

EVALUACIÓN ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN UN HOSPITAL PÚBLICO DE CIUDAD VALLES, S.L.P.

Recibido: 13/09 /2019
Aceptado: 26/09/ 2019

D.C Acosta Pintor¹
C. Ramírez Aguilar²
B. I. Lara Izaguirre³
E.H Guerrero Durán⁴

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue realizar una evaluación energética del sistema de iluminación en un hospital público ubicado en Ciudad Valles, S.L.P. con el propósito de contribuir a la política energética de la dependencia. La evaluación de 120 áreas del hospital incluyó: el levantamiento de inventario de lámparas y luminarias, la medición de los niveles de iluminación (luxes) y cálculo de densidad de potencia eléctrica, estimación del consumo de energía eléctrica y evaluación energética con respecto al sistema de iluminación. Se encontró que existen 30 áreas críticas donde el nivel de iluminación excedió con referencia a la NOM-025-STPS-2008 y a las Especificaciones Generales de Construcción de la Subdirección General de Obras y Mantenimiento del hospital; de las cuales, 15 áreas superan la DPEA de acuerdo a la NOM-007-ENER-2014. El área de servicios con mayor oportunidad de mejora es la Administración del Servicio Médico, donde se encuentra el 37% de todas las lámparas del hospital, que representan el mayor consumo de energía por iluminación con un 43.19% equivalente a 3,530.28 kWh mes. El análisis de la información obtenida permitirá plantear a corto plazo una estrategia de diseño de iluminación para las áreas más críticas, así como proponer el cambio de tecnología de iluminación a base de luz LED, además del diseño de un programa de mantenimiento que contemple atender los factores de depreciación por deterioro y uso del sistema de iluminación del hospital público.

PALABRAS CLAVE

Evaluación energética, sistema de iluminación, lámparas, luminarias, nivel de iluminación, densidad de potencia eléctrica.

ABSTRACT

The objective of this research was to perform an energy evaluation of the lighting system in a public hospital located in Ciudad Valles, S.L.P. with the purpose of contributing to the energy policy of the dependency. The evaluation of 120 areas of the hospital that included: the inventory of lamps and luminaires, the measurement of lighting levels (luxes) and calculation of electrical power density, estimation of electrical energy consumption and energy evaluation with respect to the system of lighting. It was found that there are 30 critical areas where the lighting level exceeded with reference to NOM-025-STPS-2008 and the General Construction Specifications of the General Sub-Directorate of Works and Maintenance of the hospital; Of which, 15 areas exceed the DPEA according to NOM-007-ENER-2014. The service area with the greatest opportunity for improvement is the Medical Service Administration, where 37% of all hospital lamps are located, which represent the highest energy consumption due to lighting with a 43.19% equivalent to 3,530.28 kWh month. The analysis of the information obtained will allow us to propose a lighting design strategy for the most critical areas in the short term, as well as propose the change of LED-based lighting technology, in addition to the design of a maintenance program that contemplates addressing the Depreciation factors for deterioration and use of the lighting system of the Public hospital .

1 Profesora NAB de Tiempo Completo Maestría en Ingeniería. Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. dulce.acosta@tecvalles

2 Profesor Medio Tiempo Ciencias Básicas. Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. celso.ramirez@tecvalles.mx

3 Estudiante tesista Maestría en Ingeniería. Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. brenda.lara@tecvalles.mx

4 Profesor Hora Clase Licenciatura en Arquitectura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí-UAMZH. sed_duran@hotmail.com

KEY WORDS:

Energy evaluation, lighting system, lamps, luminaires, lighting level, electrical power density.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día es incuestionable la preocupación social creciente por los problemas que algunas organizaciones causan al medio ambiente. En este sentido, las actividades de aprovechamiento energético, su transformación y el consumo final se convierten en el primer factor de daño ambiental mundial. La generación de electricidad para las actividades diarias, constituye un sector que utiliza intensivamente los recursos naturales (petróleo, carbón, gas natural, agua), con gran repercusión en el ambiente. La generación de electricidad produce dióxido de carbono (CO₂), NO_x, dióxido de azufre (SO₂), ozono (O₃), mercurio (Hg) y partículas finas, entre los compuestos más importantes. (Vaughan *et al*; 2002, Miller *et al*; 2002). Aunado a esta problemática se ha incrementado la demanda y consumo de energía y con ello, se presentan dificultades para satisfacer dicha demanda con las fuentes de energía disponibles, lo que crea una crisis energética global. Es por ello que las organizaciones responsables del cuidado del medio ambiente y sus recursos, se encuentran en una búsqueda constante de metodologías que permitan ahorrar energía para minimizar costos e impactos ambientales en sus procesos productivos y/o de servicios.

En México, el Sistema de Información Energética (SIE) estima que el consumo de electricidad en el sector de edificios no residenciales que incluye los comerciales y públicos, fue de 22.6 TWh en el año 2017; es decir, el 9% de la demanda de electricidad en ese año. En la clasificación de edificios no residenciales se encuentran: hoteles, restaurantes, oficinas, comercios, supermercados, hospitales y escuelas. En el caso de los hospitales es el Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) empleado por edificio y región climática es de 460.3 kWh/m² -año en región cálido seco y 393.4 kWh/m² -año en región cálido húmedo (CONUEE, 2019).

La Ley de Transición Energética, 2015 en el capítulo II, artículo 100; establece que las dependencias de la Administración Pública Federal deberán proporcionar información sobre las medidas implementadas de eficiencia energética y sus resultados. La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, identificó un potencial de ahorro de energía del 16% por medidas operativas en dependencias de la Administración Pública Federal. De ese potencial la mayor parte se ubicó en la iluminación interior con el 37% del consumo de iluminación (CONUEE, 2016).

En este sentido, de acuerdo con el Estudio de eficiencia energética en hospitales realizado por la Secretaría de Energía (SENER, 2015), identificaron acciones que podrían mejorar la eficiencia energética en las instituciones de salud de México, mediante la propuesta de acciones que favorezcan los ahorros energéticos en el sector salud, la reducción de emisiones contaminantes al medio ambiente y la promoción de usos más eficientes de los recursos energéticos, entre las que destaca el potencial de ahorro por tecnología de iluminación. Se identifica mayor potencial de ahorro, debido a dos principales motivos: ser unidades con más horas de funcionamiento de la instalación de iluminación y tener mayor impacto en ahorro energético por la elevada potencia en iluminación instalada. Por lo que el ahorro anual que se puede obtener puede ser del 4.47% respecto al consumo total actual

de la energía primaria consumida por el sector salud, y una reducción del 4.48% en emisiones de CO₂.

El objetivo de esta investigación fue realizar una evaluación energética del sistema de iluminación existente en un hospital público que se ubica en Ciudad Valles, S.L.P. con la finalidad de identificar medidas de potencial de ahorro energético y contribuir a la política energética de la dependencia de la Administración Pública Federal y a futuro minimizar los impactos ambientales generados por el uso de energía eléctrica en los servicios prestados. La evaluación energética del sistema de iluminación permitió analizar el contexto situacional y proponer las mejoras correspondientes.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló en un hospital público ubicado en Ciudad Valles, S.L.P. El municipio está ubicado al oriente del Estado de San Luis Potosí y se encuentra a 70 msnm. El clima es caluroso húmedo; en época de primavera y verano se han presentado temperaturas hasta de 50°C, mientras que en otoño e invierno suelen presentarse temperaturas mínimas de 9° a 12 °C de acuerdo a los registros del año 2018.

La investigación realizada fue del tipo cuantitativa y explicativa. Se considera cuantitativa debido a que fue necesario realizar mediciones de los niveles de iluminación (luxes) en todas las áreas operativas del hospital y cuantificar la densidad de potencia eléctrica (DPEA) en las mismas. Y se considera explicativa por la necesidad de encontrar la relación causa-efecto para explicar el porqué de los resultados. La metodología consistió en cuatro etapas:

Etapa 1. Levantamiento de inventario del Sistema de Iluminación de la Clínica hospital

Para realizar el levantamiento de inventario de lámparas y luminarias fue necesario seccionar los departamentos que conforman el hospital en cinco áreas de servicio: Servicio Médico Primario (SMP), Servicio Médico de Apoyo (SMA), Servicios Médicos Generales (SMG), Administración del Servicio Médico (ASM) y Comunicación (C). El área de SMP, quedó conformada por: Quirófanos, pasillos de quirófanos, mastografía, oftalmología, odontología, sala de expulsión, área de enfermeras, psicología, traumatología, ginecología, cardiología, medicina familiar, hemodiálisis, ginecoobstetricia, pasillo de hospitalización, sala espera de hospitalización, sala de espera de consulta externa, inmunización y curaciones. El área de SMA quedo conformada por: admisión, tocología, sala de observación, baños de encamados, sala de choque, ultrasonido, cuarto oscuro, rayos x, microbiología, toma de muestras, hematología, esterilización, oficinas de laboratorio, pasillo de laboratorio, farmacia, pasillo de farmacia y cocina. El área de SMG se conformó por: módulo de seguimiento, exploración, medicina preventiva, sala de espera urgencias, pasillo de consulta externa, consultorios médicos, mortuorio, séptico, SICORA, sala de espera medicina preventiva y recepción general. En el área de ASM quedaron incluidas: taller de mantenimiento, oficinas de conservación, almacén, lavandería, baños, comedor, descanso de ambulante, bodega, pasillos de bodega, archivo de radiografía, oficinas administrativas, recursos humanos, recursos financieros, recursos materiales, jefatura de enfermeras, dirección, subdirección, sala de juntas, estadística, casa de máquinas, caseta y RPBI. Mientras que finalmente para el área de comunicación, se incluyó solo el departamento del conmutador.

Posteriormente se realizó un formato para el levantamiento de lámparas y luminarias que incluyó datos relevantes como el tipo de trabajo realizado en el área, tipo de lámpara, tipo de luminaria, altura del montaje, tipo de reflector, número de lámparas, tipo de balastro, tipo de control, horas de operación al día/año, nivel de iluminación, medidas del área, nivel de DPEA y consumos de kWh por día/año. De esta manera se procedió a visitar todas las áreas del hospital para identificar y recabar la información, así como la cantidad de luminarias en funcionamiento y en avería. Fue necesario elaborar un plano arquitectónico de las instalaciones del hospital que se utilizó para localizar de manera esquematizada todas las lámparas y luminarias inventariadas.

Etapa 2. Medición de niveles de iluminación y densidad de potencia eléctrica en áreas del hospital

Para la medición de los niveles de iluminación (luxes) de los departamentos que conforman cada una de las áreas clasificadas en el hospital se utilizó el procedimiento definido en la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo, con el objetivo de determinar la cantidad de iluminación actual en las áreas de trabajo del hospital. Así como los niveles de iluminación requeridos de acuerdo a las Especificaciones Generales de Construcción de la Subdirección General de Obras y Mantenimiento del hospital a evaluar. En el caso de la determinación de la densidad de potencia eléctrica, fue utilizada la Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales; que establece los niveles de eficiencia energética que deben cumplir los sistemas de alumbrado de acuerdo al nivel de iluminación requeridos.

La medición de los niveles de iluminación requirió del uso de un luxómetro digital que cumple con lo establecido por la Comisión Internacional en la Iluminación (CIE). De acuerdo a la metodología establecida por la NOM-025-STPS-2008, antes de cada medición se dejaron encendidas las lámparas con antelación para permitir la estabilización del flujo de luz y las mediciones se realizaron en los horarios de jornada laboral normales en cada una de las áreas. Se ubicaron los puntos de medición de acuerdo a la ubicación de cada luminaria respecto al plano de trabajo, calculando el índice de área correspondiente de acuerdo a la siguiente ecuación 1:

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x + y)} \quad (1)$$

Dónde:

IC= índice de área

x= dimensiones de largo del local

y= dimensiones del ancho del local

h= altura de la luminaria con respecto al plano de trabajo

Después se dividieron las áreas de trabajo para la toma de mediciones de acuerdo a lo establecido en la NOM-025-STP-2008, considerando la relación del índice de área y el número de zonas a evaluar. Se realizaron al menos una medición en el plano de trabajo indicado, tomando la precaución de no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el

luxómetro; salvo excepción de lugares donde existían fuentes de luz natural durante la jornada de trabajo. Los resultados fueron registrados en el formato de inventario de lámparas y luminarias del hospital.

Así mismo, se determinó la densidad de potencia eléctrica (DPEA) de todas las áreas de servicio del hospital de acuerdo a lo dispuesto en la NOM-007-ENER-2014. El DPEA, es el índice de carga conectada para alumbrado por superficie de construcción y se expresa en W/m^2 . Se consideró la siguiente ecuación 2 para el cálculo:

$$DPEA = \frac{\text{Carga total conectada para alumbrado}}{\text{Área total iluminada}} \quad (2)$$

Dónde:

DPEA= esta expresada en W/m^2

Área total iluminada= área del local, expresada en m^2 es igual a:

$$\text{área total iluminada} = \text{largo del local} \times \text{ancho del local}$$

Además, la carga total conectada para alumbrado, se calcula de acuerdo a la potencia total del alumbrado, y se expresa en Watts. Por lo que tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Carga total conectada para alumbrado} \\ = \text{número de lámparas en el área} \\ \times \text{la potencia con la que trabaja cada una de ellas} \end{aligned}$$

Una vez que se obtuvo el cálculo de DPEA por áreas de trabajo, estas fueron registradas en el formato de inventario de lámparas y luminarias del hospital.

Etapas 3. Estimación del consumo de energía por área de servicio del hospital con respecto al sistema de iluminación

Se realizó el cálculo de la capacidad instalada del consumo de energía eléctrica total (Wh) en cada una de las cinco áreas de servicio clasificadas en el hospital, se determinó mediante la suma de las potencias calculadas de cada lámpara y las horas de operación en KWh por mes para obtener el consumo anual.

Etapas 4. Evaluación energética del Sistema de Iluminación del hospital

Como última fase se realizó la evaluación energética del sistema de iluminación del hospital, analizando los resultados obtenidos de la densidad de potencia eléctrica en cada una de las áreas de servicio y comparando los niveles de iluminación necesarios, con la finalidad de identificar las áreas más críticas para proyectar a futuro la utilización de tecnología que incremente la eficiencia energética. Los resultados de esta fase se muestran en la sección de resultados.

RESULTADOS

Los resultados de cada una de las etapas de la investigación fueron los siguientes:

Lámparas y luminarias que conforman el Sistema de Iluminación del hospital

Del inventario realizado en las cinco áreas de servicio del hospital se obtuvo información importante para la investigación. Existen 572 luminarios y 995 lámparas cuantificadas en los techos de todas las áreas que conforman el hospital. Existen 3 tipos de lámparas: lámparas fluorescentes F32T8, focos ahorradores 13 W 2880 y focos incandescentes 100 W. Las áreas con mayor cantidad de lámparas se concentran en el área de Administración del Servicio Médico con un 37% y el área de Servicio Médico General con un 33%. Esta información se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Inventario de lámparas y luminarias de las áreas del hospital. Fuente Propia

Área	Tipo de Lámpara	No. de Luminarios	No. de lámparas
Servicio Médico Primario	Lámpara fluorescente	93	186
	Foco ahorrador	17	17
Servicio de Apoyo Médico	Lámpara fluorescente	36	71
	Foco ahorrador	20	28
Servicio Médico General	Lámpara fluorescente	61	122
	Foco ahorrador	110	203
Administración del Servicio Médico	Lámpara fluorescente	127	252
	Foco ahorrador	95	95
	Foco incandescente	11	17
Comunicación	Lámpara fluorescente	2	4
TOTAL		572	995

Es importante mencionar que en este inventario de lámparas y luminarias se detectó que alrededor del 10% de las luminarias presentan daños por desgaste y mantenimiento en su soporte y difusores. Mientras que el 0.05% de las lámparas no son funcionales por averías.

Niveles de iluminación y Cálculo de Densidad de Potencia Eléctrica por área de servicio

Las mediciones del nivel de iluminación y cálculo de densidad de potencia eléctrica fueron realizadas in situ en 120 áreas del hospital; de las cuales, 20 correspondieron a las áreas que conforman el Servicio Médico Primario, 19 al Servicio de Apoyo Médico, 18 al Servicio Médico General, 62 a la Administración del Servicio Médico y uno al área de Comunicación. A continuación, se presentan las Tablas 2, 3, 4 y 5, donde se aprecian los datos obtenidos de las 30 áreas detectadas como críticas debido a los luxes obtenidos en las mediciones realizadas y que fueron superiores a lo que marca la normatividad:

Tabla 2. Mediciones de nivel de iluminación y cálculo de DPEA en Servicio Médico Primario. Fuente Propia

Área	Lecturas del Nivel de iluminación (lx)	Parámetro de Iluminación acorde a Normatividad	No. de lámparas	Potencia Eléctrica (W)	Área (m2)	DPEA Calculado	Parámetro DPEA acorde a Normatividad
Mastografía	304.75	200	4	32	13.12	9.75	14.21
Pasillo hospitalización	145	100	12	32	26.46	14.51	9.58
Sala de espera hospitalización	335	200	12	32	45.99	8.34	9.69
Sala de espera (consulta externa)	306.55	200	20	32	49.68	12.88	9.69
			1	13	49.68	0.26	

Tabla 3. Mediciones de nivel de iluminación y cálculo de DPEA en Servicio de Apoyo Médico. Fuente Propia

Área	Lecturas del Nivel de iluminación (lx)	Parámetro de Iluminación acorde a Normatividad	No. de lámparas	Potencia Eléctrica (W)	Área (m2)	DPEA Calculado	Parámetro DPEA acorde a Normatividad
Tocología	310.66	300	4	32	39.6	3.23	24.33
Sanitario encamados	106.35	100	1	13	4.8	2.70	10.55
Sala de choque	560.50	400	8	32	7.79	32.86	24.33
Cuarto oscuro	120.75	75	1	13	6.8	1.91	14.21
Pasillo laboratorio	130.66	100	6	32	14.17	13.54	9.58
Pasillo laboratorio	130.66	100	16	32	43.53	11.76	9.58
Pasillo farmacia	130.66	100	3	13	12.3	3.17	9.58

Tabla 4. Mediciones de nivel de iluminación y cálculo de DPEA en Servicio Médico General. Fuente Propia

Área	Lecturas del Nivel de iluminación (lx)	Parámetro de Iluminación acorde a Normatividad	No. de lámparas	Potencia Eléctrica (W)	Área (m2)	DPEA Calculado	Parámetro DPEA acorde a Normatividad
Pasillo consulta externa	135.5	100	24	32	65.4	11.74	9.58
SICORA	139.25	100	4	32	11.5	11.13	13.67
Sala de espera (medicina preventiva)	245.77	200	20	32	49.68	12.88	9.69

Área	Lecturas del Nivel de iluminación (lx)	Parámetro de Iluminación acorde a Normatividad	No. de lámparas	Potencia Eléctrica (W)	Área (m ²)	DPEA Calculado	Parámetro DPEA acorde a Normatividad
Sala de espera principal	201.66	200	13	13	79.38	2.12	9.69

Tabla 5. Mediciones de nivel de iluminación y cálculo de DPEA en Administración del Servicio Médico. Fuente Propia

Área	Lecturas del Nivel de iluminación (lx)	Parámetro de Iluminación acorde a Normatividad	No. de lámparas	Potencia Eléctrica (W)	Área (m ²)	DPEA Calculado	Parámetro DPEA acorde a Normatividad
Oficina de conservación	314	300	2	13	7.02	3.70	11.95
Almacén general	300.22	200	12	32	60.9	6.30	13.67
Lavandería	265.77	100	8	32	52.5	4.87	6.46
Pasillo (oficina de conservación)	125	100	6	32	11.2	17.14	9.58
Comedor	648.50	200	5	13	35.31	1.84	11.52
Pasillo almacén general	110.66	100	8	32	41.79	6.12	9.58
Pasillo Comedor	115.33	100	22	32	64.47	10.91	9.58
Descanso de ambulante	230.25	200	6	13	21.3	3.66	6.46
Archivo de radiografías(revelados)	254.50	200	6	32	5	38.40	7.1
Planta alta (pasillos oficinas)	193.55	100	16	13	11.2	18.57	7.1
Área de oficinas	311.75	300	10	32	30	10.66	10.55
Sala de juntas	315.65	300	12	32	6.6	58.18	11.34
Escaleras a 2do piso	405	200	2	32	11.2	5.71	7.1
Bancada de oxígeno	250.6667	200	6	32	4	48	7.1
R.P.B.I.	150.33	50	6	32	5	38.40	7.1

En el caso del área de Conmutador, el área cumple con los niveles de iluminación y DPEA.

Estimación del consumo de energía eléctrica total del Sistema de Iluminación del hospital

Inicialmente, se analizaron los consumos facturados de energía eléctrica del hospital, considerando los meses de marzo del 2018 a marzo del 2019, donde se estimó un consumo energético de 1,021.84 MW. El consumo de energía eléctrica estimado derivado del sistema de iluminación se calculó de acuerdo a la potencia consumida en promedio de manera anual por cada una de las lámparas cuantificadas y las horas de operación de cada una en todas las áreas de servicio. En la Tabla 6, se aprecia que el área de mayor consumo de energía eléctrica es la Administración del Servicio Médico con un 43.19%, posteriormente el

Servicio Médico Primario con un 25.28%, el área de Servicio Médico General con un consumo que representa el 12.88% y finalmente el área de Comunicación con un 0.57%. El consumo total de energía eléctrica calculado por la capacidad instalada del sistema de iluminación durante un año equivale a 98,076.96 kWh lo que equivale a 98.07MW.

Tabla 6. Mediciones de nivel de iluminación y cálculo de DPEA en Administración del Servicio Médico. Fuente Propia.

Áreas	Potencia consumida anual (kWh)	Porcentaje de consumo (%)
Servicio Médico Primario	24,795.180	25.28
Servicio de Apoyo Médico	12,627.540	12.88
Servicio Médico General	17,730.240	18.08
Administración del Servicio Médico	42,363.360	43.19
Comunicación	560.640	0.57
Total	98,076.960	100.00

Es importante señalar que, dentro del área de Administración del Servicio Médico, los principales departamentos que consumen mayor energía eléctrica por iluminación son: oficinas administrativas, almacenes, lavandería, pasillos, sanitarios, sala de junta, escaleras, bancada de oxígeno, R.P.B.I.

Evaluación Energética del Sistema de Iluminación del hospital

De acuerdo a la información presentada en las Tablas 2, 3, 4 y 5, se realizó un análisis de los resultados obtenidos comparando los niveles de iluminación requeridos por área y la DPEA necesaria, destacando lo siguiente:

Tabla 7. Número de áreas que exceden niveles de iluminación y DPEA. Fuente Propia.

Áreas de Servicio	No. de áreas que exceden niveles de iluminación requeridos	No. áreas que exceden nivel DPEA
Servicio Médico Primario	4	2
Servicio de Apoyo Médico	7	3
Servicio Médico General	4	2
Administración del Servicio Médico	15	8
Comunicación	0	0
Total	30	15

De las 120 áreas analizadas en el estudio, se encontró un total de 30 áreas críticas donde el nivel de iluminación excedió de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008 y a las Especificaciones Generales de Construcción de la Subdirección General de Obras y Mantenimiento del hospital evaluado; esto representa un área de oportunidad de 25% del total de las áreas del hospital. De estas 30 áreas críticas se detecta que en 15 de éstas, la DPEA es superior a lo estipulado por la NOM-007-ENER-2014, y en las que destacan: Pasillos de hospitalización, salas de espera, sala de choque, cuarto oscuro, pasillos de laboratorios, pasillos de consulta externa, salas de espera de medicina preventiva, pasillos de oficina, pasillos de comedor, áreas de oficinas administrativas, salas de juntas, bancada de oxígeno, R.P.B.I. y que representan un total de 394.18m² de áreas iluminadas. Es decir, el número de lámparas existentes y su potencia eléctrica exceden de manera superior a los niveles máximos requeridos para la realización de las actividades que ahí se desarrollan. Además, se puede detectar también que el área con mayor incumplimiento de nivel de iluminación y densidad de potencia eléctrica es la Administración del Servicio Médico, donde se encuentra el 37% de todas las lámparas del hospital y que representan el mayor consumo de energía por iluminación con un 43.19%.

CONCLUSIONES

Se detecta como áreas de oportunidad a corto plazo atender de manera inmediata las áreas críticas principalmente aquellas que se incluyen en el área de Administración del Servicio Médico y que exceden los niveles requeridos de iluminación de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008, así como las áreas con densidad de potencia eléctrica superior a lo estipulado por la NOM-007-ENER-2014, con la finalidad de disminuir los consumos energéticos por sistema de iluminación, para ello se planteó al hospital público la elaboración de una propuesta de diseño de iluminación que contemple el número de lámparas con la potencia eléctrica necesaria para dar cumplimiento a la normatividad y sea la adecuada para las actividades desarrolladas en esas áreas de trabajo; así como el cambio de lámparas fluorescentes F32T8, focos ahorradores y focos incandescentes por tecnología a base de diodos emisores de luz TLED 16W. De esta manera el cambio de tecnología en el sistema de iluminación permitiría reducir de 98.07 MW a 19.61 MWh al año, lo que significaría una disminución de emisiones de 57.04 toneladas de CO₂/eq a 11.06 toneladas de CO₂/eq. anuales en el hospital público (Registro Nacional de Emisiones, 2018).

BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (2016). *Contratos de Desempeño Energético en las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal: evolución y perspectiva*. México. Cuadernos de la CONUEE Junio Número 3.
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (2019). *Consumo de Electricidad de Edificios no Residenciales en México: La Importancia del Sector Servicios*. México. Cuadernos de la CONUEE Abril Número 3.
- Ley de Transición Energética, (24 de diciembre de 2015). Recuperado el 21 de junio de 2019 de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>

Manual del Hospital (1990). *Especificaciones Generales de Construcción*. México. Subdirección General de Obras y Mantenimiento.

NOM-007-ENER-2014, (07 de agosto de 2014). *Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales*. Diario Oficial de la Federación. México. Recuperado el 23 de febrero de 2019 de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5355593&fecha=07/08/2014

NOM-025-STPS-2008, (30 de diciembre de 2008). *Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*. Diario Oficial de la Federación. México. Recuperado el 17 de enero de 2019 de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5404572&fecha=20/08/2015

Vaughan, S., Z. Patterson, P. Miller y G. Block. 2002, *Retos y oportunidades ambientales en el dinámico mercado de electricidad de América del Norte*. http://www.cec.org/files/PDF//CCA_Art13electricidad_Esp.pdf (12 de noviembre de 2018).

Secretaría de Energía (2015). *Estudios en Materia de Eficiencia Energética. Estudio de Eficiencia Energética en Hospitales*. México. Editado por Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF, Banco Mundial).

SEMARNAT (2018). *Calculadora de emisiones para el Registro Nacional de Emisiones*. Versión 6.0. México. Recuperado el 19 de febrero de 2019 de [dsiappsdev.semarnat.gob.mx › calculadora_de_emisiones_para_el_rene_v6](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/calculadora_de_emisiones_para_el_rene_v6)