



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>

Nota Técnica | Technical Report

Estudio del impacto del tratamiento térmico en los Indicadores de Desempeño Energético (IDE) en edificios municipales

Study of the impact of thermal treatment on Energy Performance Indicators (EPI) in municipal buildings

Gerardo Guerrero¹, Julio Flores¹

Correspondencia:
gb17002@ues.edu.sv

¹ Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador

RESUMEN

se aborda la mejora de los Indicadores de Desempeño Energético (IDE) en los edificios municipales de El Salvador. Se describe la comparativa de los IDE actuales con los proyectados, analizando el consumo de energía y las emisiones en relación con el área y el personal de los edificios. Se presentan cifras promedio y gráficos que ilustran la evolución de los IDE anuales de energía consumida por área y por persona en diferentes municipios, permitiendo identificar áreas de mejora. Además, se destacan las medidas propuestas para reducir el consumo energético y mejorar la gestión de la energía en los edificios municipales, enfocándose en la actualización de sistemas de iluminación, la optimización de equipos, la gestión inteligente de energía y el aislamiento térmico. Estas acciones se fundamentan

DOI: [10.5377/revminerva.v7i3.18912](https://doi.org/10.5377/revminerva.v7i3.18912)

Enviado: 3 de marzo de 2024
Aceptado: 20 de marzo de 2024

Palabras clave: IDE, consumo de energía, emisiones de carbono, eficiencia energética, estrategias de mejora.

Keywords: EnPI, energy consumption, carbon emissions, energy efficiency, improvement strategies.



Este contenido está protegido bajo la licencia CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

en estándares reconocidos internacionalmente, como las normas ISO 50000, garantizando la alineación con prácticas efectivas para impulsar la eficiencia energética y la reducción de emisiones de carbono.

ABSTRACT

This paper addresses the improvement of Energy Performance Indicators (EnPI) in municipal buildings in El Salvador. It describes the comparison between current EnPIs and projected ones, analyzing energy consumption and emissions in relation to building area and personnel. Average figures and graphs illustrating the evolution of annual EnPIs of energy consumed per area and per person in different municipalities are presented. Additionally, proposed measures to reduce energy consumption and improve energy management in municipal buildings are highlighted, focusing on updating lighting systems, optimizing equipment, smart energy management, and thermal insulation. These actions are based on internationally recognized standards such as ISO 50000, ensuring alignment with effective practices to promote energy efficiency and reduction carbon emission.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética se refiere a la capacidad de obtener los mejores resultados en cualquier actividad utilizando la menor cantidad posible de recursos energéticos. Implica reducir el consumo de energía y los posibles impactos ambientales asociados a su uso. Por otro lado, el desempeño energético se define como los resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de energía en instalaciones, sistemas, procesos y equipos. Es una medida cuantitativa que evalúa el rendimiento energético de una organización y se utiliza como indicador de su eficiencia en el uso de la energía.

La Norma Técnica Salvadoreña NTS ISO 50001:2011, que se basa en la Norma Internacional ISO 50001 sobre Sistemas de Gestión de la Energía, fue difundida por el Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN) el 27 de febrero de 2014 en El Salvador. Esta normativa establece los requisitos y directrices para implementar un Sistema de Gestión de la Energía en organizaciones salvadoreñas, con el objetivo de

mejorar la eficiencia energética y promover prácticas sostenibles en el uso de la energía.

El estudio consiste en un análisis comparativo del consumo de energía eléctrica en edificios municipales específicos, centrándose en la propuesta de alternativas para mejorar la eficiencia energética. Las limitaciones del estudio se relacionan con la poca disponibilidad de información durante el levantamiento de datos, lo que impidió la elaboración de un diagrama detallado de las instalaciones y la consideración exhaustiva de todas las cargas necesarias.

Las propuestas de mejora tienen como objetivo principal reducir el consumo de energía y mejorar la eficiencia energética en los edificios municipales. Esto se lograría mediante la actualización de sistemas de iluminación a tecnología LED, la optimización de equipos para un mayor rendimiento energético, la implementación de una gestión inteligente de la energía, el aislamiento térmico para mitigar pérdidas de energía, la integración de fuentes de energía renovable y la realización de programas de concientización sobre el uso eficiente de la energía.

Estas medidas no solo contribuirían a un ahorro económico para las alcaldías, sino que también ayudarían a reducir las emisiones de CO₂ y promover prácticas más sostenibles en el uso de la energía.

El aislamiento térmico se considera una de las mejores propuestas de mejora en eficiencia energética debido a su capacidad para reducir las pérdidas de energía a través de las paredes, techos y ventanas de un edificio.

Durante el estudio se realizó una simulación utilizando el software 'CYPETHERM HE Plus'. En este proceso, se desarrolló un modelo arquitectónico representativo de un edificio de oficinas, se definieron las características térmicas de los materiales constructivos y se agregaron los sistemas de aire acondicionado. El software utilizó 'Energy Plus' como motor de cálculo para determinar el impacto del aislamiento térmico en la demanda energética del sistema de aire acondicionado.

Se presentan los resultados obtenidos tras la

implementación de medidas de mejora del desempeño energético en los edificios municipales. Se destacan los siguientes puntos clave: identificación de oportunidades de mejora, estimación de consumo de energía ajustado y análisis de indicadores de desempeño energético. Se destaca la importancia del aislamiento térmico y otras medidas de eficiencia energética en la optimización del consumo de energía en los edificios municipales, evidenciando los beneficios tanto económicos como ambientales de estas acciones.

Fundamentación Teórica

Normas ISO 50000

Conjunto de normas internacionales que proporcionan un marco sólido para abordar eficientemente la gestión de la energía, asegurando que las medidas propuestas estén alineadas con estándares reconocidos a nivel mundial en el ámbito de la eficiencia energética.

Sistemas de gestión de energía

Un Sistema de Gestión de Energía (SGE) es un conjunto de procesos y procedimientos que una organización implementa para gestionar de manera eficiente su consumo energético y promover la mejora continua en este aspecto. El SGE se basa en la norma ISO 50001, la cual establece los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de energía.

Algunos de los objetivos principales de un SGE son:

- Identificar y controlar los aspectos energéticos significativos de la organización.
- Establecer metas y objetivos de mejora en el desempeño energético.
- Implementar acciones para optimizar el uso de la energía y reducir los costos asociados.
- Monitorear y medir el desempeño energético de forma regular.
- Realizar auditorías energéticas para identificar oportunidades de mejora.
- Promover la concienciación y capacitación del personal en temas de eficiencia energética.

Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE)

Es una técnica utilizada en la mejora de la eficiencia energética de edificaciones. Consiste en la aplicación de un aislamiento térmico en la envolvente exterior de un edificio, lo que contribuye a reducir las pérdidas de calor en invierno y a mantener una temperatura interior confortable en verano.

El SATE puede lograr ahorros significativos en el consumo de energía para calefacción y refrigeración, mejorando así el desempeño energético de la edificación. Además, este sistema puede proporcionar beneficios adicionales como la protección contra la humedad y la mejora del confort térmico en el interior de los espacios habitables.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

En el estudio anterior "Línea de consumo base de electricidad en edificios administrativos municipales en El Salvador" se recolectaron datos relacionados con el consumo de energía, la eficiencia energética y el desempeño energético de los edificios municipales, es decir, el edificio administrativo de las alcaldías. Estos datos incluyeron información sobre el consumo energético y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), los indicadores de desempeño energético y las oportunidades de mejora identificadas en los edificios municipales.

En cuanto a las alcaldías que se retoman en el actual estudio se consideran los edificios administrativos municipales de Tejutla, San Martín, Sensuntepeque, Guazapa y Verapaz. Cada alcaldía representaba un caso de estudio para evaluar su consumo de energía, identificar oportunidades de mejora y proponer medidas específicas para aumentar la eficiencia energética en sus edificios.

Para ello, se realizó la solicitud de visitar las instalaciones de las alcaldías municipales y realizar un levantamiento de carga. Este proceso implicó recopilar información detallada sobre la potencia de los equipos eléctricos, de los sistemas de iluminación, aire acondicionado, equipos de oficina y otros dispositivos eléctricos presentes en los edificios. En ninguno de los casos fue posible realizar ningún tipo

de medición debido al tiempo limitado de las visitas y a no poder suspender el servicio eléctrico.

En conjunto con los datos de las facturas eléctricas, este levantamiento de carga proporciona una base sólida para evaluar el consumo de energía, identificar posibles áreas de mejora y desarrollar estrategias efectivas para optimizar el desempeño energético de las alcaldías municipales.

Debido a la utilización de las facturas como referencia del consumo de energía, se consideran las cargas aguas abajo del medidor de energía o dentro de los edificios administrativos de las municipalidades. Debido a la imposibilidad de realizar un diagrama unifilar e identificar la precedencia de los alimentadores que llegan a las cargas, solo se tomaron en cuenta las cargas instaladas dentro de los edificios, por tanto, no se puede asegurar que se han considerado la totalidad de cargas.

Para poder comparar y evaluar el desempeño energético actual de los edificios municipales, es fundamental obtener y calcular los indicadores de desempeño energético de la situación actual. Estos indicadores proporcionarán información clave sobre el consumo de energía, las emisiones de CO₂ y la eficiencia energética.

Algunos de los indicadores de desempeño energético que se pueden calcular incluyen:

Consumo de energía por área (kWh/m²): este indicador permite evaluar la eficiencia energética de un edificio en función de su tamaño, mostrando cuánta energía se consume por unidad de superficie.

Emisiones de CO₂ por área: este indicador muestra la cantidad de emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de energía en un edificio, lo que permite evaluar el impacto ambiental de las operaciones.

Para evaluar el impacto que tendría la implementación del tratamiento térmico, en este caso, como la propuesta con mayor impacto en la eficiencia energética de los edificios municipales, se llevó a cabo una simulación. Esta simulación permite medir, de manera virtual, cómo afectaría la eficiencia

energética de los edificios la aplicación de esta medida específica.

Una vez realizada la simulación y obtenidos los resultados, se procede a comparar la situación actual de los edificios municipales con la situación posterior, en la cual se ha implementado el tratamiento térmico. Esta comparación se basa en los indicadores de desempeño energético calculados previamente, como el consumo de energía por área y las emisiones de CO₂.

Para realizar la simulación del impacto que tendría la implementación del tratamiento térmico, se utilizó el software CYPETHERM HE Plus. Este software permite realizar cálculos detallados de la demanda energética de los edificios, considerando diferentes escenarios y medidas de eficiencia energética.

El proceso de simulación implicó los siguientes pasos:

- Desarrollo de un modelo arquitectónico representativo de los edificios municipales.
- Carga del modelo arquitectónico en formato IFC (formato de archivo 3D) en el software CYPETHERM HE Plus.
- Definición de las características térmicas de los materiales constructivos y agregado de los sistemas de aire acondicionado en el software.
- Cálculo de los indicadores energéticos a través del software que utiliza Energy Plus como motor de cálculo.
- Importación de materiales desde librerías para analizar su desempeño y realizar la simulación.

Mediante esta simulación con el software CYPETHERM HE Plus, se pudo evaluar de manera precisa el impacto que tendría la implementación del tratamiento térmico en los edificios municipales, permitiendo calcular el ahorro energético esperado y comparar los resultados con la situación actual para determinar la eficacia de la medida propuesta.

RESULTADOS

Durante las visitas de campo realizadas en las distintas alcaldías se extrajeron datos del área total de la edificación, cantidad de personas que hacen uso de las instalaciones, carga eléctrica, datos eléctricos de equipos instalados, horarios de atención de los edificios y horarios de funcionamiento de los equipos relevantes (Tabla 1). Todos estos datos sirven para estimar la energía consumida por la edificación y calcular indicadores de desempeño energético. También en el cálculo de energía consumida por las cargas se utilizaron factores de diversidad y factores de demanda según el IEC 60439 (International Electrotechnical Commission) y el NEC 2008 (National Electric Code).

Potencia demandada y consumo energético

La Tabla 2 presenta la carga segmentada en iluminación, puestos de trabajo (computadoras de escritorio), aire acondicionado y cargas varias (donde se incluyen refrigeradoras, microondas y otros electrodomésticos). Se presenta también un estimado de consumo de energía anual por tipo de carga (Tabla 3).

Para el cálculo de energía se consideran los factores de diversidad correspondientes, para iluminación '0.9', para carga variada '0.2' que corresponde a equipos de carga discontinua, para puestos de

Tabla 1

Valores promedio de las alcaldías

Valores promedio	
Área promedio	948.46 m ²
Cantidad de personas promedio	74
Carga diversificada promedio	65 kW

Tabla 2

Carga promedio de las alcaldías por tipo de carga

Tipo de carga	kW
Carga de Iluminación	3.64
Carga de Puestos de Trabajo	9.40
Carga de Aire Acondicionado	40.81
Carga Varía	11.16

Tabla 3

Consumo de energía promedio de las alcaldías por tipo de carga situación actual

Tipo de carga	kWh
Energía de iluminación	6151
Energía de puestos de trabajo	9452
Energía de aire acondicionado	33519
Energía varía	2511

trabajo '0.6' y para equipos de aire acondicionado '0.7' respectivamente, así como jornadas laborales de 8 horas.

En las Figuras 1 y 2 se muestra la distribución porcentual de carga y energía, se puede observar que el 62.78 % de la carga total corresponde al aire acondicionado, siendo así, la carga más significativa. Una reducción en el consumo de aire acondicionado tendría un impacto considerable en el consumo total de la edificación.

Emisiones de dióxido de carbono (CO₂)

A partir de los datos de consumo de energía mostrados en el literal anterior se pueden estimar las emisiones de CO₂ de las alcaldías, utilizando el software RETScreen se obtiene un factor de 0.262kgCO₂/kWh emisiones para la electricidad en El Salvador (Tabla 4).

Figura 1

Distribución de carga promedio de alcaldías

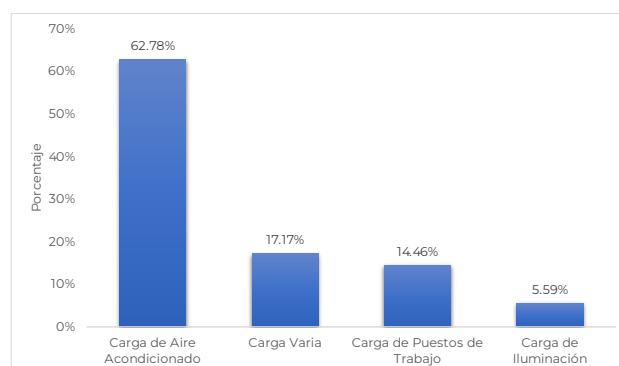


Figura 2

Distribución de consumo de energía promedio de alcaldías situación actual

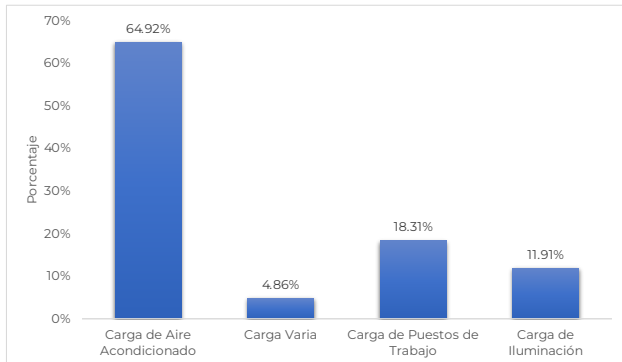


Tabla 4

Consumo de energía y emisiones de CO2 promedio por tipo de carga situación actual

Tipo de carga	kWh	kgCO2
Energía de iluminación	6151	1611.56
Energía de puestos de trabajo	9452	2476.42
Energía de aire acondicionado	33519	8781.98
Energía varía	2511	657.88

IDE de los edificios municipales

Para analizar el desempeño energético de los edificios municipales que forman parte del estudio se definen los siguientes indicadores:

Densidad de energía consumida (DEC): es la proporción entre la cantidad de energía eléctrica que se consume en el edificio durante un año y el área total de la edificación, se mide en kWh/m².

Densidad de emisiones de dióxido de carbono (DECO₂): es la proporción entre la cantidad total de emisiones de dióxido de carbono producto del consumo de electricidad del edificio durante un año y el área total de la edificación, se mide en kgCO₂/m².

La DEC promedio en los edificios municipales es de 53.86kWh/m², en el caso de la densidad de emisiones la DECO₂ es de 14.11 kgCO₂/m².

Oportunidades de mejora del desempeño energético

El enfoque óptimo para mejorar el desempeño energético en los edificios municipales conlleva

la mejora de la eficiencia energética, así que para reducir el consumo de energía de los edificios se deben adoptar medidas que ayuden a reducir dicho consumo, sin perjudicar las actividades diarias ni el personal ni los visitantes.

Para ello se observó que los sistemas que tienen un mayor impacto en el consumo de energía son los sistemas de iluminación y sobre todo en los sistemas de aire acondicionado. Para obtener los mejores resultados estos deberían contar con un mantenimiento regular, ser instalados según las condiciones del fabricante y siguiendo las pautas de las normativas correspondientes.

El sistema que tendrá mayor impacto es el de aire acondicionado, ya que es el que presenta más consumo de energía y ninguno de los edificios municipales visitado tenía un sistema de aislamiento térmico, por lo que los edificios tienen puntos donde hay fugas térmicas y los equipos de aire acondicionado trabajan más tiempo del necesario.

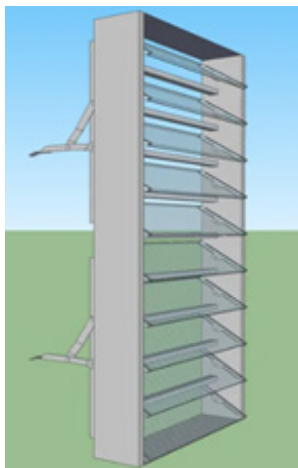
Oportunidades de mejora en edificios municipales

Las paredes, pisos y techos sin tratamiento térmico conllevan a pérdidas de energía, para mitigar las pérdidas estos elementos deben recibir un tratamiento térmico, por lo menos la envolvente del edificio. Un punto importante para solventar este problema es cambiar las ventanas celosía (Figura 3), ya que representan un puente térmico, por tanto, se recomienda cambiarlas por ventanas de cámara de vacío, que ofrecen un buen nivel de aislamiento y permiten el ingreso de luz natural. Adicionalmente se recomienda la instalación de planchas de poliestireno extruido (EPS) en conjunto con el sistema SATE.

El sistema de aislamiento que se propone implementar es el sistema SATE, ya que, si se instala en exteriores, se puede reducir el consumo de energía hasta un 30 % del total de energía consumido, dependiendo de las instalaciones existentes. Este porcentaje de ahorro energético se puso a prueba utilizando el módulo de CYPETHERM HE Plus para el cálculo de la demanda energética por el sistema de aire acondicionado. El flujo de trabajo fue el siguiente:

Figura 3

Referencia de ventanas de celosía



Se desarrolló un modelo arquitectónico representativo de los edificios municipales.

En CYPETHERM HE Plus se carga el modelo arquitectónico en formato IFC, se importa el archivo de clima que utilizará el software (en este caso se usó el Ilopango 2003-2017).

En CYPETHERM HE Plus se definen las características térmicas de los materiales constructivos y se agregan los sistemas de aires acondicionados. El programa tiene un apartado para realizar el cálculo de indicadores energéticos (el software utiliza Energy Plus como motor de cálculo).

Desde el programa se pueden importar materiales que los proveedores incluyen en librerías para analizar

el desempeño de los mismos, para el caso particular de la simulación se agregó 10 cm de Grafipol TR-SATE de Grupo Valero como aislamiento exterior en todas paredes y 5 cm de EPS directamente en la parte interior de la losa del techo.

Se exportan hacia CYPETHERM Improvement Plus dos archivos: uno con la condición actual de la edificación y otra considerando el aislamiento térmico.

Los resultados muestran en la Figura 4, el consumo de energía primaria pasa de 63.61kW/m² a 50.82kW/m², esto representa una disminución del 20 % de la cantidad de energía que se consume por metro cuadrado.

En el caso específico del consumo de energía en refrigeración el consumo inicial de energía es de 43.10kW/m² y luego de aplicar el aislamiento se reduce a 30.31kW/m²; esto representa una reducción del 29.67 %. Este valor coincide con el propuesto por proveedores locales. Por consiguiente, al aplicar este método de aislamiento en los edificios municipales, se considerará una disminución del 25 % en el consumo de energía eléctrica en los sistemas de aire acondicionado.

Consumo de energía ajustado e IDEs

Se calcula nuevamente el consumo de energía de las instalaciones bajo la suposición que los edificios municipales no han cambiado su carga instalada y se

Figura 4

IDES de remodelación de un local de ejemplo CYPETHERM Plus situación actual contra implementación de SATE + EPS

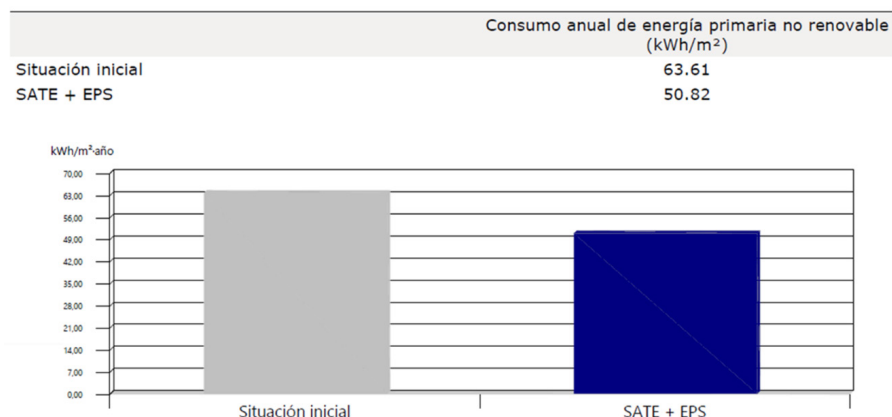
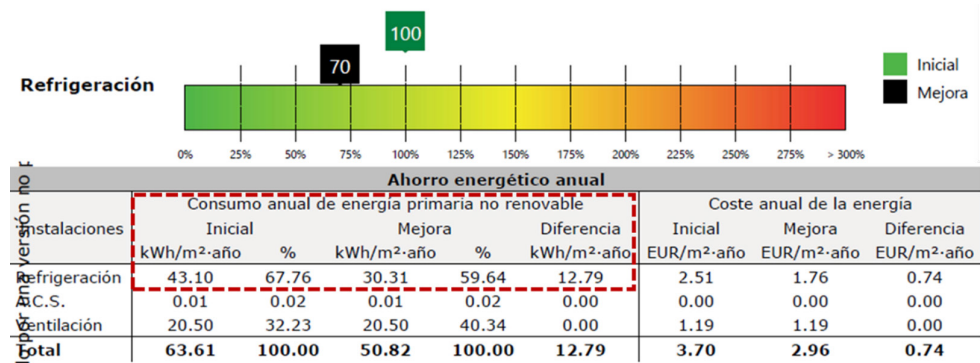


Figura 5

Comparativa del consumo de energía (kWh/m²) en condición actual y aplicando aislamiento térmico en paredes y techos



realizó el tratamiento térmico necesario para reducir el consumo de energía del sistema de aire en un 25 %. Teniendo eso en cuenta se muestran los nuevos porcentajes de consumo de energía según el tipo de carga para cada uno de los edificios municipales (Figura 6).

La nueva DEC promedio simulada en los edificios municipales es de 45.21kWh/m², en el caso de la densidad de emisiones la DECO₂ es de 11.85 kgCO₂/m² (Tabla 5).

Figura 6

Distribución de consumo de energía promedio de alcaldías simulada

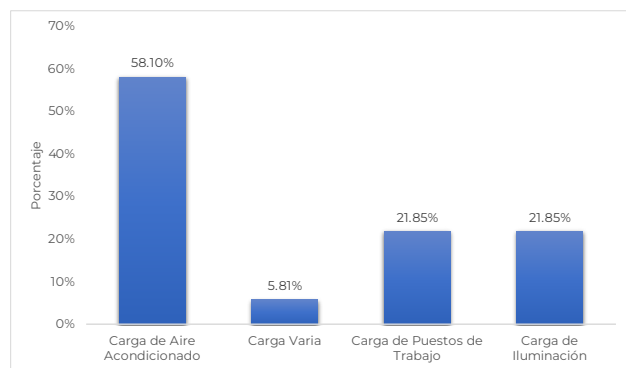


Tabla 5

Consumo de energía y emisiones de CO₂ promedio por tipo de carga posterior al tratamiento

Consumo	kWh	kgCO ₂
Energía de iluminación	6151	1611.56
Energía de puestos de trabajo	9452	2476.42
Energía de aire acondicionado	25139	6586.48
Energía varía	2511	657.88

CONCLUSIONES

Las estimaciones basadas en los datos recolectados revelan que, en promedio, el 62.78 % del consumo total de energía eléctrica en las alcaldías corresponde a cargas de aire acondicionado, un 5.59 % se destina a la iluminación, mientras que un 14.46 % se utiliza para equipos como computadoras en puestos de trabajo y el restante 17.17 % se distribuye en diversos equipos y electrodomésticos.

Las propuestas presentadas se centran en mejorar la eficiencia energética de los edificios municipales, buscando no perjudicar a los ocupantes. Se llevó a cabo un análisis exhaustivo del tratamiento térmico de los edificios, ya que se identificó que este aspecto tendría el mayor impacto en el consumo energético. Además, este enfoque permite un diseño posterior que cumpla con los requisitos propuestos, asegurando una mejora significativa en la eficiencia.

Al aplicar un tratamiento térmico a las paredes exteriores con el sistema SATE, la densidad de energía total consumida por metro cuadrado se reduce de 53.86kWh/m² a 45.21kWh/m², lo que representa una disminución del 16 % de este indicador de desempeño energético.

RECOMENDACIONES

Para obtener un análisis detallado de los resultados individuales de las alcaldías consideradas en el estudio, se recomienda revisar la tesis titulada "Plan de mejora del desempeño energético en edificios

municipales”.

Incluir un mayor número de edificios municipales en el análisis para obtener una visión más completa del panorama energético y poder identificar tendencias y patrones en el consumo de energía.

Solicitar un permiso para ingresar a las instalaciones que permita elaborar un diagrama unifilar del lugar y ubicar un analizador de redes para obtener datos detallados del consumo de energía y horas pico de consumo.

Establecer sistemas de gestión energética en los edificios municipales para monitorear y controlar de manera eficiente el consumo de energía, identificar áreas de mejora y optimizar el rendimiento energético.

Considerar la integración de fuentes de energía renovable, como paneles solares o sistemas de energía eólica, para reducir la dependencia de combustibles fósiles y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Evaluar el retorno de inversión de las medidas de eficiencia energética implementadas para demostrar los beneficios económicos a largo plazo y justificar nuevas inversiones en este ámbito.

REFERENCIAS

- Organización Internacional de Normalización. (2011). *Sistemas de gestión de la energía — Requisitos con orientación para su uso (ISO 50001:2011(es))*. El Salvador. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50001:ed-1:v1:es>
- Organización Internacional de Normalización. (2018). *Sistemas de gestión de la energía — Requisitos con orientación para su uso (ISO 50001:2018(es))*. El Salvador. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50001:ed-2:v1:es>
- CYPE Software. (2023). *CYPETHERM HE Plus (software)*. CYPE; CYPE Ingenieros, S.A. El Salvador. Disponible en: <https://info.cype.com/es/software/cypetherm-he-plus/>
- NREL, DOE National Laboratories, academic institutions, and private firms. (2023). *EnergyPlus (software)*. U.S. Department of Energy's. El Salvador. Disponible en: <https://energyplus.net/downloads>
- CNE, GEF, & PNUD. (2017). *Dirección de Eficiencia Energética Programa de Eficiencia Energética en Edificios Públicos*. El Salvador. Disponible en: <https://estadisticas.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2017/09/manual-sobreinforme-de-diagnosticos-energeticos-en-hospitales.pdf>
- CNE. (2017). *Manual de recomendaciones para el uso eficiente de la energía en el gobierno central*. El Salvador. Disponible en: <https://estadisticas.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2017/09/manualrecomendaciones-para-el-uso-eficiente-de-la-energia-en-el-gobierno.pdf>
- International Electrotechnical Commission. (2009). *IEC 60439-1:1999 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*. El Salvador. Disponible en: <https://webstore.iec.ch/publication/16182>
- National Fire Protection Association. (2008). *NFPA 70 – National Electric Code (NEC 2008)*. El Salvador. Disponible en: <https://www.nfpa.org/es/product/codigo-nfpa-70/p0070code/nfpa-70-national-electrical-code-nec-2008/7008sbpdf>
- Cortez Martínez, K. K., González Nolasco, S. J., Guillén Ramírez, E. A., & Pereira Peña, B. A. (2023). *Línea de consumo base de electricidad en edificios administrativos municipales en El Salvador (tesis)*. Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/30059/1/LINEA%20DE%20CONSUMO%20BASE%20DE%20ELECTRICIDAD%20EN%20EDIFICIOS%20ADMINISTRATIVOS%20MUNICIPALES%20DE%20EL%20SALVADOR.pdf>
- The RETScreen Clean Energy Management Software platform. (2023). *RETScreen (software)*.

RETScreen Innovation Labs. El Salvador.
Disponible en: [https://natural-resources.
canada.ca/maps-tools-and-publications/
tools/modelling-tools/retscreen/7465](https://natural-resources.canada.ca/maps-tools-and-publications/tools/modelling-tools/retscreen/7465)

CYPE Software. (2023). CYPETHERM Improvements
Plus (software). CYPE; CYPE Ingenieros, S.A.
El Salvador. Disponible en: [https://info.cype.
com/es/software/cypetherm-improvements-
plus/](https://info.cype.com/es/software/cypetherm-improvements-plus/)