



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Estudio de iluminación interior
según la normatividad
energética vigente en la
biblioteca Ing. Antonio Dovalí**

TESINA

Que para obtener el título de
Ingeniero Eléctrico Electrónico

P R E S E N T A

Diego Eduardo Domínguez Ríos

DIRECTORA DE TESINA

Dra. Manuela Azucena Escobedo Izquierdo



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS PARTICULARES	2
1. ANTECEDENTES DEL AHORRO DE ENERGÍA EN MÉXICO	3
2. NORMATIVIDAD VIGENTE EN ILUMINACIÓN INTERIOR.	8
2.1 NOM-007-ENER-2014.	11
2.2 NOM-025-STPS-2008.	12
3. PROGRAMAS DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA EN CAMPUS UNIVERSITARIOS.	14
4. CASO DE ESTUDIO: BIBLIOTECA FACULTAD DE INGENIERÍA.	19
4.1 MEDICIÓN DE NIVELES DE ILUMINACIÓN	21
4.2 DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO	25
4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.	26
4.4 PROPUESTA DE MEJORA DE NIVELES DE ILUMINACIÓN Y DPEA EN LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME.	27
4.5 ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE CAMBIO DE LUMINARIAS EN LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME.	29
5. CONCLUSIONES	32
REFERENCIAS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A. Luminarias por recinto.	21
Tabla B. Niveles de iluminación promedio en las zonas de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime.	24
Tabla C. Factor de reflexión promedio en las zonas de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime.	25
Tabla D. DPEA en las zonas de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime.	27
Tabla E. Niveles de iluminación promedio por zona con la propuesta de cambio de luminarias.	29
Tabla F. DPEA por zona con la propuesta de cambio de luminaria.	29
Tabla G. Comparación de número de luminarias y carga demandada entre el arreglo de luminarias actual y el arreglo de luminarias propuesto.	30
Tabla H. Número de luminarias necesarias y costo de la inversión de las luminarias.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. Impactos estimados por el horario de verano.	6
Figura II. Impactos obtenidos por las NOM en iluminación.	11
Figura III. Ubicación de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime.	19
Figura IV. Tipos de luminarias en la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime.	20
Figura V. Pasillo entrada dividido en zonas para realizar mediciones.	22
Figura VI. Pasillo entrada con mediciones E1 y E2 con luz natural.	23
Figura VII. Pasillo entrada con mediciones E1 y E2 sin luz natural.	23
Figura VIII. Pasillo entrada medidas del recinto y número de luminarias.	26

ANEXOS

ANEXO 1: NOM-007-ENER-2014	36
ANEXO 2: NOM-025-STPS-2008	53
ANEXO 3: NOM-025-STPS-1994	66
ANEXO 4: CROQUIS DE LA BIBLIOTECA ING. JAIME DOVALÍ JAIME, DIVIDIDO POR RECINTOS	94
ANEXO 5: CROQUIS DE LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME, CÁLCULO DE ZONAS DONDE EFECTUAR LA MEDICIÓN DE NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN NOM-025-STPS-2008	99
ANEXO 6: CROQUIS DE LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME, NIVELES DE ILUMINACIÓN CUANDO EXISTE APORTE DE LUZ NATURAL	105
ANEXO 7: CROQUIS DE LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME, NIVELES DE ILUMINACIÓN NOCTURNOS	109
ANEXO 8: SIMULACIÓN EN DIALUX, NIVELES DE ILUMINACIÓN EN LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME CON CAMBIO DE LUMINARIAS	114
ANEXO 9: FICHA TÉCNICA MASTER LEDTUBE UNIVERSAL T8 PHILIPS	125
ANEXO 10: FICHAS TÉCNICAS, COMPARACIÓN DE LUMINARIAS ACTUALES DE LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME CON LAS PROPUESTAS	128

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la energía eléctrica es parte fundamental en la vida de todas las personas, la utilizamos en todos lados (casa, trabajo, escuela, etc.) para realizar las actividades del diarias, cómo tener nuestro espacio de trabajo iluminado o tener utilizar nuestras herramientas de trabajo que requieran electricidad el lapso de tiempo en el que estemos haciendo uso de ellas.

Hacer que todo el país cuente con energía eléctrica es una labor que requiere de mucho esfuerzo y dinero, debido a que se necesita:

1. Contar con las plantas generadoras necesarias para satisfacer la demanda eléctrica de todo el país, siempre debe de haber más energía generada que la energía consumida.
2. Transmitir la energía generada por extensas líneas de transmisión de alta tensión, debido a que, si la energía se transmite a alta tensión, hay menores perdidas.
3. Monitorear la energía en subestaciones eléctricas en puntos específicos, con el fin de que, si existe alguna falla, el servicio eléctrico no sea interrumpido.
4. Bajar el nivel de tensión con numerosos transformadores, con la finalidad de poder distribuir la energía y pueda ser utilizada por los usuarios a una tensión adecuada, según sea el nivel de tensión que necesite el usuario.

Se debe de entender que es un proceso largo y minucioso, por lo que se tendría que crear conciencia del uso eficiente de energía.

Es una realidad que algunas personas dejan su computadora encendida aun cuando no están haciendo uso de ella o dejan las luminarias encendidas, aunque no necesariamente sea necesario utilizarlas, en resumen, no tienen la cultura de ahorrar energía.

Ante esto, existen programas de ahorro de energía en México que promueven a hacer que se haga un uso eficiente de la misma, uno de esos programas es la normalización de eficiencia energética, el cual tiene como fin de regular el consumo de energía de aparatos electrónicos, así como especificaciones del diseño de edificaciones.

En el presente trabajo se evalúan dos normas energéticas en la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime, las cuales son: NOM-007-ENER-2014 y NOM-025-STPS-2008, con la finalidad de hacer que en la biblioteca cuente con una adecuada y eficiente utilización de energía eléctrica, analizando si los niveles de iluminación en cada uno de los espacios de la biblioteca son adecuados según las tareas que se realicen en cada espacio y establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado el sistema de alumbrado del edificio.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la iluminación interior de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime a través del cumplimiento de la normatividad vigente.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado en la biblioteca según lo que establece la norma NOM-007-ENER-2014.
- Evaluar los niveles de iluminación interior en la biblioteca de acuerdo a lo que establece la norma NOM-025-STPS-2008.
- Evaluar la distribución de la iluminación interior y, si es necesario, proponer mejoras.

Capítulo 1. ANTECEDENTES DEL AHORRO DE ENERGÍA EN MÉXICO

La energía eléctrica juega un papel importantísimo en nuestra vida, ya que prácticamente en todas nuestras actividades la utilizamos, tanto en el trabajo, escuela y casa.

La energía eléctrica es generada por diferentes tipos de plantas de generación que están distribuidas en nuestro país, la mayoría de ellas utiliza hidrocarburos para generar dicha energía, posteriormente esa energía es transmitida por extensas líneas de transmisión de alta tensión, pasan por subestaciones eléctricas, las cuales monitorean la energía para que si existe una falla en algún punto se accionen protecciones para no dañar al sistema eléctrico y no sea interrumpida la energía, para que finalmente sea distribuida por medio de numerosas líneas de media y baja tensión y pueda llegar a nuestros hogares, trabajos o escuelas, para que hagamos uso de ella.

Se requiere de mucho trabajo y esfuerzo económico hacer que la energía llegue hasta nosotros, además de que el consumo de ésta va incrementando con el pasar de los años. De 1990 a 2015 el consumo de energía se incrementó en un 74,1% en México. [1]

“El ahorro o eficiencia energética consiste en utilizar la energía de mejor manera. Es decir, con la misma cantidad de energía o con menos, obtener los mismos resultados. Esto se puede lograr a través del cambio de hábitos, del uso tecnologías más eficientes, o una combinación de ambos.” [2]

Los programas de eficiencia energética se remontan a los primeros años de la década de 1980 y se originan en la coyuntura que se vivió en el mundo durante la década de 1970 a partir de dos crisis petroleras, los esbozos de la globalización de la economía mundial y el naciente interés por el desarrollo sustentable, cuando la Comisión Federal de Electricidad (CFE) implementó el Programa Nacional del Uso Racional de Energía Eléctrica (PRONUREE) para difundir información sobre ahorro de energía entre los usuarios en 1980 y Petróleos Mexicanos (PEMEX) implementó el Programa de Conservación y Ahorro de Energía (PROCAE) para la reducción del consumo de energía en sus actividades en 1984.

“En el año 1989, el Gobierno Mexicano decide establecer el Programa Nacional de Modernización Energética y, como consecuencia, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) inicia el Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE), y un año más tarde la misma CFE promovió la constitución del Fideicomiso para el Aislamiento Térmico de Viviendas (FIPATERM)”

A la fecha, el PAESE continúa brindando apoyo a los usuarios finales sobre cuestiones relacionadas con la electricidad y mejora de la eficiencia, aunque recientemente su trabajo se ha centrado en las instalaciones de la propia CFE.

Por otra parte, la eficiencia energética comenzó a ser impulsada de manera formal e institucional con la creación de la Comisión Nacional para el Ahorro de la Energía (CONAE)

en 1989. Esta comisión nació en el contexto de una creciente necesidad de conservar los recursos naturales no renovables, y su principal objetivo era fungir como órgano técnico de consulta en materia de ahorro y uso eficiente de la energía de las entidades y dependencias de la Administración Pública Federal, así como de los particulares y de los gobiernos de los estados y municipios. [1]

En cuanto, para 1992 CONAE estableció la Subcomisión de Ahorro de Energía en el Gobierno Federal, con el fin de promover el ahorro de energía en sus inmuebles, dando origen a un grupo de trabajo que durante tres años realizó diagnósticos energéticos en edificios públicos y privados, detectándose así, grandes potenciales de ahorro de energía, específicamente en sistemas de iluminación.

De este modo, en 2008 con la publicación de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), se crea la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), reemplazando a CONAE.

De esta forma, la CONUEE se constituye como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, que cuenta con autonomía técnica y operativa, y tiene por objeto promover la eficiencia energética y constituirse como órgano de carácter técnico, en materia de aprovechamiento sustentable de energía.

En resumen, la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE) tiene por objeto propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante el uso óptimo de la misma, en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo, de tal forma que plantea nuevas atribuciones y responsabilidades para el sector energético y para todos los sectores de la sociedad. [3]

Asimismo, y posterior a la creación de la CONAE (ahora CONUEE), surgió el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) en agosto de 1990, también por iniciativa de la CFE, en principio para apoyar las acciones del PAESE. El FIDE es un fideicomiso privado sin fines de lucro que se estableció para coadyuvar en las acciones de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.

De este modo, desde la década de 1990 y hasta la fecha el FIDE se ha convertido en una institución dedicada a realizar acciones que permiten inducir y promover el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en industrias, comercios y servicios, micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMEs), municipios, sector residencial y agrícola, y ha ofrecido apoyo técnico y financiero a través de distintos programas. El FIDE ha realizado estas acciones mediante la elaboración de diagnósticos energéticos, programas de capacitación enfocados a la formación de recursos humanos, la difusión y promoción de resultados de acciones realizadas, campañas de concientización y orientación a la población, y asesorías enfocadas al ahorro de energía. [4]

Por otra parte, en 1992 se publicó la Ley Federal de Metrología y Normalización que asignó a las dependencias del gobierno mexicano, conforme a sus ámbitos de competencia, constituir comités consultivos nacionales de normalización para expedir Normas Oficiales Mexicanas (NOM) sobre productos, sistemas, procesos, métodos, instalaciones y servicios, así como desarrollar actividades para certificar, verificar e inspeccionar su cumplimiento. Así, en 1993 la SENER, a través de la CONAE, constituyó el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), mismo que tendría como finalidad iniciar la realización del proceso de normalización de eficiencia energética en el país. De esta manera, en 1994 se publicaron las primeras Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética (NOM-ENER) que entraron en vigor por primera vez en 1995.

En cuanto, en 1996, desarrolló el Programa Cien Edificios Públicos (CEP) como programa voluntario para integrar información confiable sobre los patrones de consumo en inmuebles.

Posteriormente en 1999 se estableció la adopción de medidas para fomentar el ahorro de energía eléctrica y combustibles dentro del “Acuerdo del Programa de Austeridad Presupuestaria en la Administración Pública Federal”, en donde, entre otras cosas, se estableció que la CONAE expediría los lineamientos generales del Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal (PAEIAPF). [5]

Por otra parte, el Horario de Verano se implementa desde 1996, como una medida promovida por la SENER, la CONUEE, la CFE y el FIDE enfocada a disminuir el consumo de energía en la iluminación a través del diferencial de horarios en las actividades y aprovechando la luz natural.

De acuerdo con estudios del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), con la participación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), y del Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL), la aplicación del Horario de Verano en el 2017, obtuvo ahorros en consumo de 885.70 gigawatts hora (GWh), y una demanda evitada de 548 megawatts (MW), que equivale a diferir la inversión de una planta termoeléctrica convencional.

Para dimensionar el significado del ahorro de energía obtenido, los 885.70 GWh serían suficientes para abastecer el consumo de 571 mil casas habitación durante todo un año, con un consumo promedio de 258 kilowatt hora al bimestre (kWh/bimestre), o el equivalente al consumo de energía de 7.78 millones de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas prendidas las 24 horas del día durante un año.

El ahorro económico por la implementación del HV 2017 se estima en mil 311 millones de pesos, esto al considerar un costo medio de la energía eléctrica de 1.4805 pesos por kilowatt hora para los usuarios domésticos. [6]

En la Figura I se pueden observar los impactos estimados por el HV entre los años 1996 a 2016.

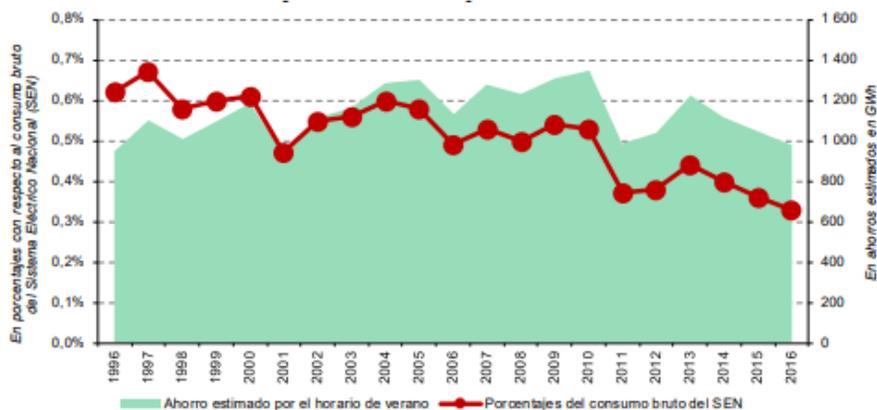


Figura I. Impactos estimados por el horario de verano. (Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias).

Por otra parte, en 2014, se crea el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE), el cual es el instrumento del Ejecutivo Federal mediante el cual se establecen objetivos, metas, estrategias y acciones que permitirán alcanzar el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades de la cadena energética, desde la explotación hasta el uso final. [7]

Los seis objetivos en que se basa el Programa para impulsar y promover la eficiencia energética en el País son:

- Desarrollo de programas de eficiencia energética.
- Regulación de la eficiencia energética.
- Mecanismos de cooperación.
- Fortalecimiento de capacidades institucionales.
- Cultura del ahorro de la energía.
- Investigación y desarrollo tecnológico.

Programas recientes y significativos de eficiencia energética.

Programa Ahórrate una luz. El programa Ahórrate una luz, de la SENER, operado por el FIDE con el apoyo de Diconsa S.A. de C.V., tiene por objetivo entregar 40 millones de lámparas ahorradoras (LFCA: Lámparas Fluorescentes Compactas Autobalastadas) a los habitantes de poblaciones de menos de 100 mil habitantes, para apoyar su economía familiar, disminuir su consumo y contribuir al cuidado del medio ambiente con la disminución de gases contaminantes emitidos a la atmósfera.

Programa Hipoteca Verde. El INFONAVIT inició este programa en 2009 con la finalidad de otorgar créditos para comprar, construir, ampliar o remodelar una vivienda con accesorios ahorradores de agua, luz y gas, como llaves, focos y calentadores solares.

Programa de Mejoramiento Sustentable en Vivienda Existente. Tiene por objeto apoyar al sector residencial en la adquisición de tecnología sustentable y eficiente a fin de reducir el gasto familiar por concepto de consumo eléctrico. Las tecnologías participantes son: sistemas fotovoltaicos, calentador de gas eficiente, calentadores solares, aires acondicionados y aislamiento térmico, entre otros.

Programa de Ahorro y Eficiencia Energética Empresarial, Eco-Crédito Empresarial. Tiene como objetivo el aumento de la competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas empresas (MiPyMES) mediante la reducción de sus costos de operación, a través del ahorro y uso eficiente de la energía.

Programa de Sustitución de Equipos Electrodomésticos para el Ahorro de Energía Eléctrica “Cambia tu viejo por uno nuevo”. Este programa fue creado por la SENER y operado por el FIDE hasta el año 2012. Su objetivo fue sustituir refrigeradores o equipos de aire acondicionado con más de 10 años de uso por equipos más eficientes. Este programa otorgó 1,8 millones de créditos a usuarios residenciales.

Programa Luz Sustentable. Desarrollado conjuntamente por SENER y FIDE en el período 2009 a 2012, comprende dos fases. El objetivo del programa fue sustituir focos incandescentes por lámparas ahorradoras de forma gratuita y logró un reparto de 47,2 millones de lámparas ahorradoras.

Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal. Este proyecto tiene como objetivo impulsar la eficiencia energética a través de la sustitución de sistemas ineficientes de alumbrado público municipal, contribuyendo así a promover la reducción en el consumo de energía eléctrica, la implementación de tecnologías más eficientes y asegura el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes a los sistemas y productos de alumbrado público. [7]

Posteriormente, el 24 de diciembre de 2015, fue publicada la Ley de Transición Energética (LTE), que sustituyó a la LASE. Esta nueva ley ratificó el objetivo institucional de la CONUEE. “La LTE tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.” [8]

Capítulo 2. NORMATIVIDAD VIGENTE EN ILUMINACIÓN INTERIOR.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) menciona distintos tipos de normas oficiales mexicanas entre las que encontramos las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX).

Las NOM tienen como principal objetivo prevenir los riesgos de la salud, la vida y el patrimonio y por lo tanto son de observancia obligatoria. Estas regulaciones técnicas presentan la información, los requisitos, las especificaciones, los procedimientos y la metodología que hacen que las dependencias gubernamentales puedan establecer parámetros medibles, de forma que se eviten riesgos a la población, al medio ambiente y a los animales. [9]

- Programa de normalización en eficiencia energética.

La normalización en eficiencia energética ha sido la política pública costo-beneficio más exitosa en México, y consiste en especificaciones técnicas dirigidas a limitar el consumo de energía en equipos, aparatos o sistemas comercializados en el país, además de las edificaciones, a través del diseño adecuado de su envolvente térmica.

Normalización. Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de eficiencia energética se fundamentan en y parten de la entrada en vigor de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización en 1993. Este programa está a cargo de la CONUEE que elabora, revisa y publica dichas especificaciones. [10]

Las primeras normas entraron en vigor en 1995 y a la fecha se ha alcanzado un total de 31 NOM-ENER dirigidas a regular el consumo de energía eléctrica y térmica de equipos y sistemas del sector residencial, comercial-servicios, industrial, transporte y agropecuario. Véase Anexo 1 muestra las NOM-ENER que se encuentran en vigor en México.

Se estima que de 1995 a 2012 se han comercializado más de 640 millones de equipos y sistemas certificados y verificados en el cumplimiento de las NOM de eficiencia energética, con un ahorro de energía de aproximadamente 222,155 gigawatts hora, que equivalen a 1.6 veces la producción de electricidad de la CFE en 2010. [11]

Las normas oficiales mexicanas en eficiencia energética se dividen por temas, los cuales son: Acondicionadores de aire, edificaciones, electrodomésticos, iluminación e industria.

El tema de interés para éste trabajo es el de iluminación y las normas vigentes de eficiencia energética son las siguientes:

- NOM-017-ENER/SCFI-2008. Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba

La Norma establece los límites mínimos de eficacia para las lámparas fluorescentes compactas autobalastadas (LFCA), así como las especificaciones de seguridad al usuario y los métodos de prueba aplicables para verificar dichas especificaciones. Asimismo, establece el tipo de información que deben llevar los productos objeto de esta Norma Oficial Mexicana que se comercialicen dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos y de igual forma, atiende la necesidad de que dichos productos propicien el uso eficiente y el ahorro de energía.

- NOM-028-ENER-2010. Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba

Esta Norma aplica para las lámparas de uso general para la iluminación de los sectores residencial, comercial, servicios, industrial y alumbrado público (todas aquellas lámparas de descarga en alta intensidad, fluorescentes compactas autobalastadas, fluorescentes lineales, incandescentes, incandescentes con halógenos y luz mixta) que se comercialicen en el territorio nacional.

- NOM-030-ENER-2012, Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones para las lámparas de LED integradas para iluminación general, así como los métodos de prueba aplicables para comprobar las mismas. Asimismo, establece el tipo de información de características técnicas esenciales acordes con el uso destinado, que deben llevar los productos objeto de esta Norma Oficial Mexicana que se comercialicen dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos y de igual forma, atiende la necesidad de que dichos productos propicien el uso eficiente y el ahorro de energía.

- NOM-031-ENER-2012, Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones de eficacia luminosa para los luminarios con diodos emisores de luz (leds), destinados a vialidades y áreas exteriores públicas, así como los métodos de prueba aplicables para verificar dichas especificaciones. Asimismo, establece el tipo de información de características técnicas esenciales acordes con el uso destinado, que deben llevar los productos objeto de esta Norma Oficial Mexicana que se comercialicen dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos y de igual forma, atiende la necesidad de que dichos productos propicien el uso eficiente y el ahorro de energía.

- NOM-013-ENER-2013. Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades

Esta Norma tiene como objetivo establecer niveles de eficiencia energética en términos de valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), así como la iluminancia promedio para alumbrado en vialidades en las diferentes aplicaciones señaladas en la Norma, con el

propósito de que se diseñen o construyan bajo un criterio de uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la aplicación de equipos y tecnologías que incrementen la eficacia sin dejar de lado los requerimientos visuales.

- NOM-007-ENER-2014. Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales

Esta Norma Oficial Mexicana tiene como finalidad establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes; con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica y contribuir a la preservación de recursos energéticos y la ecología de la Nación.

Existen normas oficiales mexicanas, que no pertenecen al grupo de normas de eficiencia energética que supervisan el desempeño y la eficiencia energética de los equipos, luminarios, y sistemas de iluminación.

Dos normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial:

- NOM-058-SCFI-1999. Productos eléctricos -balastos para lámparas de descarga eléctrica en gas- Especificaciones de Seguridad.

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones de seguridad que deben cumplir los balastos para lámparas de descarga eléctrica en gas, con el propósito de prevenir y eliminar los riesgos para la inocuidad corporal de los usuarios y para la conservación de sus bienes.

- NOM-064-SCFI-2000. Productos eléctricos -luminarias para uso en interiores y exteriores- Especificaciones de seguridad y métodos de prueba

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos de seguridad y los métodos de prueba aplicables a los luminarios para interiores y exteriores.

Una norma de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social:

- NOM-025-STPS-2008. Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo

Esta Norma Oficial Mexicana tiene como objetivo Establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.

La actividad de las NOM-ENER es apoyada por una infraestructura importante de laboratorios de prueba, organismos de certificación, unidades de verificación y la entidad mexicana de acreditación.

Por otra parte, estudios de la CONUEE han identificado a las NOM-ENER como factor principal en el desacoplamiento entre el consumo de energía eléctrica del sector residencial con respecto a la tasa de crecimiento del número de usuarios y la reducción en el uso de gas LP y natural en el sector residencial.

De la figura II se aprecian los impactos favorables que ofrecen las Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética en el tema de iluminación.



Figura II. Impactos obtenidos por las NOM en iluminación. [12]

Para fines del presente trabajo, hablaremos específicamente de dos normas oficiales mexicanas: NOM-025-STPS-2008 y NOM-007-ENER-2014.

2.1 NOM-007-ENER-2014.

Tiene como objetivo establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes, con el propósito de que estos haga un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética y cumplan con los niveles de iluminación establecidos.

El campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana comprende los sistemas de alumbrado interior y exterior de los edificios no residenciales nuevos con carga total conectada para alumbrado mayor o igual a 3 kW; así como a las ampliaciones y modificaciones de los sistemas de alumbrado interior y exterior con carga conectada de alumbrado mayor o igual a 3 kW de los edificios existentes. Algunos edificios podrían ser:

- Oficinas
- Hoteles
- Hospitales
- Bibliotecas
- Escuelas

Para efectos de aplicación de esta NOM, Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior de los edificios, según sea su aplicación del mismo, no deben exceder los valores propuestos (véase en Anexo 1: NOM-007-ENER-2014, tabla 1: Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado).

Las DPEA totales para los sistemas de alumbrado interior y exterior se determinan en forma independiente una de otra.

La metodología que se debe de seguir para la aplicación de la norma en alumbrado interior es:

1. Identificar el tipo de edificio el cual se analizará, para esto se debe consultar la Tabla 1 del Anexo 1.
2. Identificar el número de niveles que integra el edificio, así como los usos del mismo.
3. Obtener el área de los distintos espacios a ser iluminadas de cada uno de los niveles, para cada uno de los usos que integran los edificios, expresado en metros cuadrados.
4. Determinar la carga total conectada para alumbrado, expresada en watts.
5. Se deben integrar los valores parciales obtenidos de cada nivel.
6. Con los valores de la carga total conectada para alumbrado y el área total de cada nivel, determinar la DPEA.

2.2 NOM-025-STPS-2008.

El objetivo de la presente norma es establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores. La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.

Los niveles mínimos de iluminación que deben incidir en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, son los establecidos en la norma oficial mexicana (véase en Anexo 2: NOM-025-STPS-2008, tabla 1: Niveles de iluminación).

- Evaluación de los niveles de iluminación

En (SENER, NOM-025-STPS-2008, 2008) se dice que se deberán efectuarse 3 mediciones en cada punto o zona determinada distribuidas en un turno de trabajo que pueda presentar las condiciones críticas de iluminación: una lectura tomada aproximadamente en la primera hora del turno; una lectura tomada aproximadamente a la mitad del turno, y una lectura tomada aproximadamente en la última hora del turno.

Las áreas de trabajo se deben dividir en zonas del mismo tamaño y realizar la medición en el lugar donde haya mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de estas zonas.

- Evaluación del factor de reflexión

Los puntos de medición deben ser los mismos obtenidos anteriormente.

Para el cálculo del factor de reflexión Se efectúa una primera medición (E1), con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de $10 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$, hasta que la lectura permanezca constante; la segunda medición (E2), se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente.

Se considera que existe deslumbramiento en el área y puesto de trabajo, cuando el valor de la reflexión (Kf) supere los valores establecidos en la norma oficial mexicana (véase en Anexo 2, tabla 2: Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión).

Recordemos que el escenario ideal sería que no existieran ni deslumbramientos ni falta de iluminación en las áreas de trabajo. Si existe alguno, se deben tomar medidas para que los niveles de iluminación y el factor de reflexión sean los óptimos según la norma presente.

Se tuvo que recurrir a una versión anterior de ésta norma, la cual fue publicada en 1994, debido a que en la versión actual no vienen contempladas algunas zonas de bibliotecas, como lo son los acervos y la zona de consulta. La NOM-025-STPS-1994 es más específica que la versión actual, debido a que viene mucho mejor desglosadas las zonas, por esa razón se tomó en cuenta para fines de hacer mejor el análisis (véase en Anexo 3: NOM-025-STPS-1994, inciso 2: OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS).

Capítulo 3. PROGRAMAS DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA EN CAMPUS UNIVERSITARIOS.

En las universidades de México se proponen programas de ahorro de energía y están interesadas en implementar esos programas dentro de sus planteles, aparte de contar con proyectos externos, como la UNAM. Es importante que existan estos programas, debido a que hay un gran número de salones, laboratorios, talleres y oficinas en cada uno de los planteles, lo que se traduce a una gran demanda eléctrica.

A partir de 1993 el grupo de Ahorro de Energía es responsable directo, en colaboración con la Dirección General de Obras y Conservación, de la línea de ahorro y uso eficiente de la energía en la UNAM. Las acciones generales realizada por el grupo son:

- Diagnósticos Energéticos en más de 900 edificios de las dependencias universitarias de la zona metropolitana y de la Ciudad de Cuernavaca.
- Reportes, recomendaciones y asesoría a las dependencias ubicadas en los edificios diagnosticados.
- Seguimiento del impacto de las recomendaciones.
- Evaluación económica de opciones para la planeación de las adecuaciones a llevarse a cabo como parte del Programa de Ahorro de Energía, asesoría a las Direcciones Generales de Obras y Conservación y de Proveduría.
- Seguimiento del efecto multiplicador interno reflejado en acciones iniciadas en dependencias no cubiertas todavía por el Programa de Ahorro de Energía.
- Actualización de planos eléctricos y propuestas de redistribución de cargas para mantener balanceados los circuitos eléctricos.
- Revisión y diagnóstico de las instalaciones eléctricas y sus sistemas de tierras.
- Diseño de sistemas de tierras y pararrayos para protección de equipo electrónico y eléctrico.
- Cuantificación y propuestas de solución de la contaminación de armónicas en diferentes instalaciones eléctricas de la UNAM.
- Desarrollo de un programa integral de Administración de la Energía.
- Elaboración de bases de datos energéticos de las dependencias. Utilización de Fuentes Renovables en C.U.:
Calentamiento de alberca.
Iluminación. [13]

Escobedo & Sánchez en su publicación “Curvas características en usos finales en edificios del sector terciario (con uso no residencial)” [14] presentaron el comportamiento de la demanda eléctrica a través de curvas características de los usos de edificios como: alumbrado interior y exterior, cómputo y misceláneos. Implementando la metodología de hacer un levantamiento de cargas eléctrica y un levantamiento eléctrico. En los resultados de la iluminación interior se concluye que los usuarios no

acostumbran a apagar las lámparas que utilizan, así como sus equipos de cómputo, por lo que la curva no presenta disminución en horas donde no laboran (hora de comida).

En cuanto, Escobedo & Sánchez en su publicación “Caracterización energética de edificios de la ciudad universitaria.” [15] Establecieron una metodología para la caracterización energética de los edificios ubicados en ciudad universitaria, donde se analiza el uso que tiene el edificio, su operación, su ubicación, tipo de arquitectura y otros parámetros. Con esto se obtuvieron indicadores energéticos que les permitieron conocer el comportamiento energético de los inmuebles según su uso y así establecer una estrategia para mejorar el uso de la energía en los mismos.

Se eligieron 5 inmuebles los cuales se seleccionaron los edificios tuvieran una actividad preponderante: docencia, administrativas, de investigación científica, de investigación social y una biblioteca. Otro parámetro fue que la alimentación eléctrica de los inmuebles fuera por medio de un solo transformador, con el fin de tener un mejor control sobre las mediciones.

Los edificios fueron:

- Centro de Lenguas Extranjeras (Actividades de docencia)
- Dirección General de los Colegios de Ciencias y Humanidades (Oficinas administrativas)
- Biblioteca Antonio Caso de la Facultad de Derecho
- Instituto de Investigaciones Antropológicas (Labores de investigación social)
- Instituto de Químicas, Edif. A (Labores de investigación científica)

Para la biblioteca, se observó que la carga más importante fue la de iluminación interior, y se propuso una disminución de la curva de demanda estimada por una sustitución de iluminación interior eficiente, el cual, el ahorro es de casi 20kW.

Se han identificado cinco importantes usos finales de la energía en la edificación que son: Aire Acondicionado, Iluminación, Motores, Refrigeración y Misceláneos. Se presentan los resultados como indicadores energéticos obtenidos por tipo de edificio y por región climática. Se han obtenido dos de los indicadores más representativos en el comportamiento del uso de energía eléctrica en un edificio: por consumo de energía eléctrica (kWh/m² -año), y el indicador por demanda de potencia eléctrica instalada (W/m²) [16]

“El consumo por las diversas cargas de un edificio, se determina mediante un diagnóstico energético (DEN), cuyo fin es conocer el grado de eficiencia con el que se utiliza la energía.” [16]. Los diagnósticos energéticos son una herramienta útil para llevar a cabo un programa de ahorro y uso eficiente de energía.

De esta forma, Escobedo, Morillón, & García, en su publicación “Retos y oportunidades para la sustentabilidad energética en edificios de México: Consumo y uso final de energía en edificios

residenciales, comerciales y de servicio” nos dice que para identificar la problemática que existe en el uso y consumo de energía en edificios, se analizaron 110 diagnósticos energéticos y se encontró que se debe a: Mal uso del alumbrado, Equipos e instalación obsoletos e ineficientes, Mantenimiento inapropiado, Adición de cargas y Edificios no adecuados al ambiente.

Se tienen que cumplir los lineamientos establecidos en la normatividad mexicana con respecto al ahorro y uso eficiente de la energía. A veces se antepone la comodidad, que en los diagnósticos energéticos se traducen en las problemáticas que se mencionaron anteriormente, un ejemplo puede ser que se utilizan demasiados equipos de aire acondicionado o no se da un mantenimiento adecuado a los equipos de iluminación en el edificio. Además de que cumplir con la normatividad y con los programas de ahorro y uso eficiente de energía genera beneficios económicos y ambientales, lo cual es importante para México que todos los edificios en el país lo cumplan.

El objetivo de un diagnóstico energético es determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía. Consiste en el análisis y estudio de todas las formas y fuentes de energía que utiliza un inmueble. Este análisis se hace de manera crítica en la instalación consumidora de energía, para así, establecer el punto de partida para la implementación y control de un programa de ahorro de energía. [17]

En relación, un parámetro importante de los diagnósticos energéticos es la medición de niveles de iluminación, el cual consiste en tomar lecturas con un luxómetro en zonas representativas del edificio. Este muestreo se hace tanto de día (cuando hay luz natural) como en la noche (cuando no hay luz natural), donde es más importante tener buena iluminación en la zona de trabajo, debido a que no existe el apoyo de la luz solar y por lo tanto la luz artificial debe ser adecuada para realizar las actividades en todas las zonas del edificio.

Posteriormente se analizan los valores medidos, para ello se debe seguir lo dicho en la norma NOM025-STPS 2008, que es la norma vigente, la cual nos dice cuántos puntos de medición se deben de tomar, en cada recinto del edificio, según su estructura arquitectónica, para posteriormente tener una medición de luxes promedio y compararlos con los establecidos en la norma, según el tipo de recinto.

Podemos inferir que en las bibliotecas predomina la iluminación, tanto en demanda eléctrica, como en consumo de energía eléctrica, esto es debido a las actividades que se realizan en ella: leer, realizar tarea, entre otras; además de que tiene un horario establecido.

Por otra parte, otras universidades mexicanas desarrollan sus proyectos de ahorro de energía. Esto es muy importante, ya que existe la posibilidad de comparar y mejorar tanto los proyectos realizados por la UNAM, como los proyectos realizados por las demás universidades.

Proyectos de Ahorro de Energía en IPN

Desde 2009 en el Instituto Politécnico Nacional se ha llevado actividades para el uso eficiente de energía eléctrica.

A. En materia de ahorro en el suministro de energía eléctrica y de agua cada dependencia politécnica deberá establecer un programa que contemple al menos, los siguientes puntos:

- Llevar a cabo acciones de sustitución de las luminarias actuales por lámparas ahorradoras de energía.
- Apagar en horas inhábiles la iluminación; asimismo se deberán revisar las áreas y retirar lámparas innecesarias.
- Colocar apagadores de luminarias en salones de clases, laboratorios, talleres, salas de usos múltiples y áreas comunes, que permitan prescindir de la iluminación cuando las áreas no estén en uso.
- Instalar sensores de presencia en áreas de poca actividad, como áreas de resguardo de materiales, estacionamientos, entre otros.
- Hacer campañas de ahorro de energía y agua.
- Apagar siempre los equipos de laboratorios, talleres, oficinas, aulas y demás instalaciones que no estén en uso.
- Aplicar en las áreas administrativas el horario de trabajo de 9:00 a 18:00 hr, sin que se afecten las funciones sustantivas.
- Deberán permanecer apagadas las lámparas de luz eléctrica en sitios donde la luz natural ilumine adecuadamente las áreas de trabajo.
- Reducir al mínimo la operación de los aires acondicionados en las oficinas y ajustar su termostato, regulándose a niveles que permitan el ahorro de energía.

En cumplimiento a los “Lineamientos de Eficiencia Energética” para la Administración Pública Federal” y a la Circular No. 2 de la Dirección General del IPN, al 11 de abril 2013 se habían registrado en CONUEE 69 de las 71 unidades involucradas y de ellas 28 ya habían entregado los diagnósticos correspondientes. El FIDE está apoyando la evolución de los diagnósticos. [18]

Proyectos de ahorro de energía en UAM

En cuanto a la Universidad Autónoma Metropolitana desde 1997 fue creado el Programa de Uso de Energía en Edificaciones y se inaugura el Laboratorio de Ambiente Controlado cuyo objetivo es hacer eficiente el uso de equipos eléctricos para reducir el gasto de energía.

Autoridades de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Unidad Iztapalapa, y una empresa francesa fabricante de sistemas electrónicos de automatización y seguridad,

firmaron un convenio de colaboración para desarrollar actividades conjuntas de investigación e intercambio académico en materia de ahorro de energía.

Como parte de este convenio, la empresa donó su versión más reciente de software y hardware del Sistema de Medición y Control para capacitar alumnos en la automatización de edificios.

Este equipo formará parte del Laboratorio de Ambiente Controlado que pertenece al Área de Ingeniería en Recursos Energéticos en la Unidad Iztapalapa, en el que los alumnos hicieron uso del software y hardware que controla la operación de un edificio en cuestiones de seguridad, control de acceso, aire acondicionado, luz, bombas hidráulicas y elevadores optimizando el uso de energía y la disminución de personal operativo. [19]

Capítulo 4. CASO DE ESTUDIO: BIBLIOTECA FACULTAD DE INGENIERÍA.

La biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime se encuentra en la dirección: Av. Insurgentes Sur s/n, Circuito Interior, Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México, en el edificio “A” del conjunto norte de la Facultad de Ingeniería (Véase la figura III). Se mantiene abierta de lunes a viernes de 7:30 a 21:00 horas y los sábados de 8:00 a 14:00 horas.

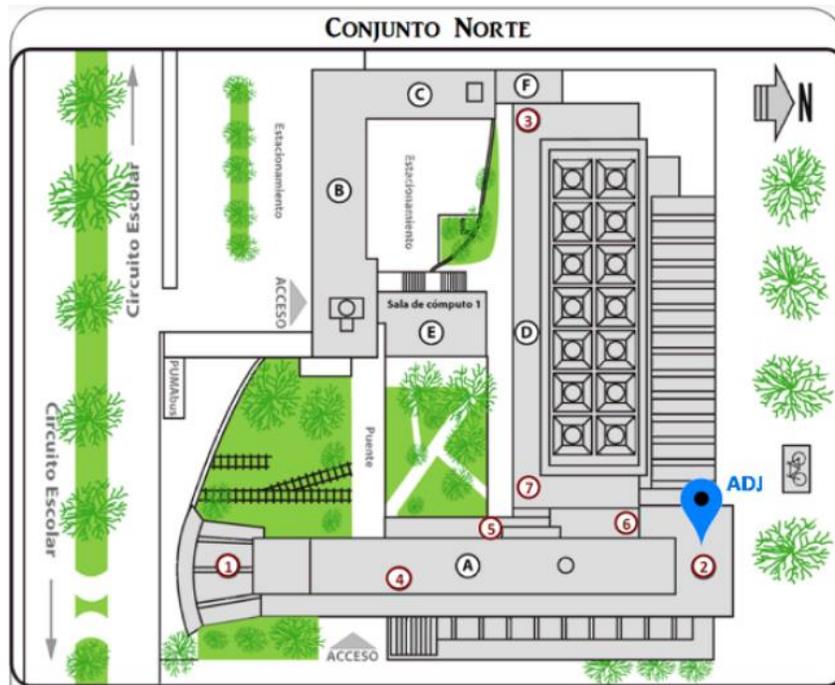


Figura III. Ubicación de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime. [20]

Debido a la ubicación de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime tiene un gran número de visitantes, los cuales disfrutan del extenso catálogo que ofrece la biblioteca, además de realizar en ella sus tareas o trabajos.

La biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime cuenta con un total de 332 luminarias, de las cuales 289 de ellas (87%) son paneles led de 40W, 25 son luminarias circulares tipo led de 13W, 6 son un conjunto de 2 lámparas fluorescentes T8 de 17W, 5 son lámparas fluorescente tipo circular T8 de 32W, 4 son una lámpara fluorescente T8 de 17W, 2 son una lámpara fluorescente T8 de 32W y 1 de ellas es una lámpara fluorescente T12 de 55W. La carga total conectada de la biblioteca es de 12436W. Véase figura IV.

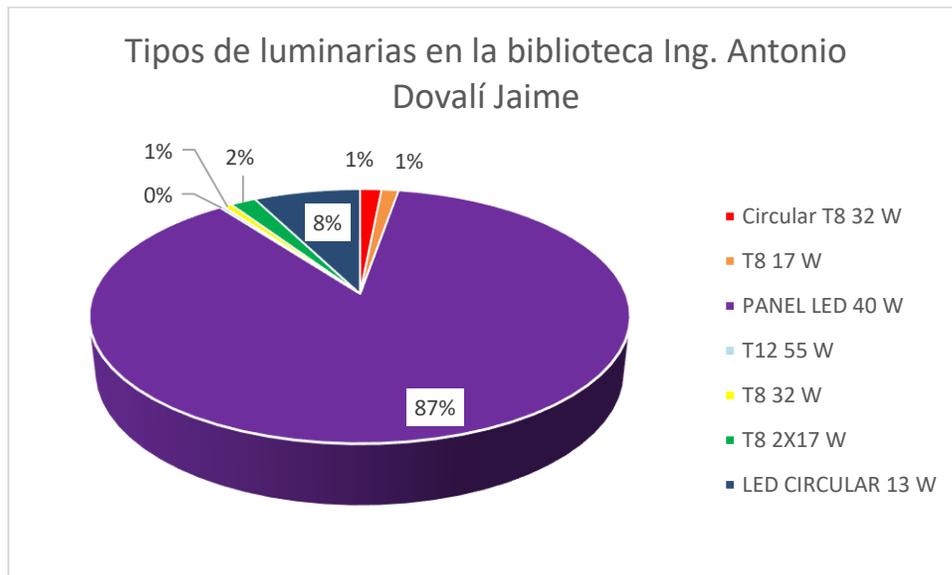


Figura IV. Tipos de luminarias en la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime.

Para fines de realizar el estudio, se dividió la biblioteca en 11 recintos, con el fin de facilitar las mediciones, los recintos son:

- Pasillo entrada
- Área fotocopias
- Comedor
- Acervo lado izquierdo
- Acervo lado derecho
- Área de consulta oficinas
- Jefatura
- Área de consulta primer nivel
- Acervo fondo izquierdo
- Área de consulta segundo nivel
- Jefatura segundo nivel

Debido a que algunos en algunos recintos se realizan las mismas actividades, la biblioteca se dividió en 5 zonas, con el objeto de analizar el comportamiento de las zonas y la biblioteca completa, las zonas son:

- Zona de pasillos
- Zona de oficinas
- Zona de acervos
- Zona de consulta
- Zona de comedor

Las luminarias se reparten en los recintos como se ve en la Tabla A.

Nombre del recinto	Zona	# de luminarias	Circular T8 32W	T8 17W	PANEL LED 40W	T12 55W	T8 32W	T8 2X17 W	LED CIRCULAR 13W
Pasillo entrada	PASILLO	25							25
Área fotocopias	OFICINA	5	5						
Comedor	COMEDOR	4		4					
Acervo lado izquierdo	ACERVO	72			72				
Acervo lado derecho	ACERVO	24			24				
Área de consulta oficinas	CONSULTA	12			12				
Jefatura	OFICINA	3				1	2		
Área de consulta primer nivel	CONSULTA	108			108				
Acervo fondo izquierdo	ACERVO	55			55				
Área de consulta segundo nivel	CONSULTA	18			18				
Jefatura segundo nivel	OFICINA	6						6	

Tabla A. Luminarias por recinto

El problema de las luminarias fluorescentes es que, con el paso del tiempo y las horas de uso, empiezan a perder intensidad, esto es debido a que a la luz fluorescente se les produce un desgaste en el material provocado por la corriente eléctrica alterna.

En cuanto a el panel led de 40W, el cual ocupa el 87% de las luminarias en la biblioteca, aunque la luminaria es con tecnología led, no es de una calidad alta, debido a que su fabricante no es garantía de hacer buenos productos, otra desventaja es que, si el panel sufre de un daño, es necesario cambiar el panel completo.

4.1 MEDICIÓN DE NIVELES DE ILUMINACIÓN

Para ubicar los puntos de medición que se necesitan para poder evaluar el recinto según la NOM-025-STPS-2008, se obtuvieron sus puntos de medición, para esto, seguimos la metodología, donde se dice que todas las zonas donde se realizará la medición deben tener el mismo tamaño, la medición se realizará en donde haya la mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de las zonas. El número de estas zonas está en función de la tabla A1. Relación entre el Índice de Área y el número de zonas de medición de la NOM-025-STPS-2008 (Véase en Anexo 2. NOM-025-STPS-2008), que tiene como nombre relación entre el índice de área y el número de zonas a evaluar.

El valor del índice de área está en función de la geometría de cada una de las zonas en la que dividimos la biblioteca.

Su fórmula es la siguiente:

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

Donde:

IC = Índice de área

x, y = dimensiones del área (largo y ancho), en metros

h = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros

Una vez obteniendo el valor del índice de área, se consulta con la tabla A1, en la columna A, para obtener el número mínimo de zonas a evaluar, sin embargo, en caso de que los puntos de medición coincidan con los puntos focales de las luminarias se deberá considerar el número de zonas que indique la columna B.

- Pasillo entrada

$$IC = \frac{(6.24)(13.6)}{(1.12)(6.24 + 13.6)} = \frac{84.864}{22.2208} = 3.8191$$

Por ejemplo, para el recinto “pasillo entrada”, el índice de área es de 3.8191, por lo que se deben tener 25 zonas que debemos dividir del mismo tamaño para obtener los puntos de medición, véase Figura V.

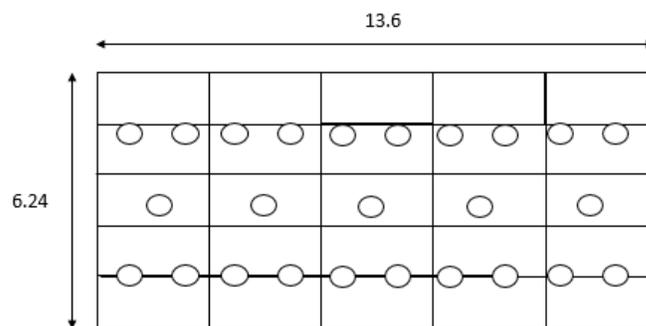


Figura V. Pasillo entrada dividido en zonas para realizar mediciones.

Esto se hace con cada uno de los recintos de la biblioteca (véase Anexo 5, CROQUIS DE LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME, CALCULO DE ZONAS DONDE EFECTUAR LA MEDICIÓN DE NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN NOM-025-STPS-2008.)

Ahora bien, tenemos que identificar el centro geométrico de cada zona para que sea el punto de medición.

Una vez identificado se tienen que hacer dos mediciones con el luxómetro en cada punto, las cuales son E1 y E2 (Ver Figura VI y Figura VII). Donde para E1 se toma la medida con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de 10 cm aproximadamente, hasta que la lectura permanezca constante. Y para E2 se realiza la medición con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente.

En pasillos (como es el caso) y en escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a 75 cm aproximadamente sobre el nivel del piso.

Se deben realizar tres mediciones, una en la mañana, una en la tarde y una en la noche, con el fin de ver cómo afecta la luz natural en el recinto, recordando que el caso más crítico es cuando no hay luz natural.

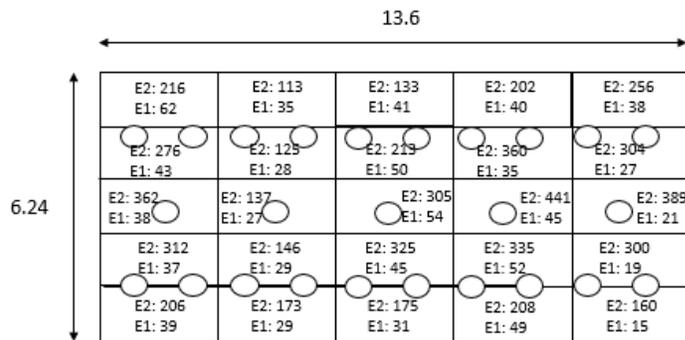


Figura VI. Pasillo entrada con mediciones E1 y E2 con luz natural.

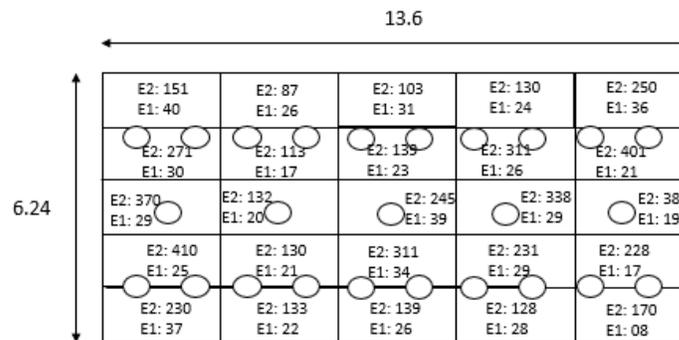


Figura VII. Pasillo entrada con mediciones E1 y E2 sin luz natural.

Véase Anexo 6, CROQUIS DE LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME, NIVELES DE ILUMINACIÓN CUANDO EXISTE APORTE DE LUZ NATURAL y Anexo 7, CROQUIS DE LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME, NIVELES DE ILUMINACIÓN NOCTURNOS, para ver todos los recintos de la biblioteca.

Con los valores de E1 y E2, podemos determinar el factor de reflexión, el cual se obtiene con la siguiente ecuación.

$$K_f = \frac{E_1}{E_2} (100)$$

Se considera que existe deslumbramiento en el área y puesto de trabajo, cuando el valor de Kf supere los valores establecidos en la Tabla 2. Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión en Anexo 2. NOM-025-STPS-2008.

Ahora tenemos todos los datos necesarios para evaluar la zona de pasillos, ya que en este caso solamente hay un recinto de pasillos, en el caso de que en una zona tenga más de un recinto se deberán de promediar los todos los valores de todos los recintos que tenga la zona.

Se tuvo que considerar dos versiones de la NOM-025 (2008 y 1994), debido a que la versión 1994 de la norma, tienen mejor información que la versión actual. Y se registran las mediciones de niveles de iluminación en las zonas la biblioteca (Véase Tabla B).

Luxes					
Zona	Medición con luz natural	Medición nocturna	Valor en NOM-025	Versión de NOM-025	¿CUMPLÉ?
Pasillos	250.88	221.52	100	2008	SI
Oficinas	406.32	272.48	300	2008	NO, en medición nocturna
Acervos	305.66	158.52	200	1994	NO, en medición nocturna
Consulta	603.27	320.18	400	1994	NO, en medición nocturna
Comedor	355.00	316.55	200	1994	SI

Tabla B. Niveles de iluminación promedio en las zonas de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime

De la tabla B, se puede apreciar que los niveles de iluminación nos son los óptimos en tres de las cinco zonas, cuando no hay el aporte de la luz natural al recinto, esto quiere decir que existe una oportunidad de mejora, la cual es hacer un cambio de luminarias para subir el nivel de iluminación promedio, debido a que las zonas de consulta, acervos y oficinas son áreas muy importantes en la biblioteca, ya que, ahí se concentran la mayoría de actividades realizadas por alumnos y personal de la biblioteca.

También se registra el factor de reflexión en todas las zonas de la biblioteca (Véase Tabla C).

Kf				
Zona	Medición nocturna	Valor en NOM-025	Versión de NOM-025	¿CUMPLE?
Pasillos	11.86%	50%	2008	SI
Oficinas	19.78%	50%	2008	SI
Acervos	9.97%	50%	2008	SI
Consulta	21.98%	50%	2008	SI
Comedor	14.21%	50%	2008	SI

Tabla C. Factor de reflexión promedio en las zonas de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime

Por otro lado, de la tabla C, se aprecia que todos los recintos cumplen con los niveles óptimos del factor de reflexión.

4.2 DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO

La densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA) es el índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en W/m².

El DPEA se calcula a partir de la carga total conectada de alumbrado y el área total por iluminar.

Para obtener la carga total conectada se debe obtener el valor de potencia real nominal que tienen las luminarias, en cambio para el área total iluminada fue obtenida tan solo con medir el largo y ancho de cada recinto.

Nuevamente se divide la biblioteca en zonas, como se hizo anteriormente, debido a que se debe evaluar el DPEA de cada zona y el de la biblioteca completa y se analiza cada uno de los recintos (Véase Anexo 4, CROQUIS DE LA BIBLIOTECA ING. JAIME DOVALÍ JAIME, DIVIDIDO POR RECINTOS).

- Pasillo entrada

Para el cálculo de DPEA en el recinto “pasillo entrada” se deben obtener los datos de la luminaria instalada en el recinto y el área del mismo (Véase Figura VIII).

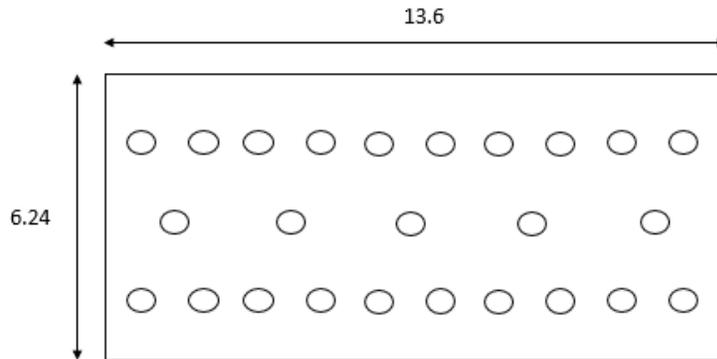


Figura VIII. Pasillo entrada medidas del recinto y número de luminarias.

Como se observa en la figura VIII el recinto cuenta con 25 luminarias de tipo circular, al consultarlas en el catálogo de Phillips se trata de una luminaria CoreLine SlimDownlight con potencia de 13W. Y para obtener la carga total conectada de alumbrado:

$$\text{Carga total conectada de alumbrado} = (25)(13W) = 325W$$

Para el área total iluminada solamente tenemos que calcular el área del recinto multiplicando largo por ancho.

$$\text{Área total iluminada} = (13.6 \text{ m})(6.24 \text{ m}) = 84.864 \text{ m}^2$$

Teniendo ambos datos, únicamente los tenemos que sustituir en la fórmula para obtener el DPEA.

$$DPEA = \frac{325 \text{ W}}{84.864 \text{ m}^2} = 3.8296 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Debido a que la zona de pasillos solamente posee con un recinto, podemos compararlo con la tabla Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios (Véase Anexo 1: NOM-007-ENER-2014. Tabla C.1. Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios) la cual nos indica el valor máximo permitido de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios. En caso de que la zona a evaluar tenga más de un recinto, se deberá hacer un promedio de DPEA.

Se registraron las DPEA de todas las zonas de la biblioteca (Véase Tabla D) para evaluar si cumple con la NOM.

Zona	Área [m ²]	Potencia [W]	DPEA		
			Calculado [W/m ²]	NOM-007 2014 [W/m ²]	¿CUMPLE?
Pasillos	84.86	325	3.82	7.1	SI
Oficinas	55.62	483	8.68	11.95	SI
Acervos	590.56	6040	10.22	18.41	SI
Consulta	497.83	5520	11.08	10.01	NO
Comedor	13.95	68	4.87	11.52	SI
Biblioteca	1242.84	12436	10	15	SI

Tabla D. DPEA en las zonas de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime

De la tabla D, se puede apreciar que solamente la zona de consulta no cumple con lo estipulado de la NOM-007-ENER-2014, no obstante, cuando analizamos la biblioteca completa, si cumple con la norma.

Por otra parte, analizando las tablas B y D, la zona de consulta tiene deficiencia en niveles de iluminación y la DPEA es menor que el valor que propone la norma, además de que ésta zona es muy importante debido a que los usuarios de la biblioteca hacen la mayoría de sus actividades ahí, por lo tanto, es recomendable hacer una mejora, para elevar los niveles de iluminación y que la DPEA sea la adecuada.

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

De los datos mostrados en las tablas B, C y D podemos decir que existen oportunidades de mejora, en especial, en la zona de consulta, debido a que es una zona sensible y que la mayoría de los usuarios de la biblioteca usan diariamente.

De la tabla B, se observa que cuando la luz natural está presente, todas las zonas de la biblioteca cumplen con los niveles óptimos de iluminación, sin embargo, cuando no existe el apoyo de la luz natural solamente cumple el 40% de las zonas de la biblioteca.

Las zonas de consulta y de acervos, donde existe deficiencia en cuanto a niveles de iluminación, predomina el uso de luminarias panel led, por lo que si se hace una sustitución de esas luminarias por otras que entregue los niveles óptimos de iluminación se resolvería esa problemática. En cuanto a la zona de oficinas, las luminarias instaladas son fluorescentes, además de que están sin difusor, lo cual puede ser resuelto si se sustituyen por luminarias tipo led, para cumplir con los niveles óptimos de iluminación.

De la tabla C, se aprecia que todas las zonas de la biblioteca cumplen con el porcentaje de factor de reflexión indicado por la NOM-025-STPS-2008.

De la tabla D, se observa que el 80% de las zonas cumple con la NOM-007-ENER-2014 (Véase en Anexo 1, Tabla C.1. Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios), únicamente la DPEA calculada de la zona de consulta supera a la DPEA estipulada en la norma, esto quiere decir que existe un exceso de carga en esa zona, lo cual podemos resolver cambiando las luminarias por unas que demanden menor potencia, no obstante, cuando se analiza la biblioteca completa, si cumple con el valor de DPEA estipulado en la norma, por lo que se concluye que se cumple.

4.4 PROPUESTA DE MEJORA DE NIVELES DE ILUMINACIÓN Y DPEA EN LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME.

Para hacer la propuesta de mejora se utilizó el software para diseño de iluminación llamado Dialux, con el cual se realizó una simulación de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime (Véase Anexo 8. SIMULACIÓN EN DIALUX, NIVELES DE ILUMINACIÓN EN LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME CON CAMBIO DE LUMINARIAS), con el fin de ver su comportamiento ante un cambio de luminarias y ver si cumple con la normatividad energética vigente.

En la simulación se intentó replicar el cómo se encuentra la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime actualmente, sin embargo, por la falta de los archivos necesarios para el cálculo de la simulación de algunas de las luminarias, no se pudo efectuar.

La luminaria propuesta es Master LEDtube Universal T8, la cual es un tubo T8 tipo led, de 16 W, con una vida útil de 60000 horas y con un flujo lumínico de 2500 lm (Véase Anexo 9, FICHA TÉCNICA MASTER LEDTUBE UNIVERSAL T8 PHILIPS), ésta luminaria sustituyó a la mayoría de las luminarias de la biblioteca, recordando que la zona de consulta no cumple con ninguna norma, se puso mayor atención para mejorar esa zona. Ésta luminaria fue elegida debido a que es tecnología led, de alta calidad, por lo que son más eficientes, tienen muchas horas de vida útil, menor contaminación lumínica debido a que la luz que emite el led siempre va direccionada, mantiene su flujo lumínico con menos potencia y el tamaño de la luminaria es de las dimensiones de las luminarias que sustituirán.

Es importante mencionar que en la simulación se remplazaron la mayoría de luminarias, aunque en algunos recintos los niveles de iluminación medidos y la DPEA cumpliera con la normatividad, esto se hizo para tener uniformidad de luminarias, flujo lumínico, horas de vida útil, además, de que la luminaria propuesta se comparó con las luminarias actuales (Véase Anexo 10, FICHAS TÉCNICAS, COMPARACIÓN DE LUMINARIAS ACTUALES DE LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME CON LAS PROPUESTAS) y se llegó a la conclusión de que sería mejor hacer este cambio con la finalidad de hacer una mejor distribución de la iluminación interior. Dando los siguientes resultados (Véase Tabla E).

Luxes				
Zona	Propuesta hecha con Dialux	Valor en NOM-025	VERSIÓN DE NOM-025	¿CUMPLE?
Pasillos	236	100	2008	SI
Oficinas	322	300	2008	SI
Acervos	250	200	1994	SI
Consulta	436	400	1994	SI
Comedor	306	200	1994	SI

Tabla E. Niveles de iluminación promedio por zona con la propuesta de cambio de luminarias.

De la tabla E, se observa que con el cambio de luminarias todas las zonas de la biblioteca cumplen con los niveles de iluminación estipulados en la NOM-025, esto quiere decir que las luminarias propuestas cumplen el objetivo. Cabe recalcar que la zona de consulta, que es una zona importante en la biblioteca, ahora tiene niveles óptimos de iluminación.

En cuanto, para la DPEA con la propuesta de cambio de luminaria (Véase Tabla F).

DPEA					
Zona	Área [m ²]	Potencia [W]	NOM-007 2014 [W/m ²]	Propuesta [W/m ²]	¿CUMPLE?
Pasillos	84.864	325	7.1	3.82	SI
Oficinas	55.62	192	18.41	3.45	SI
Acervos	590.56	1712	11.95	2.89	SI
Consulta	497.83	2352	10.01	4.72	SI
Comedor	13.95	48	11.52	3.43	SI
Biblioteca	1242.84	4629	15	3.72	SI

Tabla F. DPEA por zona con la propuesta de cambio de luminaria

De la tabla F, se concluye que, con el cambio de luminaria, la carga demandada en la biblioteca se abate, esto es porque las luminarias propuestas demandan mucha menos carga que las actuales y aunque la biblioteca completa ya cumplía con la DPEA estipulada en la norma, ahora también cumple cada una de sus zonas individualmente.

4.5 ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE CAMBIO DE LUMINARIAS EN LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME.

Con la propuesta de cambio de luminarias se mejoran los niveles de iluminación promedio en todas las zonas de la biblioteca y también se abate la carga demandada por lo que los niveles de DPEA bajan, lo cual es una medida del uso eficiente de la energía, ya que se cumplen los niveles de iluminación con menor carga eléctrica.

En la Tabla G se muestra la comparación del número de luminarias y la carga total de la biblioteca actual y la propuesta de cambio.

# de luminarias actualmente en la biblioteca	# de luminarias en la propuesta	Carga total actualmente en la biblioteca [W]	Carga total en la propuesta [W]
332	294	12436	4629

Tabla G. Comparación de número de luminarias y carga demandada entre el arreglo de luminarias actual y el arreglo de luminarias propuesto.

Se puede observar en la tabla G, que necesitamos menos luminarias para cumplir con la normatividad vigente, aunque esto puede ser un problema, debido a los espacios que dejan al desinstalar las luminarias anteriores, las luminarias nuevas tienen las mismas dimensiones de largo, solamente cambia el ancho por unos cuantos centímetros, además de que se ocupa solamente el 37% de la carga que actualmente se está consumiendo, lo que se traduce en un gran ahorro de energía para la biblioteca.

Además de un ahorro de energía también es un ahorro económico debido a que al consumir menos carga es menor el cargo de consumo eléctrico.

De acuerdo con la CFE, la tarifa de Gran Demanda Media Tensión Horaria del mes de agosto del 2019, en la Ciudad de México en la delegación Coyoacán, el precio de la energía es de 1.66\$/kWh. Se eligió el periodo de horario intermedio con el fin de simplificar el cálculo, además de no considerar algunos aspectos como los son si es variable el consumo.

La biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime está en operación 14.5 horas de lunes a viernes y 6 horas los sábados, esto es 78.5 horas a la semana, 314 horas al mes, y considerando que durante un mes la biblioteca está cerrada por periodo vacacional, 3454 horas al año.

Con el arreglo de luminarias actual se consumen 12.436 kWh, que son \$71,303.54 al año. Con el arreglo propuesto de consumirían 4.629 kWh, que serían \$26,541.01 anuales, que se traduce en un ahorro de \$44,762.53.

Ahora bien, para poder llevar la propuesta de cambio de luminarias se necesita una inversión (Véase Tabla H). Solamente se consideró el costo de las luminarias, sin valorar si existen otros gastos como lo podría ser si se necesita mano de obra para modificar el techo para instalar las nuevas luminarias.

Nombre de la luminaria	Luminarias	Inversión
Led T8 16W	269	\$ 189,007.47

Tabla H. Número de luminarias necesarias y costo de la inversión de las luminarias.

Sin embargo, con el ahorro anual que genera éste cambio de luminarias, la inversión se recuperaría en 4.22 años.

Se puede decir que el cambio de las luminarias es una propuesta viable debido a que el tiempo de recuperación de la inversión es un lapso de tiempo largo, considerando que los alumnos no pagan por entrar o sacar libros, sin embargo, es un servicio que brinda la facultad, por lo que es importante que se tengan los niveles de iluminación adecuados para brindar la correcta iluminación a los usuarios y al personal de la biblioteca.

Capítulo 5. CONCLUSIONES

Como conclusiones se puede decir que es muy importante saber que, para tener energía en nuestras casas, trabajos, escuelas y otros lugares a donde acudimos con regularidad, se necesita de mucho trabajo y dinero, por lo que se debe crear consciencia de hacer un uso eficiente de la misma, tener programas de ahorro de energía y cumplir con la normatividad energética, con el fin de ser responsables.

En edificios donde se realizan numerosas actividades puede que exista una gran demanda eléctrica, debido a que son lugares donde hay mucha gente trabajando, realizando compras, haciendo uso de un servicio, entre otras actividades que se realizan diariamente, en estos lugares se tienen un gran número de luminarias, también, tienen una gran cantidad de equipos eléctricos, como lo son computadoras, impresoras, bocinas, entre otros, los cuales generan una demanda eléctrica importante, por esto es que existe el programa de normatividad energética, con el fin de hacer que esa demanda sea lo más baja posible.

En este trabajo se estudió el caso de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime, la cual presta un servicio a los alumnos de la Facultad de Ingeniería. La biblioteca tiene una gran demanda de alumnos, debido a que es la principal área de estudio, en donde se van a realizar tareas, proyectos, consultar libros, entre otras cosas, por lo que es muy importante que sus instalaciones sean idóneas para que los alumnos puedan realizar sus actividades sin algún problema.

Como se había comentado, tanto la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime, como todos los demás edificios, deben cumplir con la normatividad energética. En este caso se analizaron dos normas energéticas, las cuales son: NOM-007-ENER-2014 y NOM-025-STPS-2008.

Se analizaron los niveles de iluminación de la biblioteca completa, dividida en las zonas anteriormente mencionadas, con el fin de evaluar si cumple con la normatividad energética, ante esto, se encontró que hay zonas las cuales no cumplen con los niveles de iluminación adecuados, según el uso de éstas, cuando se efectuaron las mediciones nocturnas, además de que las zonas que presentaron esa deficiencia de iluminación, son zonas que usan tanto alumnos, como personal de la biblioteca, por esta razón es necesario hacer un cambio, con la finalidad de que ninguna persona que haga sus actividades en dichas zonas no tenga un problema de falta de iluminación.

Se hizo el estudio para obtener la DPEA de cada una de las zonas de la biblioteca y solamente una no cumplió con la normatividad, esa zona tampoco cumple con los niveles de iluminación estipulados en la norma, además de que es un área donde los alumnos realizan la mayoría de sus actividades, por lo que es importante recalcar que esa zona necesita un cambio, con el fin de mejorar ambas partes.

Sin embargo, al ver la DPEA de la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime completa se concluye que cumple con la NOM-007-ENER-2014, por lo que se puede concluir que la carga demandada de las luminarias es adecuada.

Por otro lado, se hizo la simulación en Dialux, en la cual se propuso cambiar la mayoría de las luminarias actuales por unas que aumentan el nivel de iluminación en toda la biblioteca y demandan menos energía, sin embargo, en la propuesta, también se hicieron modificaciones en zonas donde los niveles de iluminación cumplen con la normatividad, esto puede ser justificado argumentando que se propone para tener uniformidad en las luminarias de la biblioteca, en el flujo lumínico de las mismas y considerando que tendrán el mismo tiempo de vida útil.

Al ver los resultados de la simulación, se puede concluir que con las luminarias propuestas se logra subir los niveles de iluminación para hacer que todas las zonas cumplieran con la normatividad, además de que la carga eléctrica demandada es mucho menor que la actual, lo cual es muy positivo considerando que se está haciendo un uso eficiente de energía, con menos carga eléctrica demandada se alcanzan niveles de iluminación adecuados para que los usuarios de la biblioteca puedan realizar sus actividades sin falta de iluminación ni deslumbramientos.

La inversión que se debe hacer para el cambio de luminarias de la biblioteca se recuperaría en un poco más de 4 años, no obstante, es mayor el beneficio de hacer este cambio de luminaria, ya que hacemos un uso eficiente de la energía al abatir la carga eléctrica demandada y también es un beneficio económico después de que se recupere la inversión, debido a que como se demanda menor carga eléctrica, se pagará menos por dicha energía en los años posteriores, otro beneficio es el correcto funcionamiento del arreglo de luminarias en cuestión de niveles de iluminación, para brindar los luxes necesarios en cada una de las zonas de la biblioteca.

Es importante saber que al tener programas de uso eficiente de energía y tener conciencia sobre este tema ayuda al planeta y a los usuarios o clientes de los edificios en donde se realizan estos programas, además de que es importante estar informado sobre la normatividad energética y cumplirla, debido a que las NOM son obligatorias ya que prevén riesgos de salud.

Se cumplieron los objetivos del trabajo, evaluamos según la normatividad energética vigente a la biblioteca Ing. Antonio Dovalí Jaime, al ver que no se cumple completamente, se propuso un cambio de luminarias y al simular con el software Dialux, se concluyó que la propuesta hecha en el presente trabajo satisface a la normatividad energética.

REFERENCIAS

- [1] CONUEE. (2018). Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de México. En: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Impreso en Naciones Unidas, Ciudad de México, México. 197 p.
- [2] CFE. (2019). Ahorro de Energía: ¿Qué es el ahorro de energía?. Recuperado el 19 de junio de 2019.
- [3] Nieto, M. (2009). El Aprovechamiento Sustentable de la Energía en la Transición Energética Mexicana: Avances, Avances, Logros y Retos. En: Simposio de las Américas sobre Energía y Clima. Lima, Perú.
- [4] Treviño, M. (1994). El sector eléctrico de México. México.
- [5] De Buén, O. [et al]. (2014). Informe de Resultados de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal. En: CONUEE, Ciudad de México, México. 42 p.
- [6] INEEL. (2018). El domingo 1 de abril inicia el Horario de Verano 2018. Recuperado el 19 de junio de 2019.
- [7] CONUEE. (2017). Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE) 2014-2018. Recuperado el 19 de junio de 2019.
- [8] SEGOB. (2015). Ley de Transición Energética. En: Diario Oficial de la Federación. México.
- [9] Clasificación de los diferentes tipos de normas oficiales mexicanas. (2011). Recuperado el 20 de junio de 2019.
- [10] Codwell, J. [et al]. (2017). Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018. En: Diario Oficial de la Federación, SEGOB, México. 83 p.
- [11] CONUEE. (2013). 20 años de Normalización en Eficiencia Energética en México. Recuperado el 20 de junio de 2019.
- [12] CONUEE. (2017). Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética Balance 2017. Recuperado el 26 de Agosto de 2019.
- [13] Facultad de Ingeniería. (2016). Proyectos de Ahorro de Energía. Recuperado el 19 de Junio de 2019.
- [14] Escobedo, A., & Sánchez, A. (2007). Curvas Características En Usos Finales En Edificios Del Sector Terciario (con uso no residencial). Universidad Autónoma de México, México.
- [15] Escobedo, A., & Sánchez, A. Caracterización Energética de Edificios de la Ciudad Universitaria. Proyectos de Ahorro de Energía, México.

- [16] Escobedo, A., Morillón, D., & García, I. (2015). Retos y oportunidades para la sustentabilidad energética en edificios de México: Consumo y uso final de energía en edificios residenciales, comerciales y de servicio. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico.
- [17] Energiza. (2015). Diagnostico Energético. Recuperado el 20 de Junio de 2019.
- [18] IPN ESIME-ZACATENCO. AHORRO DE ELECTRICIDAD Y AGUA EN EL IPN. Recuperado el 19 de Junio de 2019.
- [19] Universia. (2005). Acuerdan UAM y corporación francesa actividades de investigación para ahorro de energía. Recuperado el 19 de Junio de 2019.
- [20] Facultad de Ingeniería. Coordinación del sistema de bibliotecas. Recuperado el 5 de Agosto de 2019.

SECRETARIA DE ENERGIA**NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.

ODÓN DEMÓFILO DE BUEN RODRÍGUEZ, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, con fundamento en los artículos: 33 fracción X de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 6, 7 fracción VII, 10, 11 fracciones IV y V y quinto transitorio de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, I, 38 fracciones II y IV, 40 fracciones I, X y XII, 41, 44, 46, 47 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2 inciso F, fracción IV, 8 fracciones XIV, XV y XXX, 26 y 27 del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía y ACUERDO por el que se delegan en el Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, las facultades que se indican, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 21 de julio de 2014; expide la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM- 007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

CONSIDERANDO

Que la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, define las facultades de la Secretaría de Energía, entre las que se encuentra la de expedir normas oficiales mexicanas que promueven la eficiencia del sector energético;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización señala como una de las finalidades de las normas oficiales mexicanas el establecimiento de criterios y/o especificaciones que promuevan el mejoramiento del medio ambiente, la preservación de los recursos naturales y salvaguardar la seguridad al usuario;

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-007-ENER-2013, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales; lo que se realizó en el Diario Oficial de la Federación el 4 de febrero de 2014, con el objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo que lo propuso;

Que durante el plazo de 60 días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho proyecto de Norma Oficial Mexicana, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización estuvo a disposición del público en general para su consulta; y que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron comentarios sobre el contenido del citado proyecto de Norma Oficial Mexicana, mismos que fueron analizados por el Comité, realizándose las modificaciones conducentes al referido proyecto de Norma Oficial Mexicana. Las respuestas a los comentarios recibidos fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 7 de julio de 2014, y

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las normas oficiales mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la prosecución de estos objetivos, se expide la siguiente Norma Oficial Mexicana: Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 23 de julio de 2014.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, **Odón Demófilo De Buen Rodríguez**.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-007-ENER-2014, EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES**PREFACIO**

La presente Norma Oficial Mexicana fue elaborada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), con la colaboración de las siguientes dependencias, organismos e instituciones:

- Acuity Brands Lighting
- ADS Vision
- Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos
- Asociación de Normalización y Certificación, A.C.
- Academia Mexicana de Óptica
- Centro de Investigaciones en Óptica
- Cien Consultores, S.C.
- Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, AC
- Comisión Federal de Electricidad
- Electro Mag, S.A. de C.V.
- Facultad de Ingeniería, UNAM
- Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos Electricistas
- G.E. Commercial Materials, S. de R.L. de C.V.
- Havells México, S.A. de C.V.
- Holophane, S.A. de C.V.
- Industrias Sola Basic, S.A. de C.V.
- Normalización y Certificación Electrónica, A.C.
- Osram, S.A. de C.V.
- Philips Mexicana, S.A. de C.V.
- Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico
- Secretaría de Energía

ÍNDICE

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
- 2.1 Excepciones
3. Referencias
4. Definiciones
5. Clasificación
6. Especificaciones
7. Criterio de aceptación
8. Método de cálculo
9. Vigilancia
10. Procedimiento para la evaluación de la conformidad
11. Bibliografía
12. Concordancia con normas internacionales
13. Transitorios

Apéndices Normativos

Apéndice A Dictamen de Verificación de los Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales, NOM- 007- ENER-2014

Apéndice B Informe Trimestral de Dictámenes de Verificación emitidos de acuerdo con la NOM-007- ENER- 2014, Sistemas de alumbrado en edificios no residenciales

Apéndice Informativo

Apéndice C Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios.

0. Introducción

Esta Norma Oficial Mexicana tiene como finalidad establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes; con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica y contribuir a la preservación de recursos energéticos y la ecología de la Nación.

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto:

a) Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos.

b) Establecer el método de cálculo para la determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) de los sistemas de alumbrado de edificios nuevos no residenciales, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes con el fin de verificar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

2. Campo de aplicación

El campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana comprende los sistemas de alumbrado interior y exterior de los edificios no residenciales nuevos con carga total conectada para alumbrado mayor o igual a 3 kW; así como a las ampliaciones y modificaciones de los sistemas de alumbrado interior y exterior con carga conectada de alumbrado mayor o igual a 3 kW de los edificios existentes.

En particular, los edificios cubiertos por la presente Norma Oficial Mexicana son aquellos cuyos usos autorizados en función de las principales actividades y tareas específicas que en ellos se desarrollen, queden comprendidos dentro de los siguientes tipos:

- a)** Oficinas
- b)** Escuelas y demás centros docentes
- c)** Establecimientos comerciales
- d)** Hospitales
- e)** Hoteles
- f)** Restaurantes
- g)** Bodegas
- h)** Recreación y cultura
- i)** Talleres de servicio
- j)** Centrales de pasajeros

Para ampliaciones o modificaciones de edificios no residenciales ya existentes, la aplicación de esta Norma Oficial Mexicana queda restringida exclusivamente a los sistemas de alumbrado de dicha ampliación o modificación y no a las áreas construidas con anterioridad.

2.1 Excepciones

No se consideran dentro del campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana los sistemas de alumbrado que se instalen en los siguientes lugares:

- Centros de baile, discotecas y centros de recreación con efectos especiales de alumbrado.
- Interiores de cámaras frigoríficas.
- Estudios de grabación cinematográficos y similares.
- Áreas que se acondicionan temporalmente donde se adicionan equipos de alumbrado para exhibiciones, exposiciones, convenciones o se montan espectáculos.
- Tiendas y áreas de tiendas destinadas a la venta de equipos de alumbrado.

- Instalaciones destinadas a la demostración de principios luminotécnicos.
- Áreas de atención críticas del paciente en hospitales y clínicas, como se menciona en el Artículo 517-2 Definiciones de la NOM-001-SEDE-2012.
- Edificaciones nuevas, ampliaciones y modificaciones que se localicen en zonas de patrimonio artístico y cultural, de acuerdo a la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas o edificios catalogados y clasificados como patrimonio histórico según el INAH y el INBA.
- Sistemas de alumbrado de emergencia independientes.
- Equipos de alumbrado para señales de emergencia y evacuación.
- Equipos de alumbrado que formen parte integral de otros equipos, los cuales estén conectados a circuitos de fuerza o contactos.
- Equipos de alumbrado empleados para el calentamiento o preparación de alimentos.
- Anuncios luminosos y logos.
- Alumbrado de obstrucción para fines de navegación aérea.
- No se consideran en el alcance de esta Norma Oficial Mexicana otros tipos de edificios de uso diferente a los mencionados en el campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, tales como: salas de espera de centrales de pasajeros, edificios destinados a seguridad pública y nacional, naves industriales (área de proceso).
- Iluminación teatral (área de escenario).
- Iluminación destinada al crecimiento de plantas o animales para alimentación o investigación.
- Iluminación específicamente dedicada al servicio de personas con debilidad visual.

3. Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma Oficial Mexicana se deben consultar las siguientes normas vigentes o las que las sustituyan:

NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida.

NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización).

NOM-013-ENER-2013, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades.

NOM-028-ENER-2010, Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.

4. Definiciones

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana los siguientes términos se definen como se establece en este capítulo. Los términos no definidos, tienen su acepción ordinariamente aceptada dentro del contexto en el que son usados, o bien, definidos en otras normas y publicaciones de carácter oficial.

Alumbrado exterior. Sistema de iluminación que tiene como finalidad principal el proporcionar condiciones mínimas de iluminación para el tránsito seguro de peatones y vehículos en vialidades y espacios exteriores.

Alumbrado general interior. La iluminación que se localiza en los espacios interiores de un edificio, destinada a iluminar uniformemente las diferentes áreas dentro del mismo.

Ampliación. Cualquier cambio en el edificio que incrementa la superficie construida y/o el área alumbrada.

Anuncio luminoso: Equipo de utilización fijo, estacionario o portátil, autocontenido, iluminado eléctricamente, con palabras o símbolos, diseñado para comunicar información o llamar la atención.

Área cubierta. Superficie o espacio construido delimitado por un perímetro que tiene envolvente estructural al menos en su cara superior (techo) y no forzosamente debe tener envolvente estructural en las caras laterales (paredes).

Área abierta. Superficie o espacio construido delimitado por un perímetro que carece de envolvente estructural alguna.

Carga eléctrica. Potencia que demanda, en un momento dado, un aparato o máquina o un conjunto de aparatos de utilización conectados a un circuito eléctrico. La carga eléctrica puede variar en el tiempo dependiendo del tipo de servicio.

Carga total conectada para alumbrado. Es la suma de la potencia en watts, de todos los luminarios y sistemas de iluminación permanentemente instalados dentro de un edificio, para iluminación general, de acento, localizada, decorativa, etc., incluyendo la potencia del balastro.

Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA). Índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en W/m^2 .

Edificio. Cualquier estructura que limita un espacio por medio de techos, paredes, piso y superficies inferiores, que requiere de un permiso o licencia de la autoridad municipal o delegacional para su construcción.

Edificios no residenciales. Aquel edificio destinado para uso no habitacional.

Eficacia. Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por watt (lm/W).

Eficiencia energética (para fines de esta Norma Oficial Mexicana). Es la que persigue obtener el máximo rendimiento de la energía consumida, a través del establecimiento de valores límite de la DPEA sin menoscabo del confort psicofisiológico de sus ocupantes.

Equipo permanentemente instalado. Equipo que está fijo en un lugar y que no es portátil o móvil.

Estacionamiento. Espacio de servicio, que forma parte de un edificio contemplado dentro del campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, abierto, cerrado o techado cuya finalidad principal es el resguardo seguro de vehículos automotores.

Iluminación de acento. Iluminación dirigible para enfatizar un objeto particular o alguna característica de una superficie o para llamar la atención hacia alguna porción del campo visual.

Iluminación decorativa. La que proporciona un nivel y/o color diferente al de la iluminación general, con propósitos de embellecimiento de algún local o superficie.

Iluminación general. Ver alumbrado general interior.

Iluminación localizada. Iluminación dirigida hacia un área o superficie específica, que proporciona iluminación suficiente para la ejecución de una actividad.

Iluminancia. Es la luminosidad en un punto de una superficie, se define como el flujo luminoso que incide sobre un elemento de la superficie dividido por el área de ese elemento. La iluminancia esta expresada en lux (lx).

Luminario. Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar estas lámparas y los necesarios para conectarlas al circuito de utilización eléctrica.

Luminario de acento. El que se emplea para iluminación de acento.

Modificación. Cualquier cambio en el edificio en el que se incremente la carga total de alumbrado.

Sistema de alumbrado. Conjunto de equipos, aparatos y accesorios que ordenadamente relacionados entre sí, contribuyen a suministrar iluminación a una superficie o un espacio.

Sistema de alumbrado de emergencia independiente. Es aquel conjunto de equipos y aparatos para alumbrado diseñado para entrar en funcionamiento si falla el sistema de suministro de energía eléctrica. El término independiente se refiere a la autonomía de este sistema de alumbrado con respecto al sistema de alumbrado de operación normal y continua.

5. Clasificación

Para fines de esta Norma Oficial Mexicana los edificios no residenciales se clasifican por su tipo de ocupación en:

5.1 Edificios para oficinas (Oficinas)

5.1.1 Oficinas

5.2 Edificios para escuelas y demás centros docentes (Escuelas)

5.2.1 Escuelas o instituciones educativas

5.2.2 Bibliotecas

5.3 Edificios para establecimientos comerciales (Comercios)

5.3.1 Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades

5.4 Edificios para Hospitales y Clínicas

5.4.1 Hospitales, Sanatorios y Clínicas

5.5 Edificios para Hoteles

- 5.5.1 Hoteles
- 5.5.2 Moteles
- 5.6 Edificios para restaurantes
 - 5.6.1 Restaurantes
 - 5.6.2 Cafeterías y venta de comida rápida
 - 5.6.3 Bares
- 5.7 Bodegas
 - 5.7.1 Bodegas y áreas de almacenamiento
- 5.8 Edificio para recreación y cultura
 - 5.8.1 Salas de cine
 - 5.8.2 Teatros y auditorios
 - 5.8.3 Centros de convenciones
 - 5.8.4 Gimnasio y centros deportivos
 - 5.8.5 Museos
 - 5.8.6 Templos
- 5.9 Talleres de servicio
 - 5.9.1 Talleres de servicio para automóviles
 - 5.9.2 Talleres de detalle, eléctricos, de ensamble, de pintura no automotriz.
- 5.10 Edificio para carga y pasaje
 - 5.10.1 Centrales y terminales de transporte de carga
 - 5.10.2 Centrales y terminales de transporte de pasajeros, aéreo y terrestre
- 6. Especificaciones**

Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior de los edificios indicados en el campo de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, no deben exceder los valores indicados en la Tabla 1.

Tabla 1. Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

Tipo de edificio	DPEA (W/m ²)
Oficinas	
Oficinas	12
Escuelas y demás centros docentes	
Escuelas o instituciones educativas	14
Bibliotecas	15
Establecimientos comerciales	
Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades	15
Hospitales	
Hospitales, sanatorios y clínicas	14
Hoteles	
Hoteles	12
Moteles	14
Restaurantes	
Bares	14
Cafeterías y venta de comida rápida	15

Restaurantes	14
Bodegas	
Bodegas o áreas de almacenamiento	10
Recreación y Cultura	
Salas de cine	12
Teatros	15
Centros de convenciones	15
Gimnasios y centros deportivos	14
Museos	14
Templos	14
Talleres de servicios	
Talleres de servicio para automóviles	11
Talleres	15
Carga y pasaje	
Centrales y terminales de transporte de carga	10
Centrales y terminales de transporte de pasajeros, aéreas y terrestres	13

6.1 En el caso de fachadas de edificios la eficacia de la fuente de iluminación que se utilice para su iluminación no debe ser menor a 60 lm/W.

6.2 La DPEA para las áreas exteriores restantes, que formen parte de los edificios contemplados dentro del campo de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana no debe ser mayor de 1.3 W/m².

6.3 Los estacionamientos cubiertos, cerrados o techados, que formen parte de los edificios contemplados dentro del campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, la DPEA debe cumplir con lo especificado en el inciso 6.2 Estacionamientos públicos de la NOM-013-ENER-2013, Eficiencia energética en vialidades, vigente o la que la sustituya.

7. Criterio de aceptación

La instalación cumple con lo establecido por esta Norma Oficial Mexicana si la eficacia de la fuente de iluminación es igual o mayor a lo indicado en 6.1 y las DPEA calculadas son iguales o menores que los valores límites establecidos para cada uso del edificio analizado, según corresponda, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 6. Especificaciones, de esta Norma Oficial Mexicana.

8. Método de cálculo

8.1 Consideraciones generales

La determinación de las DPEA del sistema de alumbrado de un edificio no residencial nuevo, ampliación o modificación de alguno ya existente, de los tipos cubiertos por esta Norma Oficial Mexicana, deben ser calculados a partir de la carga total conectada de alumbrado y el área total por iluminar de acuerdo a la metodología indicada a continuación.

La expresión genérica para el cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) es:

$$DPEA = \frac{\text{Carga total conectada para alumbrado}}{\text{Área total iluminada}}$$

donde la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) está expresada en W/m², la carga total conectada para alumbrado, que incluye la potencia total del sistema de alumbrado, está expresada en watts y el área total iluminada está expresada en metro cuadrado.

8.2 Metodología.

Las DPEA totales para los sistemas de alumbrado interior y exterior se determinan en forma independiente una de otra. Estas densidades no pueden ser combinadas en ningún momento, por lo que se deben determinar y reportar los valores de cada una de ellas en forma separada.

8.2.1 Cuando un edificio sea diseñado y construido para un uso único, se permite que para algunas áreas o espacios del edificio, en función de las actividades y tareas específicas que en su interior se desarrollen, se obtengan valores de DPEA mayores a los límites establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana pero que tienen que ser compensadas por otras áreas con valores de DPEA menores y así lograr que los valores de DPEA totales del edificio cumplan con lo establecido por esta Norma Oficial Mexicana.

8.2.2 En el caso de edificios de uso mixto se deben determinar y reportar en forma separada las DPEA para alumbrado interior de cada uno de los usos del edificio.

8.3 Determinación de la DPEA del sistema de alumbrado.

A partir de la información contenida en los planos del proyecto de la instalación eléctrica y de los valores de potencia real nominal obtenidos de los fabricantes de los diferentes equipos de alumbrado considerados en dicha instalación, se cuantifica la carga total conectada de alumbrado, así como el área total iluminada a considerarse en el cálculo para la determinación de la DPEA del sistema de alumbrado, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

a) Alumbrado interior

- a.1)** Identificar el tipo de edificio proyectado con base en la clasificación de la Tabla 1 de la presente Norma Oficial Mexicana.
- a.2)** Identificar el número total de niveles o pisos que integran el edificio y, en su caso, los diferentes usos del mismo.
- a.3)** Obtener las áreas de los espacios o particiones a ser iluminadas de cada uno de los pisos o niveles, para cada uno de los usos que integran el edificio, la información deberá ser expresada en m².
- a.4)** Determinar la carga total conectada para alumbrado. En el caso de los equipos de alumbrado que requieran el uso de balastos u otros dispositivos para su operación, se debe considerar el valor de la potencia nominal del conjunto lámpara-balastro. La información anterior debe ser expresada en watts.
- a.5)** Integrar los valores parciales obtenidos para cada piso o nivel.
- a.6)** Se excluyen aquellas áreas, sistemas y cargas específicas conceptualizadas como excepciones indicadas en el Capítulo 2. Campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana.
- a.7)** Determinar la DPEA total a partir de la carga total conectada para alumbrado y el área total de cada uso y comparar contra los valores de los DPEA de la Tabla 1.

b) Alumbrado exterior

- b.1)** Identificar las áreas abiertas del edificio, como son: jardines, andadores, zonas de carga y descarga, zonas de circulación peatonal y vehicular.
- b.2)** Determinar el área en m² y cuantificar la carga total conectada para alumbrado, expresada en watts.
- b.3)** Determinar la carga total conectada para alumbrado. En el caso de los equipos de alumbrado que requieran el uso de balastos u otros dispositivos para su operación, se debe considerar el valor de la potencia nominal del conjunto lámpara-balastro-dispositivo. La información anterior debe ser expresada en watts.
- b.4)** Determinar la DPEA total a partir de la carga total conectada para alumbrado y el área total de cada uso y comparar contra el valor de DPEA establecido en 6.2, de esta Norma Oficial Mexicana.

8.4 Consideraciones especiales

8.4.1 Luminarios para señalización de salidas. Los luminarios para señalización ubicados en el interior o exterior del edificio que consuman más de 5 watts, deberán tener lámparas cuya eficacia mínima sea de 60 lm/W.

8.4.2 Iluminación localizada. Se puede tener un incremento de densidad de potencia eléctrica por concepto de alumbrado en algunas áreas, siempre y cuando se verifique que los luminarios proyectados sean realmente instalados. Esta DPEA deberá emplearse únicamente para los luminarios especificados y no para aplicaciones distintas o en otras áreas. Dichas áreas son:

- a) Áreas en las que se instala iluminación adicional a la general, con propósitos decorativos (candiles, arbotantes) o para destacar obras artísticas. El incremento en la DPEA permitida para estos luminarios suplementarios, no debe ser mayor de 10.8 W/m² dentro del local específico.
- b) Áreas destinadas a trabajo con computadoras, en los que se instalan luminarios especiales para evitar reflejos o deslumbramientos. Se acepta un incremento máximo en la DPEA de 3 W/m² dentro del local específico.
- c) Áreas de tiendas departamentales o para ventas al menudeo, en las que se emplean luminarios de acento para hacer resaltar algunas mercancías. Se permite un incremento máximo en la DPEA de 16 W/m² en mercancías en general o 37 W/m² para acentuación de mercancías finas, tales como: joyería, platería, cerámica, trajes y vestidos y en galerías de arte o locales similares, en donde es necesaria la observación a detalle de las mercancías.

9. Vigilancia

La Secretaría de Energía, a través de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía conforme a sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, es la autoridad que está a cargo de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana:

- a) Durante el proceso de aprobación de proyectos de instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, y
- b) Al término de la construcción de las mismas.

El cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, no releva ninguna responsabilidad en cuanto a la observancia de lo dispuesto en otras Normas Oficiales Mexicanas y reglamentos existentes aplicables a instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.

El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), su Reglamento (RLSPEE) y demás disposiciones legales aplicables.

10. Procedimiento para la evaluación de la conformidad

La evaluación de la conformidad de los sistemas de alumbrado en edificios no residenciales con las especificaciones de esta Norma Oficial Mexicana, se realiza por personas acreditadas y aprobadas en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) y su Reglamento.

10.1 Objetivo

Este Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad (PEC) se establece para facilitar y orientar a las Unidades de Verificación (UV) y a los usuarios de energía eléctrica, en la aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales, una vez publicada como Norma Oficial Mexicana definitiva en adelante NOM.

10.2 Definiciones

Para los efectos de este PEC, se entenderá por:

Acta circunstanciada: Documento expedido por una UV en cada una de las visitas de verificación de los sistemas de alumbrado, en el cual se hará constar como mínimo: hora, día, mes y año del inicio y de la conclusión de la visita de verificación; nombre, denominación o razón social del usuario, calle y número, población o colonia, municipio o delegación, código postal y entidad federativa, en que se encuentre ubicado el lugar en que se practique la visita de verificación; dos testigos indicando nombre y cargo de la persona con quien se entienda la diligencia; y nombre y firma de quienes la llevaron a cabo y la información relativa a las no conformidades encontradas, así como los datos relativos a la actuación y declaración del visitado, si quisiera hacerla, mismos que documenta como evidencia objetiva de la evaluación de la conformidad con la NOM.

Autoridad competente: Secretaría de Energía (SENER); Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía (CONUEE), conforme a sus atribuciones.

Usuario de energía eléctrica, en adelante (usuario): Persona física o moral o representante legal, responsable del inmueble para el que se solicita el servicio de verificación de los sistemas de alumbrado.

Dictamen de verificación: documento foliado y elaborado en papel seguridad que emite la UV y firma bajo su responsabilidad, en el cual consta el cumplimiento de la instalación con la NOM en un momento dado, así como los datos relativos a la instalación.

Evaluación de la conformidad: la determinación del grado de cumplimiento de la instalación con la NOM, mediante la verificación.

Informe técnico: Documentación que incluye: listas de verificación, informes de resultados y, en su caso, el informe de incumplimientos fundamentados en la NOM y las evidencias objetivas efectuadas por el usuario.

Lista de verificación: documentos que utiliza la UV, en la verificación del proyecto (examen de documentos) y en cada visita de verificación, como evidencia objetiva de la evaluación de la conformidad con la NOM.

Plano eléctrico: representación gráfica de las diferentes partes de una instalación eléctrica, incluyendo el sistema de alumbrado.

Proyecto del sistema de alumbrado: conjunto de documentos correspondientes a una instalación del sistema de alumbrado que se ha de construir o a partir de los cuales se ha construido. Los documentos son: Los planos eléctricos, cuadros de cargas del sistema de alumbrado y la memoria del cálculo donde se detallen las Densidades de Potencia Eléctrica por concepto de Alumbrado (DPEA), de acuerdo con el método establecido en la NOM; características técnicas de los componentes del sistema de alumbrado (lámparas, balastos, sistemas de control para el alumbrado) y el plano general de la edificación que permita determinar el área total iluminada a considerar, así como toda la información que pueda ayudar a evaluar el sistema de alumbrado. Esta información debe ir firmada por el responsable del proyecto.

Responsable del proyecto: persona física que sea arquitecto, ingeniero electricista, ingeniero mecánico electricista o ingeniero en ramas afines con especialidad en ingeniería eléctrica, titulado con cédula profesional, con conocimientos para diseñar, calcular y supervisar, una instalación de sistemas de alumbrado.

Representante legal: persona física o moral que actúa a nombre del propietario del inmueble, poseedor o usuario del inmueble donde se ubica la instalación eléctrica, de conformidad con el poder otorgado a su favor.

Sistema de alumbrado: conjunto de equipos, aparatos y accesorios que, ordenadamente relacionados entre sí, contribuyen a suministrar luz artificial a una superficie o un espacio.

Unidad de Verificación (UV): la persona física o moral que realiza actos de verificación, conforme a lo dispuesto en la LFMN, que se encuentra debidamente acreditada y aprobada para verificar el cumplimiento con la NOM.

Verificación: la constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, o examen de documentos, que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado.

Visita de verificación: la visita que se efectúe al sitio donde se encuentre instalado el sistema de alumbrado, con el objeto de verificar su cumplimiento con la NOM.

10.4 Disposiciones generales

10.4.1 La evaluación de la conformidad debe realizarse por unidades de verificación, acreditadas y aprobadas en la NOM conforme lo dispuesto en la LFMN.

10.4.2 El usuario debe solicitar la evaluación de la conformidad con la NOM a la UV de su preferencia, cuando lo requiera para dar cumplimiento a las disposiciones legales o para otros fines de su propio interés. Se recomienda al usuario, que lleve a cabo evaluaciones periódicas de sus instalaciones, para comprobar el grado de cumplimiento con las normas aplicables.

10.5 Procedimiento

10.5.1 El usuario debe solicitar a la UV, que haya elegido, la evaluación de la conformidad del sistema de alumbrado con la NOM.

10.5.2 La UV, de común acuerdo con el usuario, debe establecer los términos y las condiciones de los trabajos de verificación. El usuario debe entregar a la UV la información necesaria para realizar la verificación de acuerdo a lo establecido en el inciso 10.6 de este PEC, independientemente de la que se acuerde en los términos y las condiciones de los trabajos de verificación.

10.5.3 La UV debe constatar que la carga total conectada para alumbrado sea mayor o igual a 3 kW. En el caso de que dicha carga sea menor a 3 kW, la UV debe informar al usuario que su instalación no se encuentra dentro del campo de aplicación de la NOM y por lo tanto no es obligatorio realizar la evaluación de la conformidad con la misma, para efectos legales.

10.5.4 La UV, que en la verificación de una instalación eléctrica constate que la carga total conectada para alumbrado sea mayor o igual a 3 kW, debe informar al cliente que su instalación se encuentra dentro del campo de aplicación de la NOM y que debe evaluarse la conformidad con la misma.

10.5.5 La evaluación de la conformidad de los sistemas de alumbrado, sujetos al cumplimiento de la NOM, deben considerar, la verificación del cumplimiento del proyecto del sistema de alumbrado y la verificación, en sitio, del cumplimiento del sistema de alumbrado ya instalado.

10.5.6 La verificación puede realizarse en etapas durante la instalación del sistema de alumbrado o en el sistema de alumbrado ya instalado, en cualquiera de los casos se debe expedir el acta circunstanciada y el informe técnico, de cada visita de verificación.

10.5.7 Si la instalación cumple con lo establecido en la NOM, la UV debe entregar al usuario, original y copia del dictamen de verificación, así como original de la portada elaborada como se indica en el acuerdo que establece el formato de portada de los dictámenes de verificación de las instalaciones eléctricas, en los servicios de alta tensión y lugares de concentración pública, publicado el 12 de agosto de 2013 o el que lo sustituya. El dictamen debe elaborarse en papel seguridad y estar foliado respetando el formato indicado en el Anexo A.

10.5.8 Si la instalación no cumple con lo establecido en la NOM, la UV debe informar al usuario y asentar en el acta circunstanciada y en el informe técnico, los hallazgos (observaciones o no conformidades) encontrados, tanto en la verificación del cumplimiento del proyecto del sistema de alumbrado (planos y memoria de cálculo), como en la verificación, en sitio, del cumplimiento del sistema de alumbrado ya instalado y entregar copia al usuario de dichos documentos. De común acuerdo con el usuario se debe establecer el plazo para que se realicen las modificaciones pertinentes.

10.5.9 Los usuarios a quienes se haya levantado una acta circunstanciada, pueden formular observaciones en el acto de la diligencia y ofrecer pruebas en relación con los hechos contenidos en éstas o, por escrito, hacer uso de tal derecho dentro del término de 5 días siguientes a la fecha en que se haya levantado.

10.5.10 El usuario debe realizar, dentro del plazo acordado, las modificaciones pertinentes y avisar a la UV para que verifique nuevamente el proyecto del sistema de alumbrado y/o la instalación. En caso de no cumplirse nuevamente, se puede repetir el proceso hasta lograr que el sistema de alumbrado cumpla con la NOM.

10.5.11 Para fines del llenado del formato de dictamen del Anexo A, cuando la instalación a verificar sea de uso mixto con o sin áreas exteriores se debe usar el DPEA del alumbrado interior de aquel uso que predomine. Cuando la instalación a verificar sea de un solo uso con áreas exteriores se debe usar el DPEA del alumbrado interior.

10.5.12 Los trabajos de verificación concluyen con la entrega del Dictamen de Verificación al usuario.

10.5.13 El usuario debe entregar el original de la portada y del Dictamen de Verificación al suministrador de energía eléctrica para que le proporcione el servicio, de acuerdo a lo establecido en el artículo 28 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.

10.6 Aspectos técnicos específicos del proyecto de alumbrado a verificar

10.6.1 Para llevar a cabo la verificación el usuario debe entregar el proyecto del sistema de alumbrado.

10.6.2 La verificación del proyecto y la instalación debe considerar como mínimo:

10.6.2.1 Identificación del tipo de edificio.

- Si es de un solo uso, determinar los metros cuadrados totales
- Si es de uso mixto, determinar los metros cuadrados por uso

10.6.2.2 Lámparas.

- Tipo de lámpara y potencia nominal.
- Valor de eficacia de la fuente de iluminación.

10.6.2.3 Balastros.

- Tipo de balastro y potencia nominal.

10.7 Diversos

10.7.1 Se recomienda a los usuarios de las instalaciones eléctricas realizar evaluaciones periódicas de los mismos, para comprobar su cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas que apliquen.

10.7.2 Para efectos de la contratación del servicio de energía eléctrica se sujetará a lo dispuesto en la LSPEE y el RLSPEE.

10.7.3 Los dictámenes de verificación de las UV serán reconocidos por la Secretaría de Energía. Para fines administrativos (contratación del suministro de energía eléctrica), dicho dictamen de verificación debe aceptarse siempre que no hayan transcurrido más de 12 meses a partir de la fecha de expedición de éste. Una vez que la instalación cuente con el suministro de energía eléctrica el dictamen será válido durante la vida útil del inmueble, siempre y cuando no se le realicen modificaciones o ampliaciones a los sistemas de alumbrado.

10.7.4 Las UV con acreditación y aprobación vigentes, pueden consultarse en los listados emitidos en el Diario Oficial de la Federación por la Secretaría de Economía y en la página Web de la CONUEE, vía Internet, en la dirección: www.conuee.gob.mx, sección Normas Oficiales Mexicanas.

10.7.5 La violación a cualquiera de las disposiciones establecidas en este PEC, así como a lo establecido en los artículos 112, 112-A; 118 fracciones I, II y III y 119 fracciones I a IV de la LFMN, motivará multa, suspensión o revocación de la aprobación de la UV.

10.7.6 Los gastos que se originen por los servicios de verificación, por actos de evaluación de la conformidad, serán a cargo del usuario conforme a lo establecido en el artículo 91 de la LFMN.

10.8 Documentación

10.8.1 Con fundamento en los artículos 73, 84, 85, 86, 87 y 88 de la LFMN y 80 de su Reglamento, la UV debe entregar o enviar a la CONUEE, dentro de los primeros veinte días siguientes al vencimiento de cada trimestre del año calendario, un informe de dictámenes de verificación emitidos en el periodo, en el formato indicado en el Anexo B. En el caso de no haber emitido ningún dictamen durante el trimestre, deberá notificarlo por escrito por el conducto y en el plazo antes citado. La CONUEE podrá establecer un sistema alternativo para el envío y recepción de los informes de dictámenes de verificación antes mencionados.

10.8.2 La UV debe llevar registros de las solicitudes de servicio recibidas y de los contratos de servicios de verificación celebrados.

10.8.3 La UV debe conservar durante cinco años para aclaraciones o auditorías, registros de los siguientes documentos que harán evidencia objetiva, para fines administrativos y legales.

- a) Solicitud de servicios de verificación.
- b) Contratos de servicios de verificación.
- c) Actas circunstanciadas.
- d) Informes técnicos.
- d) Copia de los dictámenes de verificación emitidos.
- e) Proyecto eléctrico que incluya un cuadro resumen del cálculo de las Densidades de Potencia Eléctrica.

10.8.4 Los documentos deben mantenerse en el archivo activo disponible en el domicilio de la UV, como mínimo dos años a partir de su fecha de emisión, al término de los cuales se pueden enviar al archivo pasivo, pero en cualquier caso, deben mantenerse en el mencionado archivo pasivo, tres años como mínimo, antes de poder proceder a su destrucción.

11. Bibliografía

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- NMX-Z-013/1-1977, Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas oficiales mexicanas.
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- IES Energy Management Committee. Recommended Procedure for Determining Interior and Exterior Lighting Power Allowances. IESNA LEM-1-1999.

- IES Energy Management Committee. IES Recommended Procedure for Lighting Power Limit Determination for Buildings. IES LEM-2-1984.
- IES Energy Management Committee. IES Design Considerations for Effective Building Lighting Energy Utilization. IES LEM-3-1987.
- IES Energy Management Committee. IES Recommended Procedure for Energy Analysis Lighting Designs and Installation. IES LEM-4-1984.
- IES Subcommittee on Visual Display Terminals of the IES Committee on Office Lighting. IES Recommended Practice for Lighting Offices Containing Computer Visual Display Terminals.
- Illuminating Engineering Society of North America. IES Lighting Handbook Reference Volume 1984.
- Illuminating Engineering Society of North America. IES Lighting Handbook Application Volume 1987.
- Atkinson, Barbara A., et. al. Analysis of Federal Policy Options for Improving US Lighting Efficiency: Commercial and Residential Buildings-1992. Lawrence Berkeley Laboratory.
- Eley Associates. Advanced Lighting Guidelines: 1993. Electric Power Research Institute.
- California Energy Commission. Energy Efficiency Standards for Residential and non Residential Buildings.
- ASHRAE/IES 90.1-2010. Energy Efficient Design of New Buildings except New Low-Raise Residential.
- IECC, International Energy Conservation Code 2012

12. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración.

13. Transitorios

Primero. La presente Norma Oficial Mexicana, cancela y sustituye a la NOM-007-ENER-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales, que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2005.

Segundo. La presente Norma Oficial Mexicana, entrará en vigor 120 días naturales después de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación** y a partir de esta fecha todos los sistemas de alumbrado comprendidos dentro del campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, serán verificados con base a la misma.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 23 de julio de 2014.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, **Odón Demófilo de Buen Rodríguez**.- Rúbrica.

**Apéndice A
(Normativo)**

Dictamen de Verificación de los Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales,

NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 3o. fracciones IV-A, XVII, 68, 70, 70-C, 73, 74, 84, 85, 86, 87, 88, 91, 92, 94, 97, 98 y 99 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 29 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; 56, 57 y 58 de su Reglamento y demás disposiciones legales aplicables, en mi carácter de representante legal de la Unidad de Verificación con registro número: _____, con acreditación vigente de fecha: _____ otorgada por la Entidad de Acreditación Autorizada y aprobación vigente de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía otorgada en oficio No. _____ de fecha: _____ y habiéndose aplicado el procedimiento para la evaluación de la conformidad correspondiente a los sistemas de alumbrado en edificios no residenciales que se describen a continuación:

Dictamen No. : _____ **Fecha:** _____

Nombre o razón social del propietario: _____

Giro de la Instalación:

Descripción: () SERVICIO NUEVO () AMPLIACIÓN ()
MODIFICACIÓN

Carga conectada de alumbrado _____ kW: DPEA (W/m²): _____

Ubicación de la instalación:

Calle y No.:

Colonia y

Población:

Municipio o

Delegación:

Ciudad y Estado:

Código Postal:

Propietario o representante:

Nombre:

Teléfono:

Correo electrónico:

Fax:

CERTIFICO, en los términos establecidos en el artículo 28 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, que los sistemas de alumbrado en cuestión cumplen con las disposiciones aplicables de la Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Declaro bajo protesta de decir verdad, que los datos asentados en el presente Dictamen de Verificación son verdaderos, acepto la responsabilidad que pudiera derivarse de la veracidad de los mismos, haciéndome acreedor a las sanciones que, en su caso, procedan.

EL TITULAR O REPRESENTANTE LEGAL DE LA UNIDAD DE VERIFICACIÓN

Nombre y Firma

Domicilio:

Teléfono:

Correo electrónico:

Fax:

**Apéndice B
(Normativo)**

Informe Trimestral de Dictámenes de Verificación emitidos de acuerdo con la NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Trimestre (No. y Año): _____ Fecha de emisión del Informe (día/mes/año): _____

Nombre: _____ Registro de Unidad de Verificación: _____

Calle y No.: _____ Colonia: _____

Delegación o Municipio: _____ C.P.: _____

Teléfono: _____ Fax: _____ Correo electrónico: _____

No. Dictamen	Fecha de emisión	Tipo de edificio	Carga conectada kW	DPEA (W/m ²)									Domicilio	Estado
				Alumbrado interior			Alumbrado exterior			Estacionamiento				
				Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo		

Nota: Se deberá llenar las celdas de la tabla, correspondientes a valor de DPEA, mínimo, Promedio y Máximo si en un mismo edificio se cuentan con espacios destinados a diferentes actividades contempladas dentro del campo de aplicación de esta NOM, si es un espacio homogéneo, no es necesario requisitar las celdas correspondientes a mínimo y máximo de la tabla.

No. Dictamen	Fecha de emisión	Tipo de edificio	Carga conectada	Fachadas (lm/W)	Domicilio	Estado

(Relacionar todos los dictámenes de verificación emitidos en este formato, utilizando el número de hojas que se requieran).

Declaro bajo protesta de decir verdad, que los datos asentados en el presente informe son verdaderos, acepto la responsabilidad que pudiera derivarse de la veracidad de los mismos, haciéndome acreedor a las sanciones que, en su caso, proceden.

Nombre o razón social y firma del titular o representante legal de la Unidad de Verificación

ANEXO C**(Informativo)**

Los valores de DPEA que se incluyen en este apéndice, tienen como único fin el de orientar sobre los desgloses de los espacios que en diferentes tipos de edificios, de acuerdo con su uso, se están analizando para ser considerados a futuro como valores máximos permitidos de DPEA en las normas.

Tabla C.1. Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios

Tipo de espacio específico	DPEA (W/m ²)
Almacén médico (hospital)	13.67
Área de casilleros	8.07
Área de equipaje Centrales / aeropuertos	8.18
Área de lectura (biblioteca)	10.01
Área de exhibición (centro de convenciones)	15.61
Áreas de ventas	18.08
Asientos auditorio	8.50
Asientos centro de convenciones	8.83
Asientos estadios	4.63
Asientos templos	16.47
Aulas	13.35
Bancos	14.85
Bar	14.10
Bodegas	6.78
Bodegas para material frágil	10.23
Cafetería (hospital)	11.52
Catálogo de biblioteca	7.75
Celdas de centros de readaptación (penales)	11.84
Consultorios	17.87
Enfermería (hospital)	9.47
Escaleras	7.43
Estacionamiento	2.05
Estantes de biblioteca	18.41
Farmacia (hospital)	12.27
Gimnasio	12.92
Habitaciones de hospital	6.67
Habitaciones de hotel	11.95
Juzgado	12.59
Laboratorio escolar	13.78
Laboratorio médico, industrial, investigación	19.48

Tabla C.1. Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios (continuación)

Tipo de espacio específico	DPEA (W/m ²)
Manufactura detallada industria	13.89
Oficina abierta	10.55
Oficina cerrada	11.95
Oficina postal	10.12
Pasillo central (templos)	6.89
Pasillos	7.10
Pasillos fábricas / industria	4.41
Pasillos hospital	9.58
Preparación de comida	10.66
Probadores de tiendas	9.36
Pulpito, coro (templos)	16.47
Radiología e imagen (hospital)	14.21
Recuperación (hospital)	12.38
Restauración (museos)	10.98
Restaurante	9.58
Restaurante de hotel	8.83
Salas de cine sección de asientos	12.27
Salas de exhibición (museos)	11.30
Salas de juntas	13.24
Salas de lectura	13.35
Teatro sección de vestidores (camerinos)	4.31
Tiendas de autoservicio	11.84
Salas de usos múltiples	13.24
Salas de capacitación	13.35
Sanitarios	10.55
Talleres	17.11
Talleres de servicio automotriz	7.21
Teatro sección de asientos	26.16
Terapia física (hospital)	9.80
Terminal centrales / aeropuertos	11.63
Urgencias (hospital)	24.33
Vestíbulo	9.69
Vestíbulo de cine	5.60
Vestíbulo de elevador	6.89

ANEXO 2. NOM-025-STPS-2008

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos. - Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

JAVIER LOZANO ALARCON, Secretario del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los artículos 16 y 40 fracciones I y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 512, 523 fracción I, 524 y 527 último párrafo de la Ley Federal del Trabajo; 3o., fracción XI, 38 fracción II, 40 fracción VII, 46, 47 fracción IV, 51 cuarto párrafo y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 4o., del 95 al 98 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo; 3, 5 y 19 del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 27 de septiembre de 2005, en cumplimiento de lo previsto por el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, el Anteproyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana y que el citado Comité lo consideró correcto y acordó que se publicara como Proyecto en el Diario Oficial de la Federación;

Que con objeto de cumplir con lo dispuesto en los artículos 69-E y 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, el Anteproyecto correspondiente fue sometido a la consideración de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, la que dictaminó favorablemente en relación al mismo;

Que con fecha 5 de junio de 2008, en cumplimiento del Acuerdo por el que se establecen la organización y Reglas de Operación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, y de lo previsto por el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS- 1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, para quedar como PROY-NOM-025-STPS-2005, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, a efecto de que, dentro de los siguientes 60 días naturales a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité;

Que habiendo recibido comentarios de diez promoventes, el Comité referido procedió a su estudio y resolvió oportunamente sobre los mismos, publicando esta dependencia las respuestas respectivas en el Diario Oficial de la Federación el 12 de diciembre de 2008, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

Que derivado de la incorporación de los comentarios presentados al Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, para quedar como PROY-NOM-025-STPS-2005, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, así como de la revisión final del propio proyecto, se realizaron diversas modificaciones con el propósito de dar claridad, congruencia y certeza jurídica en cuanto a las disposiciones que aplican en los centros de trabajo, y

Que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-STPS-2008, CONDICIONES DE ILUMINACION EN LOS CENTROS DE TRABAJO

INDICE

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Obligaciones del patrón
6. Obligaciones de los trabajadores
7. Niveles de iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo
8. Reconocimiento de las condiciones de iluminación
9. Evaluación de los niveles de iluminación

10. Control
11. Mantenimiento
12. Reporte del estudio
13. Unidades de Verificación y Laboratorios de Prueba
14. Procedimiento para la evaluación de la conformidad
 - Apéndice A, Evaluación de los niveles de iluminación
 - Apéndice B, Evaluación del factor de reflexión
15. Vigilancia
16. Bibliografía
17. Concordancia con normas internacionales
 - Guía de referencia "I", Métodos para evaluar los niveles de iluminación

1. Objetivo

Establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.

2. Campo de aplicación

La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.

3. Referencias

Para la correcta interpretación de esta Norma, debe consultarse la siguiente norma oficial mexicana vigente o la que la sustituya:

NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida.

4. Definiciones

Para efectos de esta Norma, se establecen las definiciones siguientes:

4.1. Área de trabajo: es el lugar del centro de trabajo donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

4.2. Autoridad del trabajo, autoridad laboral: las unidades administrativas competentes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, que realicen funciones de inspección en materia de seguridad e higiene en el trabajo y las correspondientes de las entidades federativas y del Distrito Federal, que actúen en auxilio de aquéllas.

4.3. Brillo: es la intensidad luminosa que una superficie proyecta en una dirección dada, por unidad de área. Se recomienda que la relación de brillos en áreas industriales no sea mayor de 3:1 en el puesto de trabajo y en cualquier parte del campo visual no mayor de 10:1.

4.4. Centro de trabajo: todos aquellos lugares tales como edificios, locales, instalaciones y áreas, en los que se realicen actividades de producción, comercialización, transporte y almacenamiento o prestación de servicios, o en el que laboren personas que estén sujetas a una relación de trabajo.

4.5. Condición crítica de iluminación: deficiencia de iluminación en el sitio de trabajo o niveles muy altos que bien pueden requerir un esfuerzo visual adicional del trabajador o provocarle deslumbramiento.

4.6. Deslumbramiento: es cualquier brillo que produce molestia y que provoca interferencia a la visión o fatiga visual.

4.7. Iluminación complementaria: es aquella proporcionada por un alumbrado adicional al considerado en la iluminación general, para aumentar el nivel de iluminación en un área determinada o plano de trabajo.

4.8. Iluminación especial: es la cantidad de luz específica requerida para la actividad que conforme a la naturaleza de la misma tenga una exigencia visual elevada mayor de 1000 luxes o menor de 100 luxes, para la velocidad de funcionamiento del ojo (tamaño, distancia y colores de la tarea visual) y la exactitud con que se lleva a cabo la actividad.

4.9. Iluminación; iluminancia: es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en luxes.

4.10. Iluminación localizada: es aquella proporcionada por un alumbrado diseñado sólo para proporcionar iluminación en un plano de trabajo.

4.11. Luminaria; luminario: equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas, que incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar esas lámparas, y los necesarios para conectarse al circuito de utilización eléctrica.

4.12. Luxómetro; Medidor de iluminancia: es un instrumento diseñado y utilizado para medir niveles de iluminación o iluminancia, en luxes.

4.13. Nivel de iluminación: cantidad de flujo luminoso por unidad de área medido en un plano de trabajo donde se desarrollan actividades, expresada en luxes.

4.14. Plano de trabajo: es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual generalmente los trabajadores desarrollan su trabajo, con niveles de iluminación específicos.

4.15. Puntos focales de las luminarias: es la proyección vertical de la lámpara al plano o área de trabajo con inclinación de 0°, que contiene la dirección del haz de luz.

4.16. Reflexión: es la luz que incide en un cuerpo y es proyectada o reflejada por su superficie con el mismo ángulo con el que incidió.

4.14. Sistema de iluminación: es el conjunto de luminarias de un área o plano de trabajo, distribuidas de tal manera que proporcionen un nivel de iluminación específico para la realización de las actividades.

4.15. Tarea visual: actividad que se desarrolla con determinadas condiciones de iluminación.

5. Obligaciones del patrón

5.1. Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando así lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar o poseer.

5.2. Contar con los niveles de iluminación en las áreas de trabajo o en las tareas visuales de acuerdo con la Tabla 1 del Capítulo 7.

5.3. Efectuar el reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas y puestos de trabajo, según lo establecido en el Capítulo 8.

5.4. Contar con el informe de resultados de la evaluación de los niveles de iluminación de las áreas, actividades o puestos de trabajo que cumpla con en los apartados 5.2 y 10.4 de la presente Norma, y conservarlo mientras se mantengan las condiciones que dieron origen a ese resultado.

5.5. Realizar la evaluación de los niveles de iluminación de acuerdo con lo establecido en los capítulos 8 y 9.

5.6. Llevar a cabo el control de los niveles de iluminación, según lo establecido en el Capítulo 10.

5.7. Contar con un reporte del estudio elaborado para las condiciones de iluminación del centro de trabajo, según lo establecido en el Capítulo 12.

5.8. Informar a todos los trabajadores, sobre los riesgos que puede provocar un deslumbramiento o un nivel deficiente de iluminación en sus áreas o puestos de trabajo.

5.9. Practicar exámenes con periodicidad anual de agudeza visual, campimetría y de percepción de colores a los trabajadores que desarrollen sus actividades en áreas del centro de trabajo que cuenten con iluminación especial.

5.10. Elaborar y ejecutar un programa de mantenimiento para las luminarias del centro de trabajo, incluyendo los sistemas de iluminación de emergencia, según lo establecido en el Capítulo 11.

5.11. Instalar sistemas de iluminación eléctrica de emergencia, en aquellas áreas del centro de trabajo donde la interrupción de la fuente de luz artificial represente un riesgo en la tarea visual del puesto de trabajo, o en las áreas consideradas como ruta de evacuación que lo requieran.

6. Obligaciones de los trabajadores

6.1. Informar al patrón sobre las condiciones inseguras, derivadas de las condiciones de iluminación en su área o puesto de trabajo.

6.2. Utilizar los sistemas de iluminación de acuerdo a las instrucciones del patrón.

6.3. Colaborar en las evaluaciones de los niveles de las áreas o puestos de trabajo y observar las medidas de control implementadas por el patrón.

6.4. Someterse a los exámenes de la vista que indique el patrón.

7. Niveles de Iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo

Los niveles mínimos de iluminación que deben incidir en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, son los establecidos en la Tabla 1.

Tabla 1
Niveles de Iluminación

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Area de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • exactas y muy prolongadas, y • muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. 	2,000

8. Reconocimiento de las condiciones de iluminación

8.1. El propósito del reconocimiento es identificar aquellas áreas del centro de trabajo y las tareas visuales asociadas a los puestos de trabajo, asimismo, identificar aquellas donde exista una iluminación deficiente o exceso de iluminación que provoque deslumbramiento.

Para lo anterior, se debe realizar un recorrido por todas las áreas del centro de trabajo donde los trabajadores realizan sus tareas visuales, y considerar, en su caso, los reportes de los trabajadores, así como recabar la información técnica.

8.2. Para determinar las áreas y tareas visuales de los puestos de trabajo debe recabarse y registrarse la información del reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas de trabajo, así como de las áreas donde exista una iluminación deficiente o se presente deslumbramiento y, posteriormente, conforme se modifiquen las características de las luminarias o las condiciones de iluminación del área de trabajo, con los datos siguientes:

- a) Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), de la maquinaria y del equipo de trabajo;
- b) Potencia de las lámparas;
- c) Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio;
- d) Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo, de acuerdo con la Tabla 1 del Capítulo 7;
- e) Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada, y
- f) La información sobre la percepción de las condiciones de iluminación por parte del trabajador al patrón.

9. Evaluación de los niveles de iluminación

9.1. A partir de los registros del reconocimiento, se debe realizar la evaluación de los niveles de iluminación en las áreas o puestos de trabajo de acuerdo con lo establecido en el Apéndice A.

9.1.1. Determinar el factor de reflexión en el plano de trabajo y paredes que por su cercanía al trabajador afecten las condiciones de iluminación, según lo establecido en el Apéndice B, y compararlo contra los niveles máximos permisibles del factor de reflexión de la Tabla 2.

Tabla 2

Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión

Concepto	Niveles Máximos Permisibles de Reflexión, K_f
Paredes	60%
Plano de trabajo	50%

Nota: Se considera que existe deslumbramiento en el área y puesto de trabajo, cuando el valor de la reflexión (K_f) supere los valores establecidos en la Tabla 2.

9.1.2. La evaluación de los niveles de iluminación debe realizarse en una jornada laboral bajo condiciones normales de operación, se puede hacer por áreas de trabajo, puestos de trabajo o una combinación de los mismos.

10. Control

10.1. Si en el resultado de la evaluación de los niveles de iluminación se detectaron áreas o puestos de trabajo que deslumbren al trabajador, se deben aplicar medidas de control para evitar que el deslumbramiento lo afecte.

10.2. Si en el resultado de la medición se observa que los niveles de iluminación en las áreas de trabajo o las tareas visuales están por debajo de los niveles indicados en la Tabla 1 del Capítulo 7 o que los factores de reflexión estén por encima de lo establecido en la Tabla 2 del Capítulo 9, se deben adoptar las medidas de control necesarias, entre otras, dar mantenimiento a las luminarias, modificar el sistema de iluminación o su distribución y/o instalar iluminación complementaria o localizada. Para esta última medida de control, en donde se requiera una mayor iluminación, se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Evitar el deslumbramiento directo o por reflexión al trabajador;
- b) Seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores;
- c) Evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad, y
- d) Evitar las zonas donde existan cambios bruscos de iluminación.

10.3. Se debe elaborar y cumplir un programa de medidas de control a desarrollar, considerando al menos las previstas en 10.2.

10.4. Una vez que se han realizado las medidas de control, se tiene que realizar una evaluación para verificar que las nuevas condiciones de iluminación cumplen con lo establecido en la presente Norma.

11. Mantenimiento

En el mantenimiento de las luminarias se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- a) La limpieza de las luminarias;
- b) La ventilación de las luminarias;
- c) El reemplazo de las luminarias cuando dejen de funcionar, o después de transcurrido el número predeterminado de horas de funcionamiento establecido por el fabricante;
- d) Los elementos que eviten el deslumbramiento directo y por reflexión, así como el efecto estroboscópico, y
- e) Los elementos de preencendido o de calentamiento.

12. Reporte del estudio

12.1. Se debe elaborar y mantener un reporte que contenga la información recabada en el reconocimiento, los documentos que lo complementen y los datos obtenidos durante la evaluación, con al menos la información siguiente:

- a) El informe descriptivo de las condiciones normales de operación, en las cuales se realizó la evaluación de los niveles de iluminación, incluyendo las descripciones del proceso, instalaciones, puestos de trabajo y el número de trabajadores expuestos por área y puesto de trabajo;
- b) La distribución del área evaluada, en el que se indique la ubicación de los puntos de medición;
- c) Los resultados de la evaluación de los niveles de iluminación indicando su incertidumbre;
- d) La comparación e interpretación de los resultados obtenidos, contra lo establecido en las Tablas 1 y 2 de los Capítulos 7 y 9, respectivamente;
- e) La hora en que se efectuaron las mediciones;
- f) El programa de mantenimiento;
- g) La copia del documento que avale la calibración del luxómetro expedida por un laboratorio acreditado y aprobado conforme a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y que cumpla con las disposiciones estipuladas en esta Norma;
- h) La conclusión técnica del estudio;
- i) Las medidas de control a desarrollar y el programa de implantación;
- j) Nombre y firma del responsable del estudio, y
- k) Los resultados de las evaluaciones hasta cumplir con lo establecido en las Tablas 1 y 2 de los Capítulos 7 y 9, respectivamente.

13. Unidades de Verificación y Laboratorios de Prueba

13.1. El patrón tendrá la opción de contratar una unidad de verificación o un laboratorio de pruebas, acreditados y aprobados, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, para verificar el grado de cumplimiento con la presente Norma.

13.2. Unidades de verificación y laboratorios de pruebas contratados a petición de parte deben verificar el grado de cumplimiento de acuerdo con lo establecido en el procedimiento para la evaluación de la conformidad.

13.3. La vigencia del dictamen de verificación cuando éste sea favorable, será de dos años, y el informe de resultados será válido y se conservará siempre y cuando, se mantengan las condiciones que dieron origen al resultado de la evaluación.

13.4. Los laboratorios de pruebas sólo podrán evaluar lo establecido en los Capítulos 8 y 9 de la presente Norma.

13.5. Las unidades de verificación deben entregar al patrón el dictamen de verificación favorable cuando se hayan cubierto los requerimientos de la presente Norma Oficial Mexicana.

14. Procedimiento para la evaluación de la conformidad

14.1. Generalidades.

14.2. Este procedimiento para la evaluación de la conformidad aplica en las visitas de inspección desarrolladas por la autoridad laboral, y en las visitas de verificación que realicen las unidades de verificación.

14.3. Para obtener el directorio vigente de las unidades de verificación que están aprobadas ante la dependencia y pueden extender el dictamen de conformidad con esta Norma Oficial Mexicana, podrán ingresar a la página de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, vía Internet en la dirección: www.stps.gob.mx.

14.1.1. El interesado que obtuvo la evaluación de la conformidad con la presente Norma a través de una unidad de verificación, debe conservar el dictamen de verificación y tenerlo a la disposición de la autoridad del trabajo cuando ésta lo solicite de acuerdo a lo establecido en el apartado 13.5.

14.1.2. Los aspectos a verificar durante la evaluación de la conformidad que son aplicables mediante la constatación física o documental, o a través de entrevista, son:

Disposición	Comprobación	Criterios de aceptación	Observaciones
5.2.	Física	El patrón cumple cuando derivado de un recorrido por el centro de trabajo, se comprueba que para las tareas por puesto o área de trabajo, los niveles de iluminación corresponden a los de la Tabla 1 del Capítulo 7.	La evidencia es la evaluación de la iluminación de las tareas visuales del puesto de trabajo o áreas de trabajo comparadas con la Tabla 1 del Capítulo 7.
5.3.	Documental	El patrón cumple cuando: <ul style="list-style-type: none"> • Presenta el registro de la información recopilada en el reconocimiento de las áreas y puestos de trabajo. • El registro contiene al menos la siguiente información técnica y administrativa que haya servido al patrón para seleccionar las áreas y puestos de trabajo evaluadas: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), así como de la maquinaria y equipo; ✓ Potencia de las lámparas; ✓ Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio; ✓ Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo de acuerdo con la Tabla 1 del Capítulo 7, y ✓ Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada. 	El reconocimiento aplica para aquellas áreas o tareas visuales que de acuerdo a la Tabla 1 del Capítulo 7. El requerimiento podrá ser realizado por un laboratorio de pruebas acreditado y aprobado.
5.4. y 5.5.	Documental	El patrón cumple cuando: <ul style="list-style-type: none"> • Presenta las evidencias de la evaluación de los niveles de iluminación de las áreas y puestos de trabajo, y • La evaluación se realizó de acuerdo a los Capítulos 8 y 9, así como con el apartado 10.4 	La evaluación aplica para aquellas áreas o tareas visuales que de acuerdo a la Tabla 1 del Capítulo 7. El documento que se puede presentar es el mismo que se genera al cumplir el Capítulo 12 (reporte del estudio).
5.6.	Documental	El patrón cumple cuando: <ul style="list-style-type: none"> • Si derivado de la evaluación no se identificaron deficiencias o excesos de iluminación en las áreas o puestos de trabajo, por lo que no se aplicaron medidas de control. • Si derivado de la evaluación se identificaron deficiencias o excesos de iluminación en las áreas o puestos de trabajo, se aplicaron las siguientes medidas de control: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Proporcionó mantenimiento a las luminarias; ✓ Modificó el sistema de iluminación o su distribución; ✓ En su caso, instaló la iluminación complementaria o localizada, y ✓ Derivado del criterio anterior presenta evidencias de una nueva evaluación donde se constata que las nuevas condiciones de iluminación cumplen con lo establecido en la presente Norma. 	Los aspectos a considerar para las medidas de control, pueden ser: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Evitar el deslumbramiento directo o por reflexión al trabajador; ✓ Seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores; ✓ Evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad, y ✓ Evitar las zonas donde existan cambios bruscos de iluminación. ✓ Los dos últimos criterios de aceptación sólo aplicarán cuando el patrón determine que requiere de iluminación complementaria o localizadas

5.7.	Documental	<p>El patrón cumple cuando presenta el reporte del estudio, con al menos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El informe descriptivo de las condiciones normales de operación, en las cuales se realizó la evaluación de los niveles de iluminación, incluyendo las descripciones del proceso, instalaciones, puestos de trabajo y el número de trabajadores expuestos por área y puesto de trabajo; • La distribución del área evaluada, en el que se indique la ubicación de los puntos de medición; • Los resultados de la evaluación de los niveles de iluminación indicando su incertidumbre; • La comparación e interpretación de los resultados obtenidos, contra lo establecido en las Tablas 1 y 2 de los Capítulos 7 y 9 respectivamente; • La hora en que se efectuaron las mediciones; • El programa de mantenimiento; • La copia del documento que avale la calibración del luxómetro expedida por un laboratorio acreditado y aprobado conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y que cumpla con las disposiciones estipuladas en esta Norma; • La conclusión técnica del estudio; • Las medidas de control a desarrollar y el programa de implantación; • El nombre y firma del responsable del estudio; • Los resultados de las evaluaciones hasta cumplir con lo establecido en las Tablas 1 y 2 de los Capítulos 7 y 9, respectivamente. 	El estudio podrá ser realizado por un laboratorio de pruebas acreditado y aprobado.
5.8.	Documental o Entrevista	<p>El patrón cumple cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exhibe las evidencias con los elementos y/o mecanismos de difusión para dar a conocer los riesgos a los trabajadores de las áreas o puestos de trabajo con iluminación deficiente, excesiva o que provoque deslumbramiento, o • Al realizar la(s) entrevista(s) al personal del centro de trabajo involucrado en las áreas o puestos de trabajo, se constata que identifican los riesgos relacionados con iluminación deficiente, excesiva o que provoque deslumbramiento. 	La iluminación permite un desarrollo eficiente y confortable en las tareas visuales es un auxilio para el trabajo seguro y apoya en las acciones de emergencia (evacuación).
5.9.	Documental	El patrón cumple cuando presenta los exámenes médicos visuales realizados a los trabajadores para agudeza visual, campimetría y de percepción de colores, con una periodicidad anual.	<p>Esta disposición aplica para los casos en que los trabajadores desarrollen sus actividades en zonas identificadas como de alto riesgo, cuyas actividades tengan una exigencia visual elevada.</p> <p>El médico puede ser interno o externo como lo establece la NOM-030-STPS-2006.</p>

5.10.	Documental	<p>El patrón cumple cuando presenta un programa de mantenimiento que contenga al menos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ La limpieza de las luminarias; ✓ La ventilación de las luminarias; ✓ El reemplazo de las luminarias cuando dejen de funcionar, o después de transcurrido el número predeterminado de horas de funcionamiento establecido por el fabricante; ✓ Los elementos que eviten el deslumbramiento directo y por reflexión, así como el efecto estroboscópico, y ✓ Los elementos de preencendido o de calentamiento. 	
5.11.	Física	El patrón cumple cuando, derivado de un recorrido por las instalaciones del centro de trabajo, identifica que existen los sistemas de iluminación de emergencia y éstos están funcionando.	Las lámparas de emergencia pueden estar colocadas en donde la interrupción de la fuente de luz artificial represente un riesgo en la tarea visual del puesto de trabajo o en las áreas consideradas como ruta de evacuación.

Nota: Las evidencias documentales se pueden presentar por escrito o, en medios magnéticos o electrónicos.

14.1.3. Las unidades de verificación no deben realizar las siguientes actividades para la empresa evaluada:

- a) Diagnóstico, análisis de riesgos, programas o procedimientos, y
- b) Proporcionar capacitación a los trabajadores.

APENDICE A

EVALUACION DE LOS NIVELES DE ILUMINACION

A.1. Objetivo

Evaluar los niveles de iluminación en las áreas y puestos de trabajo seleccionados.

A.2. Metodología

De acuerdo con la información obtenida durante el reconocimiento, se establecerá la ubicación de los puntos de medición de las áreas de trabajo seleccionadas, donde se evaluarán los niveles de iluminación.

A.2.1. Cuando se utilice iluminación artificial, antes de realizar las mediciones, se debe de cumplir con lo siguiente:

- a) Encender las lámparas con antelación, permitiendo que el flujo de luz se estabilice; si se utilizan lámparas de descarga, incluyendo lámparas fluorescentes, se debe esperar un periodo de 20 minutos antes de iniciar las lecturas. Cuando las lámparas fluorescentes se encuentren montadas en luminarias cerradas, el periodo de estabilización puede ser mayor;
- b) En instalaciones nuevas con lámparas de descarga o fluorescentes, se debe esperar un periodo de 100 horas de operación antes de realizar la medición, y
- c) Los sistemas de ventilación deben operar normalmente, debido a que la iluminación de las lámparas de descarga y fluorescentes presentan fluctuaciones por los cambios de temperatura.

A.2.2. Cuando se utilice exclusivamente iluminación natural, se debe realizar al menos las mediciones en cada área o puesto de trabajo de acuerdo con lo siguiente:

- a) Cuando no influye la luz natural en la instalación ni el régimen de trabajo de la instalación, se deberá efectuar una medición en horario indistinto en cada puesto o zona determinada, independientemente de los horarios de trabajo en el sitio;

- b) Cuando sí influye la luz natural en la instalación, el turno en horario diurno (sin periodo de oscuridad en el turno o turnos) y turnos en horario diurno y nocturnos (con periodo de oscuridad en el turno o turnos), deberán efectuarse 3 mediciones en cada punto o zona determinada distribuidas en un turno de trabajo que pueda presentar las condiciones críticas de iluminación de acuerdo a lo siguiente:
- o Una lectura tomada aproximadamente en la primera hora del turno;
 - o Una lectura tomada aproximadamente a la mitad del turno, y
 - o Una lectura tomada aproximadamente en la última hora del turno.
- c) Cuando sí influye la luz natural en la instalación y se presentan condiciones críticas, efectuar una medición en cada punto o zona determinada en el horario que presente tales condiciones críticas de iluminación.

A.2.3. Ubicación de los puntos de medición.

Los puntos de medición deben seleccionarse en función de las necesidades y características de cada centro de trabajo, de tal manera que describan el entorno ambiental de la iluminación de una forma confiable, considerando: el proceso de producción, la clasificación de las áreas y puestos de trabajo, el nivel de iluminación requerido en base a la Tabla 1 del Capítulo 7, la ubicación de las luminarias respecto a los planos de trabajo, el cálculo del índice de áreas correspondiente a cada una de las áreas, la posición de la maquinaria y equipo, así como los riesgos informados a los trabajadores.

A.2.3.1. Las áreas de trabajo se deben dividir en zonas del mismo tamaño, de acuerdo a lo establecido en la columna A (número mínimo de zonas a evaluar) de la Tabla A1, y realizar la medición en el lugar donde haya mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de estas zonas; en caso de que los puntos de medición coincidan con los puntos focales de las luminarias, se debe considerar el número de zonas de evaluación de acuerdo a lo establecido en la columna B (número mínimo de zonas a considerar por la limitación) de la Tabla A1. En caso de coincidir nuevamente el centro geométrico de cada zona de evaluación con la ubicación del punto focal de la luminaria, se debe mantener el número de zonas previamente definido.

Tabla A1

Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición

Índice de área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
$IC < 1$	4	6
$1 \leq IC < 2$	9	12
$2 \leq IC < 3$	16	20
$3 \leq IC$	25	30

El valor del índice de área, para establecer el número de zonas a evaluar, está dado por la ecuación siguiente:

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

Donde:

IC = índice del área.

x, y = dimensiones del área (largo y ancho), en metros.

h = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.

En donde x es el valor de índice de área (IA) del lugar, redondeado al entero superior, excepto que para valores iguales o mayores a 3 el valor de x es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición.

En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a $75 \text{ cm} \pm 10 \text{ cm}$, sobre el nivel del piso, realizando mediciones en los puntos medios entre luminarias contiguas.

A.2.4. En el puesto de trabajo se debe realizar al menos una medición en cada plano de trabajo, colocando el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo y tomando precauciones para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el luxómetro.

A.3. Instrumentación

A.3.1. Se debe usar un luxómetro que cuente con:

- a) Detector para medir iluminación;
- b) Corrección cosenoidal;
- c) Corrección de color, detector con una desviación máxima de $\pm 5\%$ respecto a la respuesta espectral fotópica, y
- d) Exactitud de $\pm 5\%$ (considerando la incertidumbre por calibración).

A.3.2. Se debe verificar el luxómetro antes y después de iniciar una evaluación conforme lo establezca el fabricante y evitar bloquear la iluminación durante la realización de la evaluación.

A.3.3. El luxómetro deberá contar con el certificado de calibración de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Las lecturas serán válidas mientras los resultados obtenidos en el luxómetro no cambien de acuerdo con los requisitos establecidos en los párrafos siguientes:

A.3.3.1. Debe asegurarse que se cumpla con el inciso d) de la sección A.3.1., ya que la calibración no implica el ajuste del instrumento y por tanto, por sí sola, no garantiza que se realicen las mediciones con la exactitud requerida. Debido a lo anterior se deberá verificar y registrar en el informe el error que comete el instrumento y aplicar el factor de corrección si es necesario, además de corregir los resultados de la medición.

A.3.3.2 Cuando el luxómetro tenga variaciones en la coincidencia de sus lecturas se debe someter para su certificación al laboratorio.

La forma de respaldar la veracidad del luxómetro será a través del registro de mediciones realizadas midiendo los niveles de iluminación que produce una lámpara incandescente, que únicamente será utilizada para este fin, a distancias conocidas. Las lecturas obtenidas durante la verificación deberán coincidir con las lecturas de referencia que deberán haber sido obtenidas al momento de que se recibió el luxómetro después de su certificación, una vez que se haya aplicado el factor de corrección reportado en el certificado.

A.3.3.3. El reporte de verificación debe contener la fecha de su realización, la intensidad de corriente a la que se operó la lámpara incandescente, las condiciones ambientales al momento de la verificación, las distancias a las cuales se midieron los niveles de iluminación y los valores de iluminancia indicados por el instrumento para cada distancia.

A.3.3.4. En caso de que el luxómetro haya sufrido una caída, se le dio uso rudo o estuvo expuesto a condiciones extremas de temperatura y humedad, se debe someter a una nueva verificación y elaborar el reporte de verificación.

APENDICE B

EVALUACION DEL FACTOR DE REFLEXION

B.1 Objetivo

Evaluar el factor de reflexión de las superficies en áreas y puestos de trabajo seleccionados.

B.2 Metodología

Los puntos de medición deben ser los mismos que se establecen en el Apéndice A.

B.2.1 Cálculo del factor de reflexión de las superficies:

- a) Se efectúa una primera medición (E_1), con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de $10 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$, hasta que la lectura permanezca constante;
- b) La segunda medición (E_2), se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente, y

c) El factor de reflexión de la superficie (K_f) se determina con la ecuación siguiente:

$$K_f = \frac{E_1}{E_2} (100)$$

15. Vigilancia

La vigilancia en el cumplimiento de la presente Norma, corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

16. Bibliografía

16.1. Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992, México.

16.2. Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 21 de enero de 1997, México.

16.3. Conocimientos Básicos de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Ruiz Iturregui, José Ma., Editorial Deusto, 1978, Madrid, España.

16.4. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, International Labour Office, Geneva. Third Edition 1983, Fourth Impresion, 1991.

16.5. Física General, Zemanski, Mark W., Sears, Francis W. Editorial Aguilar, 1966, México.

16.6. Guide on Interior Lighting, 2o. Edition, International Commission on Illumination. CIE 29.2 86, 1998, Vienna, Austria.

16.7. I.E.S. Lighting Handbook. 1995, Illuminating Engineering, Society, USA.

16.8. Iluminación Interna, Vittorio Re. Editorial Marcombo, S.A., 1979, Barcelona, España.

16.9. Luminotecnia, Enciclopedia CEAC de Electricidad. Dr. Ramírez V., José, Editorial CEAC, S.A., 1972, México.

16.10. Manual de Ingeniería, Perry, J.H.; Perry, R.H. Editorial Labor, S.A., 1966, Madrid, España.

16.11. Manual del Alumbrado, Westinghouse. Editorial Dossat, S.A., 1985, Madrid, España.

16.12 Principios de Iluminación y Niveles de Iluminación en México. Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación, Asociación Civil. Revista Ingeniería de Iluminación, mayo-junio 1967, México.

16.13. The Industrial Environment. Its Evaluation & Control. U.S. Department of Health, Education, and Welfare Public Health Service; Center for Disease Control; National Institute for Occupational Safety and Health, 1973, USA.

16.14. Iluminación interna, el instalador cualificado, Vottirio Re, Editorial Marcobo, Boixareu Editores 1979, Barcelona, España.

16.15. Técnicas de iluminación en fotografía y cinematografía, Bernal Francisco, Omega, 2003 Barcelona.

17. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

TRANSITORIOS

Primero. La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los dos meses posteriores a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo. Durante el lapso señalado en el artículo anterior, los patrones cumplirán con la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, y en su caso, realizarán las adaptaciones para observar las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana y, en este último caso, las autoridades del trabajo proporcionarán a petición de los patrones interesados, asesoría y orientación para instrumentar su cumplimiento, sin que los patrones se hagan acreedores a sanciones por el incumplimiento de la Norma vigente.

Tercero. Con la entrada en vigor de la presente Norma se cancela la Norma Oficial Mexicana NOM-025- STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1999.

Dado en la Ciudad de México, a los veintinueve días del mes de diciembre de dos mil ocho.- El Secretario del Trabajo y Previsión Social, **Javier Lozano Alarcón**.- Rúbrica.

GUIA DE REFERENCIA "I"**METODOS PARA EVALUAR LOS NIVELES DE ILUMINACION**

El contenido de esta guía es un complemento para la mejor comprensión de la Norma y no es de cumplimiento obligatorio.

METODO IES

Se utiliza para evaluar el nivel de iluminación promedio en el área de trabajo, con base en la geometría del área y la disposición de las luminarias, cuando:

- El área sea regular y las luminarias se hallen simétricamente espaciadas en dos o más filas.
- El área sea regular con una luminaria colocada simétricamente.
- El área sea regular con una fila de luminarias.
- El área sea regular con una o más lámparas continuas.
- El área es regular con una fila de luminarias continuas.
- El área es regular con techo luminoso.

Con este método, las mediciones se toman en unos pocos puntos del lugar de trabajo considerado representativo de las mediciones que podrían llevarse a cabo en otros puntos de igual condición, con base en la regularidad del área del lugar y la simetría en la distribución de las luminarias.

METODO DE LA CONSTANTE DEL SALON

Se utiliza para evaluar el nivel de iluminación promedio en el lugar de trabajo a partir de cierto número de mediciones y puntos de medición en función de la constante del salón, K, que viene dada por donde L es el largo del salón, A el ancho y h la altura de las luminarias sobre el plano útil.

$$K = (A * L) / [h (A + L)]$$

Constante del Salón	No. Mínimo de Puntos de Medición
< 1	4
1 y < 2	9
2 y < 3	16
≥ 3	25

DETERMINACION DE LA ILUMINACION PROMEDIO (E_p):

Cuando se realizan mediciones con el propósito de verificar los valores correspondientes a una instalación nueva, se deben tomar las precauciones necesarias para que las evaluaciones se lleven a cabo en condiciones apropiadas (tensión nominal de alimentación, temperatura ambiente, elección de lámparas, etc.) o para que las lecturas del medidor de iluminancia se corrijan teniendo en cuenta estas condiciones.

El cálculo del nivel promedio de iluminación para el método de la constante del salón, se realiza con la siguiente expresión:

$$E_p = 1/N (\sum E_i)$$

Donde:

E_p = Nivel promedio en lux.

E_i = Nivel de iluminación Medido en lux en cada

punto. N = Número de medidas realizadas.

Método de evaluación en plano de trabajo: aplicable a tareas específicas, en especial aquellas que requieren niveles mayores de iluminación por la dificultad del tamaño, contraste y tiempo de la tarea.

Fuente: Diario Oficial de la Federación

NOM-025-STPS-1994

**NORMA OFICIAL MEXICANA RELATIVA A LOS NIVELES Y CONDICIONES
DE ILUMINACION QUE DEBEN TENER LOS CENTROS DE TRABAJO**

ARSENIO FARELL CUBILLAS, Secretario del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los artículos 16, 40 fracciones I y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 512, 523 fracción I 524 y 527 último párrafo de la Ley Federal del Trabajo; 30 fracción XI, 38 fracción II, 40 fracciones I y VII, 41 a 47 y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2o., 3o. y 5o. del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y 5o. del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 2 de julio de 1993, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, el Anteproyecto de la presente Norma Oficial Mexicana;

Que en sesión de fecha 7 de julio de 1993, el expresado Comité consideró correcto el Anteproyecto y acordó que se publicara como Proyecto en el Diario Oficial de la Federación;

Que con fecha 19 de julio de 1993, en cumplimiento del acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana a efecto de que dentro de los siguientes 90 días naturales a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral;

Que habiendo recibido comentarios de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía y de la Illuminaiting Engineering Society of North America, con representatividad en México, el Comité Consultivo Nacional procedió a su estudio y resolvió sobre los mismos en sesión de fecha 26 de octubre de 1993;

Que con fecha 16 de marzo de 1994, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las respuestas otorgadas a los comentarios recibidos;

Que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que con fecha 26 de octubre de 1993, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

Norma Oficial Mexicana: NOM-025-STPS-1994. Relativa a los niveles y condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo.

1. Objetivo.

La presente NOM-STPS establece los niveles y requerimientos de iluminación para los centros de trabajo de tal forma que ésta no sea un factor de riesgo y provoque daños a la salud de los trabajadores al realizar sus actividades.

1.1 Campo de aplicación.

En los centros de trabajo que por la naturaleza de las actividades se requiera de fuentes de luz en el plano y áreas de trabajo.

2. Referencias.

- 2.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículo 123 Apartado "A" fracción XV.
- 2.2 Ley Federal del Trabajo, artículos 512 y 527.
- 2.3 Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Título Octavo, Capítulo VIII.

3. Requerimientos.

3.1 El patrón debe;

- 3.1.1 Efectuar el reconocimiento, evaluación y control de la iluminación del centro de trabajo.
- 3.1.2 Acondicionar la iluminación en los centros de trabajo de acuerdo con la presente NOM-STPS e instalar los luminarios en una posición apropiada para permitir el proceso y los movimientos del personal.
- 3.1.3 Conocer las características de su centro de trabajo y el tipo de actividades para proporcionar la iluminación apropiada como se establece en el anexo de esta NOM STPS.
- 3.1.4 Efectuar exámenes de la vista cada año a los trabajadores que realicen actividades especiales con iluminación específica.

3.2 Para el trabajador:

- 3.2.1 Cumplir con las medidas de seguridad e higiene establecidas por el patrón.
- 3.2.2 Colaborar con los exámenes médicos que se les practique por parte del patrón.

3.3 Los miembros de la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene en el Trabajo vigilarán que la iluminación sea de acuerdo a las necesidades del centro de trabajo.

4. Requisitos.

4.1 Del reconocimiento

En relación con las actividades de los centros de trabajo, los patrones deben evaluar las necesidades de iluminación y utilizar cualquiera de los diferentes tipos de luz.

4.1.1 Clasificación.

A) Fuente de luz.

A.1) Natural:

Se considera fuente de luz natural a la que procede del sol.

A.2) Artificial:

Se considera fuente de luz artificial a la proporcionada por lámparas incandescentes o de descarga alimentada por energía eléctrica.

B) Tipos de iluminación.

B.1) General:

Se considera tipo de iluminación general al alumbrado diseñado para iluminar una área sin considerar necesidades especiales.

B.2) Complementaria:

Se considera tipo de iluminación complementaria al alumbrado diseñado para aumentar la iluminación en ciertos lugares específicos.

B.3) Localizada:

Se considera tipo de iluminación localizada al alumbrado diseñado para proporcionar iluminación en lugares de trabajo donde se requiera mucha precisión.

C) Sistemas de iluminación.

C.1) Directa

C.2) Semidirecta

C.3) Difusa

C.4) Indirecta

C.5) Semi-indirecta

4.2.1. Para efectuar la evaluación el patrón debe cuantificar los niveles de iluminación aplicando los métodos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas o en ausencia de éstas usar Normas Internacionales previa autorización de la S.T.P.S.

4.3 Del control.

4.3.1 El patrón debe darle mantenimiento constante a los equipos con el fin de que el nivel de iluminación se conserve de acuerdo al Anexo.

4.3.2 Cuando por las características de los procesos productivos de los centros de trabajo se empleen lámparas especiales, el patrón deberá cumplir con lo siguiente:

A) En las instalaciones de lámparas localizadas con fines específicos (germicidas, bactericidas o que generen radiaciones que pudieran producir daños a la salud de los trabajadores), el patrón deberá establecer las medidas adecuadas para proteger al trabajador.

B) La iluminación de los accesos, escaleras, lugares destinados al tránsito o a servicios de los trabajadores y los que se utilicen para almacenes deben tener una intensidad mínima de 100 unidades lux, medidas en un plano horizontal, sobre el piso a una altura de 75 cm a un metro.

C) La instalación de la iluminación debe ser de acuerdo a las necesidades del proceso y debe cumplir con las condiciones de seguridad para su instalación.

D) Los materiales de los refractores y reflectores no deben producir polvos, vapores o humos tóxicos en caso de combustión.

5. Definiciones de algunos términos empleados en esta NOM-STPS

Area de trabajo:

Es la superficie de referencia, definida como el plano donde normalmente se lleva a cabo el trabajo.

Iluminación:

Acción y efecto de iluminar. Conjunto de luces dispuestas ordenadamente.

Fuente luminosa:

Es toda materia, objeto o dispositivo, en que parte de la energía radiante que emite cae dentro de los límites visibles del espectro electromagnético.

Lámpara:

Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía luminosa.

Luminario:

Aparato eléctrico que se utiliza para controlar y dirigir el flujo luminoso generado por una o más lámparas.

Luminarios directos:

Son aquellos que emiten prácticamente toda la luz (90% a 100%) hacia abajo, usualmente proporcionan la iluminación más eficiente al área de trabajo.

Luminarios semidirectos:

Son aquellos que emiten del 60% al 90% de la luz de su flujo luminoso hacia abajo del centro focal del luminario.

Luminarios indirectos:

Son aquellos que emiten menos del 60% de la luz de su flujo luminoso hacia abajo del centro focal del luminario.

Luminarios difusos:

Son aquellos que emiten la misma cantidad de flujo luminoso en todas direcciones.

Luminarios semi-indirectos:

Estos emiten del 90 al 100% de su flujo luminoso total hacia arriba del centro focal del luminario.

Luminarios semi-indirectos:

Estos dirigen del 60 al 90% de su flujo luminoso total hacia arriba del centro focal del luminario y de un 40 al 10% hacia abajo.

Plano de Trabajo:

Es el plano en el cual el trabajo es usualmente realizado y en el cual la iluminancia es especificada y medida. Cuando no es indicado, éste se asume como un plano horizontal a 0.76 m (30 in) sobre el piso.

6. Bibliografía.

6.1 Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Título Octavo (de las condiciones del ambiente del trabajo, Capítulo VIII de la iluminación, artículos 155 al 158. Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 5 de junio de 1978.

6.2 Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación, Asociación Civil. Principios de Iluminación y Niveles de Iluminación en México. Revista de Iluminación. México, junio 1967.

6.3 Dr. H.R. Blackwell; Illuminating Engineering, Society. I.E.S. Lighting handbook U.S.A., edition, 1959.

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

TRANSITORIO

UNICO.- La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, Distrito Federal, a los treinta días del mes de marzo de mil novecientos noventa y cuatro. El Secretario del Trabajo y Previsión Social, Arsenio Farrell Cubillas.- Rúbrica.

**ANEXO
NIVELES DE ILUMINACION**

**LUXES
S.M.I.I.
95 %**

1. EDIFICIOS INDUSTRIALES

ACERO (Véase Hierro y Acero)	
ACUMULADORES, MANUFACTURA DE	
Moldeado celdas	300
ARCILLA Y CEMENTOS, PRODUCTOS DE	
Molienda, prensa filtrado, hornos de secado, vaciado y devastado	200
Esmaltado, pintura y vidriado (trabajo burdo)	600
Pintura y vidriado (trabajo fino)	1700
AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE	
Ensamblado bastidor	300
Ensamblado chasis	600
Ensamble final e inspección	1100
Manufactura carrocería:	
Ensamblado	600
Partes	400
Acabado e inspección	1100
AVIONES, MANUFACTURA DE	
Partes:	
Producción	600
Inspección	1100
Acabado de piezas:	
Taladrado, remachado y apretado de tornillos	400
CUARTO PINTURA	600
Trazado sobre aluminio, formado partes pequeñas de fuselaje y alas	600
Soldadura:	
Iluminación general	300
ILUMINACION LOCALIZADA	6000
Subensamblado:	
Tren de aterrizaje, fuselaje, secciones alas y otras partes grandes	600
ENSAMBLADO FINAL	
Colocación de motores, hélices, secciones ala y tren de aterrizaje	600
Inspección de la nave ensamblada y su equipo	600
Reparación, con máquinas herramientas	600
ASERRADEROS	
Clasificación de la madera	1700
AZUCAR, REFINERIAS DE	
Clasificación	300
Inspección color	1100

	LUXES S.M.I.I. 95 %
CAJAS DE CARTON, MANUFACTURA DE Area general de manufactura	300
CARBON, VERTEDORES DE Quebradoras, cernidos y limpiado Selección	60 1700
CARPINTERIAS Trabajo burdo de banco y sierra Encolado, cepillado, lijado, trabajo de mediana calidad en máquinas y banco Trabajo fino de máquina y banco, lijado y acabado fino	200 300 600
CERVECERAS, INDUSTRIAS Elaboración y lavado de barriles Llenado (de botellas, latas, barriles)	200 300
CUARTOS DE CONTROL (Véase Plantas Generadoras)	
DULCES, INDUSTRIAS Departamento de chocolate: Descascarado, selección, extracción de aceites, quebrado y refinación, alimentación Limpieza de grano, selección, inmersión, empaçado y envoltura Molienda Elaboración de crema: Mezclado, cocción y moldeado Pastillas de goma y jaleas Decoración a mano Caramelos: Mezclado, cocción y moldeado Corte y selección Elaboración de pesos y envoltura	300 300 600 300 300 600 300 600 600
EMPACADORAS DE CARNE Matadero (rastros) Limpiado, destazado, cocido, moliendas, enlatado y empaçado	200 600
ENCUADERNACION: Doblado, ensamblado, empaste, cortado, punzonado y cosido Grabado en realce e inspección	400 1100
ENLATADORAS DE CONSERVAS Clasificación inicial: Jitomates Otras muestras Clasificación por color (Cuartos de cortado) Preparación: Selección preliminar: Chabacanos y duraznos Jitomates Aceitunas Cortado y picado Selección final	600 300 1100 300 600 900 600 600

Enlatado:	
Enlatado en bandas sinfin	600
Enlatado estacionario	600
Empacado a mano	300
Aceitunas	600
Inspección de muestras enlatadas	1100
Manejo de envases:	
Inspección	1100
Etiquetado y empacado	200
ENSAMBLADO	
Tosco, fácil de ver	200
Tosco, difícil de ver	300
Medio.	600
Fino.	3000
Extrafino	6000
ENSAYOS O PRUEBAS.	
General	300
Instrumentos, extrafinos, escalas, etc.	1100
EQUIPO ELECTRICO, MANUFACTURA DE	
Impregnado	300
Aislado, embobinado	600
Pruebas	600
ESTRUCTURAS DE ACERO, MANUFACTURA	300
EXPLOSIVOS, MANUFACTURA DE	300
FORJADO, TALLERES DE	200
FUNDICIONES	
Templado (hornos)	200
Limpiado	200
Hechura de corazones:	
Finos	600
Medianos	300
Inspección:	
Fina	3000
Mediana	600
Moldeo:	
Mediano	600
Grande	
300	
Colado	300
Selección	300
Cubilote	100
Desmolde	200
GALVANOPLASTIA	200

	LUXES
	S.M.I.I.
	95 %
GARAGES AUTOMOVILES Y CAMIONES	
Taller de servicio:	
Reparaciones	600
Áreas activas de tráfico	100
Garages para estacionamiento:	
Entrada	300
Espacios para circulación	100
Espacios para:	
Estacionamiento	50
GRANJAS	
Establo y gallinero	100
GRABADO (CERA)	1100
GUANTES. MANUFACTURA DE	
Planchado y cortado	2000
Tejido y clasificado	600
Cosido e inspección	3000
HANGARES	
Servicio de reparación únicamente	600
HIELO, FABRICAS DE	
Cuarto de compresores y máquinas	100
HIERRO Y ACERO, MANUFACTURA DE	
Hornos de hogar abierto:	
Patio de almacenaje	60
Piso de carga	100
Resbaladera de vaciado:	
Fosos de escoria	100
Plataformas de control	200
Patio de moldes	30
Colado	200
Almacenamiento de coladas	60
Bodega de pesado	60
Reparaciones	200
Patio de desmolde	100
Patio de chatarra	60
Edificio de mezcla	200
Edificio de calcinación	60
Bola rompedora	60
Molinos de laminación de:	
Lingote, planchar, soleras y láminas en caliente	200
Laminación en frío de placas	200
Tubo, varilla, alambrón	300
Fierro estructural y planchas	200
Molinos de laminación de hojalata:	
Estañado y galvanizado	300
Laminación en frío	300
Cuarto de motores y Máquinas	200

Inspección:	
Rebabeo de lámina negra, lingotes y billetes	600
Hojalata y otras superficies brillantes	600
HULE PRODUCTO DE :	
Preparacion de la materia prima:	
Plasticación, molienda y banbury	200
Pesado en calandria	300
Preparacion de la tela:	
Cortado y tubos flexibles	300
Productos por extrusión.	300
Productos moldeados y vulcanizados.	300
Inspección:	
JABONES, MANUFACTURA DE	
Paila, corte, escamas de jabón y detergentes en polvo	200
Troquelado, envoltura y empaque, llenado y detergentes en polvo	300
LACTEOS, PRODUCTOS	
Industria líquida:	
Cuarto marmitas y almacén botellas	200
Botellas	300
Lavadoras y botellas	f
Lavadoras latas	200
Equipo refrigeración	200
Llenado:	
Inspección	600
Manómetros y tableros de medidores (sobre carátulas)	300
Laboratorios	600
Pasteurizadores	200
Separadores y cuartos refrigerados	200
Tanques, cubas	300
Termómetro (sobre carátula)	300
Cuarto para: pesar (iluminación general)	200
Básculas	400
LAMINA DE FIERRO Y ACERO, TRABAJOS EN:	
Prensas, guillotinas, tróqueladoras	
Trabajo mediano de banco	300
Punzadoras y rechazado.	300
Inspección, estañado y galvanizado	1100
Trazado	1100
LAVADO Y PLANCHADO, INDUSTRIAS DE	
Checado y selección	300
Lavado en seco, húmedo y vaporizado	300
Inspección y desmanchado	3000
Composturas y modificaciones	1100
Planchado	900

	LUXES
	S.M.I.I.
	95 %
LAVANDERIAS	
Lavado	200
Planchado de blancos, pesado, hacer listas, marcado	300
Planchado a máquina y selección	400
Planchado fino a mano	600
LLANTAS DE HULE Y CAMARAS, MANUFACTURA DE	
Preparación materia prima:	
Plasticación, molienda banbury	200
Prensado en calandria	300
Preparación de la tela:	
Cortado y construcción de cejas	300
Máquinas para las cámaras y recubierto	
300	
Construcción de llantas:	
Llantas sólidas	200
Llantas nemáticas	300
Departamento de vulcanización:	
Camaras y llantas	400
Inspección final	1100
Envoltura	300
MOLINOS DE HARINA	
Rodillos, cernidores, purificadores	300
Empacado	200
Control de producción	600
Limpiado, cargadores, andenes, tolvas	200
PAN, INDUSTRIAS DE	
Cuarto de mezclado	300
Cuarto de fermentado	200
Formado:	
Pan blanco	200
Pastelillos y pan dulce	300
Cuarto de hornos	200
Relleno y otros ingredientes	300
Decorado:	
Mecánico	300
Manual	600
Básculas y termómetros	
300	
Envoltura	200
PAPEL MANUFACTURA DE	
Bastidores, molinos, calandrias	200
Acabado, cortado, recorte de máquinas para hacer papel	300
Contado a mano, lado húmedo de la máquina de papel	400
Carrete máquina de papel, inspección y laboratorio	600
Enrollado	900
PIEL, MANUFACTURA DE (TENERIAS)	
Limpiado, curtido y estirado, pailas	200
Cortado, descarnado y secado	300
Acabado	600

LUXES
S.M.I.I.
95 %

PIEL, TRABAJO SOBRE	
Planchado, trenzado y barnizado	1100
Clasificación, igualado, cortado y cosido	1700
PIEDRA, TRITURADO Y CERNIDO DE	
Transportadores de bandas, espacios de descarga del tiro, cuarto de tolvas, interior de los depósitos	60
Cuarto de quebradoras primarias, quebradoras auxiliares debajo de los depósitos	60
Cernidores	100
PINTURAS, MANUFACTURA DE	
Iluminación general	200
Comparación de las mezclas con las muestras de patrones	1100
PINTURAS, TALLERES DE	
Pintura por inmersión o baño con pistola de aire, esmalte o fuego	600
Pulido, pintura ordinaria a mano y decorado, rociado especial y con plantilla	300
Rociado de pinturas a mano:	
Trabajo fino	600
Trabajo extrafino (carrocerías, planos)	1700
PLANTAS GENERADORAS	
Equipo de acondicionamiento de aire, precalentadores y piso de ventiladores, exclusaje de cenizas	60
Auxiliares, sala de acumuladores, bombas alimentadoras de calderas, tanques, compresores y área de manómetros	100
Plataformas calderas	60
Plataformas quemador	100
Cuarto de cables, nave de bombas o circuladores	60
Transportador, carbón, quebradores, alimentadores, básculas, pulverizador, área de ventiladores, torre de transbordo	60
Condensadores, piso de aeradores, piso evaporador y piso calentadores	60
Cuartos de control:	
Superficie vertical de los tableros "Simplex" o sección del "Dúplex" viendo hacia el operador:	
Tipo A.- Cuarto de control largo, 170 cms. sobre el piso	300
Tipo B.- Control de cuarto ordinario, 170 cms. sobre el piso	200
Sección de "Dúplex" viéndose desde cualquier ángulo	200
Pupitre de distribución (nivel horizontal)	300
Áreas dentro de los tableros "Duplex"	60
Parte posterior de cualquiera de los tableros (vertical)	60
Alumbrado de emergencia en cualquier área	20
Tableros despachadores:	
Plano horizontal (nivel de la mesa)	300
Superficie vertical del tablero (1.25 m sobre el piso y viendo hacia el operador):	
Cuarto despachador sistema de carga	300
Cuarto despachador secundario	200
Área para tanques de hidrógeno y bióxido de carbono	100
Laboratorio químico	300
Precipitadores	60
Casa de rejillas	100
Plataforma, sopladores de hollín o escoria	60
Cabezales para vapor y válvulas	60

	LUXES
	S.M.I.I.
	95 %
Cuarto de interruptores de potencia	100
Cuarto para equipo telefónico	100
Túneles o galerías para tubería	60
Sub-sótano (parte inferior turbina)	100
Cuarto de turbinas	200
Area para tratamiento de agua	100
Plataforma para visitantes	100
PULIDORAS Y BRUÑIDORAS QUIMICA, INDUSTRIA	
Hornos manuales, tanques de hervido, secadoras estacionarias, cristalizadores por gravedad y estacionarios	200
Hornos mecánicos, generadores y destiladores, secadores mecánicos, evaporadores, filtrado, cristalizadores mecánicos, decolorado	200
Tanques para cocción, extractores, coladores, nitradoras, celdas electrolíticas	200
SOMBREROS, MANUFACTURA DE	
Teñido, tensado, galoneado, limpiado y refinado	600
Formado, calibrado, realzado, terminado y planchado	1100
Cosido	3000
SOLDADURA	
Iluminación general	300
Soldadura manual de precisión con arco	6000
TABACO, PRODUCTOS DE	
Secado, desmondamiento (iluminación general)	200
Clasificación y selección	1100
TALLERES MECANICOS	
Trabajo burdo de maquinaria y banco	300
Trabajo mediano de maquinaria y bancos, máquinas automáticas ordinarias, esmerilado burdo, pulido mediano	600
Trabajo fino de maquinaria y banco, máquinas automáticas finas, esmerilado mediano, pulido fino	3000
Trabajo extra-fino de maquinaria y esmerilado fino	6000
TALLERES TEXTILES, ALGODON	
Abridoras, mezcladoras, batientes	200
Cardas y estiradoras	300
Pabiladoras, veloces, tróciles, cañoneros	300
Enrolladores y engomadores:	
Telas crudas	300
Mezclillas	900
Inspeccion:	
Telas crudas (volteadas a mano)	600
Atado automático	900
Telares	600
Repaso y atado a mano	1100
TALLERES TEXTILES, LANA Y ESTAMBRE	
Abridoras, mezcladoras y batientes	200
Clasificación	600
Cardado, peinado y repeinado	300

	LUXES
	S.M.I.I.
	95 %
Estirado:	
Hilo blanco	300
Hilo de color	600
Tróciles:	
Hilo blanco	300
Hilo de color	600
Torzales	300
Devanado:	
Hilo blanco	200
Hilo de color	300
Urdidores:	
Hilo blanco	300
Hilo blanco (en el peine)	600
Hilo de color	600
Hilo de color (en el peine)	1700
Tejido:	
Telas blancas	600
Telas de color	1100
Cuarto de telas crudas:	
Quitar nudos de la tela	900
Cosido	1700
Doblado	400
Acabado húmedo	300
Teñido	600
Acabado en seco:	
Despeluzado, acondicionamiento y planchado	600
Cortado	600
Inspección	1100
Doblado	400
TALLERES TEXTILES, SEDA Y SINTETICOS	
Manufactura:	
Remojado, teñido fugaz y preparación de torcidos	200
Devanado, torcido, redevanado y coneras, torcido de fantasía, engomado:	
Hilo claro	300
Hilo obscuro	1100
Urdidores (seda)	
En estizola, finales de carrera, devanadora, lanzadera y plegadora	600
Repaso en liso y en el peine	1100
Tejido	600
TAPICERIA DE AUTOMOVILES MUEBLES, ETC.	600
TELA, PRODUCTOS DE	
Inspección tela	10000
Cortado	2000
Costura	3000
Planchado	2000
TIPOGRAFICAS, INDUSTRIAS	
Fundición de tipo:	
Manufactura matrices, acabado de tipos	600
Preparación de tipos, selección	300
Fundición	300

	LUXES S.M.I.I. 95 %
Impresión:	
Inspección de colores	1100
Lonotipos y cajistas	600
Prensas	400
Mesa de formación	900
Corrección de pruebas	900
Electrotipia:	
Moldeado, rauteado, acabado, nivelado, moldes y recortado	600
Galvanoplastia	300
Fotograbado:	
Grabado al ácido y montado	300
Rauteado, acabado, pruebas, entintado	600
 VIDRIO, FABRICAS DE	
Cuarto de hornos y mezcladoras, prensado, máquinas sopladoras y templado	200
Esmerilado, cortado, plateado	300
Esmerilado fino, biselado, pulido	600
Inspección, grabado y decoración	1100
 ZAPATOS DE HULE, MANUFACTURA DE	
Lavado, recubrimiento, molinos de ingredientes	200
Barnizado, vulcanizado, calandrias, cortado, parte superior y suelas	300
Rodillos de suelas, procesos de hechura y acabado	600
 ZAPATOS DE PIEL, MANUFACTURA DE	
Cortado y costura:	
Tablas de cortado	1700
Marcado, ojalado, adelgazado, selección, remendado y contadores	1700
Cosido:	
Materiales claros	300
Materiales oscuros	2000
Hechura y acabado	1100
 2. OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS:	
 AUDITORIOS	
Para exhibiciones	200
Para asambleas	100
Para actividades sociales	50
 BANCOS	
Vestíbulo (iluminación general)	300
Pagadores, contadores y recibidores	900
Gerencia y correspondencia	900
 BIBLIOTECAS	
Sala de lectura	400
Anaqueles	200
Reparación de libros	300
Archivero y catalogar	400
Mesa checadora de salidas y entradas de libros	400

CENTRAL DE BOMBEROS (Véase Edificios Municipales)	
CLUBES	
Salas de descanso y de lectura	200
CORREOS	
Vestibulos, sobre mesas	200
Correspondencia, selección, etc.	600
CORTES DE JUSTICIA (O TRIBUNALES)	
Areas de asientos (público)	200
Areas de actividades propias de la corte	400
EDIFICIOS MUNICIPALES: BOMBEROS Y POLICIA	
Policía:	
Archivo de identificación	900
Celdas y cuartos para interrogatorios	200
Bomberos:	
Dormitorios	100
Sala recreativa	200
Garage carros bomba	200
ESCUELAS	
Salones de clase	400
Salones de dibujo (sobre restirador)	600
Lectura de movimiento de labios (sordo-mudos), pizarrones, costura	900
GALERIAS DE ARTE	
Iluminación general	200
Sobre pinturas (localizado)	200
Sobre estatuas y otras exhibiciones	600
IGLESIAS	
Altar, retablos	600
Coro (D) y presbiterio	200
Púlpito (iluminación adicional)	300
Nave principal de la iglesia (iluminación general)	100
Ventanales emplomados:	
Color blanco	300
Color mediano	600
Color obscuro	3000
Ventanal muy denso	6000
MERCADOS	
Bodegas y cuartos de almacenamiento:	
Activos	100
Inactivos	50
Carnicerías, barbacoa, pescaderías	300
Cocinas (áreas de trabajo)	300
Comedores	200
Cuartos de máquinas	200
Ferretería y accesorios eléctricos	300
Lavadoras para verduras y varios	300

	LUXES
	S.M.I.I.
	95 %
Mercerías, vestidos y zapaterías	300
Mueblerías y artículos para el hogar	300
Papelerías, libros y juguetes	300
Plataformas de descarga	100
Sanitarios y baños	100
Verduras, frutas, flores y plantas	300
 MUSEOS (Véase Galería de Arte)	
 OFICINAS	
Proyectos y diseños	1100
Contabilidad, auditoría, máquinas de contabilidad	900
Trabajos ordinarios de oficina, selección de correspondencia, archivado activo o continuo	600
Archivado intermitente o discontinuado	400
Salas de conferencias, entrevistas, salas de receso, archivos de poco uso, o sea, área donde no exige la fijación de la vista en forma prolongada	200
 PELUQUERIAS Y SALONES DE BELLEZA	600
 TEATROS Y CINES	
Sala de espectáculos:	
Durante intermedios	50
Durante exhibición	1
Vestíbulo	100
Sala de descanso (foyer)	30
 TERMINALES Y ESTACIONES	
Salas de espera	200
Oficina de boletos	600
Oficina de checar equipaje	300
Vestíbulo	60
Andenes y plataformas	100
 3. HOSPITALES	
Salas de preparación y anestesia	200
Autopsia y anfiteatro:	
Mesa de autopsia	1400
Sala de autopsia (iluminación general)	600
Anfiteatro (iluminación general)	100
Central de instrumentos esterilizados:	
Iluminación general	200
Afilado agujas	900
Sala de citoscópica:	
Iluminación general	600
Mesa Citoscópica	14000
Sala Dental:	
Cuarto de espera	200
Cirugía dental (iluminación general)	400
Silla dental	6000
Laboratorio (banco de trabajo)	600
Salas de recuperación	30

	LUXES
	S.M.I.I.
	95 %
Sala de electroencefalogramas:	
Oficina	600
Cuarto de trabajo	200
Sala de espera	200
Salas de emergencia:	
Iluminación general	600
Iluminación localizada	9000
Salas de electrocardiogramas, de metabolismo y de muestras:	
Iluminación general	100
Mesa de muestras	300
Salas de reconocimiento y tratamiento:	
Iluminación general	300
Mesa de reconocimiento	600
Sala para ojos, oídos, nariz y garganta:	
Cuarto oscuro	60
Cuarto de reconocimiento y tratamiento	300
Sala de fracturas:	
Iluminación general	300
Mesa de fracturas	1100
Laboratorio:	
Cuartos de ensayo	200
Mesas de trabajo	300
Trabajos más precisos	600
Vestíbulos	200
Salas de reposo	200
Cuartos para archivar historias clínicas	600
Sala de rayos X:	
Radiografía y fluroscopía	60
Terapia superficial y profunda	60
Cuarto oscuro	60
Sala para ver placas	200
Archivos, revelado	200
Closet de blancos	60
Guardería infantil:	
Iluminación general:	60
Mesa de reconocimiento	400
Cuarto de juego, pediátrico	200
Obstetricia:	
Cuarto de limpieza (instrumentos)	200
Sala de preparación	100
Sala de partos (iluminación general)	600
Mesa para partos	14000
Farmacia:	
Iluminación general	200
Mesa de trabajo	600
Almacén activo	200
Cuartos privados y salas comunes:	
Iluminación general	60
Iluminación localizada (lectura)	200
Area para desequilibrados mentales	60
Tratamiento con isótopos radioactivos:	
Laboratorio radio químico	200
Mesa de reconocimiento	300

	LUXES S.M.I.I. 95 %
Cirugía:	
Cuarto de limpieza (instrumentos)	600
Sala de operaciones, iluminación general	600
Lavabo de cirujano	200
Mesa de operaciones	14000
Sala de restablecimiento	200
Terapia:	
Física	100
Ocupacional	200
Salas de espera	200
Cuarto de utilería	100
Puesto de enfermeras:	
Iluminación general	100
Escritorio	300
Mostrador para medicinas	600
 4. HOTELES, RESTAURANTES, TIENDAS Y RESIDENCIAS	 3000
AUTOMOVILES, SALAS DE EXHIBICION (véase tiendas)	
CASAS (véase residencias)	
Alumbrado nocturno:	
Zonas comerciales principales:	
General	1100
Atracciones principales	6000
Zonas comerciales secundarias:	
General	1100
Atracciones principales	6000
COCINAS (véase restaurantes o residencias)	
ESCAPARATES (o)	
Alumbrado diurno:	
General	600
Atracciones principales	3000
GASOLINERAS:	
Area de servicio	200
Cuarto de ventas	300
Estantes	600
HOTELES	
Recámaras:	
Iluminación general	60
Para lectura y escritura	200
Administración	300
Vestibulo:	
Areas de trabajo y lectura	200
Iluminación general	200
Marquesina	300

JOYERIA Y RELOJES, MANUFACTURA DE RESIDENCIAS

Tareas visuales específicas (1):

Juegos de mesa	200
Cocina (sobre fregadero y otra superficie de trabajo)	300
Lavadero, mesa de planchado	300
Cuarto de estudio (sobre escritorio)	400
Costura	600

Iluminación general:

Entrada, estancia, escaleras y descanso de escaleras	60
Salas, comedores, recámaras, cuartos de estudio, biblioteca y cuartos de Recreo o juego	60
Cocina, lavandería, cuartos de baño	200

RESTAURANTES Y CAFETERIAS

Area de comedor:

Cajera	300
--------	-----

Del tipo íntimo:

Con ambiente ligero	60
Con ambiente acogedor	30

Del tipo ordinario:

Con ambiente ligero	200
Con ambiente acogedor	100

Del tipo servicio rápido

Cocina:

Inspección, etiquetado y precio	400
Otras áreas	200

SALONES DE BAILES

30

TIENDAS (o)

Areas de circulación

200

Areas de mercancías:

Con servicio de vendedores	600
Autoservicio	1100

Mostradores y vitrinas en muro:

Con servicio de vendedoras	1100
Autoservicio	3000

Atracciones pnnicipales:

Con servicio de vendedoras	3000
Autoservicio	6000

5. AREAS COMUNES

BODEGAS O CUARTOS DE ALMACENAMIENTO

Inactivas

30

Activas:

Piezas toscas	60
Piezas medianas	100
Piezas finas	300

ELEVADORES DE CARGA Y PASAJEROS

100

	LUXES S.M.I.I. 95 %
ESCALERAS	100
PASILLOS Y CORREDORES	100
BAÑOS Y TOCADORES	
Iluminación general	60
Espejo	200
6. ALUMBRADO EXTERIOR	
ALUMBRADO DE PROTECCION	
Alrededores de áreas activas de embarque	50
Alrededores de edificios	10
Areas de almacenamiento activas	200
Areas de almacenamiento inactivas	10
Entradas:	
Activas (peatones y/o transportes)	50
Inactivas (normalmente cerradas, no usadas con frecuencia)	10
Limites de propiedad:	
Deslumbramiento por medio de la técnica de protección (reflectores de dentro hacia afuera)	1.5
Técnica de iluminación general	2
Iluminación general áreas inactivas	2
Plataformas de carga y descarga	
200	
Ubicaciones y estructuras de importancia	50
ASTILLEROS	
Iluminación general	50
Caminos, sendas	100
Area de construcción	300
BANDERAS, ILUMINACION CON PROYECTORES (Véase tableros para boletines y carteles)	
CALLES	150-1200
CAMINOS	150-1200
CANTERAS	50
CARBON, PATIOS PARA (de protección)	2
CARRETERAS	150-1200
DRAGADO	20
EDIFICIOS	
Construcción general	100
Trabajos de excavación	20
ESTACIONAMIENTOS	50

FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS

Iluminación con proyectores:

Alrededores brillantes:

Superficies claras	150
Superficies medio claras	200
Superficies medio oscuras	300
Superficies oscuras	500

Alrededores oscuros:

Superficies claras	50
Superficies medio claras	100
Superficies medio oscuras	150
Superficies oscuras	200

FERROCARRIL, PATIOS DE

De recepción 2

Clasificación 3

GASOLINERAS:

Alrededores brillantes:

Acceso	30
Calzada para coches	50
Areas bombas de gasolina	300
Fachadas edificios (de vidrio)	300
Area de servicio	70

Alrededores oscuros:

Acceso	15
Calzada para coches	15
Areas bombas de gasolina	200

Fachadas edificios

(de vidrio) 100

Area de servicio 30

JARDINES (p)

Iluminación general 5

Senderos, escalones, lejanos de la casa 10

Parte posterior de la casa, bardas, paredes, árboles, arbustos 20

Flores, jardines entre rocas 50

Arboles, arbustos, cuando se requiere hacer destacar 50

MADERAS PARA CONSTRUCCION, PATIOS DE MUELLES 10

PATIOS DE ALMACENAMIENTO (activos)

PLANTAS GENERADORES

Pasarelas 20

Tiradero de ceniza 1

Descarga de carbón:

Rampa (zona de carga y descarga) 50

Area de almacenamiento chalana 5

Vaciador de carros 5

Volcador 50

Area de almacenamiento de carbón 1

Transportadores 20

	LUXES
	S.M.I.I.
	95 %
Entradas:	
Edificio de servicio o generación:	
Principal	100
Secundaria	20
Caseta de compuertas:	
Entrada de peatones	100
Entrada de transportadores	50
Cerca o alambrada	2
Colectores de entrega del aceite combustible	50
Tanque de almacenamiento aceite	10
Patio descubierto	2
Plataformas-caldera, cubierta de turbina	50
Caminos:	
Entre a lo largo de los edificios	10
Que no estén bordeados por los edificios	5
Subestación:	
Iluminación general horizontal	20
Iluminación vertical específica (sobre desconectores)	20
PLATAFORMA DE CARGA Y DESCARGA	200
Interior de los furgones	100
PRESIDIO, PATIOS DE TABLEROS PARA BOLETINES, CARTELES O LETREROS	
Alrededores brillantes:	
Superficies claras	500
Superficies oscuras	1000
Alrededores oscuros:	
Superficies claras	200
Superficies oscuras	500
7. ALUMBRADO AREAS DEPORTIVAS	
ALBERCA	
Iluminación general desde la planta alta	100
Bajo el agua:	
Exterior	600
Interior	1000
ARQUERIA	
Blanco:	
Torneo	100r
Recreativo	50r
Línea de tiro:	
Torneo	100
Recreativo	50
BADMINTON	
Torneo	300
Club	200
Recreativo	100

	LUXES
	S.M.I.I.
	95 %
BEISBOL Cuadro:	
Ligas mayores	1500
Ligas AA y AAA	750
Ligas A y B	500
Ligas C y D	300
Ligas semi-profesionales y regionales	200
Liga menor (clase I y clase II)	400
Sobre asientos, durante juego	
Sobre asientos antes y después juego	
BASQUETBOL	
Cuadro universitario y profesional	500
Dentro de colegios y secundarias, con espectadores	300
Sin espectadores	200
Recreativo (exterior)	100
BILLARES (sobre mesa)	
Torneo	500
Recreativo	300
Area general	100
BOLICHES	
Mesas:	
Torneo	200
Recreativo	100
Pinos:	
Torneo	500
Recreativo	300
BOX O LUCHA (ring)	
Campeonato	5000
Profesional	2000
Amateur	1000
En asientos durante el encuentro	20
En asientos antes y después del encuentro	50
CARRERAS	
De motor (autos enanos o motocicletas)	200
Bicicletas	200
Caballos	200
Perros	300
CROQUET	
Torneo	100
Recreativo	50
FRONTENIS	
Profesional	1000
Aficionados	750
Sobre asientos	50

	LUXES S.M.I.I. 95 %
FRONTON O CESTA	
Profesional	1500
Aficionados	1000
Sobre asientos	100
FRONTON A MANO	
Torneo	300
Club	200
Recreativo	100
FUTBOL SOCCER Y AMERICANO	
(Indice: distancia de la línea de banda a fila más alejada de espectadores)	
Clase I más de 30 mts	1000
Clase II entre 15 y 30 mts	500
Clase III entre 9 y 15 mts	300
Clase IV menos de 9 mts	200
<p>La distancia que hay entre los espectadores y el campo de juego es la primera consideración para determinar la clase y cantidad de alumbrado requerido, sin embargo en espectáculos de paga y televisados, la capacidad potencial de asientos de las gradas, es el factor determinante que debe tomarse en cuenta para la cual se da la siguiente clasificación:</p>	
<p>Clase I para más de 30,000 espectadores; Clase II de 10,000 a 30,000 espectadores; Clase III de 5,000 a 10,000 espectadores, y Clase IV para menos de 5,000 espectadores.</p>	
GIMNASIOS (Refiérase a deportes específicos enumerados en forma separada)	
Exhibiciones, encuentros	300
Para recreación y ejercicio general	200
Asambleas	100
Bailes	50
Regaderas y vestidores	100
GOLF, CAMPOS DE PRACTICA	
Iluminación general sobre los "Tees"	100
A 1.85 mts	50
Práctica en los "greens".	100
HOCKEY SOBRE HIELO	
Universitario o profesional	500
Liga amateur	200
Recreativo	100
PATINAJE	
Pista para patines de ruedas	50
Pista para patines sobre hielo (interior y exterior)	50
Laguna, estanque o área inundada	10
PING-PONG	
Torneo	500
Club	300
Recreativo	200

	LUXES S.M.I.I. 95 %
PLAYAS	
En tierra	10
A 50 mts de la orilla (en mar)	30
PLAZA DE TOROS	
En el ruedo	1000
Pasillos, túneles, palcos, gradas	50
SHUFFLE BOARD	
Torneo	100
Recreativo	50
SKIES RAMPA DE PRACTICA	5
SOFTBOL	
Cuadro profesional y de campeonato	500
Semi-profesional	300
Ligas industriales	200
Recreativo	100
TENIS	
Torneo	300
Club	200
Recreativo	100

8. ALUMBRADO DE TRANSPORTES

AEROPUERTOS	
Plataforma frente a hangares	10
Plataforma frente edificios de la terminal:	
Área estacionamiento	5
Área de carga	20
AUTOBUSES	
Urbanos	300
Foráneos	150
AUTOMOVILES	
Sobre placas	5
AVIONES	
Compartimiento pasajeros:	
Iluminación general	50
Lectura (en asientos)	200
BARCOS	
Camarotes	500
Literas, sobre plano de lectura	150
Espejo sobre cara	500
Baños	50
Pasillos y corredores	50

	LUXES
	S.M.I.I.
	95 %
Escaleras:	
Pasajeros	100
Tripulación	50
Entrada de pasajeros	100
Salas de descanso, pasajeros y oficiales	100
Cuartos de esparcimiento tripulación	200
Sobre mesas	300
Comedor pasajeros	100
Salón comedor, oficiales y tripulación	100
Sobre mesas	150
Bibliotecas	100
Para lectura	300
Salones fumadores	5
Cubiertas cerradas	100
Peluqueria y salón de belleza	200
Sobre la persona	500
Salones de cocktail y cantina	50
Salón de baile	50
Piscinas y playas interiores	100
Tiendas	200
Teatros:	
Durante el espectáculo	1
Intermedio	50
Gimnasios	200
Hospital:	
Sala de operaciones	500
Sala dental	300
Dispensario	300
Sala de encamados	50
Oficina médico	200
Sala de espera	100
TIRO AL BLANCO	
Sobre el blanco	500
Línea de tiro	100
Area intermedia	50
Cabina de radio, vestíbulo pasajeros	100
Mostrador para pasajeros oficina sobrecargo	200
Areas de navegación:	
Timonera (sobre el puente de mando)	50
Cuarto de mapas	100
Sobre mesa de mapas y cartas de navegación	500
Cuarto del radar	50
Cuarto de giroscopios	50
Cabina de radio	100
Oficina del barco	200
Sobre escritorios y mesas de trabajo	500
Para teneduría de libros y auditoría	500
Cuarto de registro (cuaderno bitácora)	100
Sobre escritorio	500

	LUXES
	S.M.I.I.
	95 %
Areas de servicio:	200
Lavandería	150
Despensa	150
Fregaderos	150
Preparación comida	200
Almacén comida (sin y con refrigerador)	50
Carnicería	150
Imprenta	300
Sastrería	500
Oficinas postales	200
Vestidores	30
Central telefónica	100
Cuarto para almacén	50
Areas de operación:	50
Cuarto máquinas (áreas de trabajo)	100
Cuarto calderas (áreas de trabajo)	100
Cuarto ventiladores	50
Cuarto grupos motor-generador	50
Cuartos de generación y tableros de control	100
Cuarto de montacargas	50
Tableros de control, iluminación vertical:	
Parte alta	300
A 90 cm desde el piso	100
Cuarto del mecanismo del timón	50
Cuarto de bombas	10
Tablero de medición y control (iluminación vertical):	
Sobre medidores	300
Túnel del eje	30
Bodega seca para cargamento (unidad de iluminación permanente)	10
Carga y descarga de cargamento refrigerado	30
Talleres	200
Sobre trabajo	500
Escotilla de la bodega:	
Area sobre escotilla	50
Area adyacente a la cubierta	30
CARROS DE FERROCARRIL PARA CORREO	
Bultos de correo y cajas para cartas	300
Almacenaje correo	150
CARROS DE FERROCARRIL PARA PASAJEROS	
Escritura y lectura:	
General	200
Sobre escritorio	500
Sección baños:	
General	150
Espejos	300
Sanitarios	50
Carro comedor	150
Cantina	100
Areas sociales	200
Escalones y puertas	100

	LUXES S.M.I.I. 95 %
TRANVIAS Y TROLEBUSES	300
TIRO AL PICHON	
Blancos, a 50 mts	300
Línea de tiro, general	100
VOLIBOL	
Torneo	200
Recreativo	100
WATER POLO	
Torneo	300
Club	200
Recreativo	100

PARA LOS CENTROS DE TRABAJO QUE NO ESTEN DENTRO DE LA TABLA, SE RECOMIENDA UN SIMIL DE ACTIVIDADES PARA SELECCIONAR EL NIVEL DE ILUMINACION Y EN LOS CASOS DONDE EL NIVEL DE ILUMINACION REBASE LOS MIL LUXES, SE RECOMIENDA APLICAR LOS VALORES ESTABLECIDOS EN ESTA TABLA.

NOTA:

f. ALUMBRADO ESPECIAL, TAL QUE:

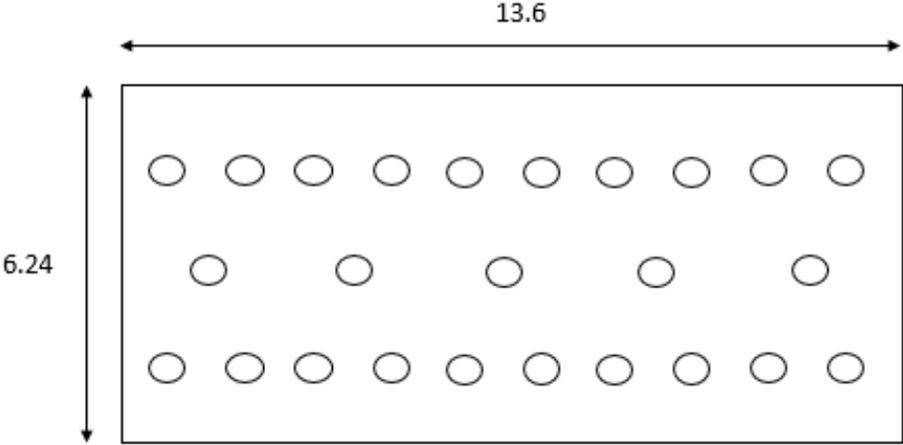
(1) EL AREA SEA LO SUFICIENTEMENTE GRANDE PARA CUBRIR COMPLETAMENTE LA SUPERFICIE QUE ESTA SIENDO INSPECCIONADA Y

(2) LA BRILLANTEZ DEBERA ESTAR DENTRO DE LOS LIMITES NECESARIOS PARA OBTENER CONDICIONES DE CONTRASTES CONFORTABLES. ESTO IMPLICA EL USO DE FUENTES LUMINOSAS DE GRAN AREA Y RELATIVA BAJA BRILLANTEZ DE LA FUENTE LUMINOSA SE CONSIDERE COMO UN FACTOR PRINCIPAL EN VEZ DE LOS LUXES PRODUCIDOS EN UN PUNTO CONSIDERADO.

PARA CUMPLIR CON LOS NIVELES DE ILUMINACION ESTABLECIDOS EN LA TABLA ANTERIOR, SE PUEDE OBTENER CON LA COMBINACION DEL ALUMBRADO GENERAL MAS EL ALUMBRADO COMPLEMENTARIO.

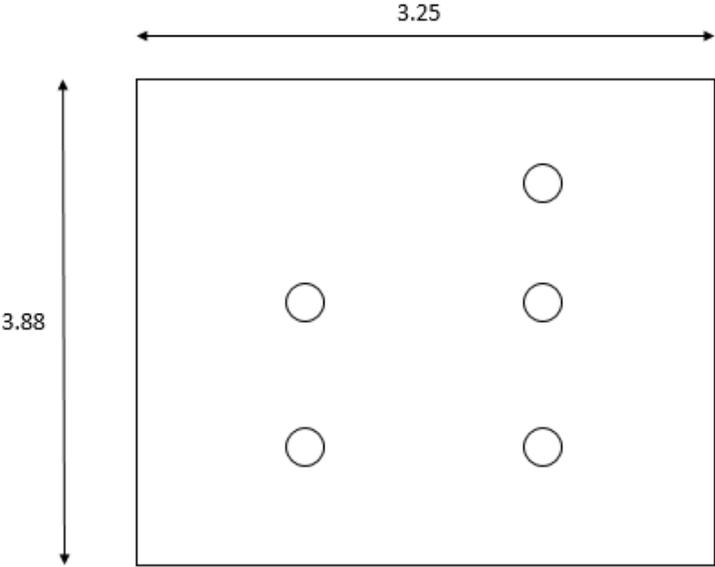
ANEXO 4. CROQUIS DE LA BIBLIOTECA ING. JAIME DOVALÍ JAIME, DIVIDIDO POR RECINTOS.

PASILLO ENTRADA



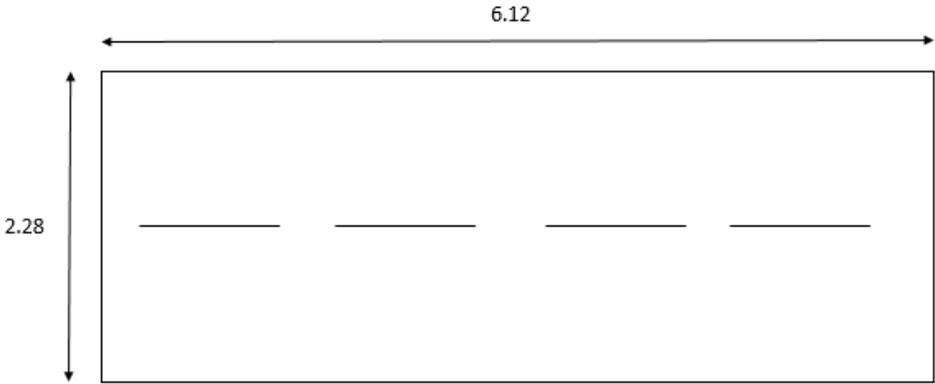
Luminaria: LED 13W

ÁREA DE FOTOCOPIAS



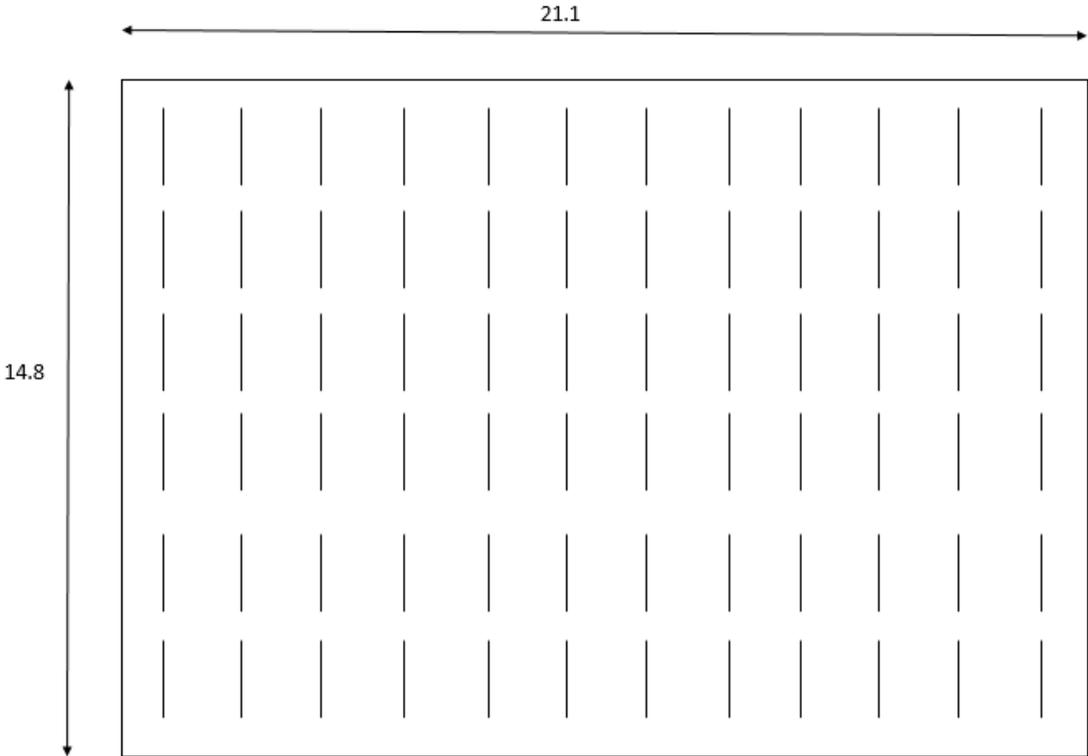
Luminaria: T8 circular 32W

COMEDOR



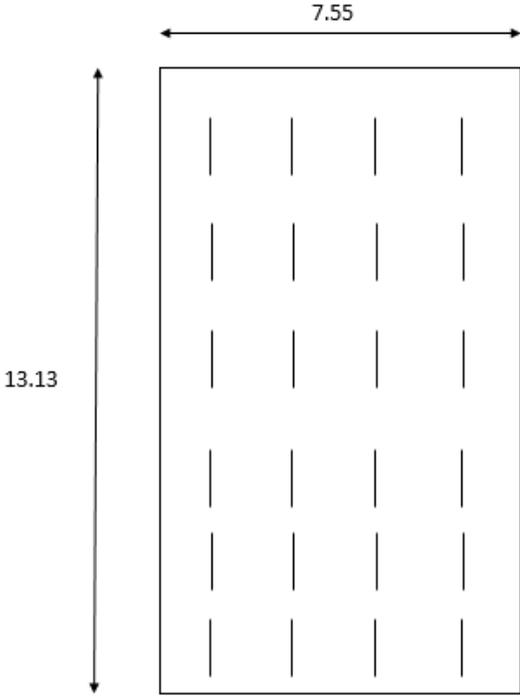
Luminaria:T8 17W

ACERVO LADO IZQUIERDO



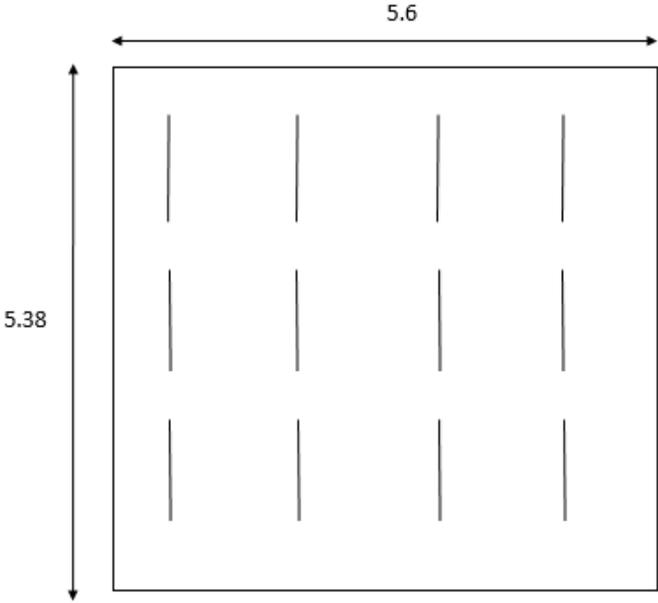
Luminaria: Panel led 40W

ACERVO LADO DERECHO



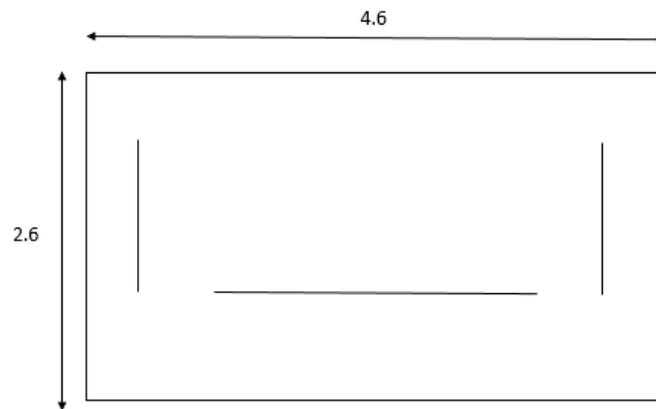
Luminaria: Panel led 40W

ÁREA DE CONSULTA OFICINAS



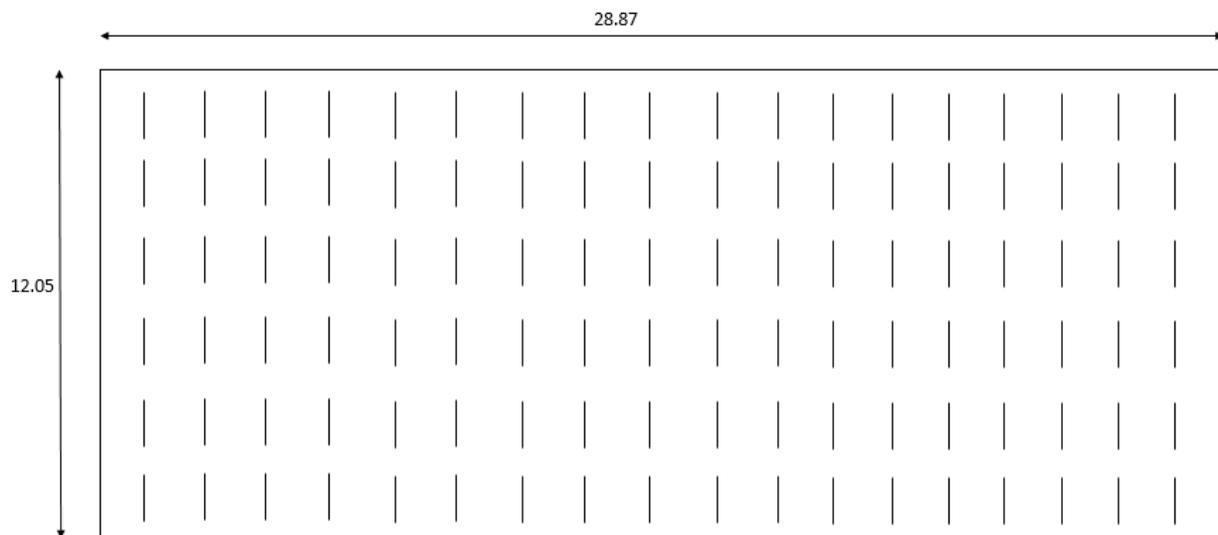
Luminaria: Panel led 40W

JEFATURA



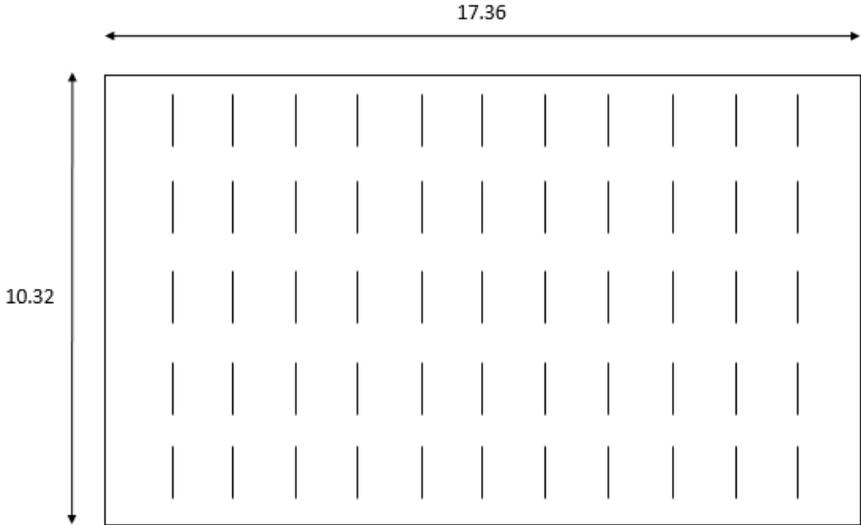
Luminarias:
T8 32W
T12 55W

ÁREA DE CONSULTA PRIMER NIVEL



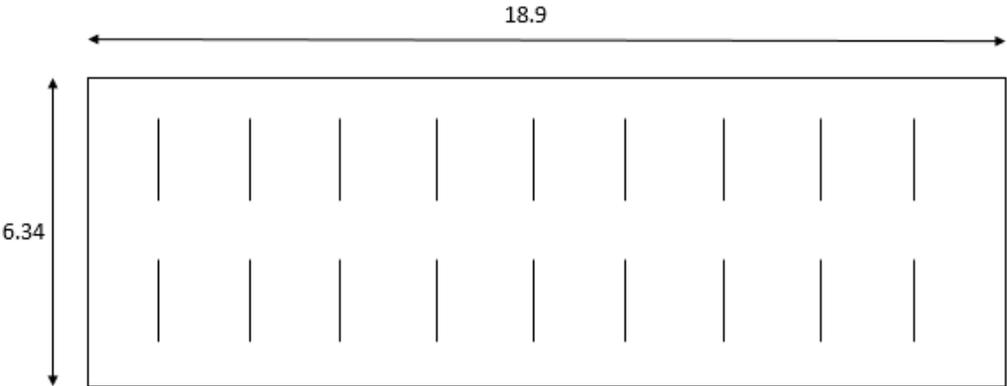
Luminaria: Panel led 40W

ACERVO FONDO IZQUIERDO



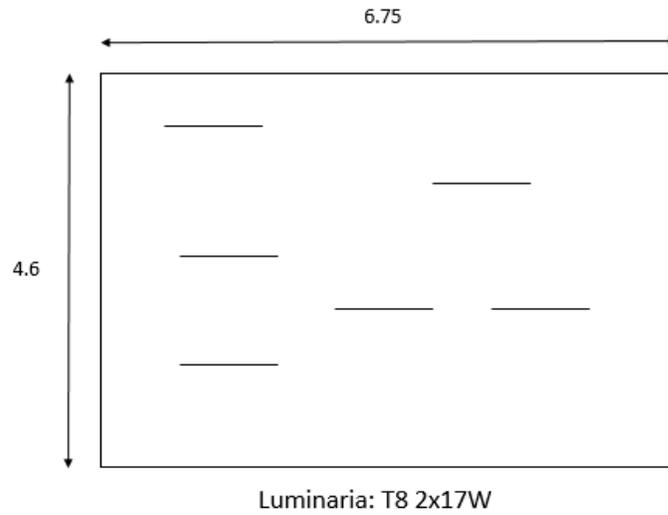
Luminaria: Panel led 40W

ÁREA DE CONSULTA SEGUNDO NIVEL

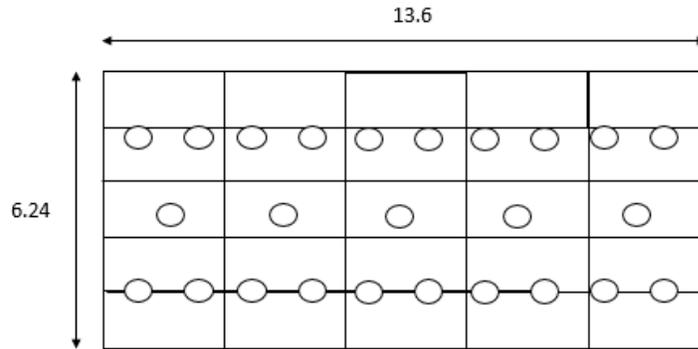


Luminaria: Panel led 40W

JEFATURA SEGUNDO NIVEL



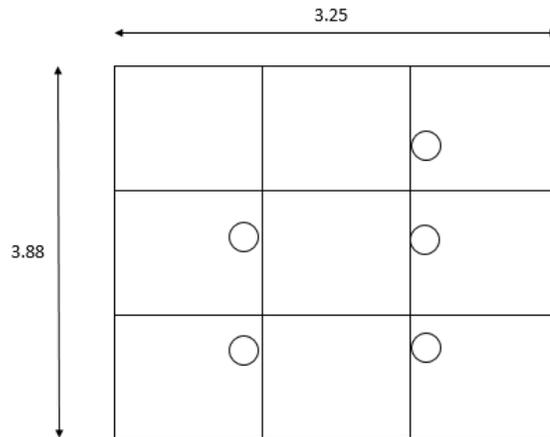
ANEXO 5. CROQUIS DE LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME, CALCULO DE ZONAS DONDE EFECTUAR LA MEDICIÓN DE NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN NOM-025-STPS-2008. PASILLO ENTRADA



$$IC = \frac{(6.24)(13.6)}{(1.12)(6.24 + 13.6)} = \frac{84.864}{22.2208} = 3.8191$$

25 zonas

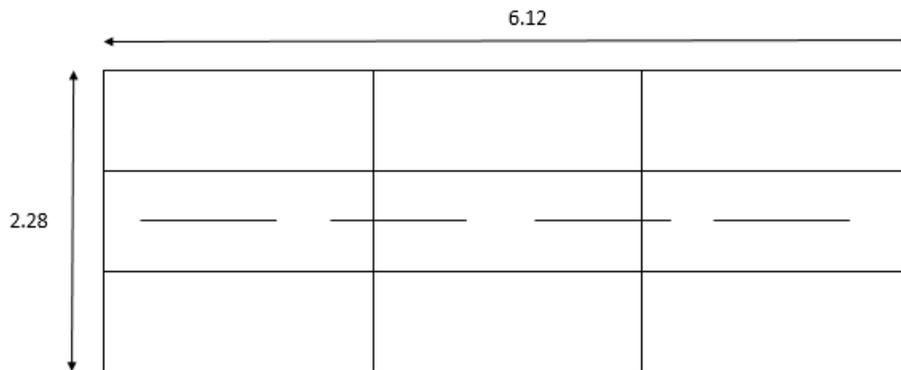
ÁREA DE FOTOCOPIAS



$$IC = \frac{(3.25)(3.88)}{(1.11)(3.25 + 3.88)} = \frac{12.61}{7.9143} = 1.5933$$

9 zonas

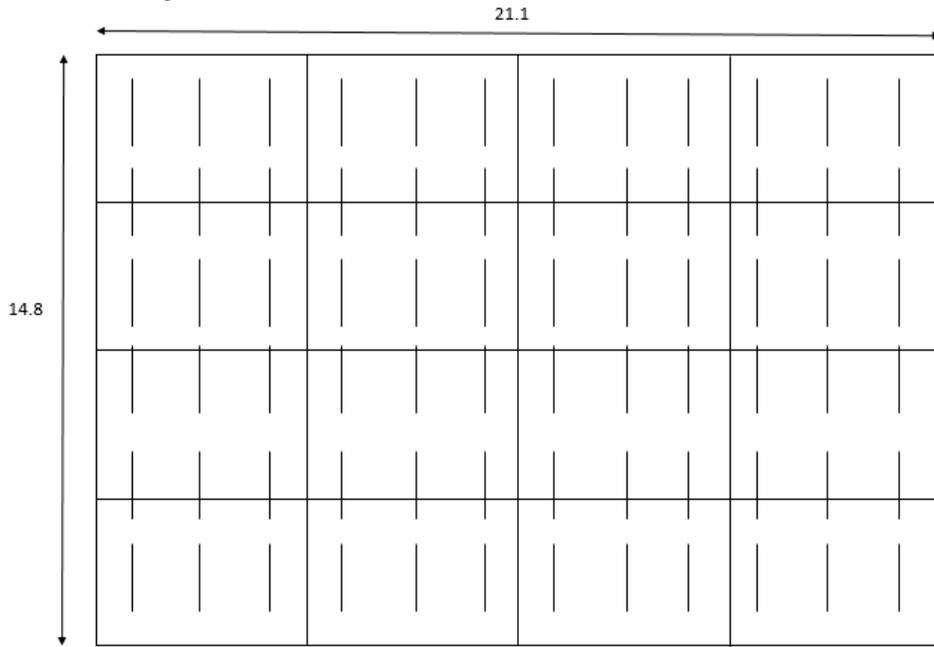
COMEDOR



$$IC = \frac{(6.12)(2.28)}{(1.18)(6.12 + 2.28)} = \frac{13.9536}{9.912} = 1.4077$$

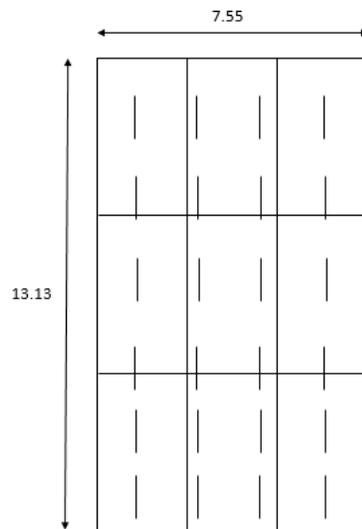
9 zonas

ACERVO LADO IZQUIERDO



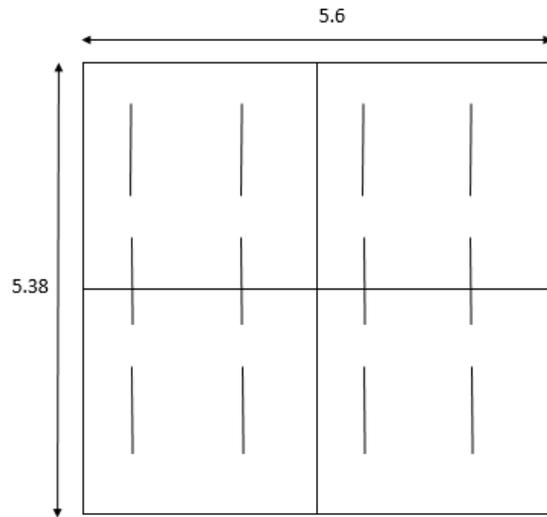
$$IC = \frac{(14.8)(21.1)}{(4.11)(14.8 + 21.1)} = \frac{312.28}{147.549} = 2.1164 \quad 16 \text{ zonas}$$

ACERVO LADO DERECHO



$$IC = \frac{(13.13)(7.55)}{(4.11)(13.13 + 7.55)} = \frac{99.1315}{84.9948} = 1.1663 \quad 9 \text{ zonas}$$

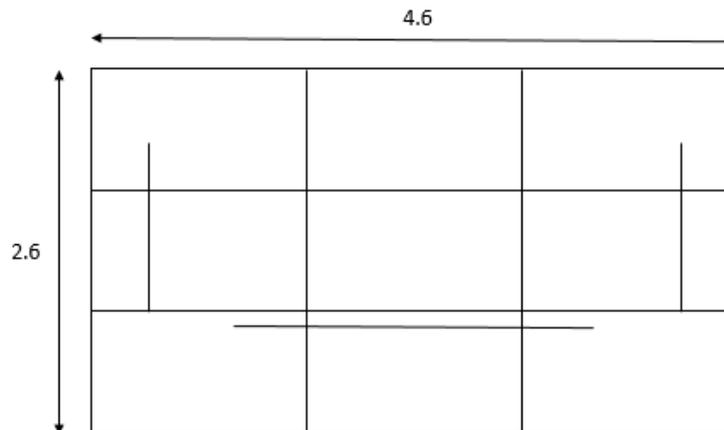
ÁREA DE CONSULTA OFICINAS



$$IC = \frac{(5.6)(5.38)}{(3)(5.6 + 5.38)} = \frac{30.128}{32.94} = 0.9146$$

4 zonas

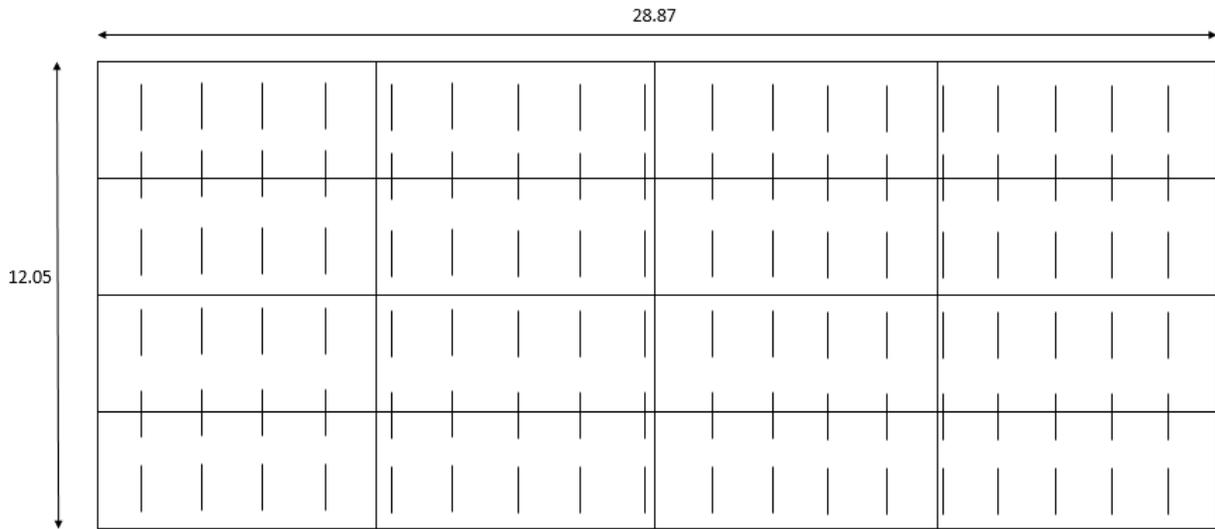
JEFATURA



$$IC = \frac{(4.6)(2.6)}{(1.35)(4.6 + 2.6)} = \frac{11.96}{9.72} = 1.2304$$

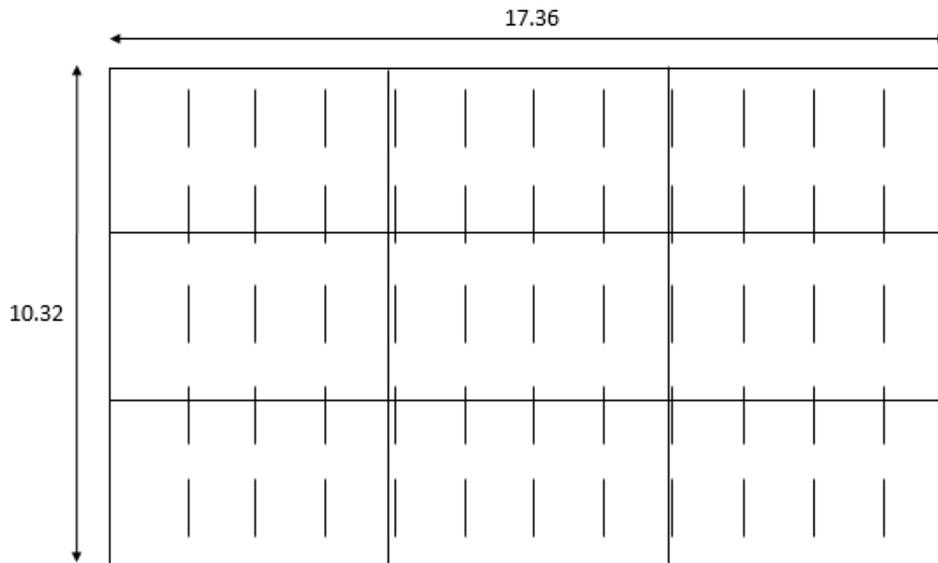
9 zonas

ÁREA DE CONSULTA PRIMER NIVEL



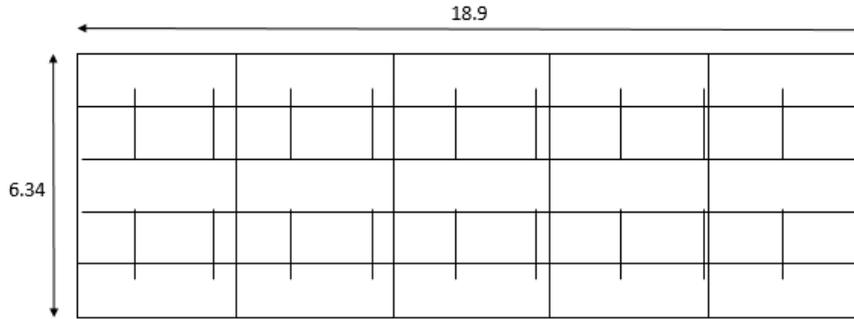
$$IC = \frac{(12.05)(28.87)}{(3)(12.05 + 28.87)} = \frac{347.8835}{122.76} = 2.8338 \quad 16 \text{ zonas}$$

ACERVO FONDO IZQUIERDO



$$IC = \frac{(10.32)(17.36)}{(4.11)(10.32 + 17.36)} = \frac{179.1552}{113.7648} = 1.5747 \quad 9 \text{ zonas}$$

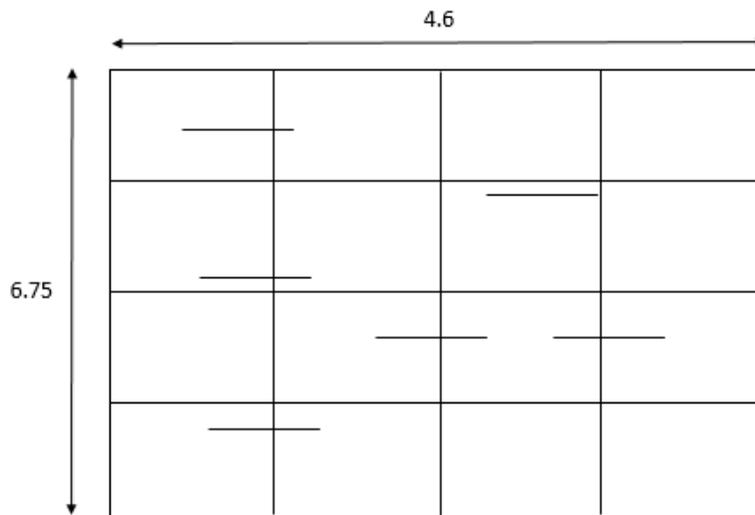
ÁREA DE CONSULTA SEGUNDO NIVEL



$$IC = \frac{(6.34)(18.9)}{(1.14)(6.34 + 18.9)} = \frac{119.826}{28.7736} = 4.1644$$

25 zonas

JEFATURA SEGUNDO NIVEL

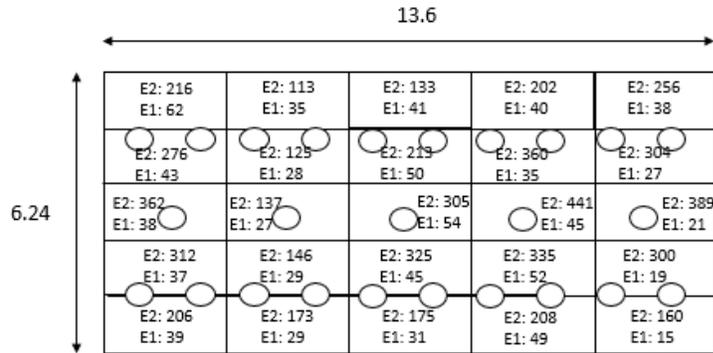


$$IC = \frac{(4.6)(6.75)}{(1.17)(4.6 + 6.75)} = \frac{31.05}{13.2795} = 2.3381$$

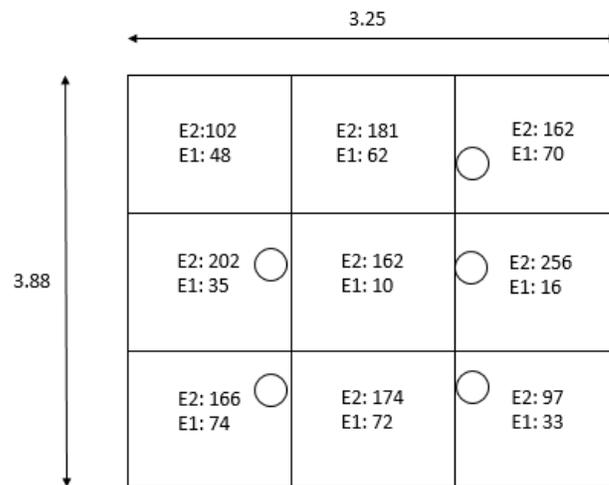
16 zonas

ANEXO 6. CROQUIS DE LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME, NIVELES DE ILUMINACIÓN CUANDO EXISTE APORTE DE LUZ NATURAL.

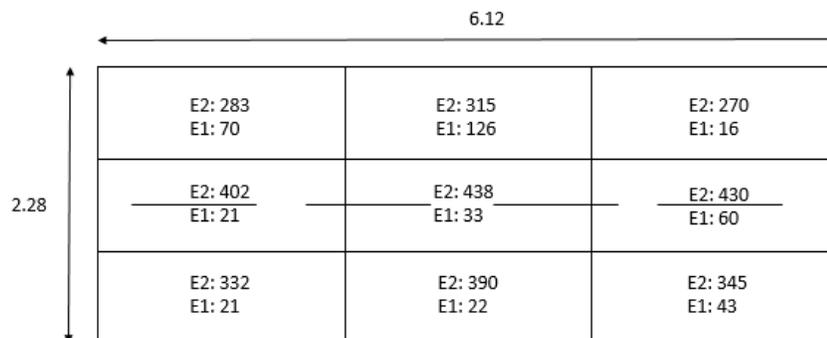
PASILLO ENTRADA



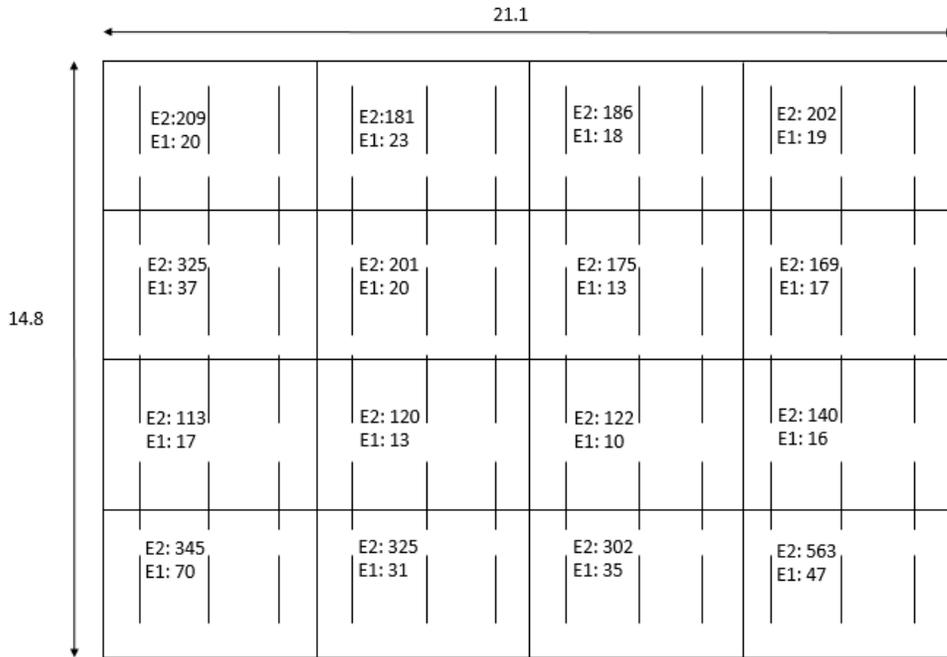
ÁREA DE FOTOCOPIAS



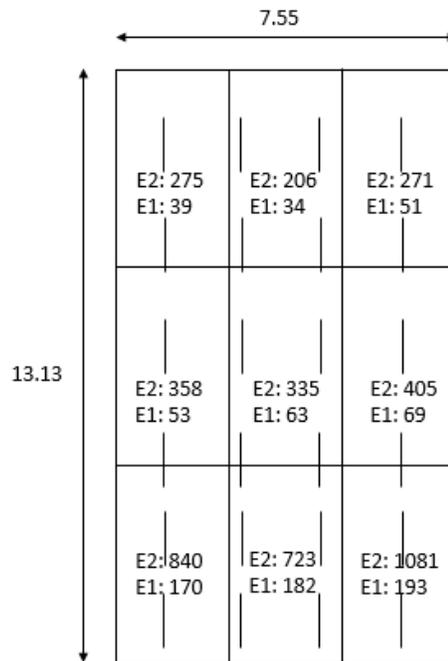
COMEDOR



ACERVO LADO IZQUIERDO



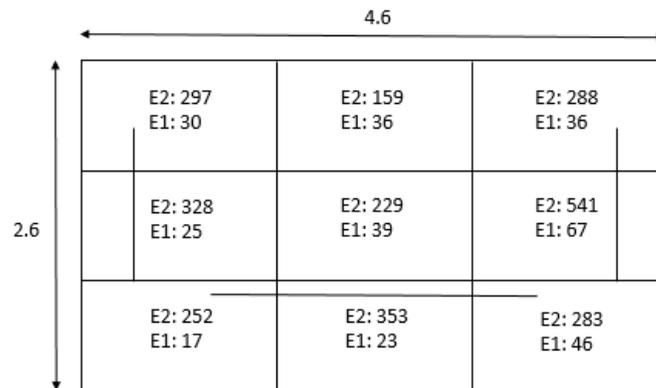
ACERVO LADO DERECHO



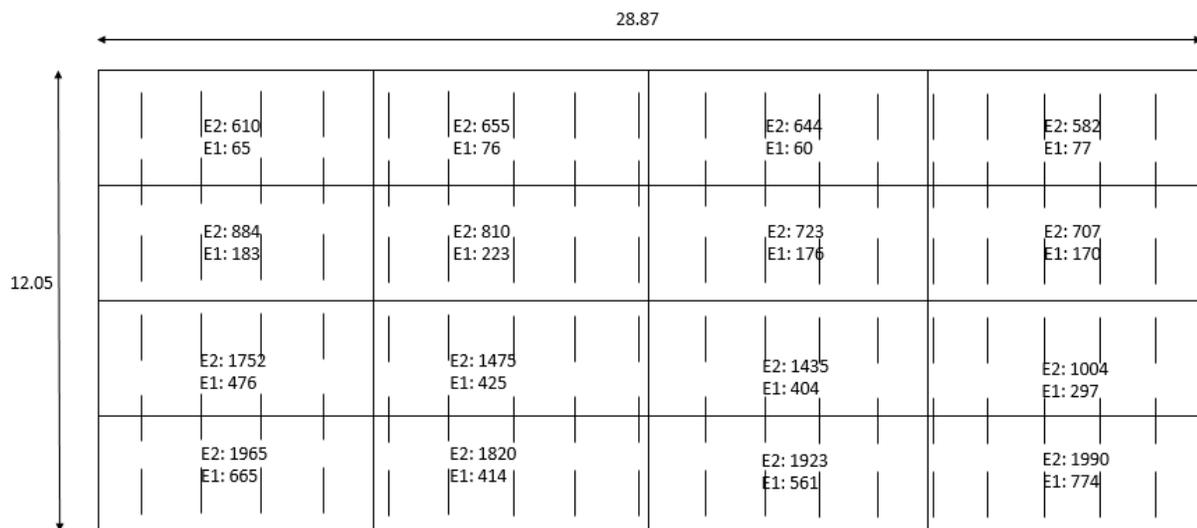
ÁREA DE CONSULTA OFICINAS



JEFATURA



ÁREA DE CONSULTA PRIMER NIVEL



ACERVO FONDO IZQUIERDO

17.36										
10.32	<table border="1"> <tr> <td>E2: 166 E1: 19</td> <td>E2: 154 E1: 18</td> <td>E2: 282 E1: 33</td> </tr> <tr> <td>E2: 158 E1: 20</td> <td>E2: 195 E1: 20</td> <td>E2: 230 E1: 34</td> </tr> <tr> <td>E2: 147 E1: 21</td> <td>E2: 155 E1: 21</td> <td>E2: 203 E1: 27</td> </tr> </table>	E2: 166 E1: 19	E2: 154 E1: 18	E2: 282 E1: 33	E2: 158 E1: 20	E2: 195 E1: 20	E2: 230 E1: 34	E2: 147 E1: 21	E2: 155 E1: 21	E2: 203 E1: 27
E2: 166 E1: 19	E2: 154 E1: 18	E2: 282 E1: 33								
E2: 158 E1: 20	E2: 195 E1: 20	E2: 230 E1: 34								
E2: 147 E1: 21	E2: 155 E1: 21	E2: 203 E1: 27								

ÁREA DE CONSULTA SAEGUNDO NIVEL

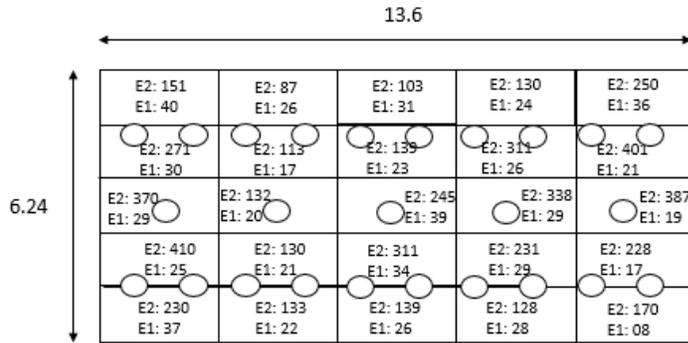
18.9																										
6.34	<table border="1"> <tr> <td>E2: 410 E1: 23</td> <td>E2: 404 E1: 37</td> <td>E2: 582 E1: 147</td> <td>E2: 488 E1: 109</td> <td>E2: 460 E1: 133</td> </tr> <tr> <td>E2: 341 E1: 16</td> <td>E2: 297 E1: 27</td> <td>E2: 305 E1: 24</td> <td>E2: 440 E1: 35</td> <td>E2: 277 E1: 39</td> </tr> <tr> <td>E2: 262 E1: 64</td> <td>E2: 270 E1: 84</td> <td>E2: 540 E1: 125</td> <td>E2: 566 E1: 88</td> <td>E2: 233 E1: 42</td> </tr> <tr> <td>E2: 292 E1: 21</td> <td>E2: 365 E1: 30</td> <td>E2: 403 E1: 31</td> <td>E2: 345 E1: 32</td> <td>E2: 330 E1: 46</td> </tr> <tr> <td>E2: 180 E1: 50</td> <td>E2: 192 E1: 50</td> <td>E2: 198 E1: 63</td> <td>E2: 150 E1: 48</td> <td>E2: 280 E1: 35</td> </tr> </table>	E2: 410 E1: 23	E2: 404 E1: 37	E2: 582 E1: 147	E2: 488 E1: 109	E2: 460 E1: 133	E2: 341 E1: 16	E2: 297 E1: 27	E2: 305 E1: 24	E2: 440 E1: 35	E2: 277 E1: 39	E2: 262 E1: 64	E2: 270 E1: 84	E2: 540 E1: 125	E2: 566 E1: 88	E2: 233 E1: 42	E2: 292 E1: 21	E2: 365 E1: 30	E2: 403 E1: 31	E2: 345 E1: 32	E2: 330 E1: 46	E2: 180 E1: 50	E2: 192 E1: 50	E2: 198 E1: 63	E2: 150 E1: 48	E2: 280 E1: 35
E2: 410 E1: 23	E2: 404 E1: 37	E2: 582 E1: 147	E2: 488 E1: 109	E2: 460 E1: 133																						
E2: 341 E1: 16	E2: 297 E1: 27	E2: 305 E1: 24	E2: 440 E1: 35	E2: 277 E1: 39																						
E2: 262 E1: 64	E2: 270 E1: 84	E2: 540 E1: 125	E2: 566 E1: 88	E2: 233 E1: 42																						
E2: 292 E1: 21	E2: 365 E1: 30	E2: 403 E1: 31	E2: 345 E1: 32	E2: 330 E1: 46																						
E2: 180 E1: 50	E2: 192 E1: 50	E2: 198 E1: 63	E2: 150 E1: 48	E2: 280 E1: 35																						

JEFATURA SEGUNDO NIVEL

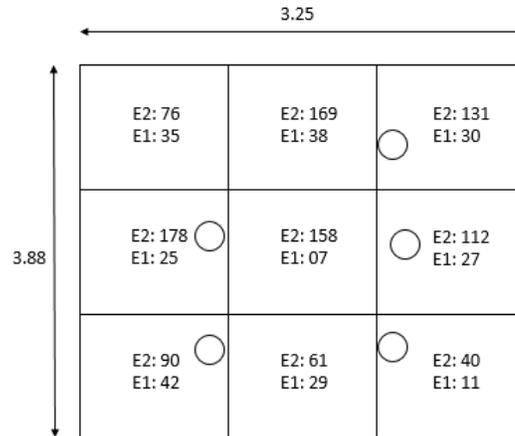
4.6																	
6.75	<table border="1"> <tr> <td>E2: 143 E1: 49</td> <td>E2: 190 E1: 50</td> <td>E2: 700 E1: 227</td> <td>E2: 1141 E1: 550</td> </tr> <tr> <td>E2: 220 E1: 53</td> <td>E2: 482 E1: 132</td> <td>E2: 1021 E1: 393</td> <td>E2: 1975 E1: 994</td> </tr> <tr> <td>E2: 271 E1: 120</td> <td>E2: 670 E1: 52</td> <td>E2: 1005 E1: 125</td> <td>E2: 1830 E1: 713</td> </tr> <tr> <td>E2: 310 E1: 43</td> <td>E2: 582 E1: 75</td> <td>E2: 590 E1: 40</td> <td>E2: 850 E1: 178</td> </tr> </table>	E2: 143 E1: 49	E2: 190 E1: 50	E2: 700 E1: 227	E2: 1141 E1: 550	E2: 220 E1: 53	E2: 482 E1: 132	E2: 1021 E1: 393	E2: 1975 E1: 994	E2: 271 E1: 120	E2: 670 E1: 52	E2: 1005 E1: 125	E2: 1830 E1: 713	E2: 310 E1: 43	E2: 582 E1: 75	E2: 590 E1: 40	E2: 850 E1: 178
E2: 143 E1: 49	E2: 190 E1: 50	E2: 700 E1: 227	E2: 1141 E1: 550														
E2: 220 E1: 53	E2: 482 E1: 132	E2: 1021 E1: 393	E2: 1975 E1: 994														
E2: 271 E1: 120	E2: 670 E1: 52	E2: 1005 E1: 125	E2: 1830 E1: 713														
E2: 310 E1: 43	E2: 582 E1: 75	E2: 590 E1: 40	E2: 850 E1: 178														

ANEXO 7. CROQUIS DE LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME, NIVELES DE ILUMINACIÓN NOCTURNOS.

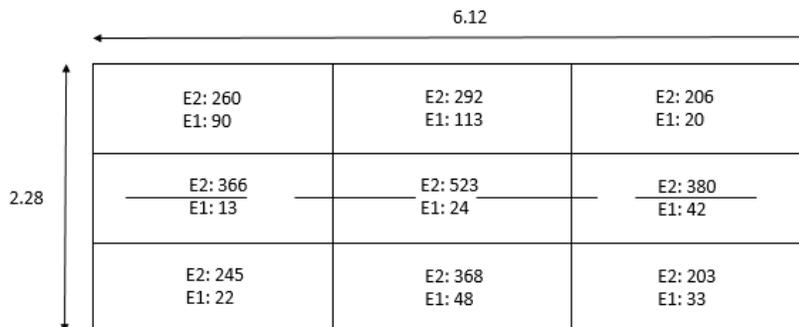
PASILLO ENTRADA



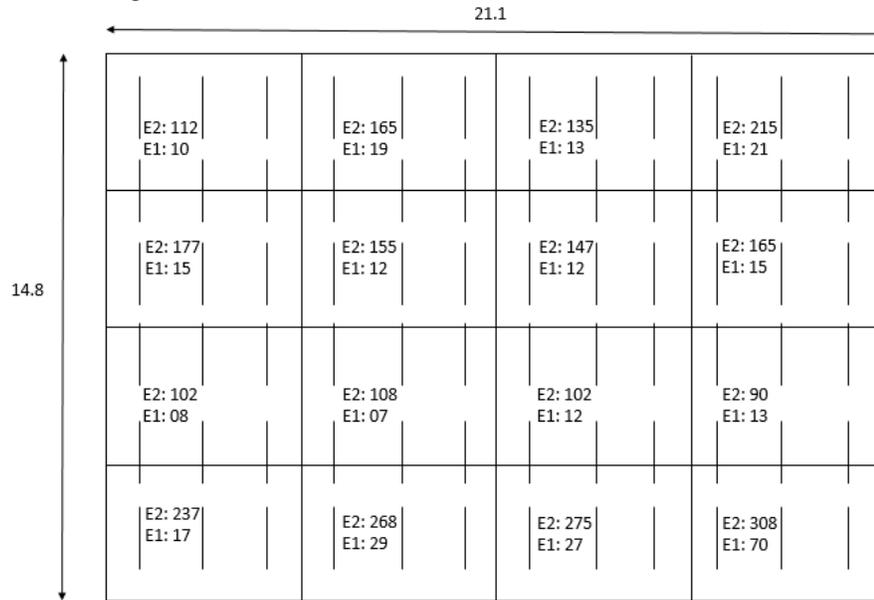
ÁREA DE FOTOCOPIAS



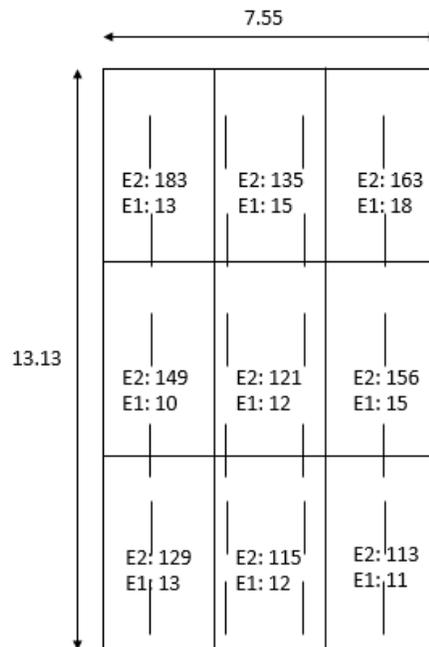
COMEDOR



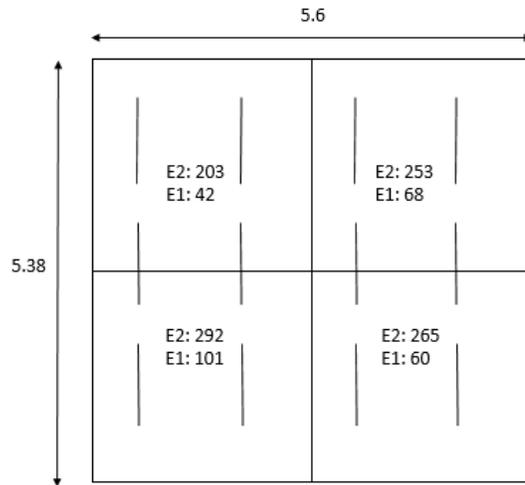
ACERVO LADO IZQUIERDO



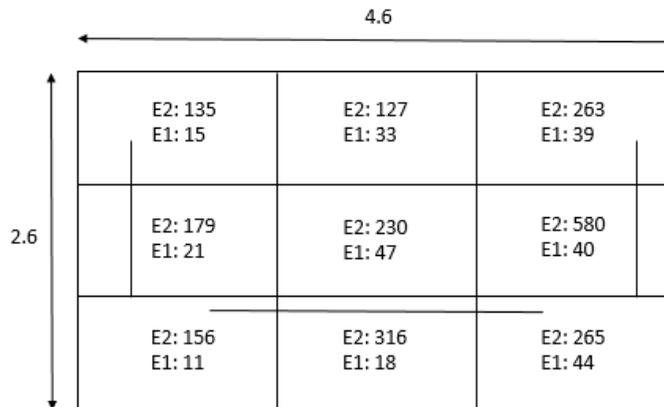
ACERVO LADO DERECHO



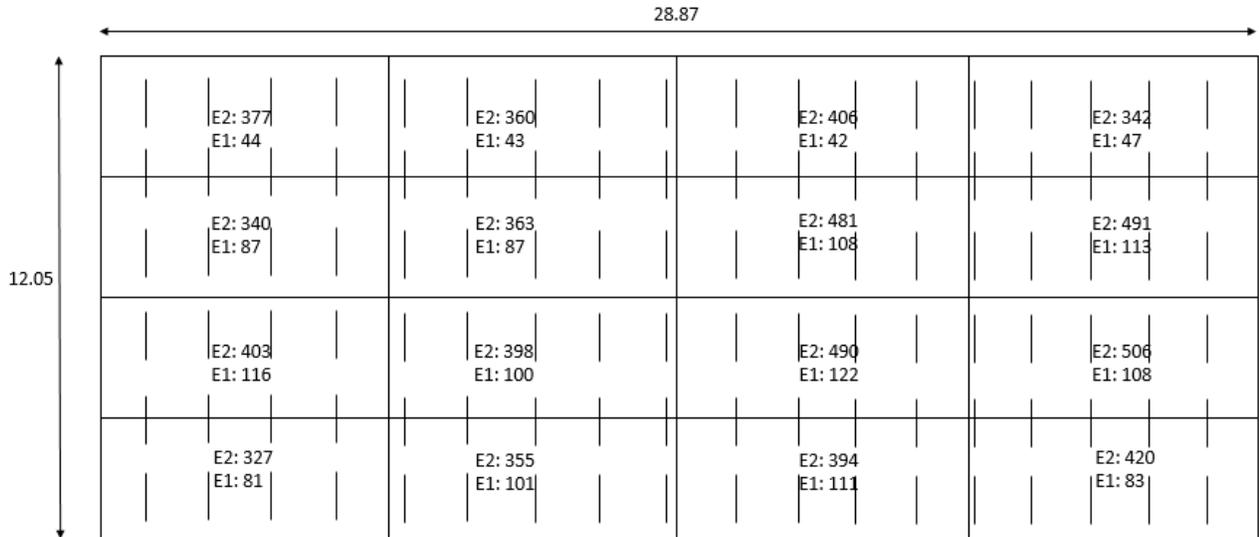
ÁREA DE CONSULTA OFICINAS



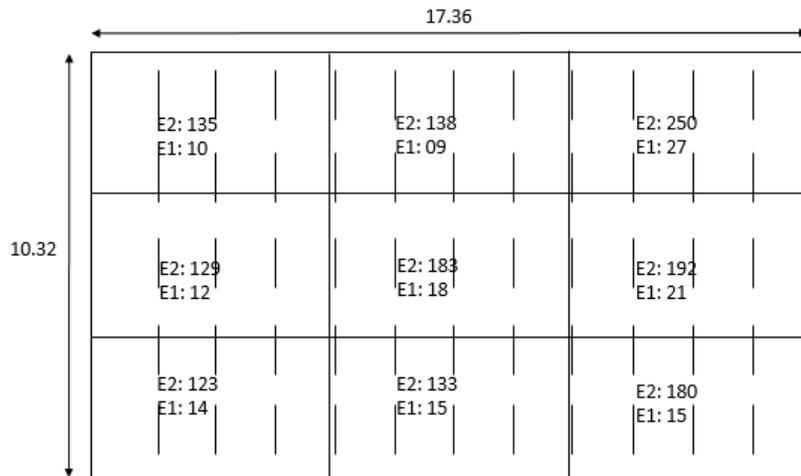
JEFATURA



ÁREA DE CONSULTA PRIMER NIVEL



ACERVO FONDO IZQUIERDO



ÁREA DE CONSULTA SEGUNDO NIVEL

6.34		18.9				
		E2: 445 E1: 95	E2: 440 E1: 47	E2: 453 E1: 121	E2: 514 E1: 134	E2: 424 E1: 115
6.34		E2: 280 E1: 24	E2: 298 E1: 23	E2: 315 E1: 27	E2: 331 E1: 24	E2: 328 E1: 38
		E2: 278 E1: 40	E2: 275 E1: 80	E2: 340 E1: 98	E2: 401 E1: 84	E2: 336 E1: 65
6.34		E2: 287 E1: 26	E2: 346 E1: 30	E2: 314 E1: 22	E2: 340 E1: 30	E2: 315 E1: 36
		E2: 95 E1: 42	E2: 130 E1: 47	E2: 131 E1: 38	E2: 89 E1: 18	E2: 95 E1: 34

JEFATURA SEGUNDO NIVEL

6.75		4.6			
		E2: 64 E1: 29	E2: 104 E1: 88	E2: 312 E1: 42	E2: 405 E1: 106
6.75		E2: 203 E1: 70	E2: 493 E1: 148	E2: 775 E1: 305	E2: 703 E1: 212
		E2: 269 E1: 104	E2: 930 E1: 70	E2: 944 E1: 243	E2: 486 E1: 52
6.75		E2: 350 E1: 70	E2: 375 E1: 41	E2: 495 E1: 107	E2: 335 E1: 15

ANEXO 8. SIMULACIÓN EN DIALUX, NIVELES DE ILUMINACIÓN EN LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME CON CAMBIO DE LUMINARIAS.

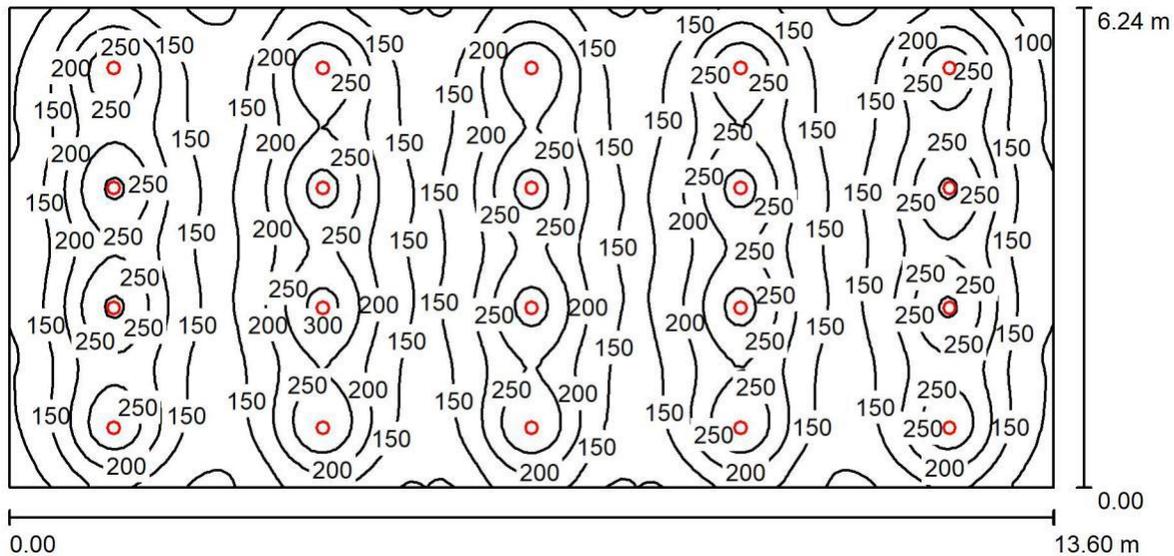
Biblioteca ADJ



DIALux
14.08.2019

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Pasillo entrada / Single Sheet Output



Height of Room: 1.870 m, Mounting Height: 1.896 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:98

Surface	r [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u0
Workplane	/	189	74	320	0.393
Floor	20	169	92	212	0.544
Ceiling	70	38	30	55	0.797
Walls (4)	50	97	36	184	/

Workplane:
Height: 0.750 m
Grid: 128 x 64 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Luminaire Parts List

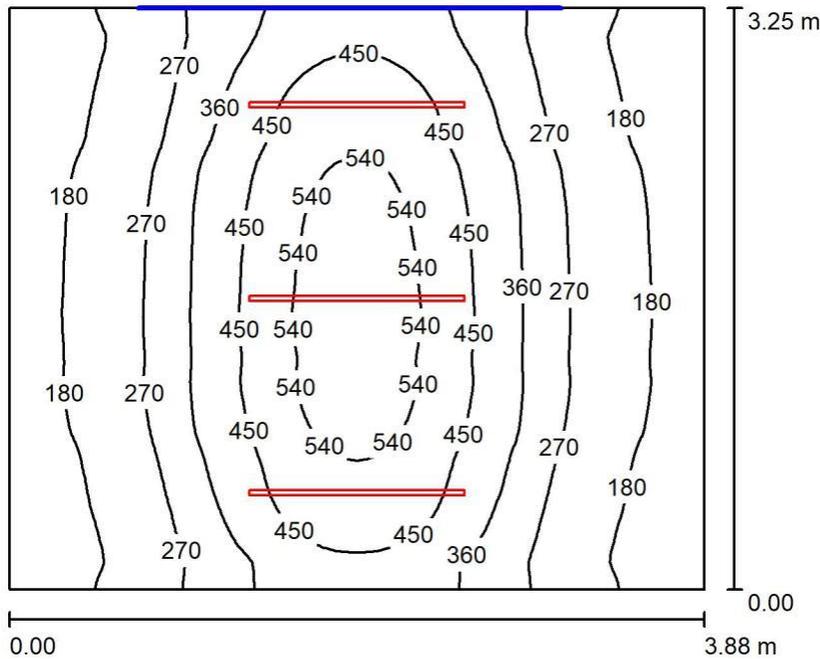
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	F (Luminaire) [lm]	F (Lamps) [lm]	P [W]
1	20	PHILIPS DN135B D165 1xLED10S/830 (1.000)	1000	1000	13.0
			Total: 20000	Total: 20000	260.0

Specific connected load: 3.06 W/m² = 1.62 W/m²/100 lx (Ground area: 84.86 m²)



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Área de fotocopias / Single Sheet Output



Height of Room: 2.120 m, Mounting Height: 2.120 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:42

Surface	r [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u0
Workplane	/	327	140	583	0.428
Floor	20	248	148	348	0.596
Ceiling	70	149	60	5872	0.406
Walls (4)	50	181	100	672	/

Workplane:	UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height: 0.810 m	Left Wall	22	24	
Grid: 64 x 64 Points	Lower Wall	22	24	
Boundary Zone: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Luminaire Parts List

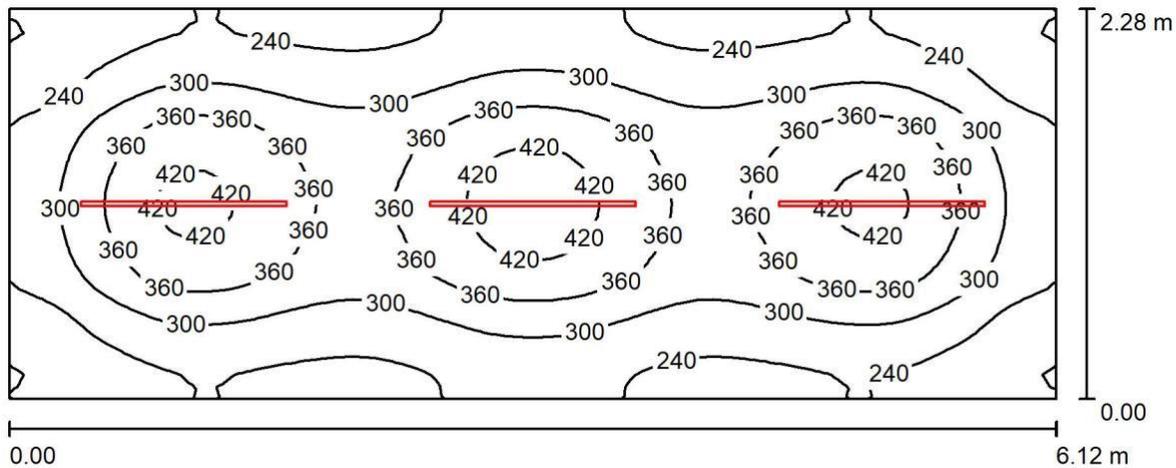
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	F (Luminaire) [lm]	F (Lamps) [lm]	P [W]
1	3	Philips (1.000)	2499	2500	16.0
			Total: 7497	Total: 7500	48.0

Specific connected load: 3.81 W/m² = 1.16 W/m²/100 lx (Ground area: 12.61 m²)



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Comedor / Single Sheet Output



Height of Room: 2.120 m, Mounting Height: 2.120 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:44

Surface	r [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u ₀
Workplane	/	306	173	451	0.565
Floor	20	214	148	256	0.688
Ceiling	70	148	68	4680	0.458
Walls (4)	50	177	101	255	/

Workplane:	UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height: 0.940 m	Left Wall	21	23	
Grid: 64 x 32 Points	Lower Wall	22	24	
Boundary Zone: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Luminaire Parts List

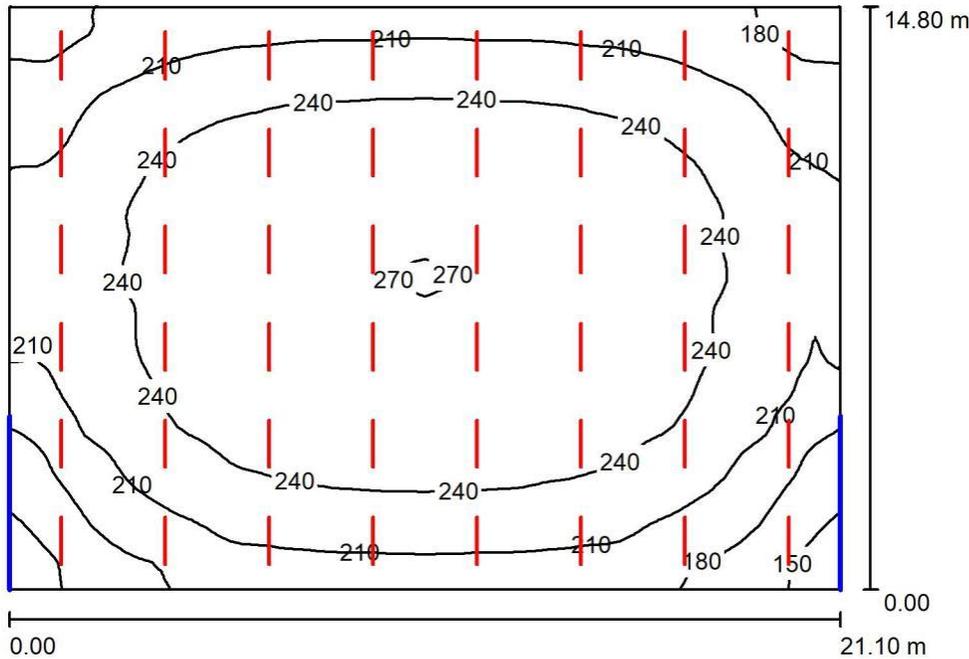
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	F (Luminaire) [lm]	F (Lamps) [lm]	P [W]
1	3	Philips (1.000)	2499	2500	16.0
			Total: 7497	Total: 7500	48.0

Specific connected load: 3.44 W/m² = 1.12 W/m²/100 lx (Ground area: 13.95 m²)



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Acervo lado izquierdo / Single Sheet Output



Height of Room: 4.110 m, Mounting Height: 4.110 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:191

Surface	r [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u ₀
Workplane	/	229	133	271	0.579
Floor	20	229	129	272	0.564
Ceiling	70	98	40	1314	0.412
Walls (4)	50	168	89	267	/

Workplane:	Height:	Grid:	Boundary Zone:	UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
	0.000 m	64 x 64 Points	0.000 m	Left Wall	22	25	
				Lower Wall	23	25	
				(CIE, SHR = 0.25.)			

Luminaire Parts List

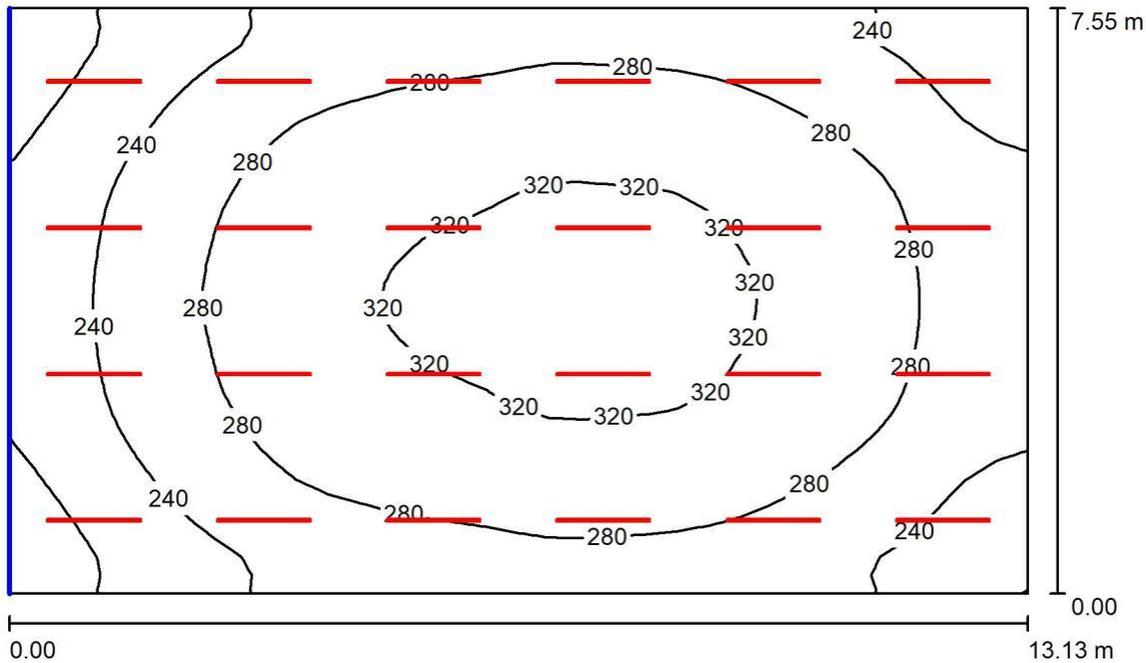
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	F (Luminaire) [lm]	F (Lamps) [lm]	P [W]
1	48	Philips (1.000)	2499	2500	16.0
			Total: 119952	Total: 120000	768.0

Specific connected load: 2.46 W/m² = 1.07 W/m²/100 lx (Ground area: 312.28 m²)



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Acervo lado derecho / Single Sheet Output



Height of Room: 4.110 m, Mounting Height: 4.110 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:97

Surface	r [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u0
Workplane	/	275	170	333	0.620
Floor	20	274	168	334	0.612
Ceiling	70	156	54	2380	0.347
Walls (4)	50	230	115	410	/

Workplane:	Height:	Grid:	Boundary Zone:	UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
	0.000 m	32 x 32 Points	0.000 m	Left Wall	21	23	
				Lower Wall	21	22	
				(CIE, SHR = 0.25.)			

Luminaire Parts List

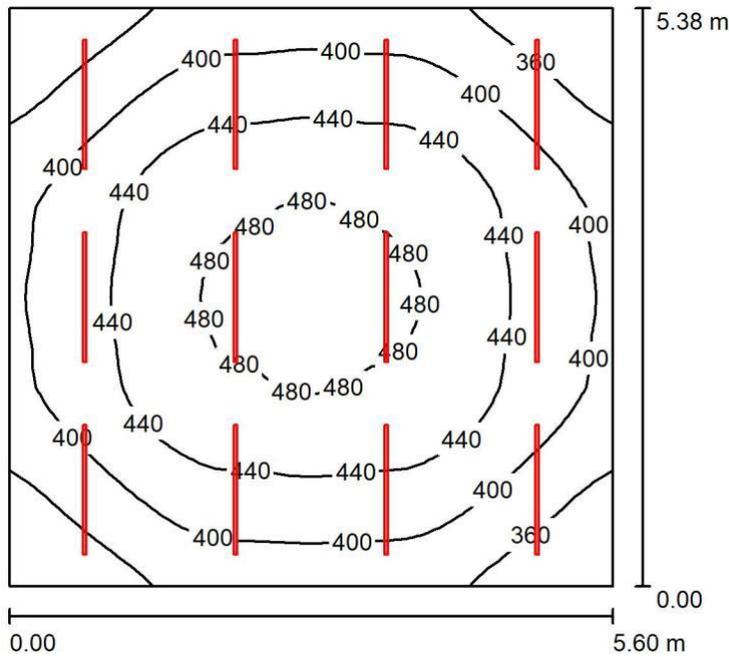
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	F (Luminaire) [lm]	F (Lamps) [lm]	P [W]
1	24	Philips (1.000)	2499	2500	16.0
			Total: 59976	Total: 60000	384.0

Specific connected load: 3.87 W/m² = 1.41 W/m²/100 lx (Ground area: 99.13 m²)



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Área de consulta oficinas / Single Sheet
Output



Height of Room: 4.110 m, Mounting Height: 4.110 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:70

Surface	r [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u ₀
Workplane	/	420	320	488	0.763
Floor	20	334	268	381	0.803
Ceiling	70	278	129	3770	0.465
Walls (4)	50	313	166	643	/

Workplane:
Height: 1.110 m
Grid: 32 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Luminaire Parts List

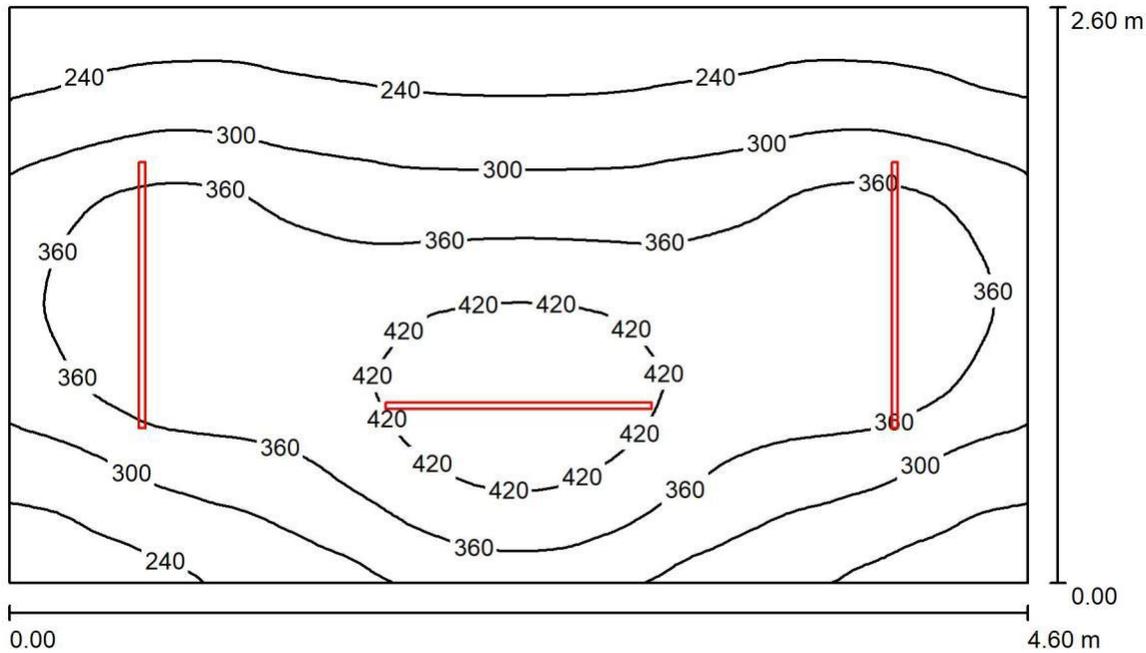
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	F (Luminaire) [lm]	F (Lamps) [lm]	P [W]
1	12	Philips (1.000)	2499	2500	16.0
			Total: 29988	Total: 30000	192.0

Specific connected load: 6.37 W/m² = 1.52 W/m²/100 lx (Ground area: 30.13 m²)



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Jefatura / Single Sheet Output



Height of Room: 2.100 m, Mounting Height: 2.100 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:34

Surface	r [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u ₀
Workplane	/	328	186	465	0.565
Floor	20	250	182	309	0.726
Ceiling	70	175	81	6489	0.464
Walls (4)	50	210	120	546	/

Workplane:
Height: 0.750 m
Grid: 64 x 64 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Luminaire Parts List

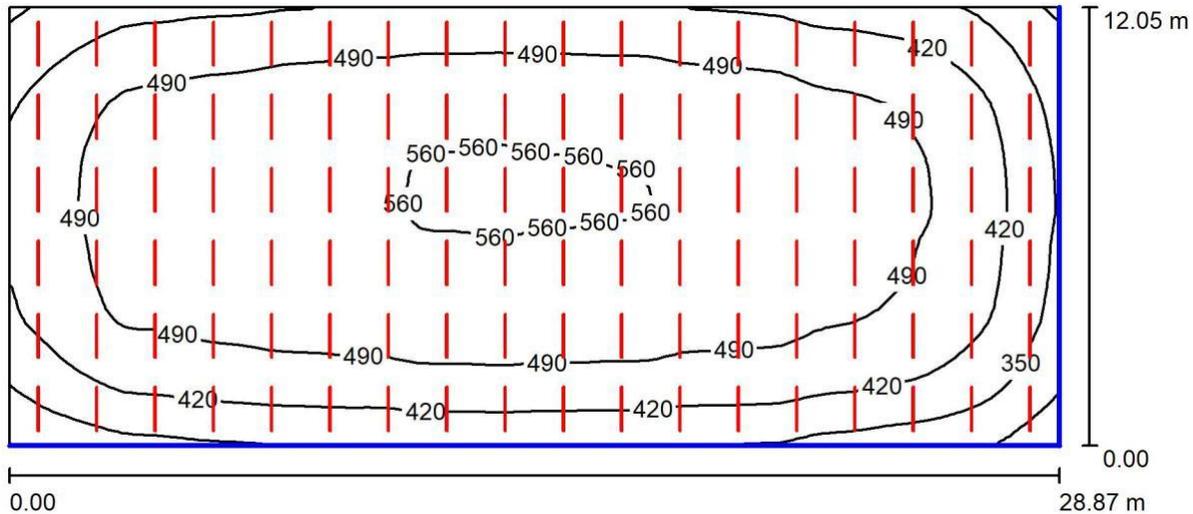
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	F (Luminaire) [lm]	F (Lamps) [lm]	P [W]
1	3	Philips (1.000)	2499	2500	16.0
			Total: 7497	Total: 7500	48.0

Specific connected load: 4.01 W/m² = 1.22 W/m²/100 lx (Ground area: 11.96 m²)



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Área de consulta primer nivel / Single Sheet Output



Height of Room: 4.110 m, Mounting Height: 4.110 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:207

Surface	r [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u0
Workplane	/	476	234	569	0.490
Floor	20	431	220	526	0.510
Ceiling	70	186	49	6588	0.263
Walls (4)	50	311	166	566	/

Workplane:	UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height: 1.100 m	Left Wall	22	25	
Grid: 64 x 32 Points	Lower Wall	22	24	
Boundary Zone: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

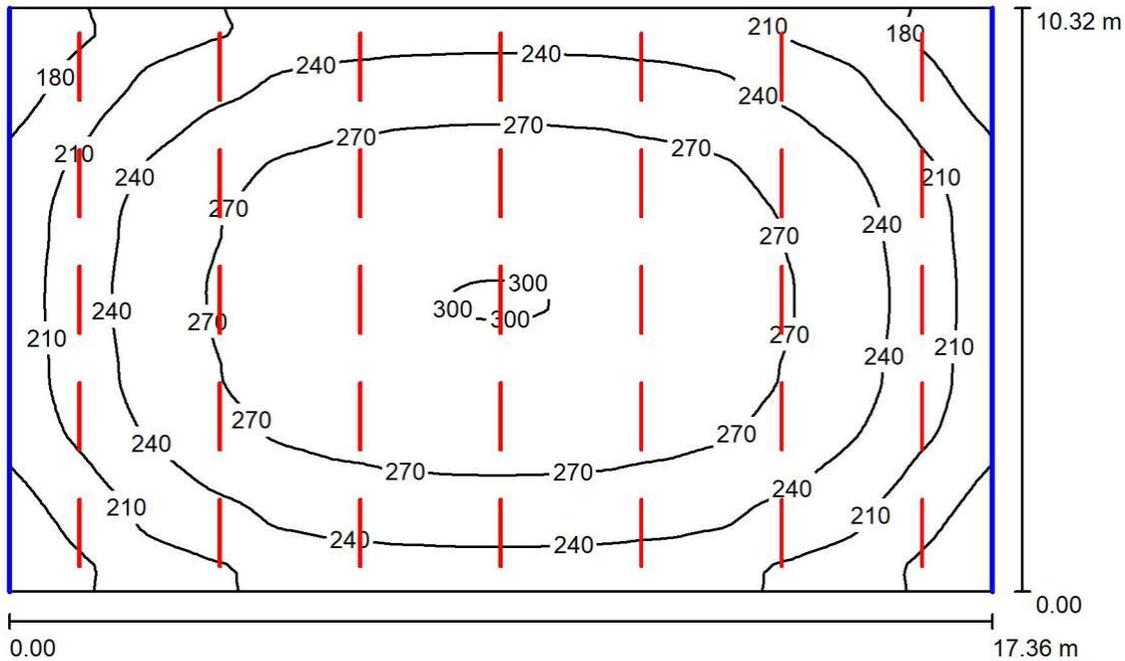
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	F (Luminaire) [lm]	F (Lamps) [lm]	P [W]
1	108	Philips (1.000)	2499	2500	16.0
			Total: 269892	Total: 270000	1728.0

Specific connected load: 4.97 W/m² = 1.04 W/m²/100 lx (Ground area: 347.88 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Acervo fondo izquierdo / Single Sheet Output



Height of Room: 4.110 m, Mounting Height: 4.110 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:133

Surface	r [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u ₀
Workplane	/	246	153	301	0.623
Floor	20	246	148	303	0.604
Ceiling	70	118	40	6146	0.340
Walls (4)	50	170	101	290	/

Workplane:	UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height: 0.000 m	Left Wall	22	25	
Grid: 64 x 64 Points	Lower Wall	22	24	
Boundary Zone: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Luminaire Parts List

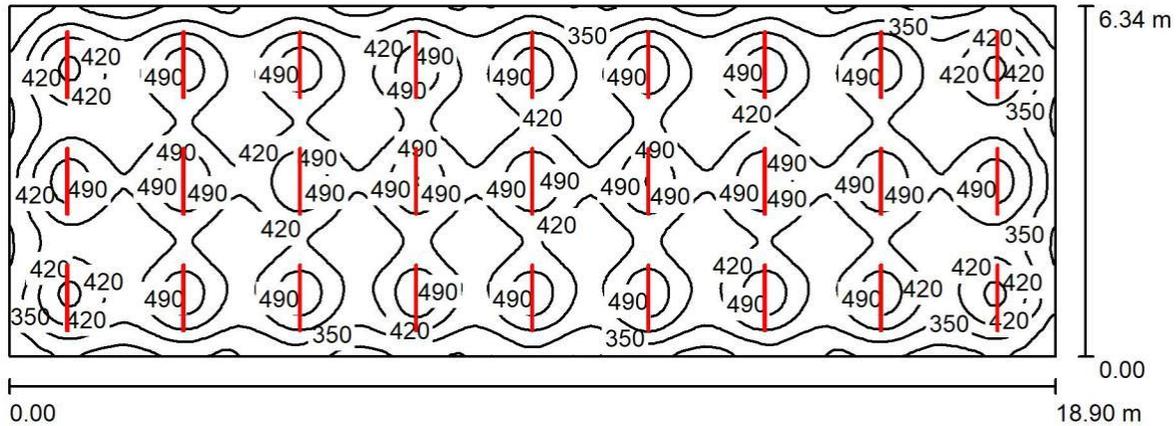
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	F (Luminaire) [lm]	F (Lamps) [lm]	P [W]
1	35	Philips (1.000)	2499	2500	16.0
			Total: 87465	Total: 87500	560.0

Specific connected load: 3.13 W/m² = 1.27 W/m²/100 lx (Ground area: 179.16 m²)



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Área de consulta segundo nivel / Single Sheet Output



Height of Room: 1.900 m, Mounting Height: 1.900 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:136

Surface	r [%]	Eav [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	u0
Workplane	/	412	226	567	0.548
Floor	20	371	244	433	0.658
Ceiling	70	158	86	5960	0.544
Walls (4)	50	254	153	368	/

Workplane:
Height: 0.760 m
Grid: 128 x 128 Points
Boundary Zone: 0.000 m

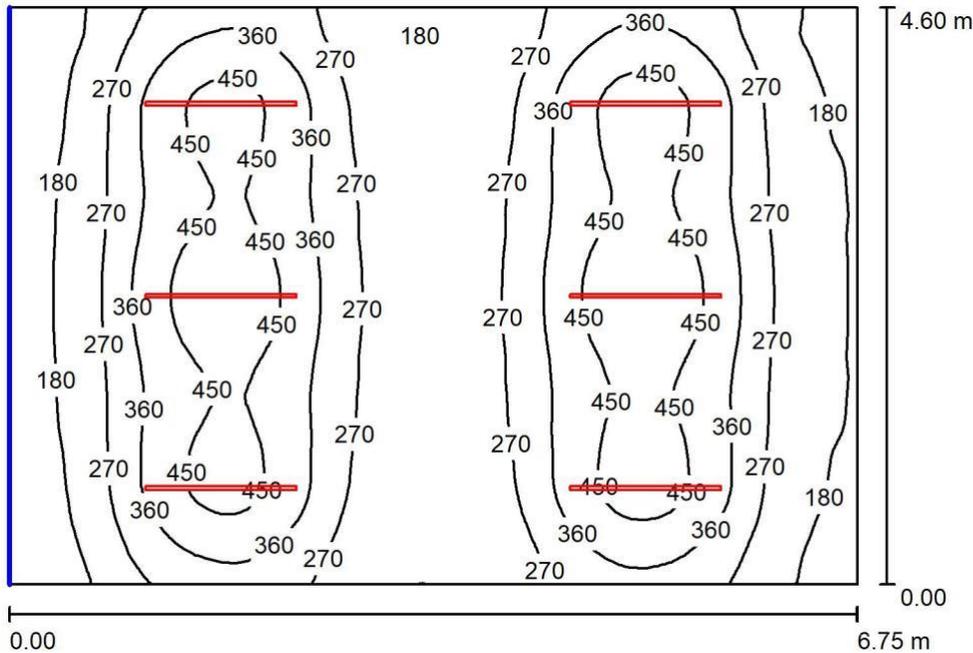
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	F (Luminaire) [lm]	F (Lamps) [lm]	P [W]
1	27	Philips (1.000)	2499	2500	16.0
			Total: 67473	Total: 67500	432.0

Specific connected load: 3.61 W/m² = 0.88 W/m²/100 lx (Ground area: 119.83 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

**Jefatura segundo nivel / Single Sheet
Output**



Height of Room: 1.920 m, Mounting Height: 1.920 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:60

Surface	r [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u ₀
Workplane	/	311	112	522	0.360
Floor	20	255	130	341	0.508
Ceiling	70	125	42	5951	0.334
Walls (4)	50	193	95	423	/

Workplane:	UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height: 0.750 m	Left Wall	23	26	
Grid: 64 x 64 Points	Lower Wall	23	25	
Boundary Zone: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	F (Luminaire) [lm]	F (Lamps) [lm]	P [W]
1	6	Philips (1.000)	2499	2500	16.0
			Total: 14994	Total: 15000	96.0

Specific connected load: 3.09 W/m² = 0.99 W/m²/100 lx (Ground area: 31.05 m²)

ANEXO 9. FICHA TÉCNICA MASTER LEDTUBE UNIVERSAL T8 PHILIPS.



MASTER LEDtube Universal T8

Master LEDtube Universal 1200mm UO 16W865 T8

El nuevo Philips MASTER LEDtube Universal T8 lleva la facilidad y la sencillez a sus productos de iluminación. El motivo es que ya no es necesario adaptar la tecnología del driver: un diseño único permite instalar directamente el Philips MASTER LEDtube Universal T8 en luminarias que funcionen con balastos electromagnéticos o conectadas a la corriente principal. Es tan fácil de usar que ya no necesitará tener dos tipos de tubos en el almacén. Perfectamente seguro, fiable y fácil de instalar, Philips MASTER LEDtube Universal T8 es la alternativa idónea a los tubos fluorescentes estándar para maximizar el valor a lo largo del tiempo con elevados ahorros energéticos y menores costes operativos.

Datos del producto

Información general

Base de casquillo	G13 [Medium Bi-Pin Fluorescent]
Aplicación principal	Industrias
Vida útil nominal (nom.)	60000 h
Ciclo de conmutación	50000X
B50L70	60000 h

Datos técnicos de la luz

Código de color	865 [CCT de 6500 K]
Flujo lumínico (nom.)	2500 lm
Flujo lumínico (nominal) (nom.)	2500 lm
Temperatura del color con correlación (nom.)	6500 K
Consistencia del color	<6
Índice de reproducción cromática -IRC (nom.)	83
Límf al fin de vida útil nominal (nom.)	70 %

Operativos y eléctricos

Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz
Power (Rated) (Nom)	16 W
Corriente de lámpara (nom.)	75 mA
Hora de inicio (nom.)	0,5 s
Tiempo de calentamiento hasta el 60% flujo lum. (nom.)	0.5 s
Factor de potencia (nom.)	0.9
Voltaje (nom.)	220-240 V

Temperatura

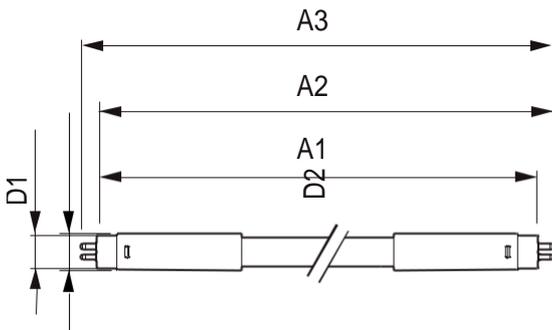
T ambiente (máx.)	45 °C
T ambiente (mín.)	-20 °C
T de almacenamiento (máx.)	65 °C
T de almacenamiento (mín.)	-40 °C

MASTER LEDtube Universal T8

Temperatura máxima (nom.)	45 °C
Controles y regulación	
Regulable	No
Mecánicos y de carcasa	
Longitud de producto	1200 mm
Aprobación y aplicación	
Etiqueta de eficiencia energética (EEL)	A++
Producto de ahorro de energía	Sí
Certificados disponibles	Conformidad con RoHS Marca CE Certificado KEMA Keur
Consumo energético kWh/1000 h	16 kWh

Datos de producto	
Código de producto completo	871869670539100
Nombre de producto del pedido	Master LEDtube Universal 1200mm UO 16W865 T8
EAN/UPC - Producto	8718696705391
Código de pedido	70539100
Cantidad por paquete	1
Numerador - Paquetes por caja exterior	10
N.º de material (12NC)	929001336202
Peso neto (pieza)	0,270 kg

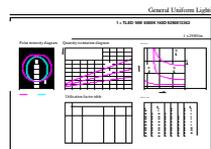
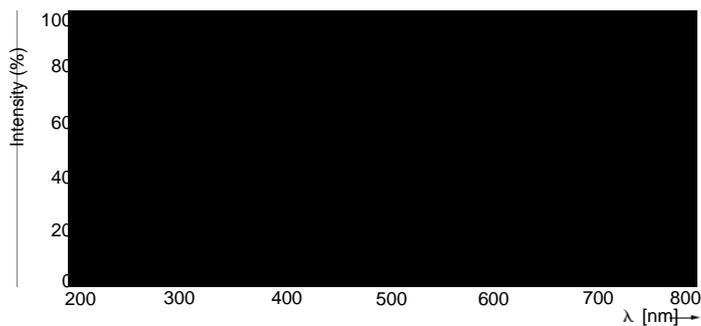
Plano de dimensiones



TLED 16.5W-36W 2500lm 160D 6500K ND

Product	D1	D2	A1	A2	A3
Master LEDtube Universal 1200mm UO 16W865 T8	25,7 mm	28 mm	1199,4 mm	1206,5 mm	1213,6 mm

Datos fotométricos

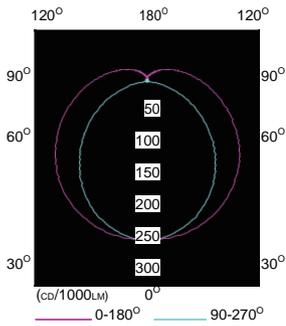


General Usability Lighting
Código de producto: 871869670539100
Página 11

LEDtube 1200mm 16W G13 865 2500lm

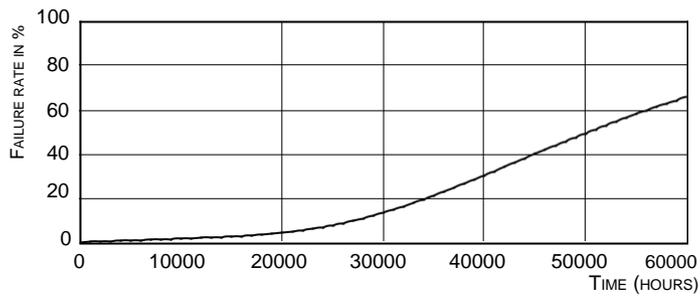
MASTER LEDtube Universal T8

Datos fotométricos

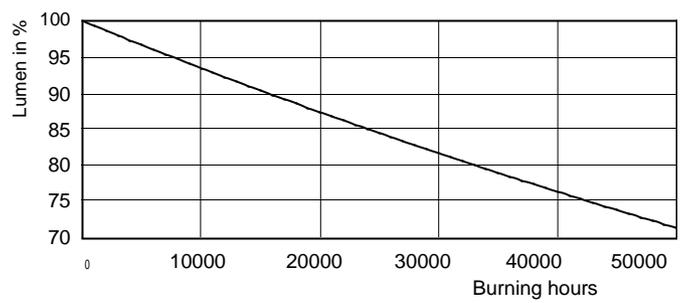


LEDtube 1200mm 16W G13

Vida útil



LEDtube 1200mm 16W G13



LEDtube 1200mm 16W G13



© 2019 Signify Holding Todos los derechos reservados. Signify no otorga representación o garantía con respecto a la exactitud o integridad de la información incluida aquí y no será responsable de ninguna acción que dependa de la misma. La información presentada en este documento no está destinada a su uso con fines comerciales ni forma parte de ningún presupuesto ni contrato, a menos que Signify acuerde otros términos. Philips y el emblema de escudo de Philips son marcas comerciales registradas de Koninklijke Philips N.V.

www.lighting.philips.com
2019, Mayo 17 - Datos sujetos a cambios

ANEXO 10. FICHAS TÉCNICAS, COMPARACIÓN DE LUMINARIAS ACTUALES DE LA BIBLIOTECA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME CON LAS PROPUESTAS.

	Caso Base	Propuesta
Marca	Shenzhen Lightman Optoelectronics	Philips
Modelo	PL-20120-40W	Master LEDtube Universal
Tipo	Led	Led
Potencia	40W	16W
Flujo luminoso	3600	2500
Eficacia de la luminaria	90 lm/W	156.25 lm/W
Horas de vida	50000	60000
Largo	1195 mm	1200 mm
Ancho	295 mm	28mm
Número de luminarias utilizadas	289	254
Potencia demanda	9537	4064
Precio unitario	\$ 409.97	\$ 702.63
Precio total	\$ 118,481.33	\$ 178,468.02
\$/kWh año	\$ 54,681.72	\$ 23,301.51

	Caso Base	Propuesta
Marca	Philips	Philips
Modelo	TL-E Circular	Master LEDtube Universal
Tipo	Fluorescente	Led
Potencia	32W	16W
Flujo luminoso	2375	2500
Eficacia de la luminaria	74 lm/W	156.25 lm/W
Horas de vida	13000	60000
Largo	303.5 mm	1200 mm
Ancho	303.5 mm	28mm
Número de luminarias utilizadas	5	3
Potencia demanda	160	48
Precio unitario	\$ 701.33	\$ 702.63
Precio total	\$ 3,506.65	\$ 2,107.89
\$/kWh año	\$ 917.38	\$ 275.21

Caso Base Propuesta

Marca	Philips	Philips
Modelo	T8 2x17	Master LEDtube Universal
Tipo	Fluorescente	Led
Potencia	34W	16W
Flujo luminoso	2600	2500
Eficacia de la luminaria	76.5 lm/W	156.25 lm/W
Horas de vida	36000	60000
Largo	609 mm	1200 mm
Ancho		28mm
Número de luminarias utilizadas	6	6
Potencia demanda	204	96
Precio unitario	\$ 111.08	\$ 702.63
Precio total	\$ 666.48	\$ 4,215.78
\$/kWh año	\$ 1,169.66	\$ 550.43

Caso Base Propuesta

Marca	Philips	Philips
Modelo	T8 1x17	Master LEDtube Universal
Tipo	Fluorescente	Led
Potencia	17W	16W
Flujo luminoso	1300	2500
Eficacia de la luminaria	76.5 lm/W	156.25 lm/W
Horas de vida	36000	60000
Largo	609 mm	1200 mm
Ancho		28mm
Número de luminarias utilizadas	4	3
Potencia demanda	68	48
Precio unitario	\$ 55.54	\$ 702.63
Precio total	\$ 222.16	\$ 2,107.89
\$/kWh año	\$ 389.89	\$ 275.21

Caso Base Propuesta

Marca	Philips	Philips
Modelo	T8 1x32	Master LEDtube Universal
Tipo	Fluorescente	Led
Potencia	32W	16W
Flujo luminoso	2850	2500
Eficacia de la luminaria	89 lm/W	156.25 lm/W
Horas de vida	36000	60000
Largo	1210 mm	1200 mm
Ancho		28mm
Número de luminarias utilizadas	2	2
Potencia demanda	64	32
Precio unitario	\$ 55.54	\$ 702.63
Precio total	\$ 111.08	\$ 1,405.26
\$/kWh año	\$ 366.95	\$ 183.48

Caso Base Propuesta

Marca	Philips	Philips
Modelo	T12 1x55W	Master LEDtube Universal
Tipo	Fluorescente	Led
Potencia	55W	16W
Flujo luminoso	3590	2500
Eficacia de la luminaria	65.2 lm/W	156.25 lm/W
Horas de vida	12000	60000
Largo	1828 mm	1200 mm
Ancho		28mm
Número de luminarias utilizadas	1	1
Potencia demanda	55	16
Precio unitario	\$ 300.00	\$ 702.63
Precio total	\$ 300.00	\$ 702.63
\$/kWh año	\$ 315.35	\$ 91.74