación de datos se considerará desde el 29 de agosto hasta el sábado 4 de septiembre, abarcando un total de 7 días completos, como se muestra en la siguiente tabla:

Día	Fecha	Energía (kWh)
Jueves	29/8/2024	11.33
Viernes	30/8/2024	14.07
Sábado	31/8/2024	12.24
Domingo	1/9/2024	0.00
Lunes	2/9/2024	11.45
Martes	3/9/2024	11.52
Miércoles	4/9/2024	11.24
TOTAL		71.845

Tabla 13. Consumo energético total recolectado en la semana mediante las mediciones en tablero bodegas

En relación con las lecturas obtenidas, se ha observado un consumo semanal de 71.845 kWh. Al proyectar este consumo a un período mensual, se estima lo siguiente:

- Proyección Mensual del Consumo Energético:**

Dado que el consumo semanal es de 71.845 kWh, la proyección mensual, considerando un mes típico de 4 semanas, sería:

$$71.845 \frac{kWh}{semana} * \frac{4.28571 semana}{mes} = 307.91 \frac{kWh}{mes}$$

Esta proyección proporciona una estimación del consumo mensual del tablero de luces y tomacorrientes de bodegas, basado en los datos semanales recopilados, asumiendo que el consumo se mantiene constante a lo largo del mes.

- TABLERO DE AIRES ACONDICIONADOS, EN OFICINAS.**

El período de medición utilizado en este tablero se presenta a continuación:

Fecha inicio	Fecha fin
03/09/2024	09/09/2024

Tabla 14: Período de Medición en tablero de aires acondicionados, en oficinas

PERFIL DE CARGA

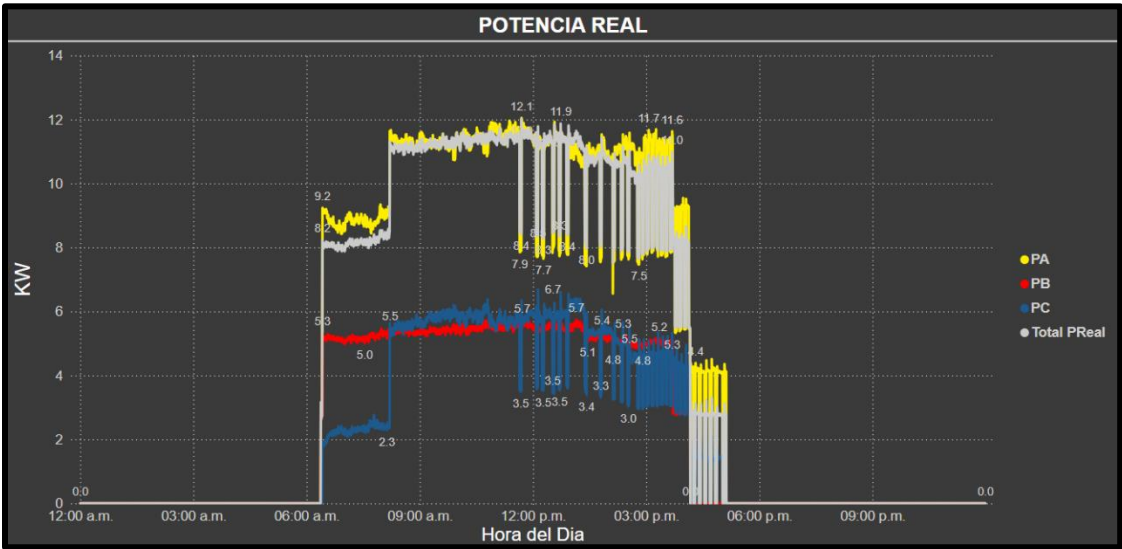


Figura 29: Perfil de carga de tablero de aires acondicionado, área administrativa, viernes 6 de septiembre.

El análisis pertinente del perfil de carga de este tablero presentado en la figura 29, muestra un horario de uso definido para los equipos de aires acondicionados en sala de ventas, los cuales se mantienen en funcionamiento entre las 6:00 am y las 5:00 pm, y al finalizar la jornada estos equipos se apagan en su totalidad. Para este día se tuvo una medición máxima de 12.01 kW de potencia demandada.

GRAFICAS DE POTENCIA

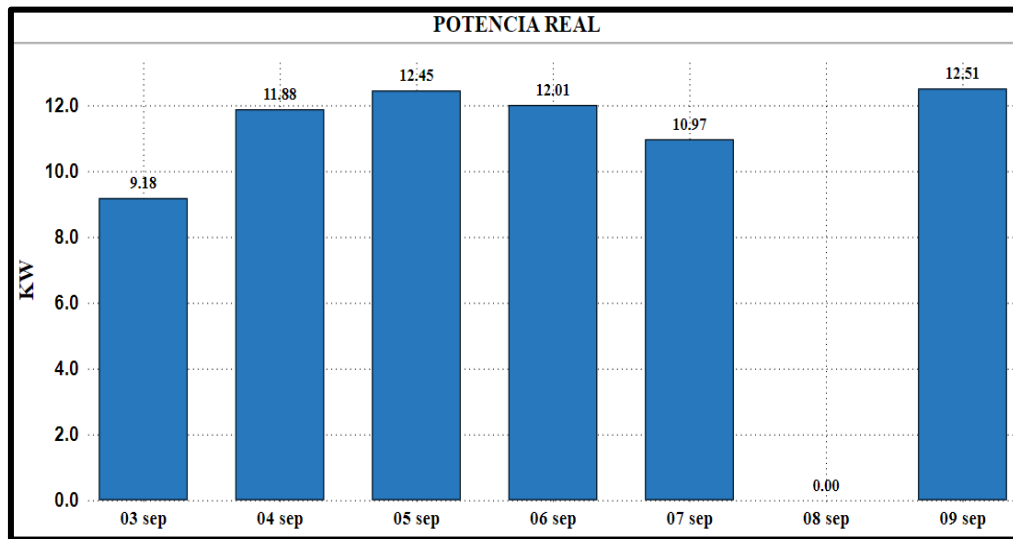


Figura 30: Potencia real diaria (kW) en tablero de A/C en oficinas.

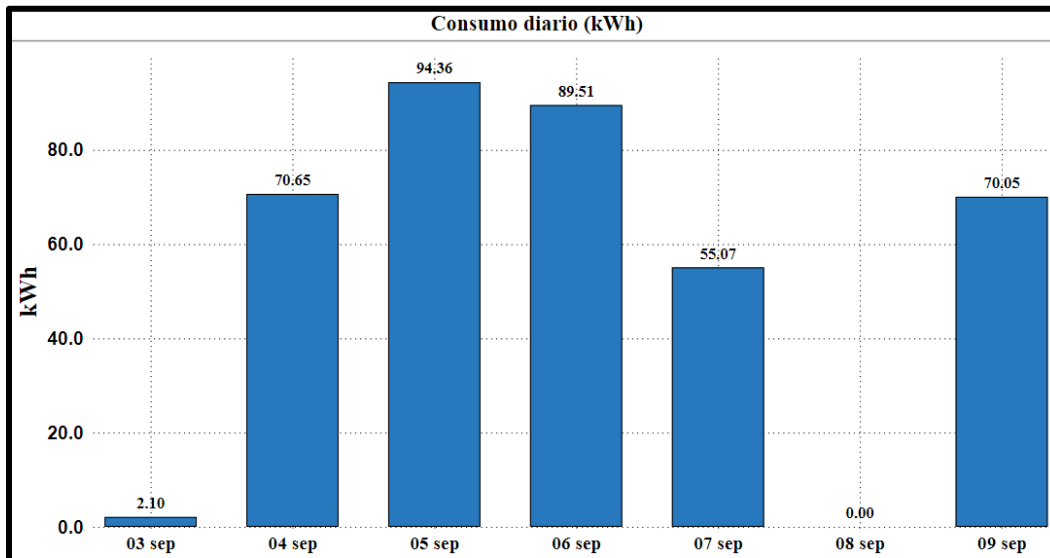


Figura 31: Consumo eléctrico diario (kWh) en tablero de A/C en oficinas.

La medición se realizó utilizando el analizador de redes, el cual fue instalado el martes 3 de septiembre de 2024 a primera hora, en el tablero de aires acondicionados de oficinas como se puede observar en la figura 30 y 31. Por lo tanto, la recopilación de datos se considerará desde el 3 de septiembre hasta el lunes 9 de septiembre, abarcando un total de 7 días completos, como se muestra en la siguiente tabla:

Día	Fecha	Energía (kWh)
Martes	3/9/2024	2.10
Miércoles	4/9/2024	70.65
Jueves	5/9/2024	94.36
Viernes	6/9/2024	89.51
Sábado	7/9/2024	55.07
Domingo	8/9/2024	0.00
Lunes	9/9/2024	70.05
TOTAL		381.744

Tabla 15. Consumo energético total recolectado en la semana mediante las mediciones en tablero oficinas.

En relación con las lecturas obtenidas, se ha observado un consumo semanal de 381.744 kWh. Al proyectar este consumo a un período mensual, se estima lo siguiente:

- **Proyección Mensual del Consumo Energético:**

Dado que el consumo semanal es de 381.744 kWh, la proyección mensual, considerando un mes típico de 4 semanas, sería:

$$381.744 \frac{kWh}{semana} * \frac{4.28571 \text{ semana}}{mes} = 1636.05 \frac{kWh}{mes}$$

Esta proyección proporciona una estimación del consumo mensual del tablero de aires acondicionados de oficinas, basado en los datos semanales recopilados, asumiendo que el consumo se mantiene constante a lo largo del mes.

- **PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO MENSUAL**

Con base en las proyecciones de consumo energético mensual obtenidas a partir del análisis detallado de los cuatro tableros eléctricos monitoreados, se presenta una estimación consolidada del consumo total de energía en un período de 1 mes. Este cálculo ha sido elaborado a partir de los datos registrados por el analizador de red MI550, que

incluyen mediciones precisas de potencia real, potencia aparente y energía consumida en kWh, lo cual nos permite proyectar de manera robusta y fundamentada el comportamiento energético de cada uno de los tableros.

Las proyecciones reflejan no solo el consumo específico de cada tablero, sino también una visión integral del consumo total de la instalación. Esto ofrece una herramienta clave para determinar los consumos significativos, y con ello plantear una planificación y gestión eficiente del uso de la energía, permitiendo prever el impacto del consumo eléctrico a lo largo de un mes y facilitando la toma de decisiones informadas sobre posibles acciones de optimización y ahorro energético.

TABLERO	Energía (kWh/Mes)
Aires Acondicionados (Sala de ventas)	3565.77
Luces y Tomacorrientes (Tranferencia)	2324.90
Luces y Tomacorrientes (Bodegas)	307.91
Aires Acondicionados (Oficinas)	1636.05

Tabla 16. Proyección de consumo energético mensual de todos los tableros.

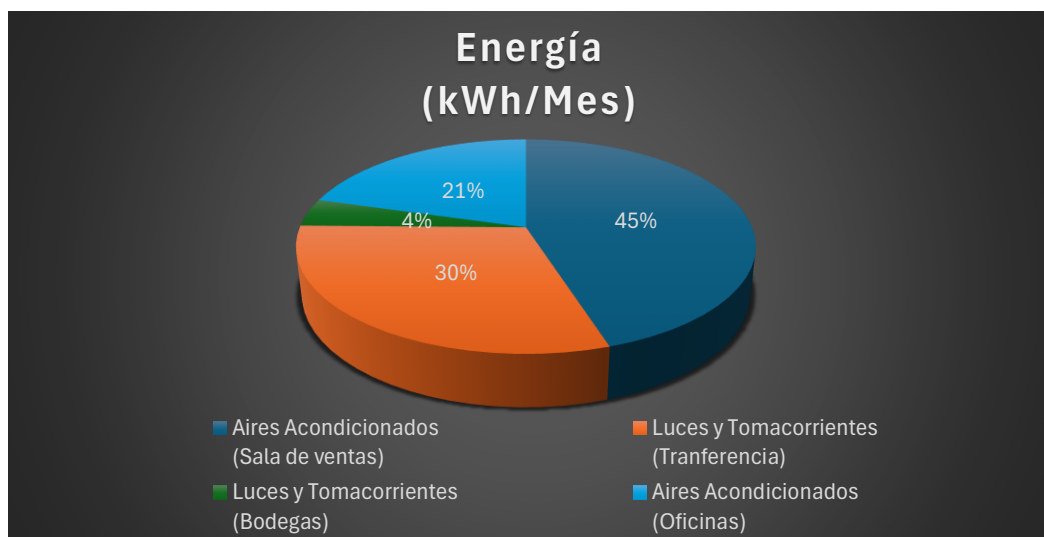


Figura 32. Gráfico de uso energético por tablero eléctrico.

Esta estimación es fundamental para la estrategia de gestión energética de la instalación, ya que proporciona una base sólida para identificar patrones de consumo significativos y evaluar posibles áreas de mejora que contribuyan a una mayor eficiencia y sostenibilidad operativa.

3.5 LEVANTAMIENTO EN SKETCHUP

ÁREA DE OFICINA

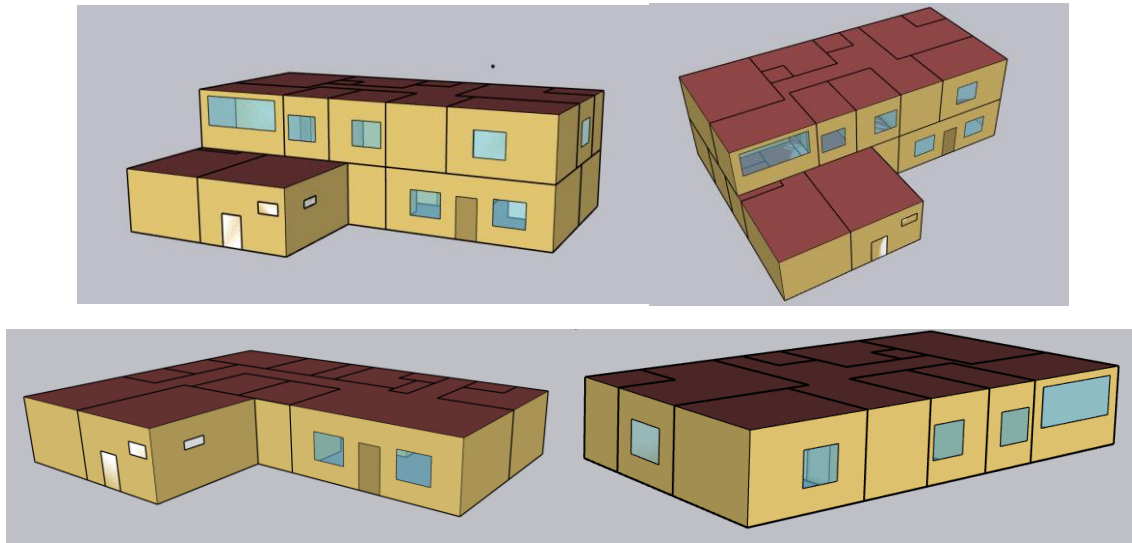


Figura 33: Representación de la geometría de oficinas administrativas creado en SketchUp.

ÁREA DE VENTAS

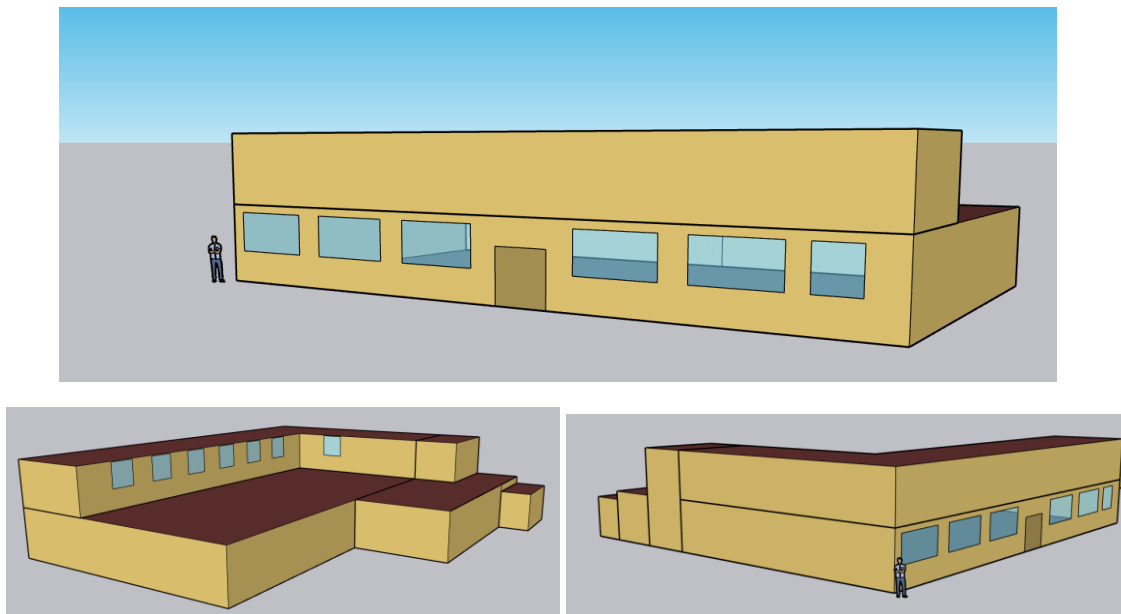


Figura 34: Representación de la geometría de área de Ventas creado en SketChup.

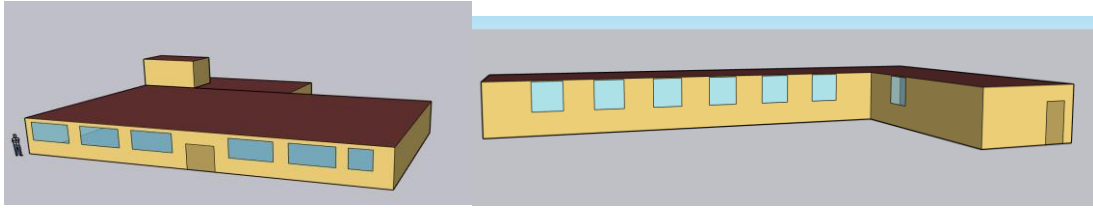


Figura 35: Representación de los perfiles del área de Ventas creados en SketchUp.

BODEGA DE CARGA Y DESCARGA

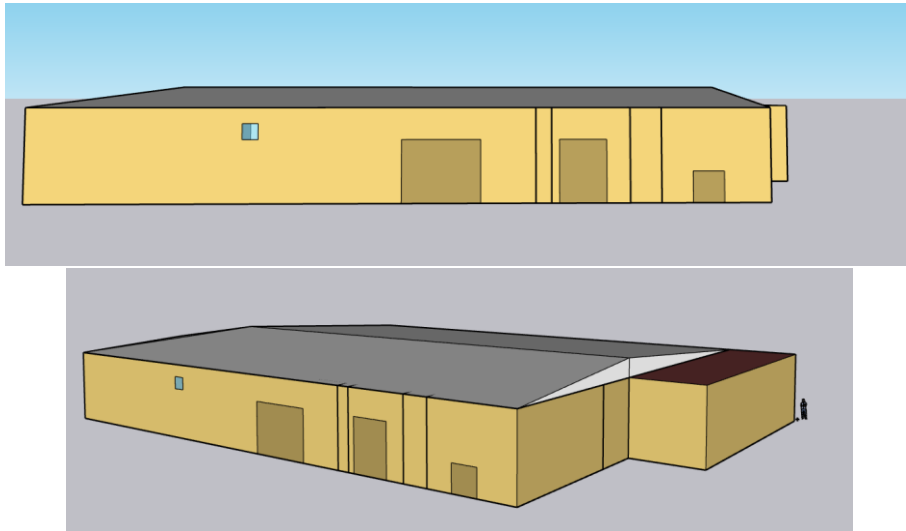


Figura 36: Replantación de la geometría de área de bodega de carga y descarga creado en SketchUp.

ÁREA DE BODEGAS

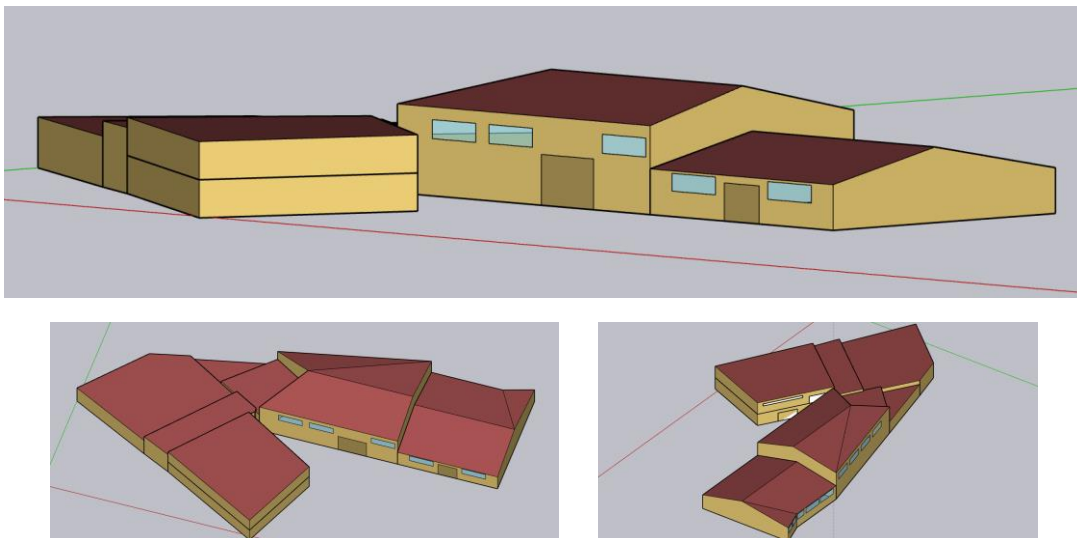


Figura 37: Representación de la geometría de área de Bodegas creado en SketchUp.

CAPITULO IV: METODOLOGÍA.

Para realizar la simulación energética de este proyecto, se han empleado programas como Sketchup y Open Studio, cada uno con funcionalidades específicas y la capacidad de realizar modificaciones entre documentos.

Sketchup es un software de diseño que permite crear un modelo 3D detallado del inmueble en estudio. Además, ofrece funciones para seleccionar zonas térmicas y definir tipos de espacios, entre otras características. Por otro lado, Open Studio es una herramienta que permite implementar y modificar diversas características en el modelo 3D para obtener datos energéticos detallados. Open Studio facilita la realización de análisis energéticos avanzados, los cuales son fundamentales para llevar a cabo una simulación térmica completa y precisa.

4.1 LEVANTAMIENTO EN SKETCHUP

Se trata de un software de diseño cuya función principal es la creación de modelos tridimensionales. Su abanico de ámbitos de uso es ampliamente extenso, desde arquitectos e ingenieros hasta creación de videojuegos y diseño de interiores.

Antes de comenzar con la descripción de funciones, cabe resaltar que el programa lleva incluida una extensión de Open Studio, mediante la cual se permite clasificar cada una de las superficies y caracterizar estas para su posterior uso en Open Studio.

Sus principales funciones son:

- Creación de superficies y subsuperficies
- Formación de espacios tridimensionales
- Designación de tipos de espacio y zonas térmicas
- Generación de sombras en las superficies del modelo
- Modificación del aspecto de los distintos elementos
- Instalación y organización tanto de mobiliario como dispositivos de iluminación y administración de agua

4.2 OPEN STUDIO

Es una colección de herramientas multiplataforma para respaldar el modelado de energía de edificios completos, su entorno de desarrollo es simple y ágil lo que facilita su utilización para diferentes niveles de competencia.

En la interfaz principal es posible introducir todos los datos necesarios que debe incluir nuestro edificio:

- Datos climáticos y periodo de simulación
- Programas horarios de todo el edificio (ocupación, infiltración, ventilación, actividad,
- iluminación, termostatos y funcionamiento de los sistemas de climatización)
- Cargas internas y externas
- Materiales
- Elementos constructivos (paredes, ventanas, tejado, suelo, etc.)
- Definición de espacios y zonas térmicas
- Sistemas de climatización de cada una de las zonas y las especificaciones técnicas de sus componentes

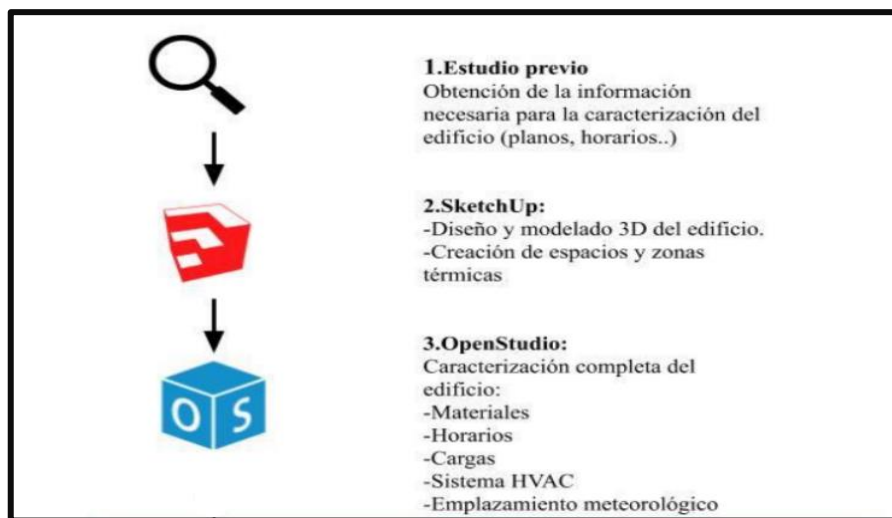


Figura 38. Diagrama de flujo del proyecto.

4.3 DISEÑO Y LEVANTAMIENTO DE LAS DIFERENTES ÁREAS DE LA EMPRESA

Para empezar el análisis y diseño primeramente fue necesario realizar un plano arquitectónico a escala de la institución dividiéndola por las diferentes áreas que esta posee el cual está estructurado por oficinas, sala de ventas, bodegas y segundos pisos.

Para poder realizarse este apartado y poder estructurarlo se necesitó de la herramienta y software de AutoCAD el cual nos ayuda a crear, modificar, analizar y documentar representaciones gráficas bidimensionales o tridimensionales (2D o 3D).

Ya con las diferentes áreas localizadas se necesitó las medidas aproximadas de cada una de ellas obteniendo este dato por información de la institución y para un análisis más detallado

de estas distancias se usó la herramienta de Google Earth Pro donde se obtuvo la información requerida para poder realizar los planos en el software de AutoCAD.

En la figura 39 se puede observar el plano de la Institución realizado en AutoCAD el cual nos ayudara a modelarla en SketchUp y seguidamente en OpenStudio donde se tomaron en cuenta las medidas de la institución, las dimensiones de cada espacio, grosor de pared, diseño y tamaño de ventanas y puertas.

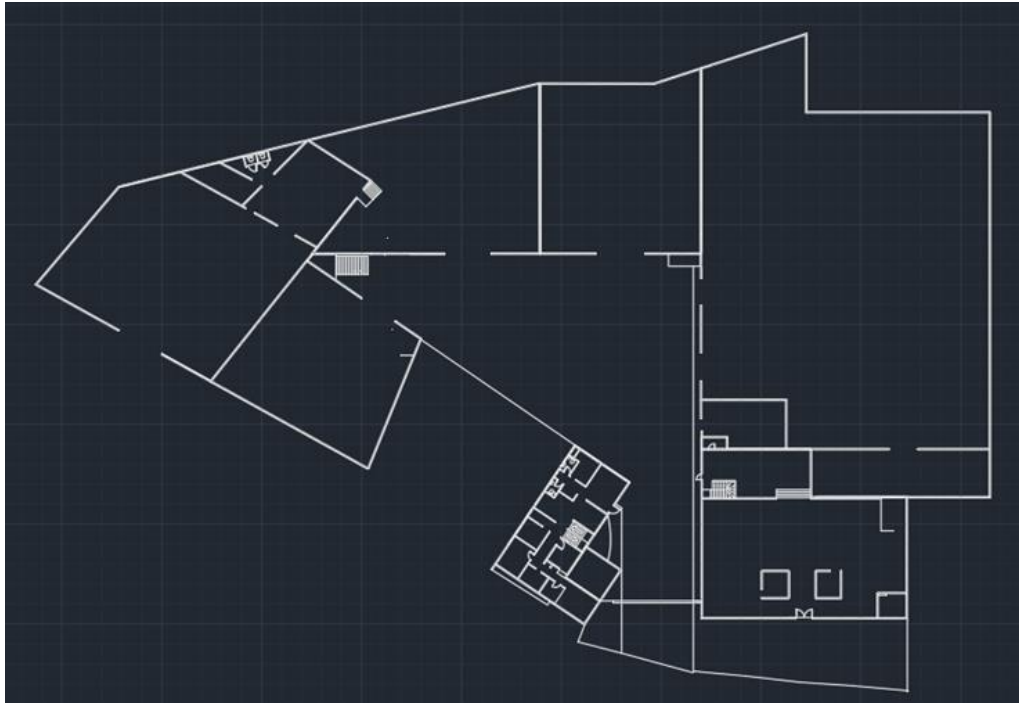


Figura 39: Plano arquitectónico completo de la organización.

Con el plano realizado se detalló cada espacio de manera individual con sus diferentes dimensiones observadas en el apartado 3.5 y seguidamente hacemos uso de la herramienta de SketchUp abriendo el documento realizado y dividiéndolo por partes para un mayor análisis de las cargas.

CAPITULO V: RESULTADOS DE MODELADO DE CASO BASE Y CASO IDEAL.

5.1 SALA DE VENTAS (PRIMERA PLANTA).

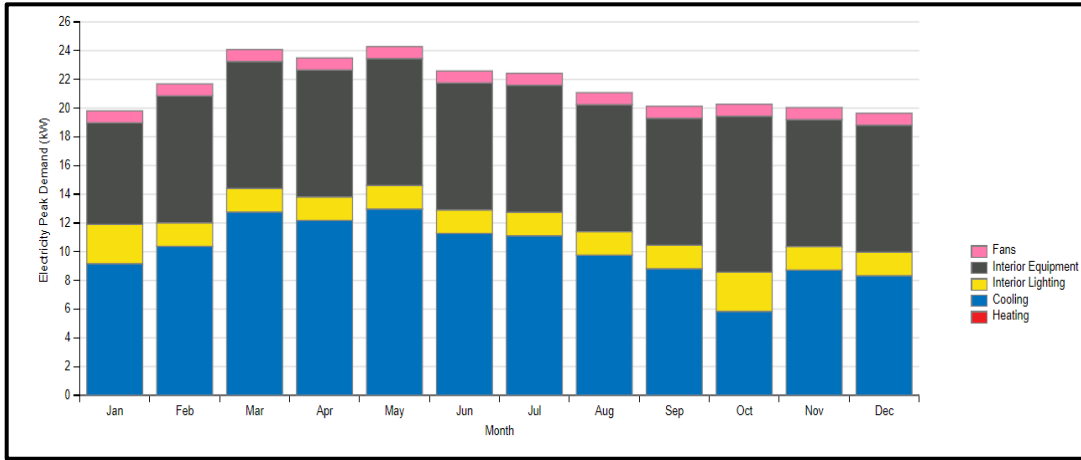


Figura 40: Demanda máxima de electricidad mensual (kW).

	Ene	Feb	Estropear	Apr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Calefacción													
Enfriamiento	2171.17	2018.94	2507.46	2809.22	2503.29	2033.64	2547.13	2057.68	1887.2	2318.54	1919.94	2086.08	26860.29
Iluminación interior	414.01	381.93	430.04	397.23	430.04	414.01	413.27	350.6	413.27	414.01	414.01	413.27	4885.69
Iluminación exterior													
Equipamiento interior	1438.93	1320.13	1498.34	1353.16	1498.34	1438.93	1412.56	1227.7	1412.56	1438.93	1438.93	1412.56	16891.07
Equipamiento Exterior													
Aficionados	292.03	259.89	303.33	312.97	311.99	279.08	296.58	251.86	270.98	306.18	275.15	285.14	3445.17
Bombas													
Rechazo de calor													
Humidificación													
Recuperación de calor													
Sistemas de agua													
Refrigeración													
Generadores													
Total	4316.14	3980.89	4739.16	4872.58	4743.66	4165.66	4669.54	3887.84	3984.01	4477.66	4048.03	4197.05	52082.23

Tabla 17: Consumo de electricidad mensual (kWh).

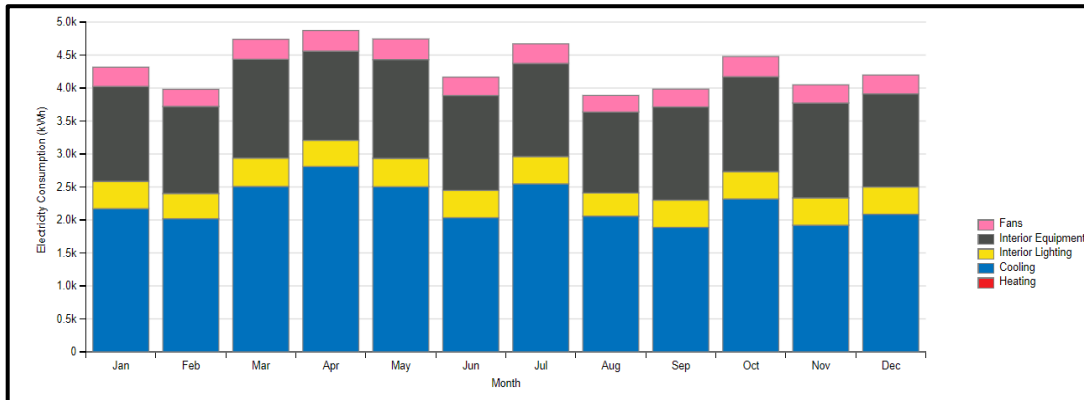


Figura 41: Consumo de electricidad mensual (kWh).

5.1.3 USO FINAL DE LA ENERGÍA

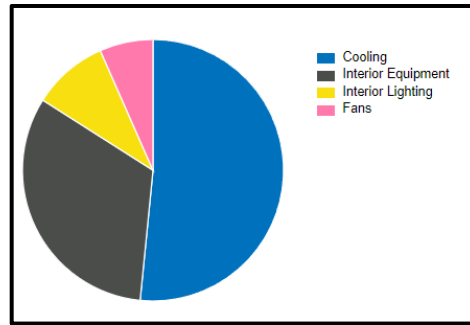


Figura 42: Uso final de la energía (Anual).

El uso final de la energía en la primera planta de sala de ventas presentada en la figura 42 se distribuye entre varias actividades, siendo el enfriamiento la que demanda mayor consumo, este uso supera al de la iluminación, el equipamiento interior y otros servicios. El enfriamiento incluye sistemas de aire acondicionado y ventilación, esenciales para mantener condiciones confortables en climas cálidos. La iluminación, aunque también presenta un uso significativo, consume menos energía en comparación a los sistemas de enfriamiento.

5.2 SALA DE VENTAS (SEGUNDA PLANTA).

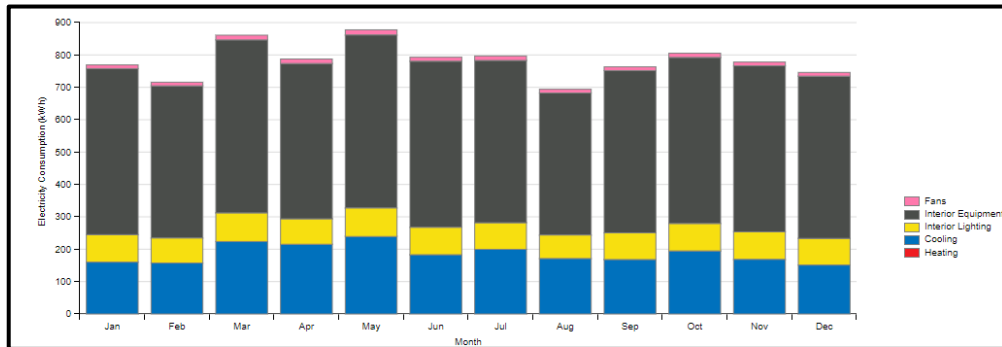


Figura 43: Demanda máxima de electricidad mensual (kWh).

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating													
Cooling	160.15	157.34	223.74	215.32	239.17	182.99	199.82	171.31	168.19	194.71	168.79	151.12	2232.45
Interior Lighting	84.82	77.51	88.48	78.6	88.48	84.82	82.26	72.75	82.26	84.82	84.82	82.26	991.87
Exterior Lighting													
Interior Equipment	512.81	469.78	534.32	479.66	534.32	512.81	501.17	438.39	501.17	512.81	512.81	501.17	6011.2
Exterior Equipment													
Fans	11.52	11.23	14.48	13.91	15.61	12.43	13.83	11.63	11.67	13.04	11.71	11.45	152.5
Pumps													
Heat Rejection													
Humidification													
Heat Recovery													
Water Systems													
Refrigeration													
Generators													
Total	769.29	715.86	861.02	787.49	877.57	793.04	796.88	694.08	763.3	805.38	778.13	746.0	9388.03

Tabla 18: Consumo de electricidad mensual (kWh).

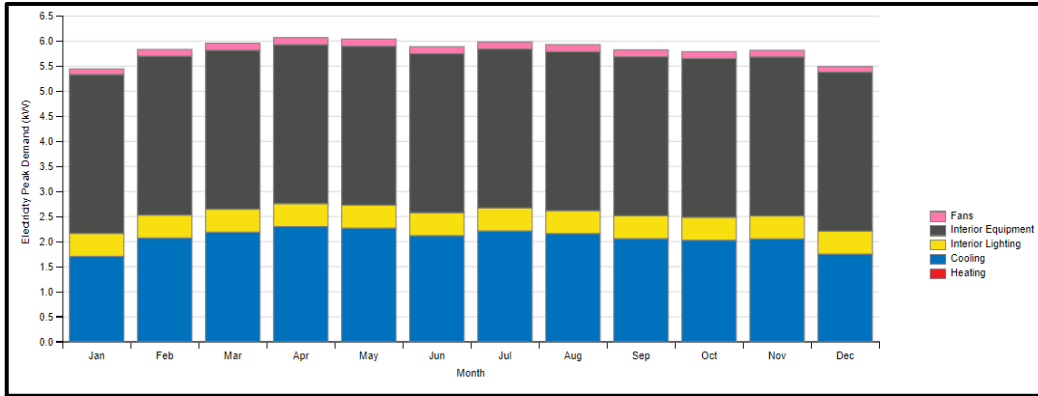


Figura 44: Consumo de electricidad mensual (kWh).

5.2.3 USO FINAL DE LA ENERGÍA

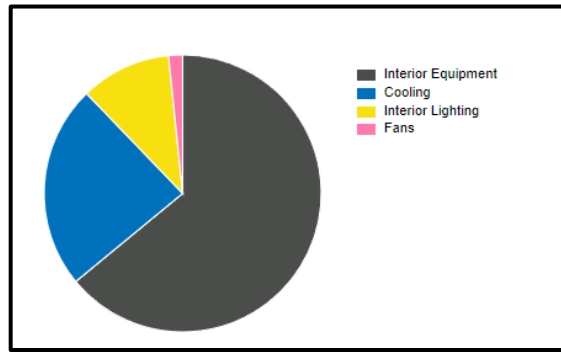


Figura 45: Uso final de la energía (Anual).

El uso final de energía de la segunda planta de la sala de ventas presentado en la figura 45 se observa una mayor demanda de energía por parte de los equipos eléctricos, así mismo se observa un consumo parecido entre el equipo de enfriamiento (aire acondicionado y ventilación) con respecto a las luminarias.

5.3 OFICINAS (PRIMERA PLANTA).

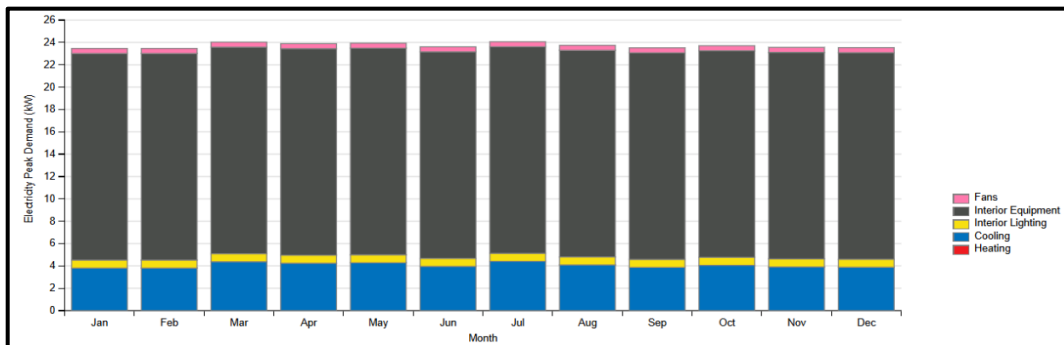


Figura 46: Demanda máxima de electricidad mensual (kW).

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating													
Cooling	956.28	858.43	1011.1	1076.69	1003.12	937.99	1028.63	854.11	893.75	1017.46	901.43	949.17	11488.18
Interior Lighting	172.61	158.24	179.8	161.86	179.8	172.61	169.05	147.43	169.05	172.61	172.61	169.05	2024.74
Exterior Lighting													
Interior Equipment	2343.77	2205.24	2548.71	2274.57	2458.25	2434.22	2343.83	2031.52	2389.06	2343.77	2434.22	2389.06	28196.22
Exterior Equipment													
Fans	172.2	156.14	177.3	168.04	175.72	170.3	169.63	148.43	164.41	176.08	169.13	169.89	2017.26
Pumps													
Heat Rejection													
Humidification													
Heat Recovery													
Water Systems													
Refrigeration													
Generators													
Total	3644.86	3378.06	3916.91	3681.17	3816.9	3715.12	3711.15	3181.49	3616.27	3709.92	3677.39	3677.16	43726.4

Tabla 19: Consumo de electricidad mensual (kWh).

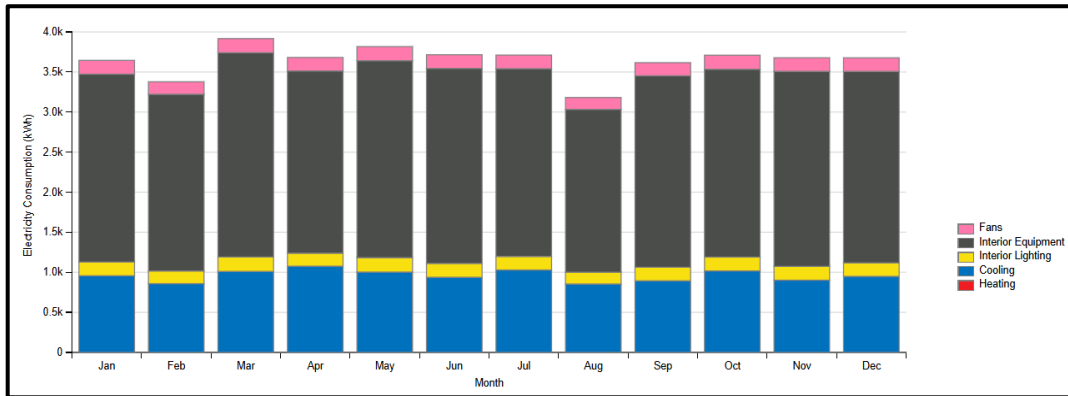


Figura 47: Consumo de electricidad mensual (kWh)

5.3.3 USO FINAL DE LA ENERGÍA

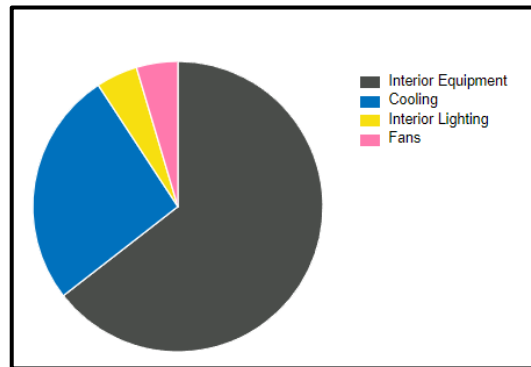


Figura 48: Uso final de la energía (Anual).

El uso final de energía de la primera planta de oficinas administrativas presentado en la figura 48 se observa una mayor demanda de energía por parte de los equipos eléctricos, seguido de los equipos de enfriamiento y con menor demanda las luminarias.

5.4 OFICINAS (SEGUNDA PLANTA).

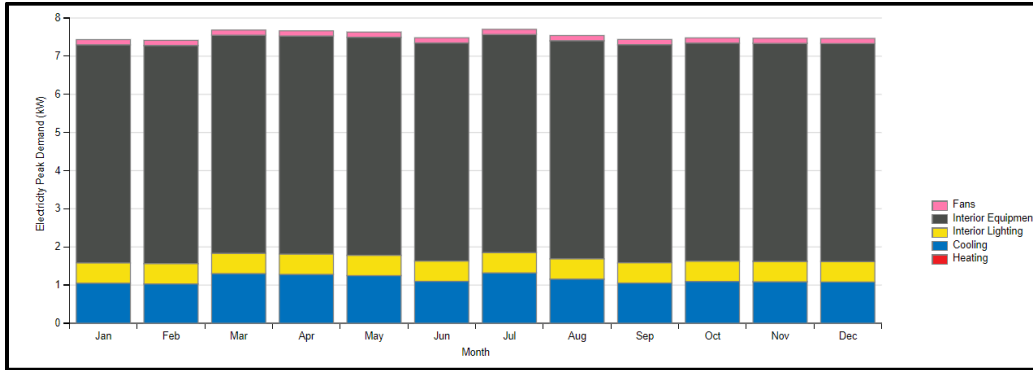


Figura 49: Demanda máxima de electricidad mensual (kW).

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating													
Cooling	352.98	312.28	363.59	391.71	364.14	333.22	375.36	311.76	320.78	372.63	323.22	346.89	4168.55
Interior Lighting	117.24	107.35	122.19	109.46	122.19	117.24	114.41	100.29	114.41	117.24	117.24	114.41	1373.66
Exterior Lighting													
Interior Equipment	959.11	887.51	1015.72	909.57	1001.21	973.63	946.34	821.42	953.59	959.11	971.69	953.59	11352.49
Exterior Equipment													
Fans	48.52	43.56	49.39	48.0	48.99	46.8	48.24	41.8	45.62	49.49	46.72	47.76	564.88
Pumps													
Heat Rejection													
Humidification													
Heat Recovery													
Water Systems													
Refrigeration													
Generators													
Total	1477.85	1350.7	1550.89	1458.74	1536.52	1470.88	1484.34	1275.27	1434.4	1498.47	1458.87	1462.66	17459.57

Tabla 20: Consumo de electricidad mensual (kWh).

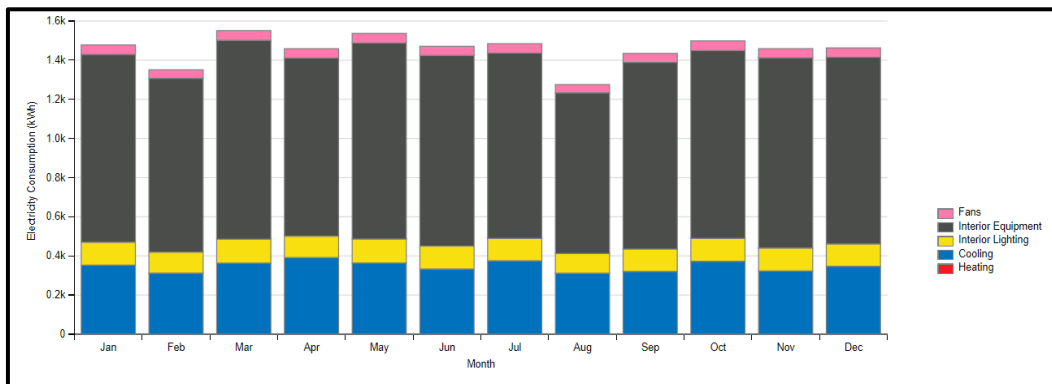


Figura 50: Consumo de electricidad mensual (kWh)

5.3.3 USO FINAL DE LA ENERGÍA

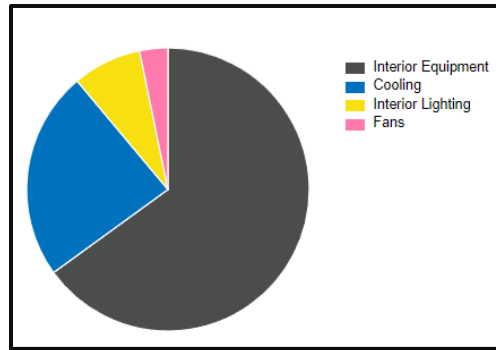


Figura 51: Uso final de la energía (Anual).

El uso final de energía de la segunda planta de oficinas administrativas presentado en la figura 51 se observa una mayor demanda de energía por parte de los equipos eléctricos, seguido de los equipos de enfriamiento y con menor demanda las luminarias.

5.5 BODEGA DE CARGA Y DESCARGA

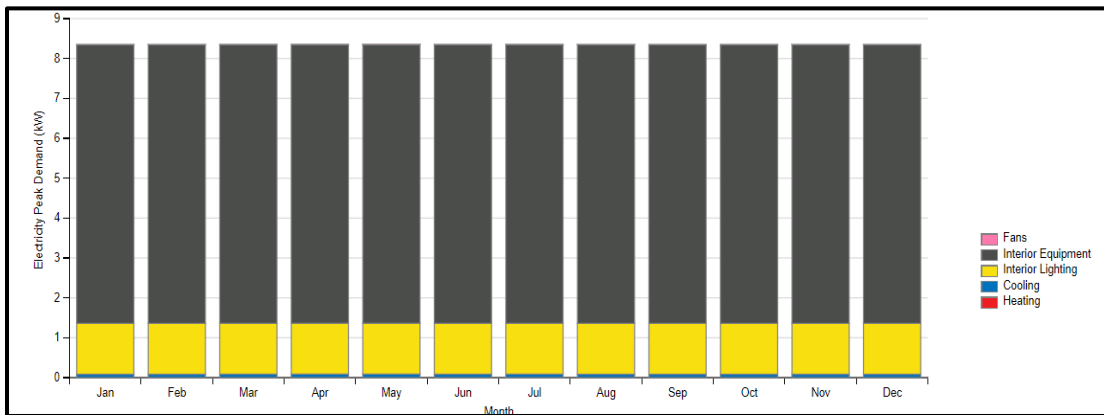


Figura 52: Demanda máxima de electricidad mensual (kW).

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating													
Cooling	10.34	10.74	15.32	15.34	17.2	13.35	13.8	11.25	11.27	12.57	10.87	9.55	151.59
Interior Lighting	408.26	373.83	425.47	381.23	425.47	408.26	398.44	349.22	398.44	408.26	408.26	398.44	4783.55
Exterior Lighting													
Interior Equipment	1055.55	968.61	1099.02	993.4	1099.02	1055.55	1036.87	900.34	1036.87	1055.55	1055.55	1036.87	12393.21
Exterior Equipment													
Fans	1.49	1.45	1.8	1.68	1.8	1.67	1.68	1.44	1.63	1.69	1.53	1.48	19.31
Pumps													
Heat Rejection													
Humidification													
Heat Recovery													
Water Systems													
Refrigeration													
Generators													
Total	1475.63	1354.63	1541.61	1391.65	1543.49	1478.82	1450.79	1262.25	1448.21	1478.06	1476.2	1446.34	17347.67

Tabla 21: Consumo de electricidad mensual (kWh).

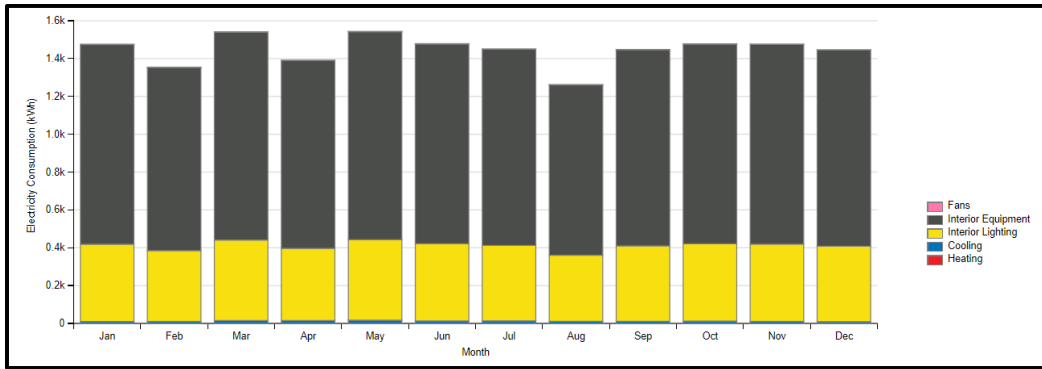


Figura 53: Consumo de electricidad mensual (kWh)

5.5.5 USO FINAL DE LA ENERGÍA

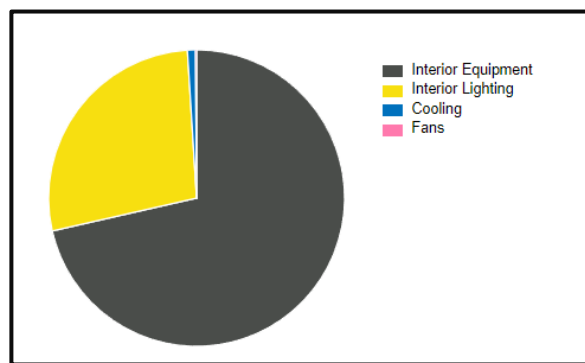


Figura 54: Uso final de la energía (Anual).

El uso final de energía por parte del área de Bodega de carga y descarga presentado en la figura 54, se observa una mayor demanda de energía por parte de los equipos eléctricos ya que a pesar de que tiene su respectiva área de recepción, entrega y despacho por lo cual los equipos eléctricos están constantemente en uso y en funcionamiento, seguido el consumo de las luminarias ya que el espacio de esta área requiere de múltiples luminarias el consumo de ellas es muy considerable.

5.6 BODEGAS PEQUEÑAS

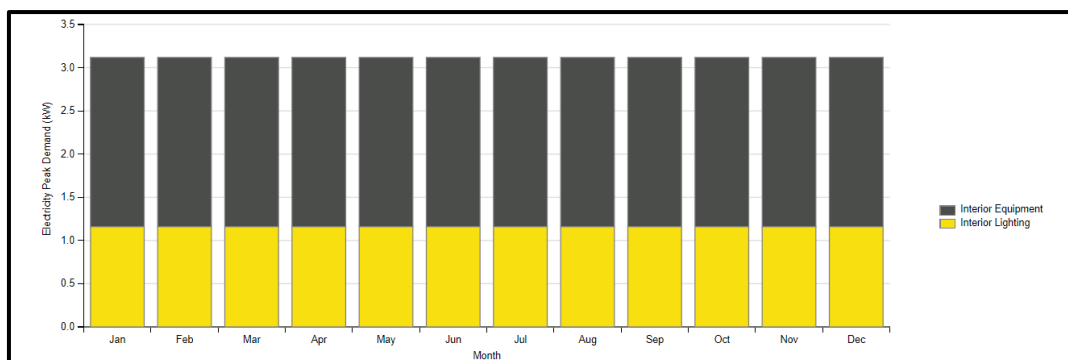


Figura 55: Demanda máxima de electricidad mensual (kW).

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating													
Cooling													
Interior Lighting	264.71	243.04	275.54	249.62	275.54	264.71	260.45	225.62	260.45	264.71	264.71	260.45	3109.55
Exterior Lighting													
Interior Equipment	293.63	268.83	306.02	274.05	306.02	293.63	286.45	251.21	286.45	293.63	293.63	286.45	3439.98
Exterior Equipment													
Fans													
Pumps													
Heat Rejection													
Humidification													
Heat Recovery													
Water Systems													
Refrigeration													
Generators													
Total	558.33	511.87	581.57	523.67	581.57	558.33	546.9	476.83	546.9	558.33	558.33	546.9	6549.52

Tabla 22: Consumo de electricidad mensual (kWh).

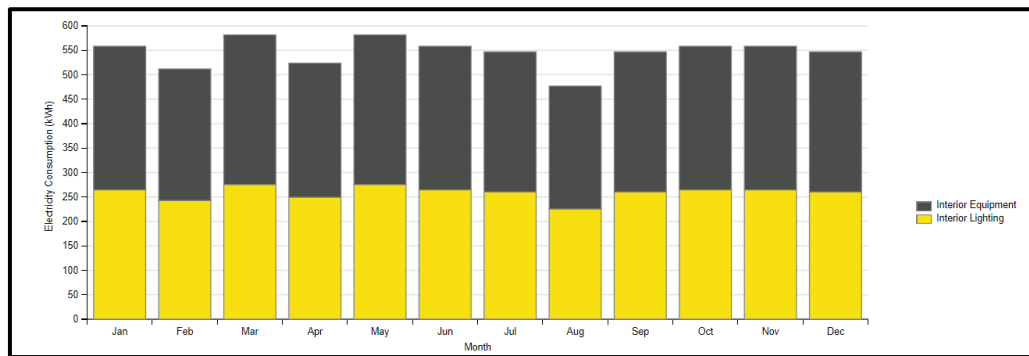


Figura 56: Consumo de electricidad mensual (kWh)

5.6.3 USO FINAL DE LA ENERGÍA

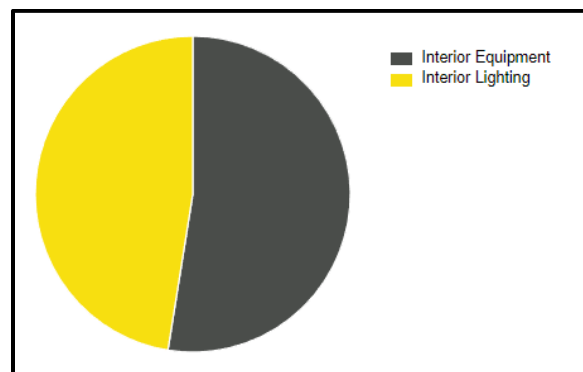


Figura 57: Uso final de la energía (Anual).

Para el uso final de energía por parte del área de Bodegas presentado en la figura 57, se observa una mayor demanda de energía por parte de las luminarias por su cantidad y potencia de ellas, superando al consumo de los equipos eléctricos los cuales son pocos y su demanda se ve superada por la demanda de luminarias.

5.7 COMPARATIVA DE CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL

Con base a los valores de consumo energético en todas las áreas de la empresa, obtenidos a partir del modelado en SketchUp y OpenStudio, teniendo como base el levantamiento de cargas realizado en el establecimiento podemos obtener un análisis comparativo del consumo energético real vs el consumo energético del caso base simulado en OpenStudio, el cual se muestra a continuación:

MES FACTURADO	CONSUMO REAL [kWh]	CONSUMO SIMULADO [kWh]	PORCENTAJE DE ERROR	PROMEDIO DE ERROR MENSUAL
Enero	8972.60	8597.24	4%	6%
Febrero	11197.48	11292.01	1%	
Marzo	10036.32	9274.25	8%	
Abril	10726.52	11256.56	5%	
Mayo	12334.28	13099.71	6%	
Junio	11416.72	12181.85	6%	
Julio	12025.72	12181.85	1%	
Agosto	12033.84	10777.76	12%	
Septiembre	10872.68	11793.09	8%	
Octubre	11895.80	12527.82	5%	
Noviembre	10832.08	11996.95	10%	
Diciembre	11725.30	12076.11	3%	

Tabla 23: Porcentaje de error de análisis comparativo entre consumo energético real y simulado.

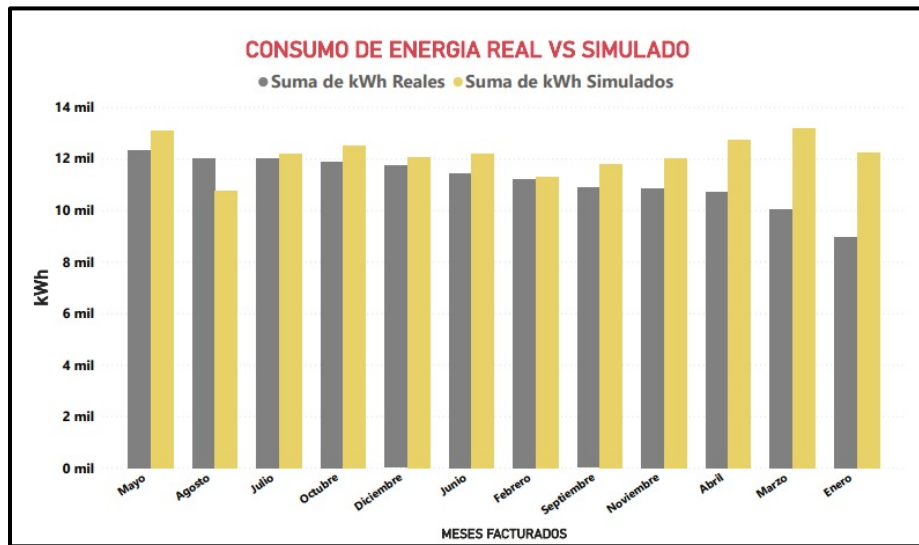


Figura 58: LBE de consumo energético real vs consumo energético simulado.

Mediante la visualización de la Figura 58, observamos que ambos casos de consumo energético, tanto el consumo real como el consumo obtenido a través de simulación, son semejantes y presentan una variación mínima observadas en el mes de noviembre a enero, por lo tanto, podemos concluir que el modelo de simulación es bastante preciso. Un porcentaje de error promedio total del 8% indica que el software de simulación es confiable para estimar el consumo energético real.

Esto sugiere que el software puede ser una herramienta útil para predecir y gestionar el consumo energético, permitiendo tomar decisiones apropiadas para optimizar el uso de energía del establecimiento.

5.8 MODELO DE BAJO CONSUMO DE ENERGÍA

Una vez que el modelo de línea base simulado es comparado con el real en la figura 58, y podemos apreciar que nuestra simulación nos ofrece un alto nivel de datos confiables, el siguiente paso es desarrollar un modelo de bajo consumo. Este nuevo modelo busca implementar diversas estrategias en el edificio para reducir tanto el consumo de energía eléctrica como la demanda de potencia en comparación con el modelo de línea base real.

IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS SIN GASTO ECONÓMICO

Es posible reducir el consumo de energía y los costos sin gastar dinero, a través de un plan de concientización sobre el ahorro energético que cambie la cultura del personal. Esto incluiría capacitaciones para los trabajadores y ajustes en los horarios de uso de equipos como más importantes.

5.8.1 MEDIDAS PARA OFICINAS PRINCIPALES:

- UPS Computadoras: Los datos y trabajos que se manejan en la empresa la mayoría de las computadoras cuentan con un sistema de alimentación interrumpida de 1000VA, estos UPS, aunque estén en reposo se mantienen consumiendo energía eléctrica entre un promedio de 40W hasta 50W, una de las medidas que se tomara en cuenta es la desconexión parcial de este equipo al final de la jornada laboral, a continuación, se muestra el horario de uso diario normal y luego el horario modificado para los UPS.

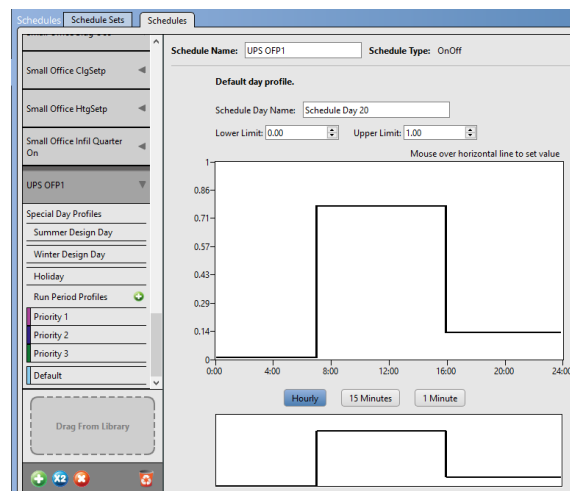


Figura 59: Horario de UPS normal de trabajo sin modificaciones.

Como se muestra en la figura 59 el horario del UPS las primeras horas son de carga y luego se mantiene en reposo consumiendo energía.

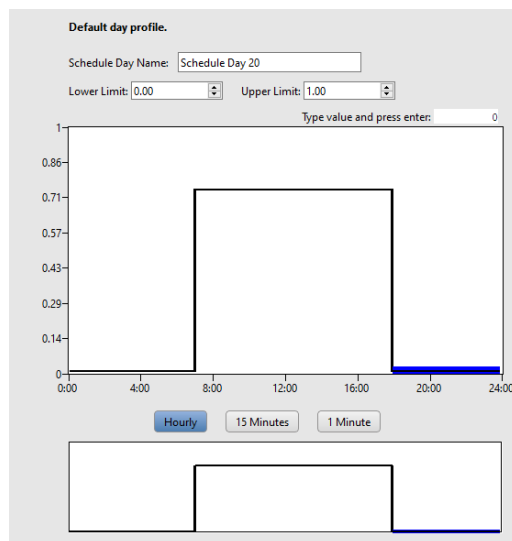


Figura 60: Horario de UPS modificado con desconexión al final de la jornada laboral.

- Oasis de agua: En todo el inmueble, se cuenta con 4 oasis, el oasis no es desconectado al terminar la jornada laboral. El uso de agua caliente no es común, ya que suelen utilizar una cafetera. Según datos de placa, el equipo consume un promedio de 600w para mantener el agua caliente y fría al mismo tiempo. Según el Boletín No. 16 sobre Eficiencia Energética presentado por ANDA, al inhabilitar el agua caliente en el ciclo de trabajo del equipo, el consumo se reduce 80%, por lo que el oasis pasaría de consumir 600W a consumir un promedio de 120W en lo que resta del tiempo de no uso.

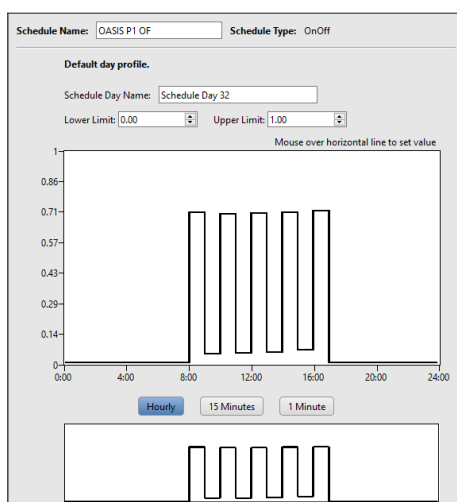


Figura 61: Modificación al horario de uso de oasis con desconexión al final de la jornada laboral.

- Aires acondicionados: En las primeras horas de la mañana no es necesario encender los Aires acondicionados para poder estar a una temperatura agradable. Para reducir el gasto por refrigeración, dichos equipos se pondrán en “on” únicamente en el periodo de 9:00 am a 4:00 pm.

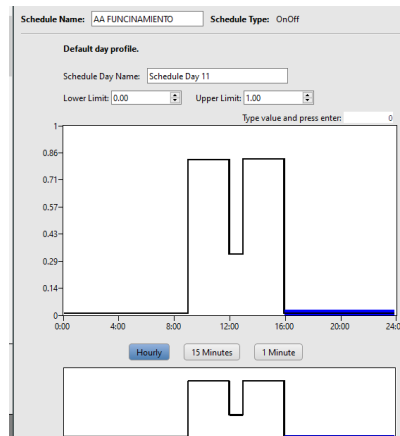


Figura 62: Modificación al horario de los A/C en las oficinas principales.

- Temperatura de los termostatos: Los equipos de A/C funcionan a una temperatura de trabajo de 20 °C en casi todos los casos. Esta temperatura es muy baja y no cumple el confort para todas las personas que hacen uso de las instalaciones. La temperatura de confort para El Salvador según la ASHRAE Std. 55, siendo la mínima de 22°C con ropa de temporada de invierno y máxima de 27°C con ropa de verano. Por lo que se propone estandarizar todos los termostatos a una temperatura de 24 °C. [26]

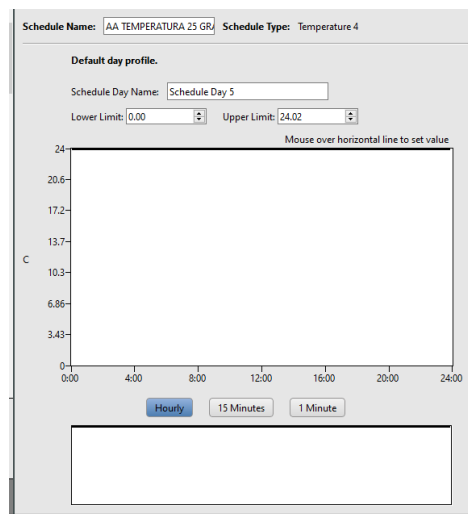


Figura 63: Modificación de la temperatura de los termostatos de oficinas principales a 24 °C.

Resultados de simulación: Modelo de bajo consumo para oficinas primera planta:

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating													
Cooling	855.18	763.77	892.31	951.25	881.02	821.59	906.8	750.77	788.22	895.02	797.21	851.22	10154.36
Interior Lighting	172.61	158.24	179.8	161.86	179.8	172.61	169.05	147.43	169.05	172.61	172.61	169.05	2024.74
Exterior Lighting													
Interior Equipment	2170.18	2041.32	2353.48	2110.65	2274.23	2249.43	2175.08	1878.04	2214.7	2170.18	2249.43	2214.7	26101.39
Exterior Equipment													
Fans	102.49	91.59	103.03	102.58	102.74	98.43	102.53	86.78	95.51	104.81	97.72	101.46	1189.68
Pumps													
Heat Rejection													
Humidification													
Heat Recovery													
Water Systems													
Refrigeration													
Generators													
Total	3300.47	3054.92	3528.62	3326.34	3437.78	3342.06	3353.46	2863.02	3267.48	3342.62	3316.97	3336.43	39470.17

Tabla 24: Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para las oficinas de la primera planta.

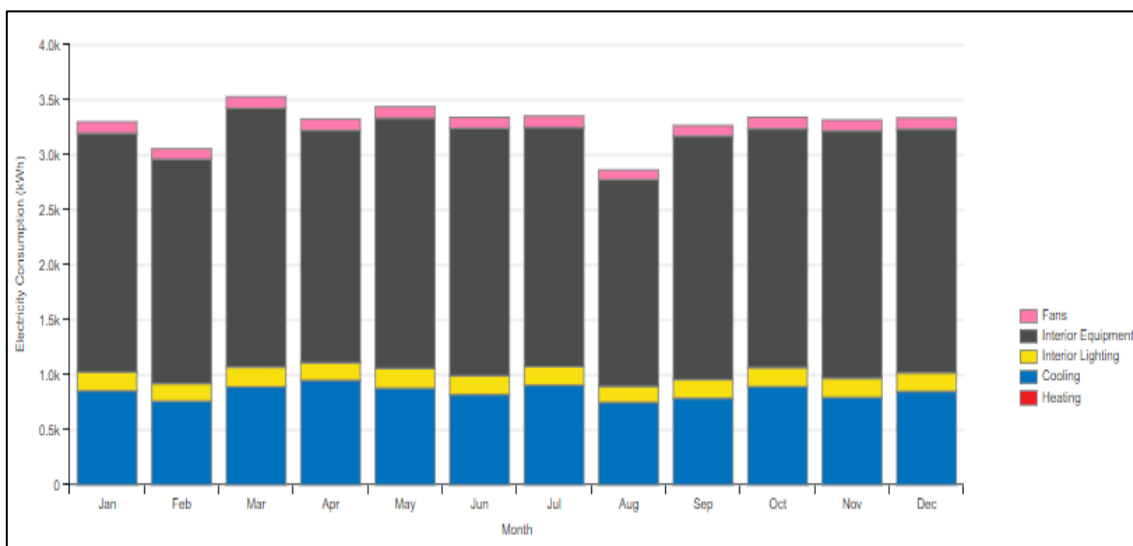


Figura 64: Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para las oficinas de la primera planta.

Para el modelo de línea base real simulado para la planta N°1 de las oficinas, se mostró que el total de kWh anual de los doce meses era de 43726.4 kWh, con el modelo de bajo consumo con medidas ahorrativas se obtuvo un total anual de 39470.17 kWh para la primera planta observado en la tabla 24 de las oficinas, el cual refleja que sin costos económicos se puede disminuir los costos de energía, a continuación, se mostraran los modelos para las áreas restantes.

Resultados de simulación: Modelo de bajo consumo para oficinas segunda planta:

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating													
Cooling	298.66	263.32	304.91	333.41	305.07	276.19	317.44	261.22	266.54	313.78	269.59	292.86	3502.99
Interior Lighting	117.24	107.35	122.19	109.46	122.19	117.24	114.41	100.29	114.41	117.24	117.24	114.41	1373.66
Exterior Lighting													
Interior Equipment	779.44	719.18	816.65	741.24	811.29	784.81	772.34	663.34	775.02	779.44	782.87	775.02	9200.63
Exterior Equipment													
Fans	36.4	32.12	35.69	35.82	35.7	34.45	36.32	30.82	33.67	36.95	34.28	35.95	418.17
Pumps													
Heat Rejection													
Humidification													
Heat Recovery													
Water Systems													
Refrigeration													
Generators													
Total	1231.74	1121.97	1279.45	1219.93	1274.24	1212.68	1240.5	1055.67	1189.64	1247.4	1203.98	1218.24	14495.44

Tabla 25. Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para las oficinas de la segunda planta.

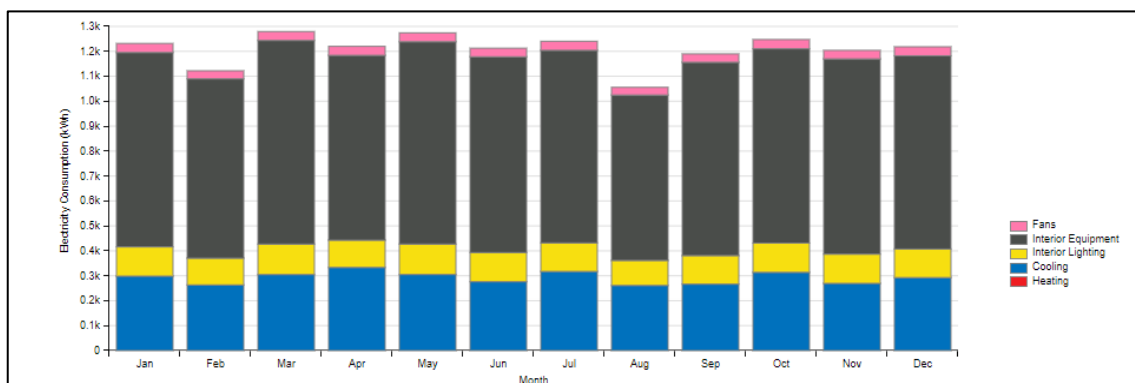


Figura 65. Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para las oficinas de la segunda planta.

Para el modelo de línea base real simulado para la planta N°2 de las oficinas, se mostró que el total de kWh anual de los doce meses era de 17459.57 kWh, con el modelo de bajo consumo con medidas ahorrativas se obtuvo un total anual de 14495.44 kWh para la segunda planta de las oficinas presentado en la tabla 25 el cual refleja que sin costos económicos se puede disminuir los costos de energía.

5.8.2 MEDIDAS PARA SALA DE VENTAS:

Aplicamos las mismas medidas recomendadas para las oficinas principales para implementarla en la sala de ventas donde se tocó los siguientes puntos de:

- UPS Computadoras: Donde se recomienda la desconexión parcial de los equipos al finalizar la jornada laboral.
- Oasis de agua: Donde se mencionó que: En todo el inmueble, se cuenta con 4 oasis uno de ellos en sala de ventas, en el cual de la misma manera que en oficina el oasis no es desconectado al terminar la jornada laboral, por lo tanto, al desconectar este equipo el consumo se reduce 80%, por lo que el oasis pasaría de consumir 600W a consumir un promedio de 120W en lo que resta del tiempo de no uso.
- Aires acondicionados: En las primeras horas de la mañana no es necesario encender los Aires acondicionados para poder estar a una temperatura agradable. Para reducir el gasto por refrigeración, dichos equipos se pondrán en “on” únicamente en el periodo de 9:00 am a 4:00 pm. Donde también para la segunda planta de sala de venta esta se ve beneficiada con ventanales y así mismo uso de ventilación por lo tanto la utilización del aire acondicionado se reduciría hasta un 50% y se utilizaría en el horario donde las temperaturas sean altas.
- Temperatura de los termostatos: Los equipos de A/C funcionan a una temperatura de trabajo de 20 °C en casi todos los casos incluyendo sala de ventas. Esta temperatura es muy baja y no cumple el confort para todas las personas que hacen uso de las instalaciones. Por lo que se propone estandarizar todos los termostatos a una temperatura de 24 °C.

Resultados de simulación: Modelo de bajo consumo para sala de ventas primera planta:

	Ene	Feb	Mar	Abr	Puede	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Calefacción													
Enfriamiento	1667,83	1515.43	1843.62	2134.53	1777.74	1463.52	1899.89	1485.96	1346.83	1722.62	1402.23	1617.57	19877.76
Iluminación interior	414.01	381.93	430.04	397.23	430.04	414.01	413.27	350.6	413.27	414.01	414.01	413.27	4885.69
Iluminación exterior													
Equipamiento interior	982.44	904.68	1021.32	936.45	1021.32	982.44	975.33	834.03	975.33	982.44	982.44	975.33	11573.58
Equipamiento exterior													
Aficionados	231,73	206.7	237,14	244,28	237.3	210,96	230,44	197,97	205,77	238.3	212,99	222,87	2676,44
Zapatillas													
Rechazo de calor													
Humidificación													
Recuperación de calor													
Sistemas de agua													
Refrigeración													
Generadores													
Total	3296.01	3008.75	3532.12	3712.49	3466.4	3070.92	3518.94	2868,56	2941.2	3357.37	3011.67	3229.04	39013.47

Tabla 26: Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para ventas primera planta.

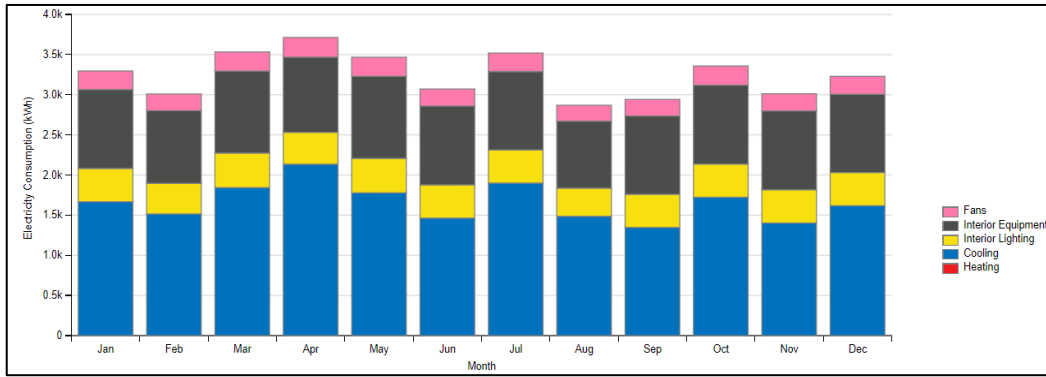


Figura 66: Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para ventas primera planta.

Para el modelo de línea base real simulado para ventas, se mostró que el total de kWh anual disminuye considerablemente aplicando los cambios y usos de los equipos dentro del área dando un aproximado de 25% por cada mes aplicado observado en la tabla 26 y figura 66.

Resultados de simulación: Modelo de bajo consumo para sala de ventas segunda planta:

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating													
Cooling	76.45	77.58	113.97	113.09	120.19	77.37	92.07	73.59	68.47	86.84	77.79	69.15	1046.55
Interior Lighting	84.82	77.51	88.48	78.6	88.48	84.82	82.26	72.75	82.26	84.82	84.82	82.26	991.87
Exterior Lighting													
Interior Equipment	415.08	380.94	432.16	390.82	432.16	415.08	407.89	353.99	407.89	415.08	415.08	407.89	4874.08
Exterior Equipment													
Fans	11.23	10.71	13.02	12.23	13.19	10.73	11.44	9.59	10.29	11.37	10.92	11.28	136.0
Pumps													
Heat Rejection													
Humidification													
Heat Recovery													
Water Systems													
Refrigeration													
Generators													
Total	587.58	546.74	647.62	594.75	654.01	588.0	593.67	509.92	568.91	598.11	588.61	570.58	7048.51

Tabla 27: Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para ventas segunda planta.

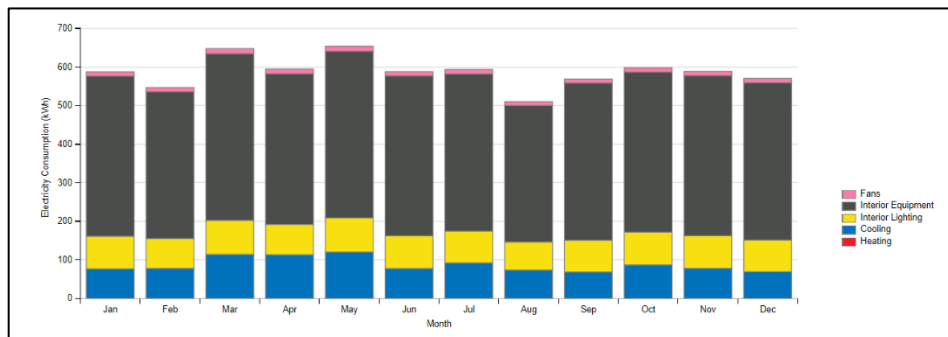


Figura 67: Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para ventas segunda planta.

De igual forma para el modelo de línea base real simulado para ventas, se mostró que el total de kWh anual disminuye considerablemente aplicando los cambios y usos de los equipos dentro del área dando un aproximado de 25% por cada mes aplicado tomando en cuenta los resultados de la tabla 27.

5.8.3 MEDIDAS PARA BODEGAS

Aplicamos las mismas medidas recomendadas para las oficinas principales y sala de ventas para implementarla en bodegas

Resultados de simulación: Modelo de bajo consumo para Bodega de Carga y Descarga:

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating													
Cooling	3.37	3.86	5.97	6.43	7.13	4.88	5.12	3.98	3.63	4.38	3.57	3.1	55.4
Interior Lighting	354.96	325.38	369.75	332.78	369.75	354.96	347.56	303.19	347.56	354.96	354.96	347.56	4163.39
Exterior Lighting													
Interior Equipment	914.71	840.57	951.78	865.36	951.78	914.71	902.43	778.7	902.43	914.71	914.71	902.43	10754.29
Exterior Equipment													
Fans	0.59	0.61	0.81	0.76	0.81	0.73	0.74	0.64	0.71	0.74	0.62	0.6	8.36
Pumps													
Heat Rejection													
Humidification													
Heat Recovery													
Water Systems													
Refrigeration													
Generators													
Total	1273.62	1170.41	1328.31	1205.32	1329.46	1275.28	1255.86	1086.51	1254.33	1274.78	1273.86	1253.69	14981.44

Tabla 28: Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para Bodega.

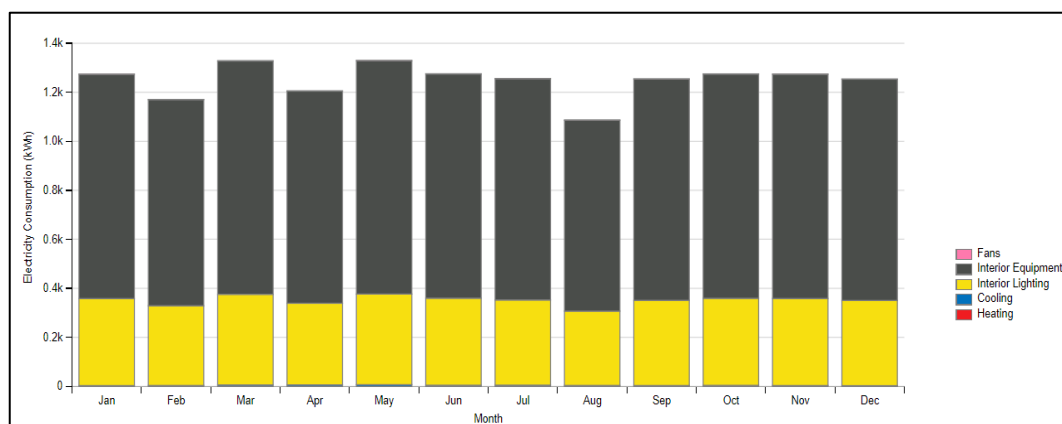


Figura 68: Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para Bodega.

Para el modelo de línea base real simulado para ventas, se mostró que el total de kWh anual disminuye considerablemente aplicando los cambios y usos de los equipos dentro del área dando un aproximado de 14% por cada mes aplicado.

Resultados de simulación: Modelo de bajo consumo para bodegas restantes de la Empresa:

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating													
Cooling													
Interior Lighting	213.62	196.6	222.14	203.18	222.14	213.62	211.69	181.5	211.69	213.62	213.62	211.69	2515.11
Exterior Lighting													
Interior Equipment	293.63	268.83	306.02	274.05	306.02	293.63	286.45	251.21	286.45	293.63	293.63	286.45	3439.98
Exterior Equipment													
Fans													
Pumps													
Heat Rejection													
Humidification													
Heat Recovery													
Water Systems													
Refrigeration													
Generators													
Total	507.25	465.43	528.16	477.23	528.16	507.25	498.14	432.72	498.14	507.25	507.25	498.14	5955.09

Tabla 29: Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para demás Bodegas de la Empresa.

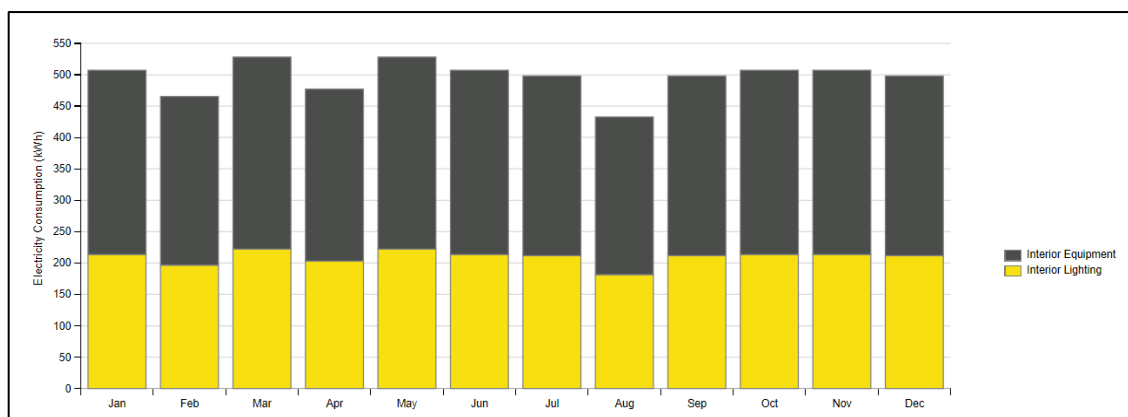


Figura 69. Consumo eléctrico en kWh mensual del modelo de bajo consumo para demás Bodegas de la Empresa.

De igual forma a pesar de que las demás bodegas están compuestas por luminarias en su mayoría esta presenta una mayor demanda en equipos de oficina y electrodomésticos el cual es un 55% aproximadamente y luminaria un 45% por lo tanto al aplicar los cambios respectivos se mostró que el total de kWh anual disminuye considerablemente aplicando los

cambios y usos de los equipos dentro del área dando un aproximado de 9% por cada mes aplicado observado en la tabla 29.

5.9 COMPARATIVA DE CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL CASO PROPUESTO

Con base a los valores de consumo energético en todas las áreas de la empresa, obtenidos a partir del modelado en SketchUp y OpenStudio, teniendo como base el levantamiento de cargas realizado en el establecimiento podemos obtener un análisis comparativo del consumo energético real vs el consumo energético ahora incluyendo el análisis de bajo consumo.

MES FACTURADO	CONSUMO REAL [kWh]	CONSUMO SIMULADO [kWh]	MODELADO BAJO CONSUMO PROPUESTO [kWh]	DE REDUCCION MEDIANTE PROPUESTAS SIN COSTO ECONOMICO
Enero	8972.60	8597.24	7140.00	17%
Febrero	11197.48	11292.01	9368.22	17%
Marzo	10036.32	9274.25	7698.50	17%
Abril	10726.52	12715.3	10536.06	17%
Mayo	12334.28	13099.71	10690.05	18%
Junio	11416.72	12181.85	9996.19	18%
Julio	12025.72	12181.85	10460.57	14%
Agosto	12033.84	10777.76	8816.40	18%
Septiembre	10872.68	11793.09	9719.70	18%
Octubre	11895.80	12527.82	10327.53	18%
Noviembre	10832.08	11996.95	9902.34	17%
Diciembre	11725.30	12076.11	10106.12	16%
TOTAL	134069.34	138513.94	114761.68	17.15%

Tabla 30. Análisis final global mensual de cada uno de los modelos anteriores con propuestas de bajo consumo y comparativo entre consumo energético real, simulado base y propuesto.

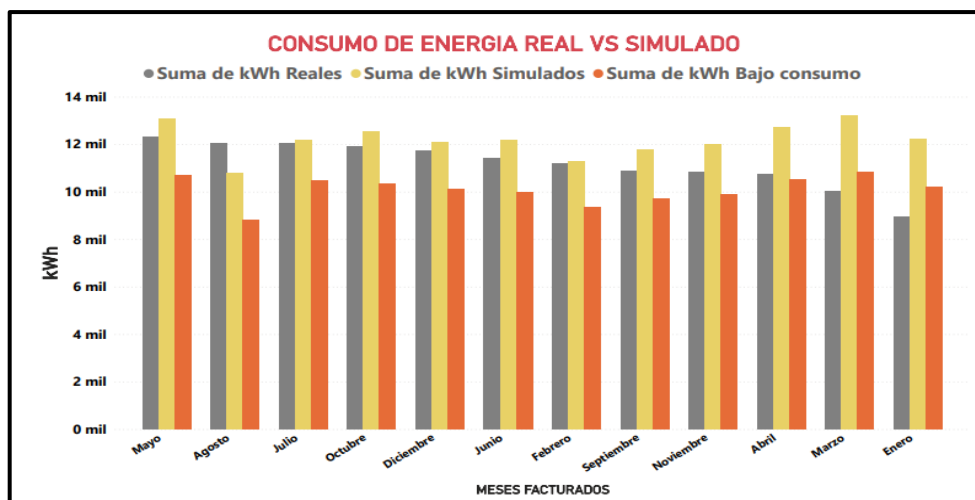


Figura 70. LBE de consumo energético real, consumo energético simulado y propuesto.

Se puede visualizar que tanto la línea base de consumo energético, así mismo el consumo real y como tercera comparativa el consumo obtenido a través de simulación base el cual mediante la figura 70 se observa una variación mínima, por lo tanto, podemos concluir que el modelo de simulación de bajo consumo será bastante factible para la organización. El cual el porcentaje de reducción total anual del 17.15% lo que indica que anualmente se reducirán al menos 22,992 kWh, obteniendo así un consumo total de 111,077.34 kWh anualmente en el establecimiento, tomando en consideración la base real de la organización y aplicando un promedio anual del pliego tarifario el cual es impuesto por periodos por la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) [27] sobre el cargo de energía del 0.142052 \$/kWh obtenemos que se estaría pagando un total de 15807.20 \$/año, esto en comparación a la línea base mostrada en la Tabla 3 la cual represente el análisis antes de aplicar las medidas de bajo consumo la cual refleja un total 19044.82 \$/año, indicando una reducción de 3237.62 \$/año, afirmando así la reducción anual del 17.15% mencionado anteriormente. Esto sugiere que el software puede ser una herramienta útil para predecir y gestionar el consumo energético, permitiendo tomar decisiones apropiadas para optimizar el uso de energía del establecimiento

CAPITULO VI: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.

Para aumentar la confiabilidad del estudio de factibilidad, se realizan los cálculos y valores obtenidos a través del software RETScreen, con el fin de modelar el mejoramiento del sistema eléctrico del establecimiento comercial desde una perspectiva financiera.

RETScreen es una herramienta ejecutada mediante macros en Excel, patrocinada por el gobierno de Canadá, específicamente por el Ministerio de Medio Ambiente a través de su organización, el Research Centre of Natural Resources Canadá. Además, RETScreen colabora con otros centros de investigación y entidades globales, como el Centro Meteorológico de la NASA y el Global Environment Facility (GEF), entre otras instituciones y universidades.

6.1 UBICACIÓN, DATOS CLIMATOLÓGICOS.

El primer paso en el uso de RETScreen para realizar un estudio de factibilidad energética es la selección detallada de la ubicación geográfica donde se implementará el proyecto. Este proceso es esencial, ya que las condiciones climáticas, como la irradiación solar, la velocidad del viento, la temperatura y otros factores ambientales, tienen un impacto directo en la viabilidad técnica y el rendimiento del proyecto. RETScreen aprovecha bases de datos meteorológicos globales, como las proporcionadas por la NASA, para obtener información precisa y relevante sobre las condiciones locales.

En esta fase, no solo se determina la ubicación, sino que también se selecciona el tipo de proyecto energético que se va a desarrollar. Esto puede abarcar proyectos de energía renovable (como solar, eólica, o hidroeléctrica), de eficiencia energética o de cogeneración, entre otros. La plataforma permite adaptar el análisis a las características particulares del proyecto.

Adicionalmente, se especifica el sector o industria al que pertenece la empresa que llevará a cabo el proyecto, lo cual permite personalizar el estudio de acuerdo con las necesidades energéticas y operativas de la organización. La selección de la industria es importante, ya que influye en los patrones de consumo energético y las oportunidades de ahorro.

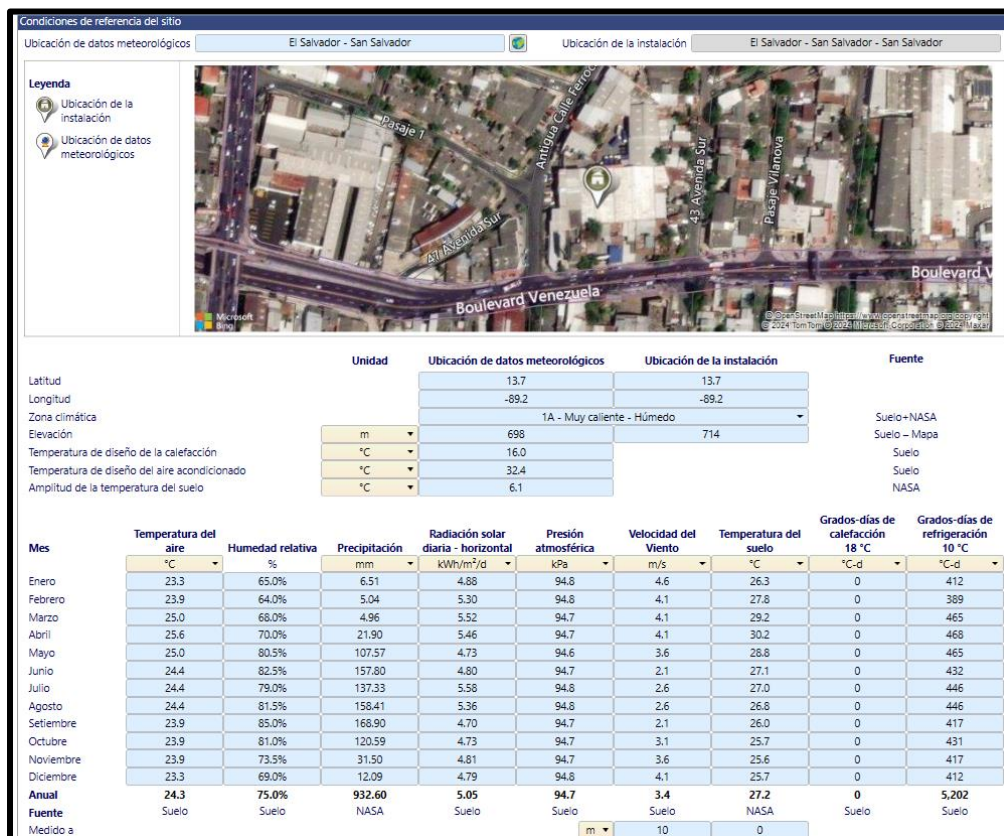


Figura 71: Ubicación del Proyecto y datos climatológicos.

6.2 INSTALACIÓN, PUNTO DE REFERENCIA (BENCHMARK).

El siguiente paso en la ventana de instalación de RETScreen, después de haber seleccionado la ubicación, el tipo de proyecto y las tecnologías necesarias, es la creación de un "caso base" y un "caso propuesto." Este paso es fundamental para realizar una comparación detallada entre el estado actual del consumo energético y el escenario posterior a la implementación del proyecto.

- **Caso Base:** El caso base representa la situación energética actual del establecimiento, es decir, cómo se está consumiendo la energía antes de la intervención o la implementación del proyecto. Este modelo debe basarse en datos reales de consumo energético, que pueden provenir de facturas eléctricas, análisis de patrones de uso, o mediciones de equipos específicos.
- **Caso Propuesto:** El caso propuesto es el escenario futuro que refleja el impacto del proyecto una vez implementado. Aquí se modelan los ahorros energéticos, la reducción de emisiones de carbono, y las mejoras en eficiencia energética que se esperan con la instalación de nuevas tecnologías o la optimización de procesos.

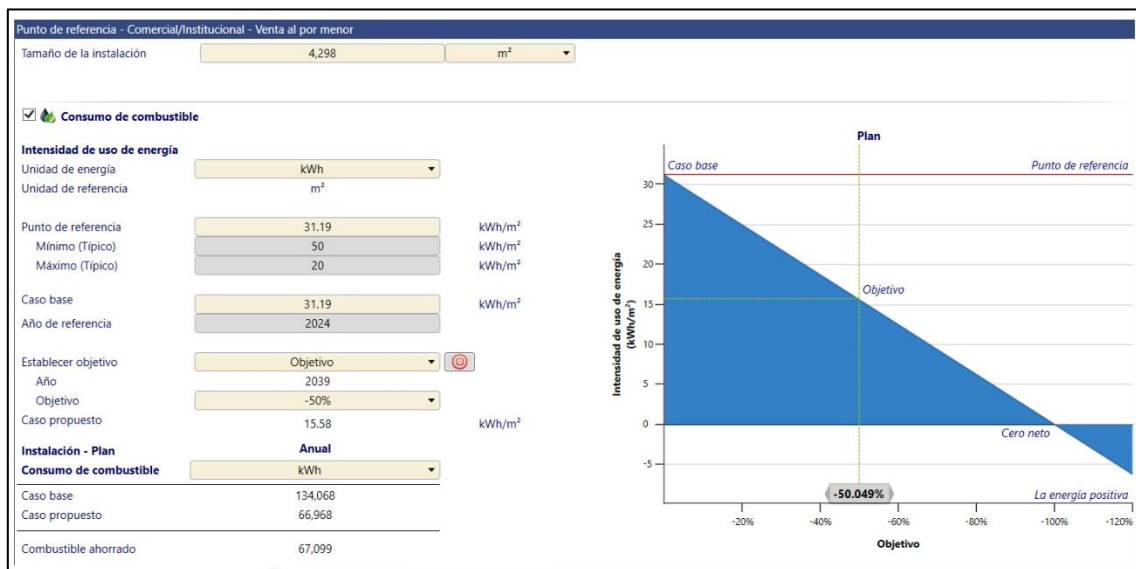


Figura 72: Punto de referencia, caso base y caso propuesto

6.3 FACTIBILIDAD AMBIENTAL.

Esta sección permite evaluar el impacto ambiental del proyecto en términos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Esta sección compara las emisiones del caso base con las del caso propuesto, mostrando la disminución esperada de CO₂ y otros contaminantes.

RETSscreen calcula las emisiones en función del consumo energético y el factor de emisión del país o región del proyecto. RETScreen utiliza factores de emisión específicos para cada fuente de energía, basados en estándares internacionales y regionales. Estos factores indican cuántos kilogramos de CO₂ equivalente se emiten por cada kilovatio-hora (kWh) consumido de una determinada fuente energética.

Los factores de emisión pueden variar según la ubicación del proyecto y el mix energético de la red, para el caso en estudio el factor de emisión proporcionado por Retscreen es de $0.262 \frac{CO_2}{kWh}$, es importante notar que en todo ciclo de producción eléctrica existen pérdidas, por el tratamiento y distribución de energía eléctrica cuyo resultado fue del 7%. Estas pérdidas pueden ser obtenidas mediante el proceso de generación eléctrica y son inevitables en cualquier sistema eléctrico, pudiéndose perder mediante el transporte de la electricidad generada o a través del consumo final no medido y no facturado.

Para el caso base, se consideran las emisiones asociadas al consumo actual de energía, mientras que en el caso propuesto se reflejan las reducciones derivadas del uso de tecnologías más eficientes o energías renovables. Esto proporciona una visión clara de los beneficios ambientales del proyecto y es clave para proyectos enfocados en sostenibilidad y cumplimiento de normativas ambientales.

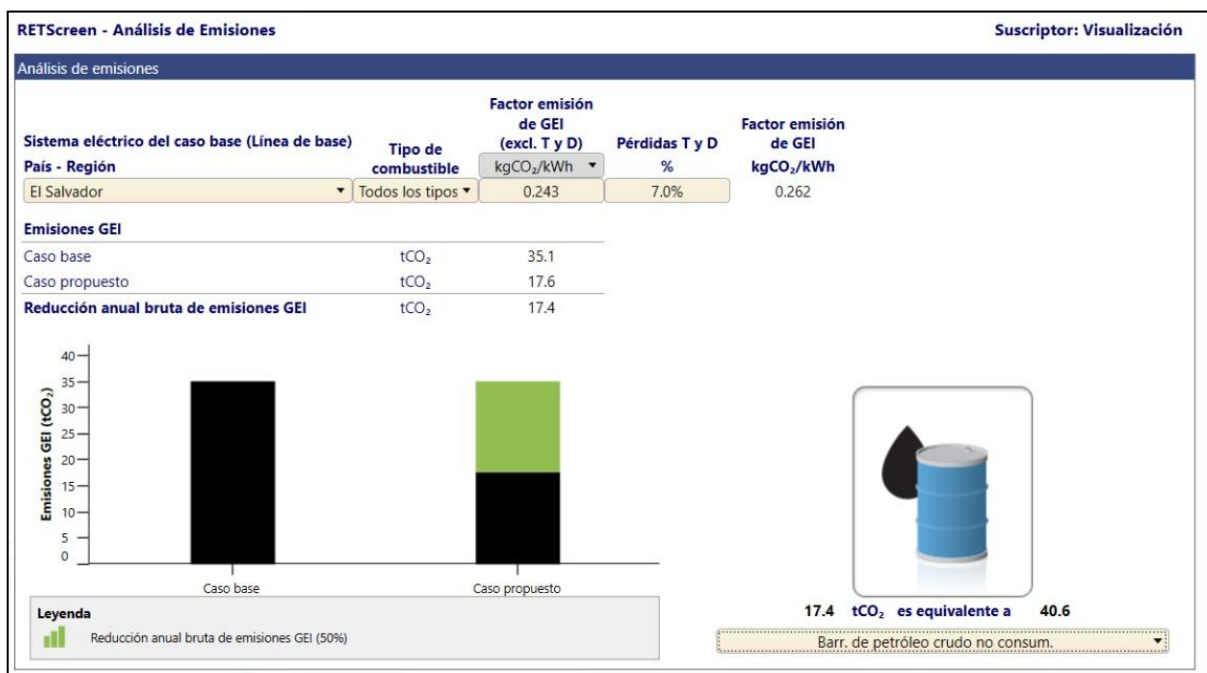


Figura 73: Análisis de emisiones por gases de efecto invernadero.

La implementación del caso propuesto en la instalación permitirá una reducción anual de 17.4 toneladas de dióxido de carbono (tCO₂) en las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta disminución es equivalente a no consumir alrededor de 40.6 barriles de petróleo crudo anualmente, de acuerdo con las referencias ofrecidas por el programa.

6.4 FACTIBILIDAD ECONÓMICA.

El análisis financiero es el paso final y juega un papel crucial en la evaluación de la viabilidad económica del proyecto propuesto. En esta fase, el software permite realizar un análisis detallado de los costos y beneficios financieros asociados a la implementación del proyecto energético.

1. **Costos Iniciales y Operativos:** RETScreen toma en cuenta los costos iniciales de inversión, que incluyen la adquisición de equipos, instalación y otros gastos relacionados. También se consideran los costos operativos, como el mantenimiento, seguros y cualquier otro gasto recurrente necesario para mantener el proyecto en funcionamiento a lo largo de su vida útil.
2. **Ingresos y Ahorros:** El software evalúa los ingresos que el proyecto podría generar, como la venta de energía excedente en caso de sistemas conectados a la red eléctrica, o incentivos y subsidios gubernamentales por el uso de energías renovables. Además, RETScreen calcula los ahorros energéticos obtenidos al comparar el consumo en el caso base y el caso propuesto, lo que se traduce en una reducción en las facturas de energía y, por lo tanto, en un ahorro financiero.
3. **Indicadores Financieros:** El software ofrece una serie de indicadores financieros clave para evaluar la rentabilidad del proyecto, entre ellos:
 - **Valor Presente Neto (VPN):** Indica si el proyecto generará más ingresos que costos, considerando el valor del dinero en el tiempo.
 - **Tasa Interna de Retorno (TIR):** Mide la rentabilidad del proyecto como un porcentaje, mostrando si la inversión es financieramente viable.
 - **Período de Recuperación (Payback):** Calcula el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial a partir de los ahorros o ingresos generados por el proyecto.
 - **Relación Beneficio/Costo:** Compara los beneficios obtenidos con los costos asociados, ayudando a decidir si el proyecto es financieramente sostenible.

RETScreen - Análisis Financiero		
Parámetros financieros		
General		
Tasa escalamiento de combustibles	%	2%
Tasa de inflación	%	0.58%
Tasa de descuento	%	9%
Tasa de reinversión	%	9%
Tiempo de vida del proyecto	año	15
Finanza		
Incentivos y donaciones	\$	
Relación de deuda	%	30%
Deuda	\$	17,075
Capital	\$	39,842
Tasa de interés de la deuda	%	9%
Duración de deuda	año	10
Pagos de la deuda	\$/año	2,661
Costos Ahorros Ingreso		
Costos iniciales		
Costos iniciales incrementales	100%	\$ 56,917
Costos iniciales totales	100%	\$ 56,917
Flujo de caja anuales - Año 1		
Costos anuales/pagos de deuda		
Costo de O y M (ahorros)	\$	-2,920
Costo de combustible - caso propuesto	\$	11,420
Pagos de la deuda - 10 años	\$	2,661
Costos anuales totales	\$	11,161
Ahorros e ingresos anuales		
Costo de combustible - caso base	\$	21,838
Ingresos por reducción GEI	\$	0
Otros ingresos (costo)	\$	0
Ingresos por producción de EL	\$	0
Ingresos y ahorros anuales totales	\$	21,838
Flujo de efectivo neto anual - Año 1	\$	10,677

Figura 74: Parámetros financieros para implementación del proyecto de bajo consumo energético.

Viabilidad financiera		
TIR antes de impuestos - capital	%	29%
MTIR antes de impuestos - capital	%	16.1%
TIR antes de impuestos - activos	%	19.9%
MTIR antes de impuestos - activos	%	13.4%
Pago simple de retorno del capital	año	4.3
Repago - capital	año	3.6
Valor Presente Neto (VPN)	\$	63,229
Ahorros anuales en ciclo de vida	\$/año	7,844
Relación Beneficio-Costo		2.6
Cobertura - servicio de deuda		5.1

Figura 75: Resultados de análisis de factibilidad económica.

En la figura 75, los resultados de flujo de caja se muestra la factibilidad de la inversión para el modelo de gestión para la generación de electricidad mediante paneles solares ya que nos da el resultado con una TIR del 29% y que pueden ser recuperados los costos de instalación y operación en un periodo entre 3.6 a 4.3 años.

El total de ingresos y ahorros anuales calculada fue de \$7844.00 anualmente. Estos ingresos se retornarán como parte de la recuperación de la inversión inicial. Si se toma en cuenta que la tarifa eléctrica sube cada año los ingresos también aumentarán por este rubro.

Se debe recordar que la inversión inicial incluye solo la adquisición de activos fijos y tangibles, diferidos o intangibles necesarios para empezar el proyecto con excepción del capital del trabajo. Por lo tanto, en la simulación de este proyecto no está incluido. Pero es

importante recalcar que en todo proyecto es importante realizar los cálculos de capital humano.

El valor presente neto (VPN) determina el valor de un proyecto sumando todos los flujos de efectivo positivos y negativos, durante toda su vida útil, se tiene un valor positivo de VPN, lo cual indica que los beneficios del proyecto serán mayores que los costos y esto generará un retorno financiero para la organización, por lo tanto, este parámetro indica que el proyecto es financieramente factible.

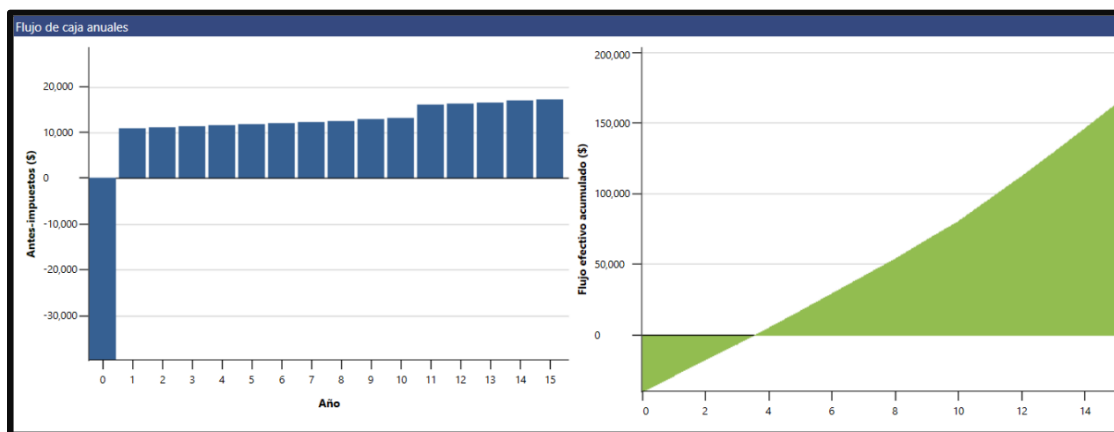


Figura 76: Flujo de caja anuales.

Por su parte, el retorno de la inversión o también conocido como “equity payback” nos indica el tiempo en que tarda la recuperación de la inversión inicial, teniendo en cuenta los flujos de caja de los fondos propios, pero también del apalancamiento (nivel de la deuda); entonces, vemos en la figura 76 que para el tiempo de vida del proyecto que son 15 años, la recuperación de la inversión se daría para el año 3.6 lo que permitiría reinversiones y mejoras en diferentes momentos del resto de la vida útil del proyecto; es por ello que determinamos que existe una viabilidad positiva financieramente para implementar el proyecto.

CONCLUSIONES

- A través del análisis energético en cada una de las áreas de la organización como oficinas, sala de ventas y bodegas, se obtuvieron detalles relevantes de los principales equipos que representan un porcentaje significativo del consumo total de cada área obteniendo un total simulado de 146,552.53 kWh, el cual únicamente presentó una diferencia de un 8% superior a la línea base de 134,069.34 kWh datos tabulados mediante facturas eléctricas de la organización. No obstante, tras implementar propuestas de reducción de consumo, se logró disminuir el consumo anual a 111,077.55 kWh mediante las recomendaciones realizadas, alcanzando una reducción del 17.15% respecto a la línea base. Este análisis evidencia la importancia de desglosar el consumo energético por áreas y demuestra que la aplicación de medidas eficaces, incluso sin costo, puede optimizar significativamente el uso de energía en la institución.
- Mediante la línea base establecida por el registro histórico de facturas eléctricas de la organización se registraron costos de facturación anuales de \$19,044.82 dólares, Al implementar las medidas de ahorro energético con las diferentes propuestas simuladas para el modelo de bajo consumo, los costos se reducen a \$15,807.20 dólares anuales, logrando un ahorro de \$3,237.62 dólares al año. Este resultado se obtiene sin incurrir en gastos adicionales, únicamente con un manejo más eficiente de los equipos de la organización.
- Los principales puntos de mejora en términos de eficiencia energética se identificaron en los equipos de oficina y sala de venta, ya que es donde se tienen más equipos conectados y también, así como de climatización del edificio, los cuales no cuentan con una forma correcta para su uso, sin considerar el confort general de todos los ocupantes del edificio. Mediante los levantamientos de carga eléctricas y simulaciones se determinó que el 44.48% de consumo eléctrico proviene de los equipos de climatización, el 49.70% de los equipos de trabajo, y un 5.82% de equipos de luces, con estos datos se implementaron las medidas propuestas, el consumo anual de los equipos de climatización y oficinas se redujo de 11172.45 KWh/mes a 9256.60 KWh/mes, lo que supone una disminución de 111079.2365 KWh/año.
- Mediante las mediciones con el analizador de potencia MI550 se obtuvo diferentes tipos de registros de potencia de todos los tableros principales que conforman el sistema eléctrico del inmueble, además se logró conocer e identificar los tableros que mayor consumo eléctrico poseen, por lo tanto, se pudo construir una proyección mensual del consumo de los tableros eléctricos, teniendo así que el tablero de luces y tomacorrientes de sala de ventas y oficinas, representa el 45 % del consumo eléctrico total, esto permitió clasificar los equipos que este manejaba según la zona, para poder realizar correctamente las simulaciones.

- El estudio de factibilidad mediante el software de energía limpia, RETscreen, estima un periodo de recuperación de la inversión de 3.6 años. Además, desde el primer año de operación, la empresa reduciría sus costos de facturación en \$1278.46/mes y una reducción anual de \$15,341.16, la factibilidad ambiental de estas medidas energéticas indica que se tendría una reducción de 17.4 tCO₂ anuales, lo que refuerza la factibilidad económica y energética del proyecto.
- La creación de un modelo energético base nos ayudó a identificar áreas de alto consumo, especialmente en los aires acondicionados que son responsables de un uso elevado de energía. Al implementar medidas de bajo consumo sin costos económicos en todas las áreas de la institución, se ha observado un cambio significativo en el consumo energético de estos equipos. Esto no solo resalta la efectividad de las estrategias adoptadas, sino que también se puede realizar una implementación para el ahorro de energía tanto en la iluminación mediante el uso de sensores de movimiento y una gestión más eficiente de los equipos de oficina. En conjunto, estas acciones promueven reducciones notables en los costos operativos, contribuyendo a una operación más sostenible y económica.
- La identificación mediante los perfiles de carga desarrollados, mostraron como opera la organización diariamente en cuanto al uso y tiempo de los equipos eléctricos y uso final de la energía, especialmente debido a que algunos equipos permanecían en modo de reposo, consumiendo electricidad innecesariamente después de la jornada laboral. La propuesta de acciones correctivas, que incluye apagar la mayoría de los equipos al finalizar el día, optimizar el uso de luminarias y sistemas de climatización, no solo contribuirá a una reducción significativa en el consumo energético, sino que también ayudará a disminuir la huella de carbono. Estas medidas son clave para cumplir con los estándares de eficiencia energética, promoviendo un entorno laboral más sostenible y responsable.

BIBLIOGRAFÍA

1. BPU. (s. f.). *¿Qué es una auditoría energética?* BPU. <https://www.bpu.com/espanol/Recursos/IniciativasVerdes/QuéesunaAuditoríaEnergética.aspx>
2. DNV. (s. f.). *Auditoría energética y diagnóstico energético*. DNV. <https://www.dnv.es/services/auditoria-energetica-y-diagnostico-energetico-54024/>
3. Hitachi Air Conditioning. (s. f.). *EER: Relación de eficiencia energética*. Hitachi Air Conditioning. <https://www.hitachiaircon.com/es/glossary/eer-relacion-de-eficiencia-energetica>
4. MiPyMes Gestiona Energía. (s. f.). *Eficiencia energética*. <https://mipymes.gestionaenergia.cl/eficiencia-energetica>
5. Vásquez, R., & González, M. (2019). *Eficiencia energética*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/333089139_EFICIENCIA_ENERGETICA
6. Escandinava de Electricidad. (s. f.). *Etiqueta de eficiencia energética*. Escandinava Electricidad. <https://escandinavaelectricidad.es/blog/etiqueta-de-eficiencia-energetica/>
7. Dirección General de Energía, Hidrocarburos y Minas. (s. f.). *Capacidad instalada*. <https://estadisticas.dgehm.gob.sv/capacidad-instalada/>
8. International Energy Agency. (s. f.). *Energy statistics data browser: El Salvador*. IEA. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=ELSALVADOR&fuel=CO2%20emissions&indicator=TotCO2>
9. Pérez Castro, A. (s. f.). *Análisis energético y propuestas de mejora en una instalación industrial* (Trabajo de fin de grado). Universidad de Sevilla. <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/93122/fichero/TFG-3122+P%C3%89REZ+CASTRO%2C+AMPARO.pdf>
10. Ruiz Sánchez, M. A. (2023). *Estudio de eficiencia energética y sostenibilidad en edificios de uso público*. Universidad de Cantabria. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/30881/448736.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET). (2004). *Normas de calidad de servicio de los sistemas de distribución* (Acuerdo No. 192-E-2004). El Salvador.
12. Del Toro Antúnez, J. (2024, febrero). *Cálculo del ciclo de vida en la construcción*. <https://blog.deltoroantunez.com/2024/02/calculo-ciclo-vida-construccion.html>

13. Guía ISO 50001. (2017). *Línea base e indicadores de desempeño*. Guía ISO 50001. <https://guiaiso50001.cl/guia/wp-content/uploads/2017/05/linea-base-indicadores-de-desempeno-P-3-AP-1.pdf>
14. Provindus. (s. f.). *Cámara termográfica FLIR One Edge Pro*. Provindus. <https://www.provindus.com.py/products/camara-teremografica-flir-one-edge-pro>
15. Canadian Solar. (s. f.). *MaxPower CS6U-P Solar Panel Datasheet*. Solar Electric Supply. https://www.solarelectricsupply.com/media/sparsh/product_attachment/custom/upload/Canadian-Solar-MaxPower-CS6U-P-solar-panel-datasheet.pdf
16. SMA Solar Technology. (2021). *Sunny Tripower Core2 Datasheet*. SMA. <https://files.sma.de/downloads/STP110-60-AFCI-DS-es-21.pdf>
17. El "principio del fin" del petróleo será antes de 2030: la AIE adelanta el pico de demanda de los combustibles fósiles (2023). *Demanda combustible fósil*. <https://www.economista.es/mercados-cotizaciones/noticias/12440449/09/23/el-principio-del-fin-del-petroleo-sera-antes-de-2030-la-aie-adelanta-el-pico-de-demanda-de-los-combustibles-fosiles.html>
18. Del toro y Antúnez ARQUITECTOS. (2024). *Cálculo del Ciclo de Vida en la Edificación*. <https://blog.deltoroantunez.com/2024/02/calculo-ciclo-vida-construccion.html>
19. Bureau of Philippine Standards. (2014). *PNS ISO 50002:2014 – Energy audits: Requirements with guidance for use*. Department of Trade and Industry, Philippines.
20. Hernández, A. O. A., & Hernández, J. A. C. (2014). Propuesta de una normativa para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en el campus central de la Universidad de El Salvador. Universidad de El Salvador.
21. Ramírez, J. J. A., Rivas, J. E. C., & Sarmiento, W. E. R. (2015). Estudio para el Ahorro de energía eléctrica en el Campus Central de la Universidad de El Salvador, elaboración de proyectos de Eficiencia Energética. Universidad de El Salvador
22. Roberto Balmore Galán Parras (2014), “Estudio de demanda energética utilizando software y hardware libre en el Edificio de Ingeniería Industrial, UES”, San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador.
23. Rodrigo Cuevas Villafranco (2024), “ANÁLISIS ENERGÉTICO CON ÉNFASIS EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS CENTROS URBANOS DE BIENESTAR Y OPORTUNIDADES, CUBO: ESTUDIO DE CASO MEJICANOS, SAN SALVADOR”, San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador.
24. BATRES, D. E., JOYA, W. E. (2024). INDICADORES ENERGÉTICOS PARA LA APLICACIÓN DE LA NORMA ISO 50001 DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN EL EDIFICIO DE UNIDAD DE BIBLIOTECA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA

ORIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. San Salvador, El Salvador:
Universidad de El Salvador.

25. Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET). (2017). *Norma para usuarios finales productores de Energía Eléctrica con Recursos Renovables* (Anexo I del Acuerdo No.367-E-2017) El Salvador.
26. ANSI/ASHRAE Standard 55 (2017) Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
27. *Superintendencia general de electricidad y telecomunicaciones (siget)*
<https://www.siget.gob.sv/gerencias/electricidad/tarifas-de-electricidad/tarifas-de-electricidad-ano-2024/>

ANEXOS

- **Anexo No 1: Facturas de Energía Eléctrica, Planos De la Institución (Proporcionados por la institución), Trabajo de Campo (Medición de Parámetros eléctricos y Levantamiento de Cargas).**

https://drive.google.com/file/d/1AVLN2wvqUZV8ZjD5RHqI2nU1PjzfAQ1x/view?usp=drive_link

- **Anexo No. 2: Propuesta de implementación de un sistema fotovoltaico para el modelo de bajo consumo.**

<https://drive.google.com/file/d/1s3cLBjVRjlpAM54nqRrVGGRFvYWYD9pff/view?usp=sharing>

- **Anexo No. 3: Ficha técnica de paneles solares e inversores utilizados.**

https://drive.google.com/file/d/1NAglYGZp-fDPpHS1eaJoUfIdPKyvmiAA/view?usp=drive_link

- **Anexo No. 4: Modelado en OpenStudio.**

https://drive.google.com/file/d/1aHS5dRqAVLfjWcQoFyj2GAPCyj2kX288/view?usp=drive_link

- **Anexo No. 5: Estudio de Calidad de Energía en el Inmueble.**

https://drive.google.com/file/d/1JWLv-LDteV20u6NS83NUBN-pCYSIXWWf/view?usp=drive_link

- **Anexo No. 6: Levantamiento en AutoCAD del Inmueble.**

https://drive.google.com/file/d/1OEeMEfI80SbqmEGqAUNE2q_FAFLDIIum/view?usp=sharing