



Implementación de un Manual de Gestión Energética para Edificios Atendiendo las Necesidades Presentes y Futuras del Desempeño Energético

Ing. Jesús Eduardo García Vázquez¹

jesuseduardo.garcia@upaep.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0003-3016-4498>

Universidad Popular
Autónoma del Estado de Puebla
Heroica Puebla de Zaragoza
México

Ing. Mauricio Enrique Cuahuey Guerrero

Mauricioenrique.cuahuey@upaep.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0003-4233-8686>

Universidad Popular
Autónoma del Estado de Puebla
Heroica Puebla de Zaragoza
México

Dr. Juan Francisco Méndez Díaz

Juanfrancisco.mendez@upaep.mx
<https://orcid.org/0000-0001-6267-3671>

Universidad Popular
Autónoma del Estado de Puebla
Heroica Puebla de Zaragoza
México

Dr. Edgar Peralta Sánchez

edgar.peralta@upaep.mx
<https://orcid.org/0000-0001-2602-5025>

Universidad Popular
Autónoma del Estado de Puebla
Heroica Puebla de Zaragoza
México

Mtro. Sergio Alejandro Cardena Moreno

Sergioalejandro.cardena@upaep.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0003-4233-8686>

Universidad Popular
Autónoma del Estado de Puebla
Heroica Puebla de Zaragoza
México

RESUMEN

Este artículo de investigación se desarrolló al implementar un manual para la mejora del desempeño energético en edificios buscando reducir las emisiones de GEI y con esto mitigar el cambio climático, teniendo en cuenta la situación actual del edificio ubicado en la ciudad de Puebla, México. Determinando su consumo energético por medio de contabilizar los equipos electrónicos y preguntar a los dueños el tiempo que se usan los mismos, de igual manera se determinó su huella de carbono para que nos sirva como parámetro para el presente y futuro del edificio siempre buscan reducirla. Con los datos obtenidos por medio de la implementación y el análisis energético correspondiente se determinaron propuestas de mejora de bajo o nulo costo antes de que el edificio entre en operaciones.

Palabras clave: *gestión energética; desempeño energético; eficiencia energética*

¹ Autor principal
Correspondencia: jesuseduardo.garcia@upaep.edu.mx

Implementation of an Energy Management Manual for Buildings Addressing Present and Future Energy Performance Needs

ABSTRACT

This research article was developed by implementing a manual for the improvement of energy performance in buildings seeking to reduce GHG emissions and thereby mitigate climate change, taking into account the current situation of the building located in the city of Puebla, Mexico. Determining their energy consumption by accounting for electronic equipment and asking the owners how long they are used, in the same way their carbon footprint was determined to serve as a parameter for the present and future of the building, they always seek to reduce it. With the data obtained through the implementation and the corresponding energy analysis, low or no-cost improvement proposals were determined before the building enters into operation.

Keywords: *energy management; energy efficiency; energy performance; energy efficiency*

Artículo recibido 30 junio 2023

Aceptado para publicación: 30 julio 2023

INTRODUCCIÓN

La energía es un motor fundamental para el desarrollo, a partir de esta se eleva la productividad de los sectores económicos y la competitividad de los países; pero, un rápido crecimiento no necesariamente es igual a desarrollo, sobre todo si este no contiene un plan sostenible en el tiempo y de acuerdo con los recursos disponibles del país. Es por ello que es necesario una ejecución consciente, la maximización de las capacidades de producción de forma sostenible y la consideración de la eficiencia como pilar primordial de esta transformación. (Riquelme Donoso, I. D., & Avellaneda López, J. L. E. (2020). Debido al rápido crecimiento económico en el mundo ha llevado a un aumento en el consumo de energía (da Cunha, S. R. L., & de Aguiar, J. L. B. 2020).

Con el rápido crecimiento económico en el mundo ha llevado a un aumento en el consumo de energía. Los combustibles fósiles son los que dominan el mercado mundial de la energía, su participación es del 81% aproximadamente. Sin embargo, las fuentes de energía fósil se están agotando y su explotación trae con ella costos ambientales y económicos muy elevados. Su explotación está ligada a la emisión de gases nocivos al medio ambiente, lo que aumenta las preocupaciones ambientales de la sociedad. Por lo tanto, el uso eficiente de la energía y la posibilidad de utilizar energía renovable son cada vez más importantes (da Cunha, S. R. L., & de Aguiar, J. L. B. 2020).

La evolución de este consumo de energía final en el mundo se multiplicó por 2.3 durante el periodo de 1971-2017, pasando de 4.242 a 9.717 Mtep (Tonelada equivalente de petróleo), manteniendo la distribución estable en la mayoría de los sectores, es decir un 24% en el sector residencial y el 8% en el sector comercial y servicios, donde hubieron cambios fue en el transporte al pasar de un 23% al 29%. (González, J. L. L. 2020). Sumado a lo anterior gran cantidad de energía eléctrica que se desperdicia por malos hábitos de consumo y por el uso de dispositivos anticuados e ineficientes (López, D., & Mideros, D. 2018). El incremento constante de la demanda de energía debido al desarrollo y crecimiento poblacional implica crecientes requerimientos de recursos. (Barragán-Escandón, E., Zalamea-León, E., Terrados-Cepeda, J., & Vanegas-Peralta, P. 2019). La alta tasa de crecimiento de las zonas urbanas y el aumento de los parámetros de confort han traído con ellos un aumento significativo en el consumo de energía, convirtiéndolo en una de las mayores preocupaciones de la sociedad actual (da Cunha, S. R. L., & de Aguiar, J. L. B. 2020).

México es un país de desarrollo medio sin embargo el consumo per cápita de energía es de 1.488 kg de petróleo equivalente por habitante, está por debajo de la media mundial el cual es de 1.918 kg. Para el caso de México, el país es destacado y reconocido por exportar petróleo crudo, pero también un importante importador de productos petrolíferos y gas natural, pero la situación del petróleo ha cambiado y ya no es el gran país petrolero que solía ser, sin embargo México es un país más petrolero que gasero. En el 2015 se empezó a tratar de diversificar la producción de energía con cierto éxito pues el combustible gaseoso llegó a participar con 43,3% en la oferta de energía y el petróleo bajó a 41,8%. (Rodríguez Padilla, V. (2018).

La situación en el resto del mundo va en la misma tendencia, de acuerdo con cifras del “World Energy Balances”, de la Agencia Internacional de Energía, la producción mundial de energía primaria en 2017 aumentó un 2.2% con respecto al año anterior, alcanzando la cifra de 14,030.702 millones de toneladas equivalentes de petróleo (MMtep). (World Energy Balances, 2019).

Los países que registraron mayor consumo energético fueron: China con un 20.6%, seguido de Estados Unidos con 15.6%, India 6.1%, Rusia 5.0%, Japón 3.0% y México se ubicó nuevamente en el lugar dieciséis de este ranking internacional (Secretaría de Energía. 2018).

El consumo mundial de energía total mundial de energía por sector fue de 9,717.29 MMtep en el 2017. Los tres sectores que más consumieron fueron: Industria con el 29.2%, transporte 28.8%, residencial 21.3% (Secretaría de Energía. 2018).

El sector de los edificios es uno de los mayores impulsores de la demanda energética y de emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo, esto debido a su alta dependencia en la electricidad de dicho sector (Secretaría de Educación Pública. 2019). En la Unión Europea este sector consume el 40% de la energía (Perán Ramos, I. 2021). Incluso en algunos países representa el 36% de generación de emisiones de CO₂ (Rivero Camacho, C. 2020). También se estima que más del 70% del parque inmobiliario de la UE es ineficiente desde el punto de vista energético (Burgos Bayo, R. 2022).

Para el caso de México el consumo de electricidad en el sector de edificios no residenciales, que incluye los comerciales y los públicos, es menos entendido. De acuerdo con el Sistema de Información Energética (SIE) se estima que el consumo de electricidad de este sector fue de 22.6 TWh en el 2017, o bien el 9% de la demanda de electricidad total en México en dicho año. Se pudo determinar que los

edificios (residenciales y no residenciales) pueden ser considerados como el sector de mayor intensidad eléctrica, pues exceden el consumo de la industria. A nivel nacional, la energía en edificios representa el 18.1% (266,571,324 kWh) de la energía final consumida en México, está comprendida por los sectores residencial, comercial y público (SENER, 2016). Sin embargo, junto con los edificios residenciales, el sector de los edificios tendría un consumo de aproximadamente 126 TWh. Por estos datos en México, los edificios (residenciales y no residenciales) son el mayor consumidor de energía eléctrica en el país, superando al consumo de electricidad de la industria en 11% (SEP. 2019).

Es por ello que hoy en día, la eficiencia energética de los edificios es de las mayores preocupaciones, por altos impactos negativos en el medio ambiente, la economía y la sociedad (da Cunha, S. R. L., & de Aguiar, J. L. B. 2020).

METODOLOGÍA

En el presente estudio se aplicará un manual de gestión energética de elaboración propia, el cual tiene como objetivo mejorar el desempeño energético en edificios buscando reducir las emisiones de GEI y con esto mitigar el cambio climático.

El estudio se realizó en la ciudad de Puebla, México. Aplicando el manual a un edificio privado, el cual busca realizar un análisis energético antes de iniciar operaciones para buscar y encontrar posibles áreas de mejora y sus soluciones.

Implementación del manual.

A continuación se presenta como un caso de implementación del manual anterior aplicado a un edificio real. Es importante aclarar que este estudio se realizó en un edificio recién remodelado y sin ocupantes ni equipos electrónicos. Muchos de los pasos no se aplicaron debido a que el edificio aún no estaba en operación.

Análisis de consumo energético

Para realizar el análisis de consumo energético se visitó al edificio en varias ocasiones para la recopilación del equipo, datos y de lo que consta el edificio que a continuación se ve desglosado.

Uso energético

El estudio de análisis energético se realizará en un edificio que consta de 4 pisos en los cuales encontramos un total de 99 lámparas energain de 18 W cada una, de igual manera tiene un elevador

marca SCHINDLER que consume 21.7 V y 12.5 Amperes, el edificio cuenta con un total de 47 contactos en su gran mayoría dobles. El edificio cuenta con una sub estación de 112.5 kVA

Consumo Energético

El consumo del edificio uno es de aproximadamente 469.43 KWh al día (24hrs) que a continuación se ven desglosados a continuación

- Cuenta con lámparas “Energain” que cuentan con una potencia eléctrica de 18W, una tensión eléctrica de entrada de 100 a 240V, con una corriente nominal de 0.25 A, con una frecuencia de 50 a 60 HZ, con luminaria led y una vida útil de 25,000 hrs.
- 1 elevador marca SCHINDLER con 3 fases, una conexión en delta de 215 volts, conexión en estrella de 370 volts, un consumo de corriente dependiendo la conexión, si es en Volts es de 21.7V y en amperes es de 12.5 A, sus vueltas por minuto del motor son de 1200 R/min.
- Computadoras de escritorio “Acer” que tienen un consumo energético en operación de 5.4 Wh y de 0.45 Wh en modo espera en el monitor y su CPU es de 240 W activo.
- Bocinas Lanix de 2000 watts.
- Enchufes donde se conecte una laptop estándar 200 w.
- 1 refrigerador estándar que consume aproximadamente de 250-500 W la hora.
- 1 bomba de agua.
- 1 licuadora.
- Microondas.
- Televisor LED 32" a 50".
- Tostadora.
- Un refrigerador con certificado A++ que es el más eficiente en cuanto al uso de energía.
- Cafetera.
- Plancha.

A continuación se desglosa con lo que cuenta cada piso:

Piso 1:

- 14 Lámparas energain de 18 W
- 1 Contacto

- 6 Apagadores

Piso 2:

- 20 Lámparas (2 suposición) energain de 18 W
- 10 Contactos
- 9 Apagadores
- 2 Centros de carga

Piso 3:

- 19 Lámparas energain de 18 W
- 11 Contactos
- 8 Apagadores
- 2 Centros de carga

Piso 4:

- 22 Lámparas energain de 18 W
- 17 Contactos
- 10 Apagadores

Piso 5:

- 20 Lámparas energain de 18 W
- 8 Contactos
- 6 Apagadores

En el momento del estudio aún no se determinaba el uso del edificio por ello se supuso que serían oficinas y que operarían 24 hrs.

Intensidad energética:

Si el edificio se ocupa como oficinas y suponiendo que los equipos ocupados así como las instalaciones deberán estar en operación las 24 hrs se desarrolla el siguiente análisis.

Se determinaron todos los equipos eléctricos con los que cuenta el edificio y sus horas de funcionamiento y se determinó que consumiría **741.43 KWh** (Tabla 1).

Cálculo huella de carbono

La empresa realiza su actividad en una oficina de su propiedad. Identificación de las fuentes de emisiones de GEI en la organización: Alcance 1

Oficina: Consumo de electricidad

Datos de la actividad:

Oficina/ Dormitorios:

El consumo de electricidad es de 741.43 KWh al día y suponiendo que operará los 365 días del año obtendremos un consumo de 270,621.95 kWh al año. Ahora se necesita hacer una conversión a tCO₂e debido a que la Comisión Reguladora de Energía (CRE) en 2019 determinó que el Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional es de 0.527 tCO₂e/MWh.

Esto nos indica que las emisiones totales en relación a los consumos energéticos de la instalación es de 142.618 tCO₂ equivalente (Tabla 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los resultados encontrados y ver que el edificio consumirá 741.43 kWh y 270,621.95 kWh al año, con una huella de carbono de 142.618 tCO₂e (toneladas de equivalencia de dióxido de carbono) se ha determinado que el primer paso para buscar reducir el gasto energético así como la huella de carbono será por medio del ahorro energético, es decir se van a establecer horarios de uso de la iluminación pues el edificio cuenta con suficientes ventanas lo cual nos permite utilizar la luz natural el mayor tiempo posible y así reducir el tiempo de encendido de las lámparas. También se optará por instalar sensores de movimiento para el uso de las lámparas buscando de igual manera mantenerlas apagadas el mayor tiempo posible. Otra medida a tomar será la de poner diversas publicidades en paredes, monitores, etc., Para que el personal esté consciente y al tanto de de la importancia de reducir el uso por la parte económica así como del medio ambiente, con esta medida también se logrará aprovechar cada parte del edificio así como cuidar el uso de todos los equipos.

Al implementar este manual se encontraron estos beneficios.

Beneficios presentes:

- Identificación de puntos de mejora.
- Reducción de pago de electricidad.
- Reducción de costos.

- Solución de problemas energéticos.
- Optimización de equipo y personal.
- Mejorar la gestión energética.
- Identificar los puntos de ahorro.
- Lograr proponer e implementar las mejoras propuestas.
- Reducción de GEI.
- Es flexible.

Beneficios futuros.

- Tener una mejora continua.
- Lograr tener una política energética eficiente.
- Tener una buena gestión energética.
- Realizar compras adecuadas y correctas.
- Reducir aún más los costos.
- Capacitación correcta del personal.
- Concientización energética.
- No generar pérdidas de energía.
- Realización adecuada de las actividades
- Lograr tener reconocimientos y certificaciones nacionales e internacionales.

Trabajos futuros

Al haber realizado este estudio antes de que empiece a operar será necesario realizar nuevamente el análisis pertinente para poder determinar nuevas medidas, y encontrar áreas de oportunidad, además de ver si es viable el uso de paneles solares u alguna otra fuente de energía renovable y poder empezar a buscar la automatización del edificio.

ILUSTRACIONES, TABLAS, FIGURAS.

Tabla 1. Intensidad energética

Cantidad	Generador	Watts	Horas encendida/ operando	Horas reposo/ apagado	Total Wh
99	Lámparas energain (LED)	1=18 W 99= 1782 W	24 hrs	0 hrs	42768 Wh
1	Elevador marca SCHINDLER	21.7VX12 .5A= 271.25 W	24 hrs	0 hrs	6510 Wh
1	Refrigerador	375 W	24 hrs	0 hrs	9000 Wh
1	Microondas	1000 W	8 hrs	16 hrs	8000 Wh
47	Enchufes	1=200 W 47= 9400 W	24 hrs	0 hrs	225600 Wh
1	Licuadaora	450 W	8 hrs	16 hrs	3600 Wh
1	Bomba de agua	570 W	24 hrs	0 hrs	13680 Wh
1	Cafetera	700 W	8 hrs	16 hrs	5600 Wh
9	Televisor LED 32"	1=90 W 9=810 W	8 hrs	16 hrs	6480 Wh
20	Bocinas	1=200 W 20= 4000 W	8 hrs	16 hrs	32000 Wh
1	Tostadora	850 W	8 hrs	16 hrs	6800 Wh
20	Computadoras de escritorio	1=200 w (pantalla 5.4 W) 20= 4108 W	24 hrs	0 hrs	98592 Wh
1	Plancha	1000 W	8 hrs	16 hrs	8000 Wh
1	Lavadora A++	350W	8 hrs	16 hrs	2800 Wh
1	Estufa Eléctrica	6800 W	4 hrs	20 hrs	272000 Wh
Total		32466.25 W 32.466 KW			741430 Wh 741.43 KWh

. Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Emisiones totales de tCO2e.

Consumo anual de electricidad	Unidades de medida física	Factor de emisión (tCO ₂ e/MWh)		tCO ₂ e
270.621	MWh	0.527	tCO ₂ e/MWh	142.618

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Al realizar este estudio queda claro que como sociedad se debe de buscar la implementación de energías limpias en todos los sectores ya que es preocupante que los combustibles fósiles sigan siendo los principales generadores. también que existen manuales que ya no resultan pertinentes debido a que ya no cumplen con las necesidades de hoy en día ni con perspectivas al futuro.

Con respecto a la implementación del manual se encontró que la evaluación general del edificio será indispensable para lograr un buen análisis y posteriormente lograr una correcta gestión energética. Muchas mejoras se pueden realizar de manera económica o incluso sin costos pero será necesario una gran inversión si se desea que el edificio sea completamente tecnológico, autónomo, moderno y con mejor desempeño energético. En este particular caso el edificio al ser recién remodelado abre las puertas a realizar o proponer mejoras de una manera más fácil y atendiendo a las necesidades que se requerirán en un futuro.

LISTA DE REFERENCIAS

- Agencia Internacional de Energía World Energy Balances. Energy Balances of OECD Countries, International Energy Agency. Energy Balances of Non-OECD Countries, International Energy Agency. Manual de estadísticas energéticas, AIE-OECD-Eurostat.
- Barragán-Escandón, E., Zalamea-León, E., Terrados-Cepeda, J., & Vanegas-Peralta, P. (2019). Factores que influyen en la selección de energías renovables en la ciudad. *EURE (Santiago)*, 45(134), 259-277.
- Burgos Bayo, R. (2022). Hacia la transición ecológica del pabellón nuevo: ETSAM.
- da Cunha, S. R. L., & de Aguiar, J. L. B. (2020). Phase change materials and energy efficiency of buildings: A review of knowledge. *Journal of Energy Storage*, 27, 101083.

- González, J. L. L. (2020). *Análisis de eficiencia energética y seguridad ambiental en bloques quirúrgicos mediante técnicas de simulación* (Doctoral dissertation, Universidad de Vigo).
- López, D., & Mideros, D. (2018). Diseño de un sistema inteligente y compacto de iluminación. *Enfoque UTE*, 9(1), 226-235
- Perán Ramos, I. (2021). Objetivo 2050. Hacia una Europa climáticamente neutra. Rehabilitación energética de la Colonia San Cristóbal.
- Riquelme Donoso, I. D., & Avellaneda López, J. L. E. (2020). Eficiencia energética: tendencia global y su relación con los sectores económicos del Perú.
- Rivero Camacho, C. (2020). Estudio de huellas en el ciclo de vida del edificio residencial.
- Secretaría de Educación Pública. (2019). Cuaderno 3. Nociones de matemáticas financieras [Documento PDF]. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/455552/cuaderno3nvociclo_2.pdf
- Secretaría de Energía. (2018). Balance Nacional de Energía 2018 [Informe]. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance_Nacional_de_Energ_a_2_018.pdf
- Secretaría de Energía (SENER) (2016), Balance nacional de energía. [En línea] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/288692/Balance_Nacional_de_Energ_a_2_016_2_.pdf, consultado el 20 de febrero de 2020