

Oportunidades de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica en edificios antiguos e históricos

Opportunities for savings and efficient use of electrical energy in heritage and historical buildings

Jesús Martínez Patiño¹, Itzel Alejandra Ruelas Cárdenas², Martha Naomi Servín Montenegro³, Karla Mónica Landeros Salazar⁴.

^{1,2,3,4} Departamento de Ingeniería Eléctrica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato
jesusmp23@correo.mx¹, ia.ruelascardenas@ugto.mx², mn.servinmontenegro@ugto.mx³, km.landerossalazar@ugto.mx⁴.

Resumen

Los edificios antiguos pueden tener la característica de ser históricos por una o múltiples situaciones, por lo que, en su análisis de consumo de energía eléctrica y propuesta de ahorro y uso eficiente de la electricidad, es necesario tener en cuenta estas dos condiciones: antiguo e histórico. Este análisis energético debe considerar vejez de la instalación eléctrica y de los equipos-dispositivos que consumen electricidad, por lo que se percibe un potencial de reducción de este energético. A través del presente trabajo se abordan las características de este tipo de inmuebles y las áreas de mejora en el ámbito eléctrico, cuidando de manera especial las condiciones de infraestructura, diseño arquitectónico y, en determinados casos, bienes de arte al interior de los edificios antiguos e históricos. Con el caso de estudio se realizan propuestas de mejora que logran alcanzar porcentajes de reducción de electricidad, además de mejorar la seguridad eléctrica del inmueble.

Palabras clave: ahorro, electricidad, eficiencia, rehabilitación

Introducción

En todo el territorio mexicano existe un gran legado histórico que se muestra a través de sus edificios donde se exhiben los cambios socioeconómicos, políticos y culturales de siglos atrás (López, M. R. S., 2000). Por lo que la antigüedad del edificio y las características arquitectónicas pueden cambiar e incluso ser únicas. De manera particular en el estado de Guanajuato hay este tipo de edificios donde existen estudios recientes donde detallan el potencial y las cualidades restauradoras de los mismos (Pérez, M. Á. T., & Soto, J. M.; 2024), dividiéndolos en tres categorías: templos de adoración, lugares históricos, y plazuelas y callejones. Dicho estado es una combinación de entornos urbanos con este tipo de inmuebles inmersos de forma dispersa y en pocas ocasiones de manera conjunta. Existen casos (Nieto, J. C.; 2001) en que la restauración de estos edificios va en contraste con devolver la armonía del inmueble, convirtiéndolo en usos de oficinas de gobierno u otros usos en un contexto de edificio civil.

Debido a estas condiciones en este tipo de edificios antiguos generalmente se busca su restauración cuidando múltiples detalles, entre ellos, el tema del suministro (la instalación eléctrica) y consumo electricidad, del cómo se encuentran y del cómo se encontrarán una vez realizada la remodelación.

En este contexto se presenta un caso de estudio para mejorar las instalaciones eléctricas de un edificio antiguo e histórico en México aplicando técnicas de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica en un marco de no incidir en sus características propias del inmueble (arquitectura y uso de espacios); brindando la oportunidad de reducir el consumo de electricidad de este y a la vez, mejorando sustancialmente la seguridad de las instalaciones eléctricas.

Características de los edificios antiguos e históricos

Según reportes internacionales (SHAIENDRA, 2013) es sabido que los edificios consumen alto porcentaje de energía tanto térmica como eléctrica; pero, además si le sumamos que son antiguos es altamente probable que consuman más energía que un edificio más moderno; esto debido a sus características de diseño, construcción y envejecimiento de su instalación eléctrica, entre otros motivos (Calleja Rodríguez, G., 2015). Por lo tanto, es posible que en este tipo de edificios tengan un potencial de ahorro de energía tanto en su instalación eléctrica como en el cambio de dispositivos y equipos que consumen electricidad. Pero habrá que considerar las limitaciones que se pueden tener en cuanto a que, debido a que es un edificio histórico se deben de cuidar aspectos de su construcción e incluso el tipo de iluminación para

el caso que haya algún tipo de arte que requiera condiciones especiales (Gaxiola, C. B., 2021). Aunado a lo anterior, también es posible encontrar en su infraestructura detalles de madera con los cuales se debe de tener cuidado en la instalación eléctrica en el caso de un rediseño de esta.

Una intervención en el ámbito energético se da como consecuencia de una renovación o rehabilitación de este tipo inmuebles (Gregório, Vera y Seixas, J. 2017) (Borbolla Gaxiola, C. 2017) (Curtis, R. 2016), o incluso en el cambio del tipo de uso, por ejemplo; pueden cambiar de inmuebles para uso de culto religioso a oficinas de gobierno, escuelas o de uso civil; o también de uso civil (“antiguas casonas”) a uso de oficinas de gobierno; entre otros ejemplos.

Características del consumo energético

Para conocer el consumo energético de un inmueble se puede realizar una simulación que contempla las características térmicas y eléctricas del uso de la energía; lo cual puede ayudar a tener un modelo energético. Por lo tanto, se puede dividir el consumo térmico del eléctrico en el edificio; por lo que respecta a este estudio, solamente se analizará los consumos de energía eléctrica. En este contexto, también es importante citar, que para este tipo de análisis es posible hacer simulaciones en el ámbito eléctrico en el contexto de la iluminación para calcular los luxes adecuados para cada espacio.

Caso de estudio

Para el caso de estudio se analiza un edificio que contiene ambos elementos antiguo e histórico, su uso inicial era una hacienda de más de tres siglos atrás; el día hoy es un inmueble de oficinas administrativas para uso universitario en el estado de Guanajuato. Se seguirá una serie de pasos para un diagnóstico energético de primer nivel donde, en donde primeramente se expondrán sus características de consumo de electricidad a través de un análisis de facturación para conocer las condiciones tarifarias; posteriormente se realizará un censo de carga para conocer las características de consumo de electricidad, seguido de un recorrido para identificar áreas de mejora en las instalaciones tales como malas conexiones e identificación y eliminación de puntos calientes (con el uso de una cámara termográfica).

El inmueble cuenta con una Tarifa Gran Demanda Media Tensión Ordinaria (GDMTO) debido a sus dimensiones y de los equipos-dispositivos que consumen electricidad; siendo una tarifa que constituye sus costos en energía (kWh) y potencia de la demanda máxima (kW); siendo estos los costos ordinarios, además de la suma de otros costos como son: 2% de Baja Tensión, Derecho de Alumbrado Público (DAP) (impuesto municipal); Impuesto al Valor Agregado (IVA) (impuesto federal del 16%).

Una vez conocida el tipo de tarifa (GDMTO) se muestra en la Tabla 1 los consumos realizados durante los últimos 12 meses del periodo de agosto del año 2023 a julio del presente año, es importante precisar que aparece el mes de julio de este año considerando que la facturación se realiza durante el día 5 de junio al 5 julio, considerando ya el mes de julio, aunque solamente hayan sido 5 días de consumo y más días del mes de junio. De esta tabla se puede identificar puntos importantes a considerar; como lo es, el promedio de los últimos 12 meses de consumo de electricidad: 3,310 kWh; el promedio del factor de potencia máximo: 8.66 kW (considerando el entero de 9 kWh). Otros dos datos por resaltar son los 3,839 kWh durante el julio de 2024 siendo el mes donde mayor consumo de electricidad se ha tenido en este periodo de tiempo; así también el mes de enero con 2,430 kWh siendo el mes con menor consumo de electricidad. Estos dos últimos datos se revisarán y comentarán en el apartado de resultados del presente trabajo.

Como se ha citado, el censo de carga realizado nos proporciona datos importantes, la sumatoria de la potencia de los equipos-dispositivos instalados en el inmueble y se hace un aproximado de la cantidad del tiempo de uso dándonos de igual manera la cantidad de energía durante un lapso; en este caso durante un mes debido al tipo de tarifa. La Tabla 2 muestra el censo de carga realizado resaltando los conceptos de iluminación, equipo de cómputo, equipos de aire acondicionado, equipos de refrigeración y otros equipos; resultando la sumatoria de la carga un total de 23.22 kW.

Tabla 1. Historial de consumo de energía (kWh), demanda máxima de potencia (kW) mensual durante el periodo agosto del año 2023 a julio de 2024

Año	Mes	kW	kWh
2023	Agosto	8	3,377

2023	Septiembre	10	3,652
2023	Octubre	8	3,049
2023	Noviembre	9	3,564
2023	Diciembre	9	3,160
2024	Enero	7	2,430
2024	Febrero	7	2,661
2024	Marzo	8	3,163
2024	Abril	10	3,788
2024	Mayo	10	3,671
2024	Junio	8	3,367
2024	Julio	10	3,839

Tabla 2. Censo de carga (resumen) por conceptos en el inmueble del caso de estudio.

Concepto	kW	%
Iluminación	4.15	17.87%
Equipos de cómputo	5.32	22.91%
Equipos de aire acondicionado	6.21	26.74%
Equipos de refrigeración	2.08	8.96%
Otros (cafeterías, tv, etc)	5.46	23.51%
Total	23.22	

Resultados

Para el caso de estudio se analiza un edificio que contiene ambos elementos antiguo e histórico por lo que puede haber más de un cambio o ajuste en sus instalaciones eléctricas, así como equipos con varios años de antigüedad; por lo que se pueden tener diversidad de tipos de cables en cuanto a tiempo de instalación y obviamente de uso. Por ello, a continuación, se detallan dos apartados; donde primeramente se exponen las anomalías identificadas a través del diagnóstico del uso y consumo de electricidad, posteriormente en el siguiente apartado se presentan algunas consideraciones que se pueden realizar para la reducción de energía y potencia en el inmueble.

Anomalías identificadas

Para identificar las oportunidades de ahorro y uso eficiente en este tipo de edificios, es fundamental de igual manera conocer las anomalías que puede haber en la instalación eléctrica o en su caso un mal uso de la electricidad; por lo que, a continuación, se enuncian los detalles encontrados.

En el ámbito de la iluminación se realizó un recorrido tanto diurno como nocturno de las instalaciones a fin de detectar las condiciones de alumbrado dentro y fuera de las instalaciones. Los niveles de iluminación referidos están tomados de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 en donde se tienen los niveles de iluminación sugeridos en distintos

espacios. Al realizar dicho recorrido en la parte interior del inmueble se ha comprobado que aunque si bien el tipo de iluminación que se usa actualmente dentro de las instalaciones cumple con la normativa en cuanto a la cantidad de luxes, aún se tienen aún lámparas fluorescentes T12 en algunas zonas del inmueble, considerando que no es el adecuado debido a la ineficiencia inherente de su sistema el cual usa balastro electromagnético y asociado además con la falta de reflector en muchas de estas lámparas, aunque los niveles de iluminación están de acuerdo con la norma en lo referente a la iluminación de pasillos tanto de día como de noche; en algunos pocos lugares hay focos incandescentes. Respecto a la iluminación exterior, existen dos secciones donde los niveles de iluminación sugeridos por norma no se cumplen, estas secciones son el estacionamiento y un par de pasillos debido a ramales de árboles situados en distintos puntos.

Una revisión minuciosa del cableado general se ha identificado que esta envejecido, así como algunos contactos y apagadores; lo cual pone en riesgo la instalación eléctrica y la propia seguridad del inmueble. Así mismo, dos centros de carga secundarios tienen interruptores con puntos calientes observando deficientes aprietes de partes de la unión.

Se ha identificado también la utilización de canaleta plástica de color blanca que distingue al cableado nuevo en algunas secciones del inmueble; sin embargo, no es el adecuado debido a que este tipo de canaleta es propia de cableado de comunicaciones.

Consideración para la reducción de energía y potencia

En el inmueble antiguo-histórico de estudio se observó una variabilidad en su consumo de electricidad durante el año, dando en los últimos 12 meses que en enero se consumía menor energía y en julio cuando más se consumía; lo cual va acorde al censo de carga establecido, en función de que los equipos de aire acondicionado durante el otoño e invierno no operan mientras que en los meses calurosos sí; de ahí el incremento en la demanda de energía y por consiguiente aumento en la energía consumida. Los datos se pueden corroborar con lo mostrado en las Tablas 1 y 2; en donde la demanda en los meses menos calurosos es de 7kW mientras que los calurosos son de 10 kW y de igual manera; en el censo de carga se observa que los equipos de aire acondicionado representan hasta 6.1 kW de demanda máxima en el caso que operaran todos al mismo tiempo.

Por otra parte, en el caso de la iluminación se identifican áreas importantes para el reducir el consumo de electricidad con el cambio de luminarias de “alto consumo” (lámparas T12) y focos incandescentes con la instalación de lámparas LED en la parte interior y exterior del inmueble. También se ha identificado que es posible la liberación de la iluminación con la eliminación de ramales de los árboles que impiden la llegan adecuada de luz en el caso del patio exterior.

Una acción importante para la reducción del consumo de energía y potencia es la eliminación de los puntos calientes en los centros de carga identificados, con el apriete adecuado de los conductores; lo cual, también sumará a la seguridad de la instalación eléctrica.

Por lo anterior; con ajustes en el uso de los aires acondicionados o cambiando a tecnología más eficiente; como es el caso de tecnología invertir; así como el cambio de luminarias y la eliminación de puntos calientes es posible lograr una reducción aproximada entre el 25 al 30 % del consumo de electricidad y entre el 15 a 20 % la potencia máxima; según los cálculos obtenidos.

A través del presente trabajo se ha buscado una conciliación entre el ahorro energético y uso eficiente e de energía y el cuidado del diseño arquitectónico y demás características de inmuebles antiguos e históricos.

A través de un diagnóstico de consumo de energía eléctrica en un caso de estudio de un inmueble ubicado en el estado de Guanajuato, México, se logró identificar áreas de oportunidad para reducir el consumo de energía (entre el 25 al 30%) y la potencia máxima del edificio (entre el 15 al 20 %). Dentro de las aportaciones importantes de estas propuestas es que no se alteran la estructura original del inmueble preservando su diseño original, pero mejorando las instalaciones eléctricas.

Bibliografía/Referencias

- Borbolla Gaxiola, Catalina. (2017). Propuesta de metodología para rehabilitación energética de inmuebles patrimoniales. Caso de estudio: Archivo Histórico en Culiacán, Sinaloa (Tesis de maestría). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

- Calleja Rodríguez, G. (2015). Incertidumbres en la Simulación Energética de Edificios. Aplicación a la Rehabilitación Sostenible.
- Curtis, R. (2016). Energy efficiency in traditional and historic buildings: keeping it simple, Segunda Conferencia Internacional sobre Eficiencia Energética y Confort en Edificios Históricos. Conferencia llevada a cabo en Bruselas, Bélgica.
- Gaxiola, C. B. (2021). Importancia del análisis del comportamiento higrotérmico de inmuebles históricos para la rehabilitación energética. Caso del archivo histórico general del estado de Sinaloa. CONTEXTO. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León, 15(22), 31-45.
- Gregório, Vera y Seixas, Júlia. (2017). "Energy savings potential in urban rehabilitation: A spatial-based methodology applied to historic centres", Energy and Buildings, 157, 11-23.
- López, M. R. S. (2000). La rehabilitación de los centros históricos en México: un estado de la cuestión. Biblio 3W.
- Nieto, J. C. (2001). Orto, ocaso y resurrección de los Centros Históricos en México. Acta Universitaria, 11(3), 3-15.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- Pérez, M. Á. T., & Soto, J. M. (2024). Cualidades restauradoras de sitios culturales y antiguos del centro histórico de la ciudad de Guanajuato. Decumanus, 12(12).
- Shailendra Mudgal, Lorcan Lyons, Bio Intelligence Service, Ronan Lyons, IEEP, Energy performance certificates in buildings and their impact on transaction prices and rents in selected EU countries, FINAL REPORT, European Commission (DG Energy), 19 Abril 2013