



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Programa Único de Especializaciones de Ingeniería

ESPECIALIZACIÓN: AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN UN CENTRO EDUCATIVO DE LA UACM

## TESINA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA  
EN AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA

PRESENTA:

JESÚS MIRANDA CALVA

DIRECTOR DE TESINA:

DR. CARLOS CHAVEZ BAEZA



Programa Único de  
Especializaciones de Ingeniería

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX, NOVIEMBRE DEL 2020



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# Contenido

<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Lista de Símbolos, Unidades y Notaciones .....</b>	<b>3</b>
<b>Capítulo 1. Eficiencia Energética .....</b>	<b>6</b>
1.1. Diagnóstico Energético.....	6
1.1.1. Tipos de Diagnósticos.....	6
1.1.2. Procedimiento para realizar un diagnóstico .....	7
1.2. Indicadores Energéticos .....	10
1.3. Objetivos .....	11
1.3.1. Objetivo general .....	11
1.3.2. Objetivos específicos.....	11
1.4. Hipótesis.....	11
<b>Capítulo 2. Caso de Estudio .....</b>	<b>12</b>
2.1. Descripción del inmueble.....	12
2.2. Descripción del sistema eléctrico.....	14
2.3. Análisis de facturación eléctrica.....	14
2.3.1. Historial de facturación.....	15
2.3.2. Factor de carga.....	17
2.3.4. Verificación de las facturas .....	18
2.3.5. Evaluación del factor de potencia .....	19
2.4. Análisis de las mediciones eléctricas tomadas en la subestación.....	22
2.4.1. Frecuencia del sistema .....	22
2.4.2. Tensión y corriente por fase.....	23
2.4.3. Energía Activa, Reactiva y Aparente .....	25
2.4.4. Factor de potencia medido .....	26
2.4.5. Transformador .....	27
2.4.6. Demanda eléctrica .....	29
2.5. Censo de cargas.....	31
2.6. Censo de luminarias .....	33
2.7. Evaluación de Índices Energéticos .....	41

2.7.1. Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE).....	41
2.7.2. Índices de Consumo energético por persona y horas trabajadas.....	42
2.8. Evaluación de la Eficiencia Energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.....	43
2.9. Evaluación de las Condiciones de iluminación en centros de trabajo .....	46
<b>Capítulo 3. Medidas de ahorro y uso eficiente de la energía .....</b>	<b>48</b>
3.1. Medida operativa: Limitar el uso del SITE en temporada vacacional .....	48
3.2. Medida operativa: Evaluación de un cambio de tarifa GDMTO a GDMTH.....	49
3.3. Medida tecnológica: Cambio de tecnologías en luminarias .....	56
3.4. Medida tecnológica: Cambio del equipo de aire acondicionado del SITE .....	64
<b>Capítulo 4. Evaluación económica de las medidas AUUE.....</b>	<b>66</b>
<b>Capítulo 5. Medidas de AUUE rentables y su impacto ambiental .....</b>	<b>70</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>72</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>76</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>79</b>
Anexo 1. Registro fotográfico de la subestación eléctrica.....	79
Anexo 2. Cálculos para la verificación de facturas.....	80
Anexo 3. Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA).....	87
Anexo 4. Evaluación de la NOM-007-ENER-2014 por piso.....	88
Anexo 5. Parámetros de evaluación de la NOM-025 .....	93
Anexo 6. Evaluación de la NOM-025-STPS-2008 por piso.....	95
Anexo 7. Cálculos para obtener los consumos mensuales por periodo para tarifa GDMTH.....	99
Anexo 8. Fichas técnicas de luminarias.....	101
Anexo 9. Simulación de iluminación con el software Visual Lighting .....	109
Anexo 10. Cálculo de costos unitarios para cambio de tecnología en luminarias.....	121
Anexo 11. Registro fotográfico de luminarias.....	122
Anexo 12. Valor oficial del factor de emisión eléctrico para el año 2020.....	124
Anexo 13. Normatividad aplicable .....	125

## Índice de imágenes

Imagen 1. Edificios de Fray Servando Teresa de Mier 92 y 99.....	12
Imagen 2. Ubicación y superficie del Edificio Fray Servando No. 99 .....	13
Imagen 3. Factura del mes de marzo 2018 para tarifa GDMTO.....	53
Imagen 4. Factura del mes de marzo 2018 para tarifa GDMTH.....	54

## Índice de Gráficas

Gráfica 1. Comportamiento del consumo de energía vs costo de facturación .....	16
Gráfica 2. Factor de potencia y bonificación reportado en la facturación .....	21
Gráfica 3. Medición de la frecuencia.....	23
Gráfica 4. Medición de la tensión por fase .....	24
Gráfica 5. Medición de corriente por fase.....	25
Gráfica 6. Consumo de energía.....	26
Gráfica 7. Medición del factor de potencia.....	27
Gráfica 8. Medición de la potencia aparente.....	28
Gráfica 9. Capacidad utilizada del Transformador. ....	29
Gráfica 10. Demanda total medida con analizador de redes (kW) .....	30
Gráfica 10. Matriz energética del consumo mensual de cargas (kWh/mes).....	33
Gráfica 12. Matriz energética del sistema de iluminación.....	35
Gráfica 13. Flujo de efectivo para el proyecto de cambio de luminarias.....	67
Gráfica 14. Retorno de la inversión a valor presente.....	68

## Índice de tablas

Tabla 1. Índices de desempeño energético.....	10
Tabla 2. Historial de Facturación, Noviembre 2017 - Agosto 2018.....	15

Tabla 3. Factor de carga.....	17
Tabla 4. Comparación entre el cobro de facturación de los recibos de luz contra la estimación calculada .....	19
Tabla 5. Fórmulas de bonificación o recargo por factor de potencia .....	20
Tabla 6. Bonificaciones por factor de potencia de los recibos analizados.....	21
Tabla 7. Demanda eléctrica del inmueble para periodo base, intermedio y punta medida con el analizador de redes.....	29
Tabla 8. Demanda eléctrica del inmueble de los recibos de CFE.....	31
Tabla 9. Consumo energético mensual y porcentaje por tipo de carga .....	32
Tabla 10. Consumo energético mensual y porcentaje por tipo de tecnología .....	34
Tabla 11. Censo de luminarias actuales Planta Baja .....	36
Tabla 12. Censo de luminarias actuales Piso 1.....	36
Tabla 13. Censo de luminarias actuales Piso 2.....	37
Tabla 14. Censo de luminarias actuales Piso 3.....	38
Tabla 15. Censo de luminarias actuales Piso 4.....	39
Tabla 16. Censo de luminarias actuales Piso 5.....	40
Tabla 17. Censo de luminarias actuales Piso 6.....	40
Tabla 18. Datos para cálculo del IDEn .....	41
Tabla 19. Límite máximo del ICEE en inmuebles de uso de oficina por zona térmica.....	41
Tabla 20. Zona térmica de la Alcaldía Cuauhtémoc Ciudad de México .....	42
Tabla 21. ICEE Edificio 99 - UACM .....	42
Tabla 22. Consumo energético por persona (empleados y estudiantes) .....	43
Tabla 23. Consumo energético por horas trabajadas .....	43
Tabla 24. Cantidad de instalaciones actuales que cumplen con la NOM-007-ENER-2014 ..	44
Tabla 25. Ejemplo de valores actuales y medidos para evaluar la NOM-007-ENER-2014...	45
Tabla 26. Índice de Densidad de potencia eléctrica para alumbrado.....	45
Tabla 27. Cantidad de instalaciones actuales que cumplen con la NOM-025-STPS-2008...	46
Tabla 28. Ejemplo de valores actuales y medidos para evaluar la NOM-025-STPS-2008....	47

Tabla 29. Demanda eléctrica del inmueble para periodo base, intermedio y punta medida con el analizador de redes.....	51
Tabla 30. Estimación del consumo mensual del inmueble para periodo base, intermedio y punta.....	52
Tabla 31. Propuesta nueva de luminarias Planta Baja. ....	58
Tabla 32. Propuesta nueva de luminarias Piso 1.....	58
Tabla 33. Propuesta nueva de luminarias Piso 2.....	59
Tabla 34. Propuesta nueva de luminarias Piso 3.....	60
Tabla 35. Propuesta nueva de luminarias Piso 4.....	61
Tabla 36. Propuesta nueva de luminarias Piso 5.....	62
Tabla 37. Propuesta nueva de luminarias Piso 6.....	62
Tabla 38. Cantidad de luminarias para propuesta nueva.....	63
Tabla 39. Ejemplo de valores simulados para evaluar la NOM-025-STPS-2008 en planta baja .....	63
Tabla 40. Ejemplo de valores simulados para evaluar la NOM-007-ENER-2014 en Planta Baja .....	64
Tabla 41. Evaluación económica de sustitución de luminarias.....	66
Tabla 42. Medida de AUÉE limitar uso del SITE en temporada vacacional.....	70
Tabla 43. Medida de AUÉE Cambio de tecnología en luminarias .....	71

## Introducción

Según datos publicados por la petrolera británica *British Petroleum* en la edición 67 del Informe Estadístico de Energía Mundial (*Statistical Review of World Energy*), la demanda mundial de energía creció un 2.2% en el año 2017; porcentaje superior al promedio de los últimos diez años, que fue del 1.7%. Junto con este aumento, se registra un incremento del 1.6% en emisiones de carbono (BP, 2018).

Ante esta situación, ahora más que nunca el reto de implementar prácticas de ahorro y uso eficiente de energía cobra vital importancia, pues se contribuye a reducir o estabilizar los consumos energéticos desmedidos que crecen cada vez más, y al mismo tiempo reducir los impactos negativos en el ambiente.

Es por ello que en el capítulo 1 se revisan los conceptos básicos y definiciones de un diagnóstico energético, los diferentes niveles de auditorías, índices energéticos y a modo general el procedimiento a seguir para realizar un diagnóstico energético.

Posteriormente, en el capítulo 2 se presenta la Auditoría Energética Nivel 1 realizada en el Edificio de Fray Servando 99, correspondiente al plantel Centro Histórico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM) ubicado en la colonia Obrera, Ciudad de México, con el fin de detectar los usos significativos y proponer medidas de Ahorro y uso Eficiente de la Energía (AUEE). Dicho edificio tiene un consumo promedio de energía eléctrica de 166 800 kWh/año, y el monto la facturación energética asciende a una media de \$27 213 mensuales, reflejado en un total de \$326 55 anuales.

Como resultado de la auditoría realizada, se identificó que el mayor consumidor de energía eléctrica es el sistema de iluminación, seguido por los equipos de aire acondicionado y el área del cuarto de comunicaciones (SITE), que representan 41,59%,



11,44% y 11,41% respectivamente.

A grandes rasgos, la calidad de red eléctrica de la UACM se considera buena, no presentó desbalances en las fases, y el factor de potencia se encuentra siempre por arriba del 90%. Una observación importante es que el transformador se encuentra subutilizado, durante las demandas críticas apenas alcanza un 16% de su capacidad, pero en promedio solo se utiliza un 8%.

Dentro de las áreas de oportunidad de ahorro de energía, en el capítulo 3 se proponen medidas operativas de un cambio de tarifa y la posibilidad de limitar el uso del cuarto de comunicaciones; así como su evaluación de rentabilidad en el capítulo 4.

También se sugieren propuestas tecnológicas con un costo mayor, que pueden ser evaluadas para decidir su implantación, entre ellas se tiene un cambio de tecnologías en el sistema de iluminación y el cambio del equipo de aire acondicionado del cuarto de comunicaciones.

Las medias AUEE propuestas y su impacto ambiental se presentan en el capítulo 5, en donde se refleja un ahorro energético de poco más de 41 051 kWh/año, que se traduce en \$101 967 anuales, correspondiente a no generar 20,73 tCO<sub>2</sub>e, traduciéndose en un retorno de inversión de un año y 9 meses.

## Lista de Símbolos, Unidades y Notaciones

### Abreviaturas y Acrónimos

<b>AA</b>	Aire Acondicionado
<b>ANCE</b>	Asociación de Normalización y Certificación A.C.
<b>AUEE</b>	Ahorro y Uso Eficiente de la Energía
<b>BT</b>	Baja Tensión
<b>BP</b>	British Petroleum
<b>CFE</b>	Comisión Federal de Electricidad
<b>CFL</b>	Compact Fluorescent Lamp
<b>CRE</b>	Comisión Reguladora de Energía
<b>CRI</b>	Índice de Reproducción Cromática
<b>CENACE</b>	Centro Nacional de Control de Energía
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono
<b>CO<sub>2e</sub></b>	Dióxido de Carbono equivalente
<b>CONUEE</b>	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
<b>DOF</b>	Diario Oficial de la Federación
<b>DPEA</b>	Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado
<b>FC</b>	Factor de carga
<b>FIDE</b>	Fideicomiso para el Ahorro de la Energía
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GDMTO</b>	Gran Demanda en Media Tensión Ordinaria
<b>GDMTH</b>	Gran Demanda en Media Tensión Horaria
<b>ICEE</b>	Índice de Consumo de Energía Eléctrica
<b>IEA</b>	International Energy Agency
<b>IDEn</b>	Indicadores de desempeño energético
<b>IMNC</b>	Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C.

## Abreviaturas y Acrónimos

<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
<b>ISO</b>	International Standards Organization
<b>LED</b>	Light Emmiting Diode
<b>LTE</b>	Ley de Transición Energética
<b>NMX</b>	Norma Mexicana
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>PB</b>	Planta Baja
<b>RLSPEE</b>	Reglamento de la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica
<b>SCnMEM</b>	Servicios Conexos no incluidos en el Mercado Eléctrico Mayorista
<b>SEDEMA</b>	Secretaria de Medio Ambiente del Distrito Federal
<b>SEDUVI</b>	Secretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda
<b>SENER</b>	Secretaria de Energía
<b>SITE</b>	Cuarto de comunicaciones
<b>STPS</b>	Secretaria de Trabajo y Previsión Social
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno
<b>UACM</b>	Universidad Autónoma de la Ciudad de México
<b>UNFCCC</b>	United Nations Framework Convention on Climate Change
<b>UNV</b>	Universal
<b>UPS</b>	Uninterruptible Power Supply
<b>VPN</b>	Valor Presente Neto

## Unidades de Medida

<b>Símbolo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Magnitud</b>
<b>A</b>	ampere	Corriente Eléctrica
<b>m</b>	metro	Longitud
<b>m<sup>2</sup></b>	metro cuadrado	Superficie
<b>m<sup>3</sup></b>	metro cúbico	Volumen

## Unidades de Medida

<b>Símbolo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Magnitud</b>
<b>min</b>	minuto	Tiempo
<b>h</b>	hora	Tiempo
<b>d</b>	día	Tiempo
<b>t</b>	tonelada	Masa
<b>V</b>	volt	Diferencia de Potencial
<b>W</b>	watt	Potencia
<b>°C</b>	grado Celsius	Temperatura Celsius
<b>K</b>	kelvin	Temperatura Termodinámica
<b>Hz</b>	hertz	Frecuencia
<b>lx</b>	lux	luminosidad
<b>lm</b>	lumen	flujo luminoso
<b>VA</b>	volt-ampere	Potencia aparente
<b>var</b>	var	Potencia reactiva

## Prefijos para formar múltiplos y submúltiplos

<b>Nombre</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Valor</b>
peta	P	$10^{15}$
tera	T	$10^{12}$
giga	G	$10^9$
mega	M	$10^6$
kilo	k	$10^3$

## Capítulo 1. Eficiencia Energética

La Ley de Transición Energética (2015), define la Eficiencia Energética como todas las acciones que conlleven a una reducción económica viable, de la cantidad de energía que se requiere para satisfacer una necesidad, asegurando una calidad igual o superior.

El Informe de Eficiencia Energética de la Agencia Internacional de Energía (2017), indica que a nivel mundial la eficiencia energética mejoró 13% entre 2000 y 2016. Sin esta mejora, el consumo final habría sido 12% más alto.

### 1.1. Diagnóstico Energético

Un Diagnóstico energético es la aplicación de un conjunto de técnicas que permiten determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía. Este consiste de un estudio de las fuentes de energía, por medio de un análisis crítico en una instalación (Soto, 1996).

#### 1.1.1. Tipos de Diagnósticos

Según la norma voluntaria NMX-J-SAA-50002-ANCE-IMNC-2015, se cuenta con tres diferentes niveles de diagnóstico, lo cual dependerá del nivel de detalle requerido. A continuación, se describen las características más importantes de cada uno de ellos:

##### **Nivel 1**

- Representa el nivel mínimo de detalle, apto para organizaciones pequeñas, es un diagnóstico preliminar para organizaciones o instalaciones más grandes.
- La evaluación de oportunidades presenta ahorros y periodos de recuperación comunes. Dichas oportunidades pueden implementarse fácilmente.

## **Nivel 2**

- Es un diagnóstico detallado, este no es rentable para organizaciones con presupuestos bajos de energía.
- Cálculos de ahorro usando tecnología para oportunidades de mejora conciliado con el balance de energía detallado.
- Análisis económico mediante Tasa Interna de Retorno o Valor Presente Neto.
- Conocimiento detallado del consumo de la energía.
- Análisis del ahorro integral y costos de inversión preliminares.

## **Nivel 3**

- Es un diagnóstico energético integral de organizaciones con entradas significantes, generalmente solo es rentable para organizaciones con altos consumos de energía o instituciones con capital orientado a subsidios.
- Análisis económico mediante Tasa Interna de Retorno o Valor Presente Neto.
- Oportunidades de mejora con costos y beneficios incluye ganancias no energéticas.
- Conocimiento detallado del consumo de la energía.
- Análisis de oportunidades de ahorro de energía incluyendo los que no tienen costo, bajo costo y medidas de inversión considerables.
- Datos para propósitos de diagnóstico de desempeño energético.

### ***1.1.2. Procedimiento para realizar un diagnóstico***

Un diagnóstico energético a detalle se puede realizar usando diversas fuentes, es por ello que a continuación se presenta la propuesta de Aranda (2010), ya que es el que muestra el método más sencillo por medio de fases.

#### ***Fase 1. Análisis del Estado de las Instalaciones***

Recopilar información de una manera detallada para facilitar el trabajo, incluyendo como mínimo lo siguiente (Aranda, 2010):

- Planos generales (equipos de iluminación y equipos de refrigeración)

- Inventario de equipos principales con características técnicas.
- Facturas eléctricas (3 años, mínimo un año).
- Información sobre horarios y hábitos de consumo.

Con dicha información se contará con una idea de las instalaciones del edificio, y con ello establecer un plan de trabajo. Al momento de realizar la visita se deben realizar anotaciones y estas deben ser contrastadas con el personal de mantenimiento.

Una vez recabada la información se deben hacer un análisis de los suministros energéticos a partir de las facturas y datos recopilados:

- Energía Eléctrica.
- Combustibles.

Con los datos del levantamiento, se realizará una descripción de los consumos y una descripción de cada uno de los principales equipos consumidores de energía que intervienen en el edificio. Se identificarán ineficiencias que llevarán a proponer y evaluar una lista de mejoras para alcanzar un uso eficiente de los recursos energéticos. Para llevar a cabo este análisis se realizarán las siguientes actividades:

- Acondicionamiento térmico del edificio.
- Análisis del sistema eléctrico.
- Análisis del sistema de iluminación.
- Análisis del sistema de climatización.
- Estudio de los sistemas de producción, acumulación y distribución de agua caliente sanitaria.
- Estudio del consumo de energía de los motores y los dispositivos eléctricos del edificio.

### ***Fase 2. Contabilidad Energética***

Esta fase tiene como objetivo la asignación de consumo de energía a equipos, sistemas, operaciones o cualquier otra división del edificio que se considere efectiva a fin de conseguir los objetivos del diagnóstico energético (Aranda, 2010). Debe definir:

- Generación y consumos energéticos y costos asociados anuales.
- Perfil temporal de consumo para cada fuente o sector energético.

Es importante realizar gráficas en esta fase, ya que las medidas irán dirigidas a los puntos que se revelen como los mayores responsables de los consumos o gastos energéticos. Un pequeño ahorro sobre un gran consumidor es más importante que un gran ahorro sobre un pequeño consumidor.

### ***Fase 3. Análisis de propuestas de mejora***

Las propuestas de mejoras deben cumplir uno o varios de los objetivos que se describen a continuación (Aranda, 2010):

- Reducción del consumo de energía.
- Reducción del costo asociado al consumo energético.
- Diversificación de la forma de energía consumida hacia formas más económicas, limpias y de menor impacto ambiental.
- Aumento de la eficiencia o la reducción del consumo específico.
- Implantación de las mejores técnicas disponibles económicamente viables.

Para el desarrollo de mejoras, se debe analizar la situación actual, situación futura, ahorro anual previsto, variables ambientales y factores económicos. Las medidas seleccionadas deberán ser ordenadas por prioridad.

Finalmente se deben aportar consejos para hacer un uso racional de la energía, cuyo efecto no es cuantificable por depender de hábitos y comportamiento de las personas, y aunque la inversión sea nula, se pueden obtener ahorros energéticos.



## 1.2. Indicadores Energéticos

Un indicador energético es definido como un parámetro o conjunto de parámetros mismos que proporcionan información cuantitativa. Es una herramienta útil ya que con este se puede simplificar, cuantificar y resumir mediante un parámetro la información energética del edificio (Rey, 2018).

El monitoreo del desempeño energético se realiza en base a los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn). Un IDEn es clave en relación al uso, consumo y eficiencia energética, es un valor cuantitativo que pretende medir y aportar información sobre el desempeño energético (resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso y consumo de la energía) (Rey, 2018). En la Tabla 1 se muestran algunos tipos de IDEn.

*Tabla 1. Índices de desempeño energético*

Indicador	Unidad
Intensidad energética: consumo de energía en un proceso (o producto) en relación con el consumo total de energía.	kWh proceso o producto/kWh totales
Consumo de energía por producto manufacturado	tep/ unidad de producto
Consumo específico de agua	$m^3$ /unidad de producto
Consumo eléctrico unitario por empleado	kWh/número de empleados
Cantidad de Emisiones de $CO_2$ , $NO_x$ , partículas, etc. por tonelada de productos manufacturados	kg de $CO_2$ , $NO_x$ , partículas/ t prod
Consumo de energía para calefacción	kWh/ $m^2$ superficie calefactada
Consumo de energía para refrigeración	kWh/ $m^2$ superficie refrigerada
Consumo de energía para agua caliente sanitaria	kWh/ $m^3$ agua consumida
Consumo eléctrico unitario en un edificio	kWh/ hogar o edificio

Fuentes: Rey, F., Velasco, E. & Rey, J. (2018). Eficiencia Energética de los Edificios Sistema de Gestión Energética ISO 50001 Auditorías Energéticas. Ediciones Paraninfo. Madrid: España.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Realizar un estudio integral sobre los equipos y sistemas que consumen energía eléctrica en el inmueble de Fray Servando Teresa de Mier No. 99 del Plantel Centro Histórico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM), que permita identificar las oportunidades de ahorro de energía económicamente rentables, sin afectar o mejorando la calidad de los servicios que presta el centro educativo.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar y desglosar los cargos de la facturación eléctrica.
- Examinar el comportamiento de los principales parámetros eléctricos en la acometida principal del inmueble entre semana y fin de semana.
- Obtener la matriz energética del sistema eléctrico.
- Determinar el índice de consumo de energía eléctrica del centro educativo.
- Evaluar el cumplimiento de los niveles mínimos de iluminación del centro educativo con base en la NOM-025-STPS-2008 y, en su caso, elaborar una propuesta de eficiencia energética que mejore el funcionamiento.
- Determinar los potenciales de ahorro de energía.
- Estimar los beneficios económicos y ambientales; así como las inversiones requeridas para la implementación de las medidas.

## 1.4. Hipótesis

La implementación de un diagnóstico energético ayudará a detectar los puntos críticos en el consumo energético del centro educativo; abriendo así, una ventana de oportunidades para implementar medidas de ahorro y uso eficiente de la energía. Esto traerá consigo beneficios como una reducción en el pago de energía y contribuirá en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como asegurará que los usuarios del centro educativo cuenten con el nivel de iluminación mínimo requerido para cada actividad.

## Capítulo 2. Caso de Estudio

### 2.1. Descripción del inmueble

El Plantel Centro Histórico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM), consta de dos inmuebles que se encuentran ubicados en Fray Servando Teresa de Mier 92 y 99, respectivamente, en la Colonia Centro de la Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06080 en la Ciudad de México (Imagen 1).

El inmueble de Fray Servando 92, llamado edificio de profesores, es usado para oficinas administrativas y cubículos de profesores; mientras que en el inmueble de Fray Servando 99, se encuentran principalmente las áreas de estudio (aulas de clase y laboratorios). El caso de estudio del presente trabajo está enfocado en el inmueble de Fray Servando 99.



*Imagen 1. Edificios de Fray Servando Teresa de Mier 92 y 99*

Fuente: Google (2019). Google Maps 3D. Recuperado de <https://www.google.com/maps>

El plantel de Centro Histórico se encuentra ubicado dentro de un polígono denominado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI, 2019) como Áreas de Conservación Patrimonial, que son los perímetros en donde aplican normas y restricciones específicas con el objeto de salvaguardar su fisonomía; para conservar, mantener y mejorar el patrimonio arquitectónico y ambiental, la imagen urbana y las características de la traza y del funcionamiento de barrios, históricos o típicos, sitios arqueológicos o históricos y sus entornos tutelares, los monumentos y todos aquellos elementos que sin estar formalmente catalogados merecen tutela en su conservación y consolidación (SEDUVI, 2019).

El Edificio de Fray Servando 99 se encuentra sobre un terreno de 712 m<sup>2</sup> de superficie (Imagen 2). Cuenta con 5 niveles de construcción y un sótano, con un área total construida de 3 536 m<sup>2</sup>. El número de ocupantes es aproximadamente de 550 personas entre estudiantes y trabajadores, con un horario de uso de lunes a viernes de 7:00 am a 10:30 pm.



*Imagen 2. Ubicación y superficie del Edificio Fray Servando No. 99*

Fuentes: SEDUVI (2019). Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México; Sistema de Información GeoGráfica del Distrito Federal; Ciudad de México. Recuperado de <http://ciudadmx.cdmx.gob.mx:8080/seduvi/>

La edificación de Fray Servando 99 actualmente opera como una escuela de nivel superior. Cuenta con servicios de energía eléctrica, iluminación, hidrosanitarios, gas e internet.

El edificio está seccionado en áreas como: aulas y áreas administrativas; laboratorios de física, química, biología y cómputo; cocina y comedor; auditorio, mediateca, cabinas de radio, un cuarto de comunicaciones (SITE), pasillos, baños, bodegas, estacionamiento subterráneo (en donde se ubican la subestación eléctrica, cuarto de máquinas y planta de emergencia), y se consideró también el pasillo que interconecta el Edificio 99 con el 92, como se muestra en la Imagen 1.

## 2.2. Descripción del sistema eléctrico

El edificio cuenta con el suministro de energía eléctrica en media tensión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La tarifa de suministro es en Gran Demanda en Media Tensión Ordinaria (GDMTO) con una carga contratada de 170 kW.

La subestación eléctrica cuenta con un transformador trifásico con capacidad de 300 kVA, 23000-220/127 V, así como una planta de emergencia a diesel para la generación eléctrica en caso de falla en el suministro exterior con capacidad de 110 kW, con tensión de suministro 220/127 V (Refiérase al Anexo 1 para registro fotográfico de la subestación).

## 2.3. Análisis de facturación eléctrica

En el análisis de la facturación eléctrica se emplearon 8 facturas proporcionadas por el plantel que van de noviembre de 2017 hasta agosto de 2018 (Anexo 2). Este inmueble se factura en Gran Demanda en Media Tensión Ordinaria (GDMTO) y pertenece a la división Valle de México Centro. La tarifa se aplica a servicios que destinen la energía a cualquier uso suministrados en media tensión, con una demanda menor a 100 kilowatts; aunque los datos del recibo indican que tiene una carga conectada de 200 kW y una demanda

contratada de 170 kW.

Los cargos de las tarifas finales del suministro básico descritos para GDMTO corresponden a la integración de los cargos por Transmisión, Distribución, operación del Centro Nacional del Control de Energía (CENACE), operación del Suministrador Básico, Servicios Conexos no incluidos en el Mercado Eléctrico Mayorista (SCnMEM), Energía y Capacidad. Con respecto a la demanda máxima, se manejan dos cargos: por capacidad y por distribución.

### 2.3.1. Historial de facturación

En la Tabla 2 se concentran los consumos y cargos por facturación referentes a los recibos que van de noviembre de 2017 a agosto de 2018.

Tabla 2. Historial de Facturación, Noviembre 2017 - Agosto 2018

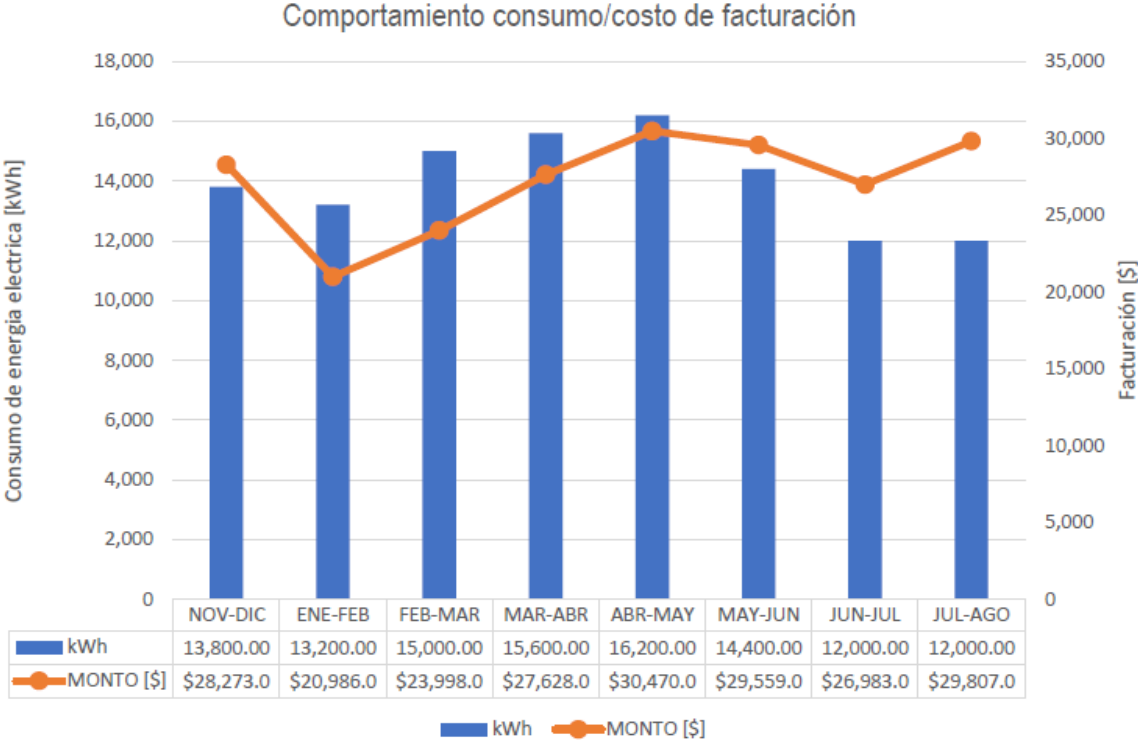
Periodo mensual	Demanda [kW]	Consumo de Energía Activa [kWh]	Consumo de Energía Reactiva [kVArh]	Factor de potencia [%]	Monto de facturación [\$]
NOV-DIC	24	13 800	1 200	99,62	28 273
ENE-FEB	23	13 200	1 800	99,08	20 986
FEB-MAR	29	15 000	1 200	99,68	23 998
MAR-ABR	29	15 600	2 400	98,84	27 628
ABR-MAY	34	16 200	1 800	99,39	30 470
MAY-JUN	28	14 400	1 800	99,23	29 559
JUN-JUL	24	12 000	600	99,88	26 983
JUL-AGO	23	12 000	1 200	99,50	29 807
<b>Promedio mensual</b>	26,75	14 025	1 500	99,40	27 213
<b>Máximo</b>	34	16 200	2 400	99 88	30 470
<b>Total</b>		<b>112 200</b>	<b>12 000</b>		<b>217 704</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

El monto total que se pagó a CFE durante esos 8 periodos fue de \$217 704, con un

consumo promedio mensual de 14 025 kWh correspondiente a un monto de facturación promedio de \$27 313 mensuales.

Los datos mensuales del consumo de energía y el costo de la energía (Tabla 2), son presentados en la Gráfica 1 para una mejor visualización.



*Gráfica 1. Comportamiento del consumo de energía vs costo de facturación*

Fuente: Elaboración propia (2019).

Con esta información se concluye que:

- El periodo con más consumo eléctrico, y por ende el de mayor facturación, es el periodo abril-mayo. La razón puede ser el uso de aparatos de aire acondicionado por ser una época calurosa en la Ciudad de México.
- Los meses de junio a agosto están por debajo del promedio mensual. Esto es debido a que las instalaciones son de uso escolar y estos meses corresponden al

periodo de vacaciones, por eso se ve reflejado un bajo consumo en la facturación.

- Es importante mencionar que del periodo del 2017 a 2018 existe una gran diferencia de facturación a pesar de que se tiene el mismo consumo eléctrico, esto se debe al cambio tarifario que se llevó a cabo en el país, donde se estaba pagando \$28 273 y empezando en 2018 bajó considerablemente a \$20 986.
- A pesar del cambio tarifario realizado en el 2018, para la última factura de agosto se está pagando casi lo mismo que se venía pagando antes las modificaciones mencionadas anteriormente.

### 2.3.2. Factor de carga

La Tabla 3 indica el factor de carga obtenido con los datos de factura. El factor de carga es un valor que de acuerdo a las mediciones realizadas por CFE refleja cuanta de la carga es la que se está utilizando, y con ello es posible conocer las horas del día promedio en la que se está utilizando dicha carga.

Tabla 3. Factor de carga

Periodo mensual	Demanda [kW]	Consumo de Energía Activa [kWh]	Días del periodo	Factor de carga [%]	Horas al día prom.
NOV-DIC	24	13 800	31	77,28	18,55
ENE-FEB	23	13 200	33	72,46	17,39
FEB-MAR	29	15 000	29	74,32	17,84
MAR-ABR	29	15 600	33	67,92	16,30
ABR-MAY	34	16 200	28	70,90	17,02
MAY-JUN	28	14 400	30	71,43	17,14
JUN-JUL	24	12 000	30	69,44	16,67
JUL-AGO	23	12 000	31	70,13	16,83
<b>Promedio</b>	<b>26,75</b>	<b>14 025</b>	<b>30,62</b>	<b>71,33</b>	<b>17,12</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

Respecto al factor de carga, se tiene un 71,33% de utilización en promedio a lo largo de estos 8 periodos, este valor dice que de acuerdo a la medida por CFE en la demanda (con



un promedio mensual de 26,75 kW) se está empleando más del 70%; en otras palabras, de acuerdo a estos datos las instalaciones están siendo utilizadas un promedio de 17,12 horas al día.

El factor de carga resultó más alto de lo esperado, lo que conlleva a una discrepancia entre el horario laboral contemplado de la universidad de 15,5 horas al día y el resultante de los recibos de 17,12 horas. Por lo que, al parecer se está realizando una medición errónea de parte del suministrador, y por otro lado se recomienda verificar que al término de las labores diarias, los equipos sean apagados en su totalidad.

#### *2.3.4. Verificación de las facturas*

Como parte del análisis en la facturación eléctrica se realizaron cálculos para corroborar que los cobros hayan sido correctos. Para fines prácticos se realizó el análisis solo a las 7 facturas del año 2018, que cuentan con el nuevo régimen de facturación (para ver los cálculos de facturación dirigirse al Anexo 2).

Nota aclaratoria: El Factor de Carga (FC) de 0,55 para la tarifa GDMTO, se toma del valor asignado por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) en el apartado 3.5.3 del Anexo B del Acuerdo A/058/2017.

La Tabla 4 concentra las diferencias que se encontraron entre los gastos facturados y los estimados:

Tabla 4. Comparación entre el cobro de facturación de los recibos de luz contra la estimación calculada

Periodo mensual	Demanda [kW]	Consumo de Energía [kWh]	Energía Reactiva [kVArh]	Cobro recibo [\$]	Cobro estimado [\$]	Diferencia [%]
ENE-FEB	23	13 200	1 800	20 986	20 953	-0,15
FEB-MAR	29	15 000	1 200	23 998	23 973	-0,10
MAR-ABR	29	15 600	2 400	27 628	27 628	0,00
ABR-MAY	34	16 200	1 800	30 470	30 470	0,00
MAY-JUN	28	14 400	1 800	29 559	29 559	0,00
JUN-JUL	24	12 000	600	26 983	26 983	0,00
JUL-AGO	23	12 000	1 200	29 807	29 807	0,00
<b>Promedio mensual</b>	27,14	14 057	1 543	27 062	27 053	-0,04
<b>Máximo</b>	34	16 200	2 400	30 470	30 470	0,00
<b>Total</b>	-	<b>98 400</b>	<b>10 800</b>	<b>189 431</b>	<b>189 375</b>	<b>-0,03</b>

Fuente: Elaboración propia (2019)

En este comparativo, se puede concluir que en general los cobros estimados son iguales a los cobros del recibo, con una diferencia promedio de 0,04% mensual, lo cual no se considera un porcentaje significativo.

La forma en la que se calcula la facturación utilizando la metodología de factores de ponderación realizado por parte de CFE, es confusa y poco clara.

Por lo anterior, es importante considerar un estudio con mucha más información en las mediciones, como en la información proporcionada por CFE y los parámetros que utiliza para el caso de estudio.

### 2.3.5. Evaluación del factor de potencia

El factor de potencia es un indicador sobre el correcto aprovechamiento de la energía. De

forma general, es la cantidad de energía que se ha convertido en trabajo útil. El factor de potencia puede tomar valores entre 0 y 1. Para que un factor de potencia sea considerado adecuado debe estar por encima de 0,9 siendo 1 (uno) el mejor de los casos. Si se mantiene dentro de un rango de 0,9 y 1 se pueden tener las siguientes ventajas (Llamas, A., Acevedo, S., De los Reyes, J. & Báez, J., 2014):

- Reducción de las pérdidas de las caídas de tensión
- Aumento de la disponibilidad de potencia de transformadores y líneas
- Incremento de la vida útil de las instalaciones eléctricas
- Reducción del costo de su facturación de energía eléctrica

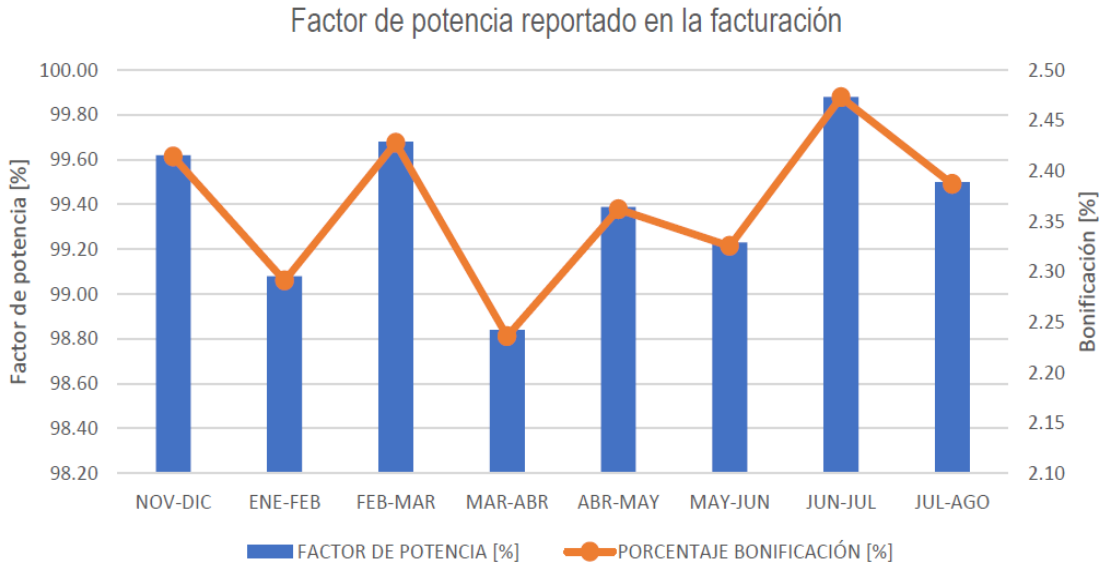
Comisión Federal de Electricidad (CFE) aplica una bonificación cuando el factor de potencia es mayor al 90% y una penalización cuando es menor. Por lo que se debe procurar mantener un factor de potencia aproximado de 100%. El monto bonificado o penalizado resulta de aplicar un porcentaje de recargo o de bonificación al monto de la facturación con base en la Tabla 5 (CFE, 2020a).

*Tabla 5. Fórmulas de bonificación o recargo por factor de potencia*

Concepto	Fórmula	% máximo aplicable
<b>Bonificación</b>	$\frac{1}{4} \left( 1 - \frac{90}{f.p.} \right) \times 100$	2,5
<b>Penalización</b>	$\frac{3}{5} \left( \frac{90}{f.p.} - 1 \right) \times 100$	120

Fuente: Elaboración propia (2019).

A continuación, se presentan los valores del factor de potencia de los meses de análisis y el cargo de bonificación obtenido, ya que, en todos los meses de análisis el factor de potencia se mantuvo por arriba del 90%.



*Gráfica 2. Factor de potencia y bonificación reportado en la facturación*

Fuente: Elaboración propia (2019)

Con base en la Gráfica 2, se sabe que:

- El periodo intersemestral que abarca de junio a julio, se tiene un mayor porcentaje en el factor de potencia por el periodo vacacional.
- Se tiene un factor de potencia promedio del 99,40%
- Se han tenido bonificaciones de entre \$500 y \$600 mensuales por buen factor de potencia.

Con el factor de potencia que se tiene, no es necesario realizar alguna propuesta de mejora, porque además de lo caro que podría salir alguna forma de elevar el factor de potencia, no ayudaría de forma significativa en el recibo, pues con la bonificación máxima que ofrece CFE que es del 2,5%, casi se alcanza con lo que se tiene hasta ahora.

*Tabla 6. Bonificaciones por factor de potencia de los recibos analizados*

Periodo	Factor de potencia [%]	% de bonificación	Monto de bonificación
<b>NOV-DIC</b>	99,62	2,41	\$ 599,34
<b>ENE-FEB</b>	99,08	2,29	\$ 425,88
<b>FEB-MAR</b>	99,68	2,43	\$ 508,73
<b>MAR-ABR</b>	98,84	2,24	\$ 535,77

<b>ABR-MAY</b>	99,39	2,36	\$ 645,91
<b>MAY-JUN</b>	99,23	2,33	\$ 599,87
<b>JUN-JUL</b>	99,88	2,47	\$ 596,46
<b>JUL-AGO</b>	99,50	2,39	\$ 631,85

Fuente: Elaboración propia (2019)

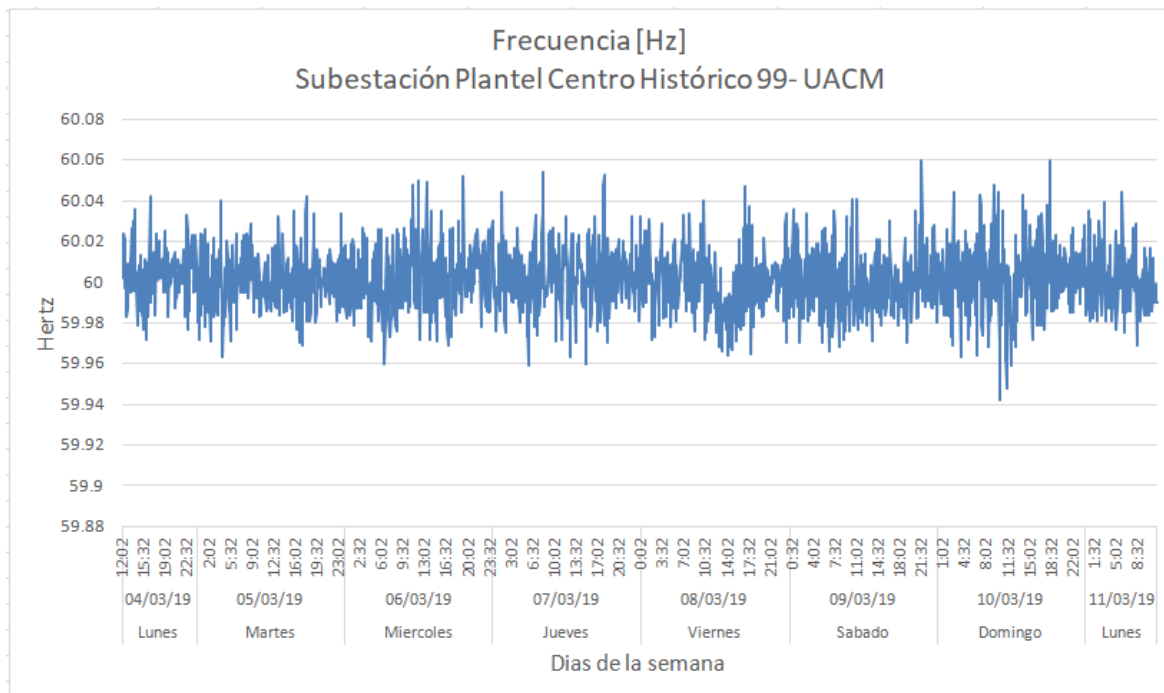
## 2.4. Análisis de las mediciones eléctricas tomadas en la subestación

Se realizaron mediciones en la subestación eléctrica del inmueble con un analizador de redes eléctricas Fluke 437 serie II, conectado en el lado de baja del transformador durante la semana del 4 al 11 de marzo del presente año, con mediciones en intervalos de 5 minutos, haciendo un total de casi 168 horas de monitoreo reflejadas en 2012 muestras de la semana típica.

### 2.4.1. Frecuencia del sistema

Para un correcto funcionamiento del sistema de potencia no debe existir una variación de  $\pm 0,8\%$  (59,52 - 60,48 Hz) según el Reglamento de la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica (RLSPEE) en su Artículo 18 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012).

Como se puede observar en Gráfica 3, no rebasa el rango mencionado en el punto anterior, por lo que respecta a la frecuencia, se está suministrando lo requerido.



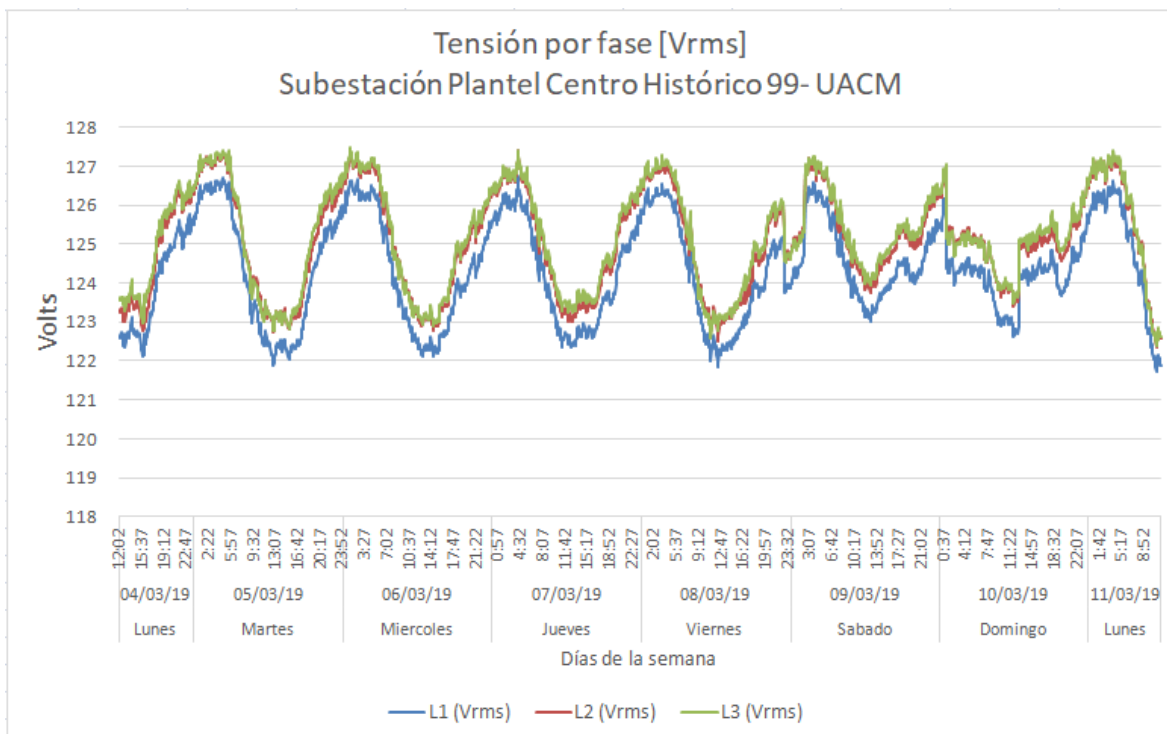
Gráfica 3. Medición de la frecuencia

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 2.4.2. Tensión y corriente por fase

Se tiene un sistema trifásico, con tensiones de fase-neutro con un promedio de 127 V suministrada por el transformador, el cual debe estar en un rango de  $\pm 10\%$ , según el Reglamento de la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica (RLSPEE) en su Artículo 18 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012).

En la Gráfica 4 se observa que no rebasa los 128 V y no es inferior a los 122 V; por lo tanto, cumple con lo mínimo requerido ya que el rango se encuentra en 139,7 V y 114,3 V

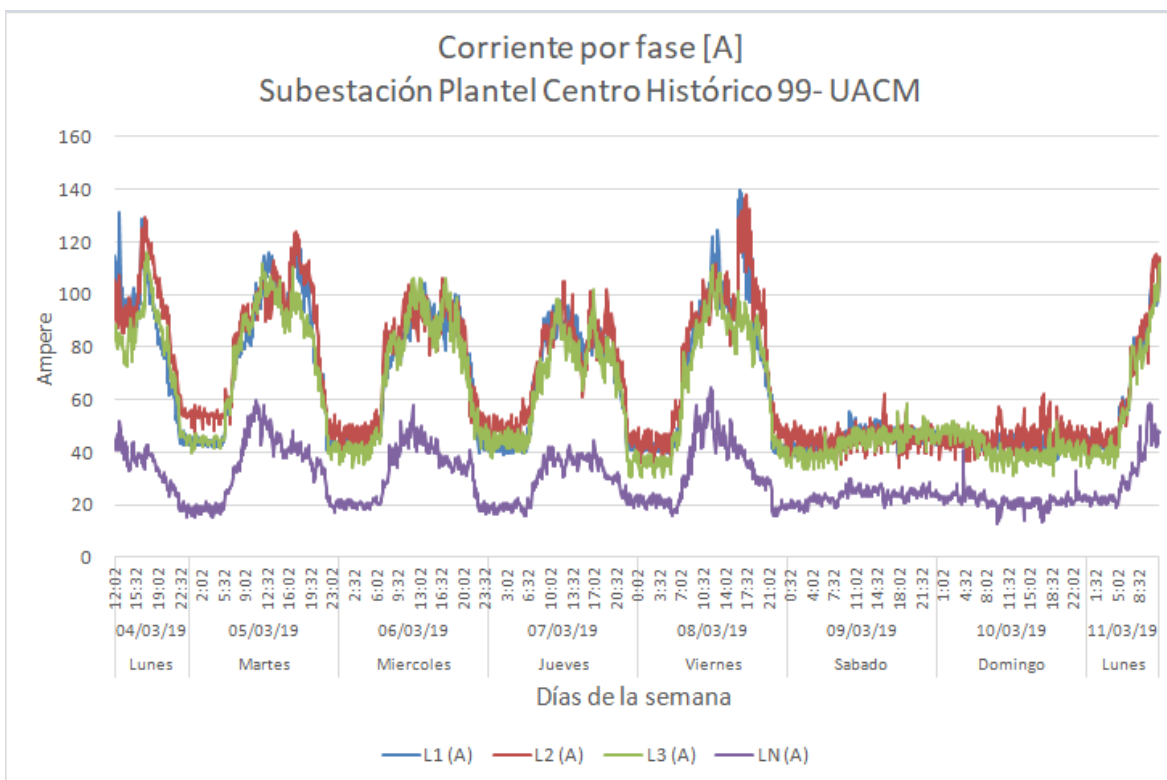


**Gráfica 4. Medición de la tensión por fase**

Fuente: Elaboración propia (2019).

Por otro lado, las tensiones se encuentran casi con la misma magnitud, lo que indica que el sistema se encuentra casi balanceado. Como dato interesante, casi concluyendo en viernes y los fines de semana está claro el aumento de la tensión por la reducción de la demanda que se tiene, en comparación con los días entre semana.

En cuanto a las corrientes (Gráfica 5), se mantienen casi en la misma magnitud las tres fases, confirmando un sistema casi balanceado. El que exista una corriente circulando en el neutro se puede deber a dos razones, la variación de cargas que generan algo de desbalance en el sistema, o el sistema de tierras requiere revisarse por una posible falla. Al igual que con la tensión, el viernes, sábado y domingo disminuye considerablemente la demanda.



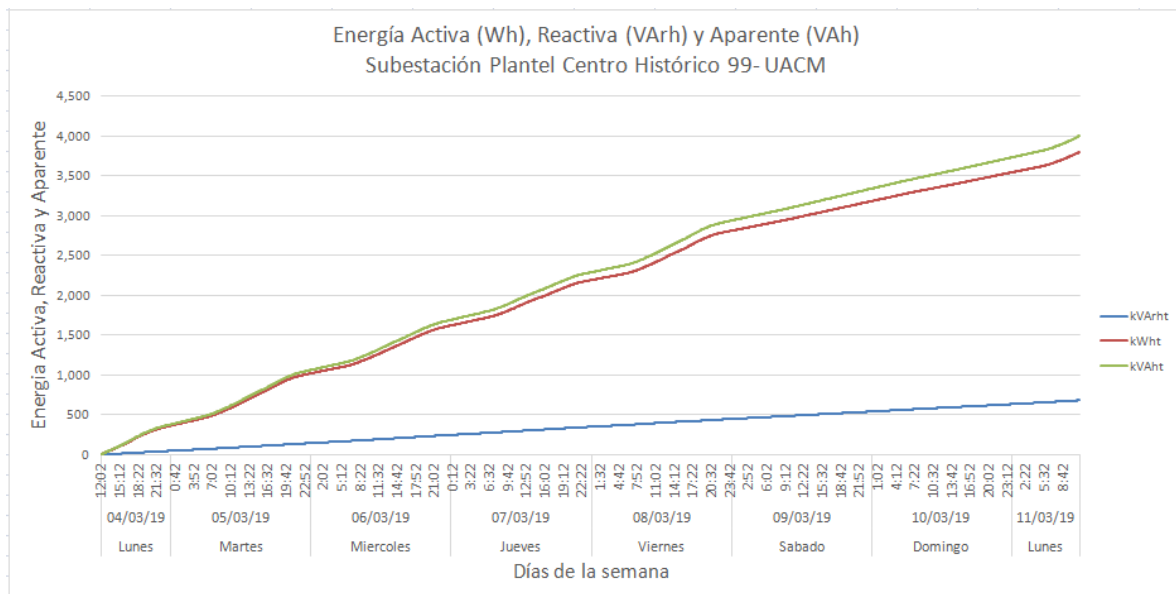
*Gráfica 5. Medición de corriente por fase*

Fuente: Elaboración propia (2019).

### 2.4.3. Energía Activa, Reactiva y Aparente

Con base en la Gráfica 6 se puede observar que la trayectoria del consumo de potencia reactiva está muy por debajo de la potencia activa y aparente. Lo que quiere decir que el consumo de energía eléctrica, en su mayoría, se está transformando en trabajo, y que existen pocas pérdidas. De acuerdo al triángulo de potencias, y su relación con el factor de potencia, si la potencia aparente y la activa son casi las mismas, significa que el coseno de su ángulo es casi uno, ángulo que relaciona las potencias activa y aparente, es decir que la potencia reactiva está muy por debajo de las otras dos.





Gráfica 6. Consumo de energía

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 2.4.4. Factor de potencia medido

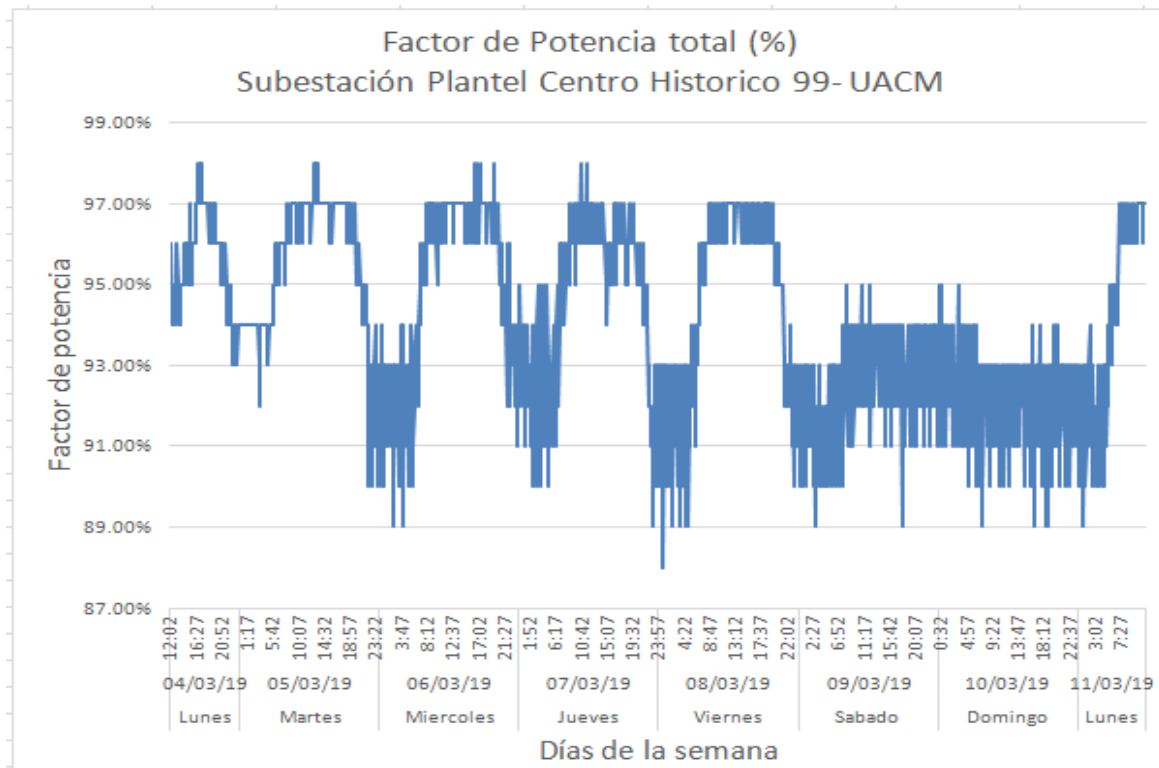
En cuanto al factor de potencia se confirma a través de las mediciones realizadas que el plantel cuenta con un factor de potencia adecuado para evitar penalizaciones por parte de CFE. Sin embargo, se encuentran algunos picos hacia abajo, llegando hasta 88%; no obstante, al calcular los consumos totales de energía activa y reactiva a lo largo de la semana de mediciones, se tiene un factor potencia por arriba de 90%.

Energía activa total= 4 193 843,91 kWh

Energía reactiva total= 690 879,48 kVArh

$$fp = \frac{4\ 193\ 843,91}{\sqrt{(4\ 193\ 843,91)^2 + (690\ 879,48)^2}} = 0,9867$$

En la Gráfica 7 se puede apreciar la medición del factor de potencia.



*Gráfica 7. Medición del factor de potencia*

Fuente: Elaboración propia (2019).

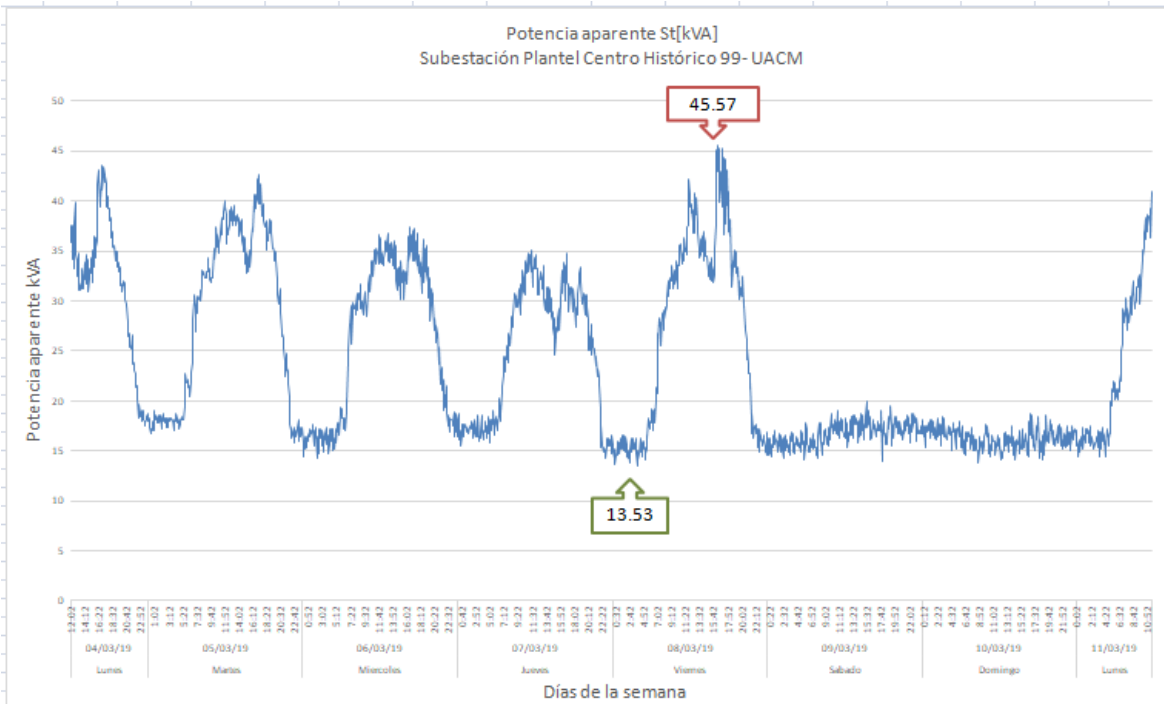
La diferencia entre el factor de potencia medido de 98,67% y el de facturación de 98,40%; es mínimo representando un error del 0,27% con lo cual se puede decir que la medición es muy similar con el dato de la facturación que tiene CFE.

#### **2.4.5. Transformador**

Actualmente, el transformador que se tiene en la subestación del Edificio 99, es un transformador trifásico en aceite con una capacidad de 300 kVA a 23 kV con tensión de 220V/127 V (Consultar Anexo 1 para referencia fotográfica).

La Gráfica 8 muestra la potencia aparente (kVA), que arrojó como resultado el analizador de redes. Se estima que el transformador idealmente se debe trabajar a un 80% de su capacidad, siendo este de 300 kVA, debería estar trabajando en un rango de 240 kVA; sin

embargo, con las mediciones arrojadas, se observa que está trabajando con un máximo de 45,57 kVA, lo que representa sólo el 15% de su capacidad nominal.

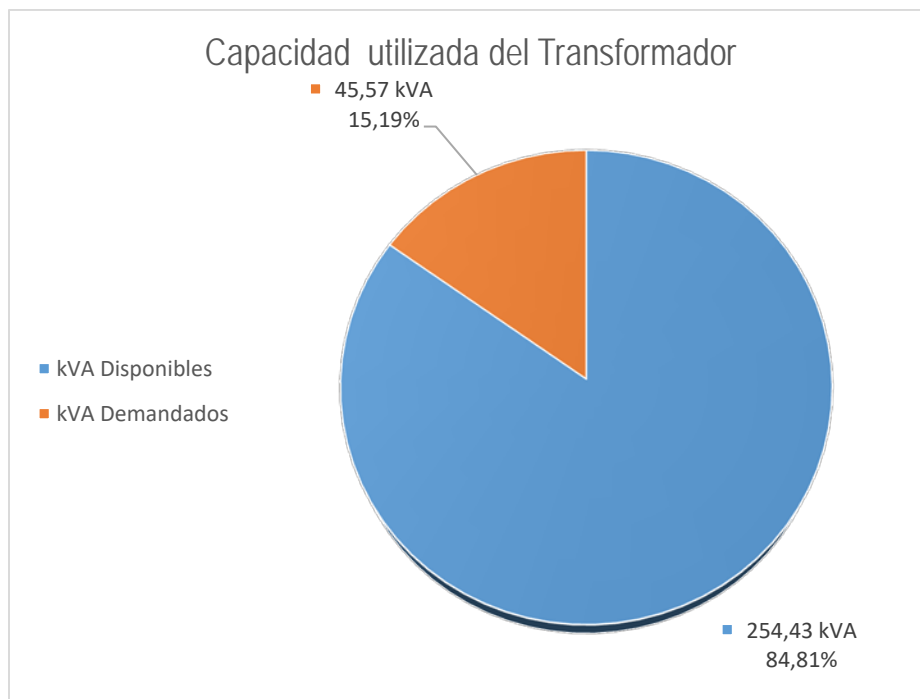


Gráfica 8. Medición de la potencia aparente

Fuente: Elaboración propia (2019).

Se desconoce el uso inicial que se le daba al edificio, antes de ser utilizado como plantel escolar, por lo que no se sabe si es por el uso anterior que se requerían los 300 kVA del transformador, por el momento y para las cargas que se tienen en el edificio, el transformador está subutilizado para las necesidades del plantel.

Se llega a esta conclusión, debido al análisis realizado entre la medición y el transformador que se hace a continuación. La medición es un dato registrado en la Gráfica 8 que es la demanda máxima con un valor de 45,57 kVA y el transformador es el que se encuentra instalado de 300 kVA; por lo que, comparando estos dos datos la utilización del transformador es de 15,19%, no es ni la tercera parte de la capacidad nominal del transformador. En la Gráfica 9 se puede observar la capacidad utilizada del transformador con base a la demanda máxima.



**Gráfica 9.** Capacidad utilizada del Transformador.

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 2.4.6. Demanda eléctrica

La *Tabla 7* muestra las mediciones del analizador de redes cada 5 minutos y de ella se obtiene la demanda eléctrica del inmueble, misma que a continuación se detalla mediante los periodos base, intermedio y punta que indica el suministrador.

**Tabla 7.** Demanda eléctrica del inmueble para periodo base, intermedio y punta medida con el analizador de redes.

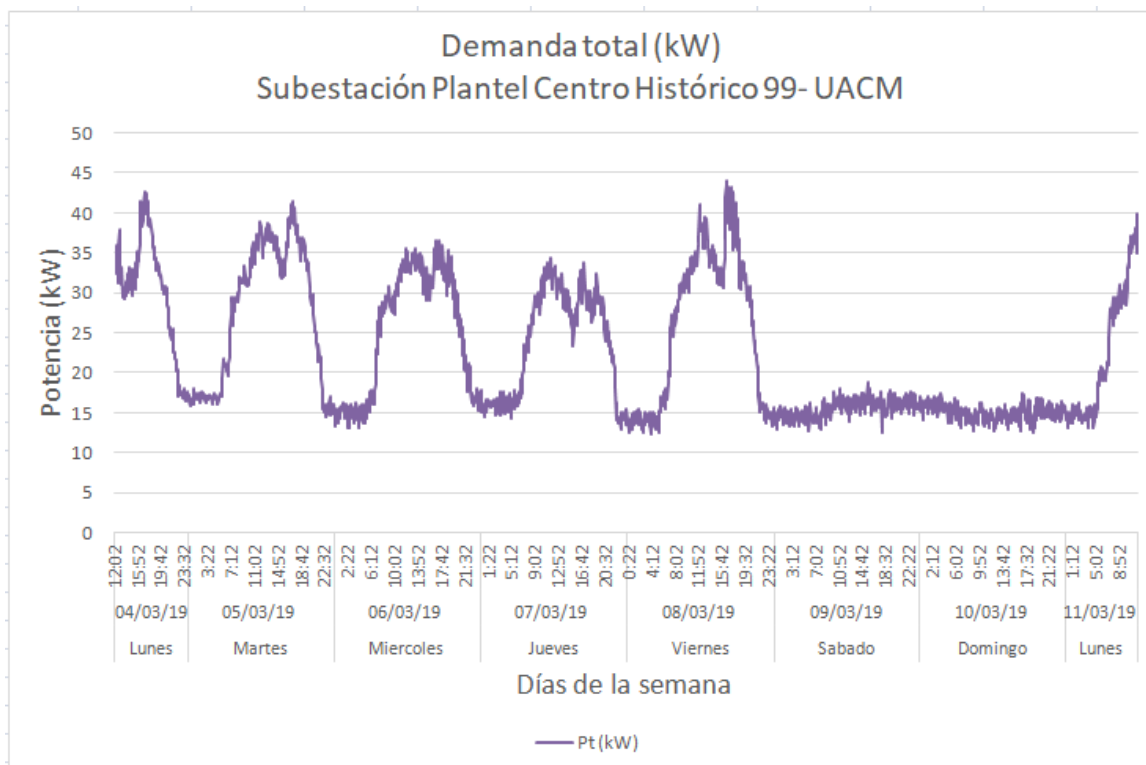
Potencia (kW)	Entre semana					Fin de semana		Total
Periodo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Base	20,7	21,69	17,85	17,82	17,01	16,32	17,49	22
Intermedio	42,57	41,43	36,6	34,32	44,01	18,81	16,92	44
Punta	38,09	36,96	35,25	32,31	39,33	17,79	---	39

Periodo: Del lunes 4 de marzo al lunes 11 de marzo  
Medición: del 2019

Demanda Máxima del periodo	44
----------------------------	----

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la Gráfica 10 se puede observar la demanda total del analizador de redes, de esta medición se obtiene una demanda promedio de 22,66 kW, una demanda mínima de 12,33 kW, y una demanda máxima de 44,01 kW.



Gráfica 10. Demanda total medida con analizador de redes (kW)

Fuente: Elaboración propia (2019).

De acuerdo a la información proporcionada por el analizador de redes y realizando una estimación del consumo de energía mensual se puede obtener para el mes de marzo el valor del factor de carga estimado, que es el siguiente:

Consumo de energía= 16 177,06 kWh

Demanda máxima= 44,01 kW

Días facturados= 31 días

$$\text{Factor de Carga} = \frac{\text{Consumo de energía (kWh)}}{\text{Demanda máxima} * \text{Días facturados} * 24 \text{ horas}} * 100$$

$$\text{Factor de Carga} = \frac{16\,177,06 \text{ kWh}}{44,01 \text{ kW} * 31 \text{ días} * 24 \text{ horas}} * 100 = 49,41 \%$$

Por lo tanto, el factor de carga del inmueble estimado es de 49,41%, lo que representa casi 12 horas al día de operación, que sería un valor esperado para este tipo de edificios.

En la *Tabla 8* se indican los valores de demanda que marca el suministrador, en este caso CFE. Y de estos valores se puede inferir que la medición que se plasma en el recibo es estimada ya que la diferencia entre los recibos y la medición es notable.

*Tabla 8. Demanda eléctrica del inmueble de los recibos de CFE*

Periodo	Demanda eléctrica (kW)
Enero-Febrero	23
Febrero-Marzo	29
Marzo Abril	29
Abril- Mayo	34
Mayo-Junio	28
Junio-Julio	28
Julio-Agosto	23

Fuente: Elaboración propia (2019)

## 2.5. Censo de cargas

Mediante el levantamiento físico se realiza un censo de cargas incluyendo las más representativas de la instalación que son luminarias, equipos de aire acondicionado, refrigeradores, monitores, CPU entre otros. En base a esta información se realizarán dos estimaciones: la primera corresponde a que la demanda máxima no exceda el valor máximo registrado por el analizador de redes; y el segundo es que el consumo de energía mensual no exceda la facturación.

Para poder determinar que la demanda máxima de la instalación no exceda la medición en un momento dado del día, se utilizaron diversos factores de demanda sobre el censo de

carga. El factor de carga se aplicarán acorde a cada caso en particular, para ello se calcularon las horas aproximadas a las que concurren las diferentes cargas. Esto es debido a que no en todo momento se utiliza la instalación al 100%.

Mediante factores de carga diversos, la demanda máxima del censo de carga resultante es de 40,55 kW un valor menor al medido por el analizador de redes de 44 kW. Derivado de este análisis las cargas más relevantes son las siguientes: luminarias 19,12 kW (47,22%), equipos de aire acondicionado 5,44 kW (13,41%) y el equipo del SITE 4,49 kW (11,08%).

En la *Tabla 9* se desglosa el consumo energético mensual por tipo de carga, con estos valores se realiza la matriz energética de la *Gráfica 9*. Redondeando los porcentajes y en orden de los tres mayores consumos se tiene: Luminarias con 41% (5 676 kWh/mes), equipos de aire acondicionado con 11% (1 560 kWh/mes) y equipo del SITE con 11% (1 557 kWh/mes).

*Tabla 9. Consumo energético mensual y porcentaje por tipo de carga*

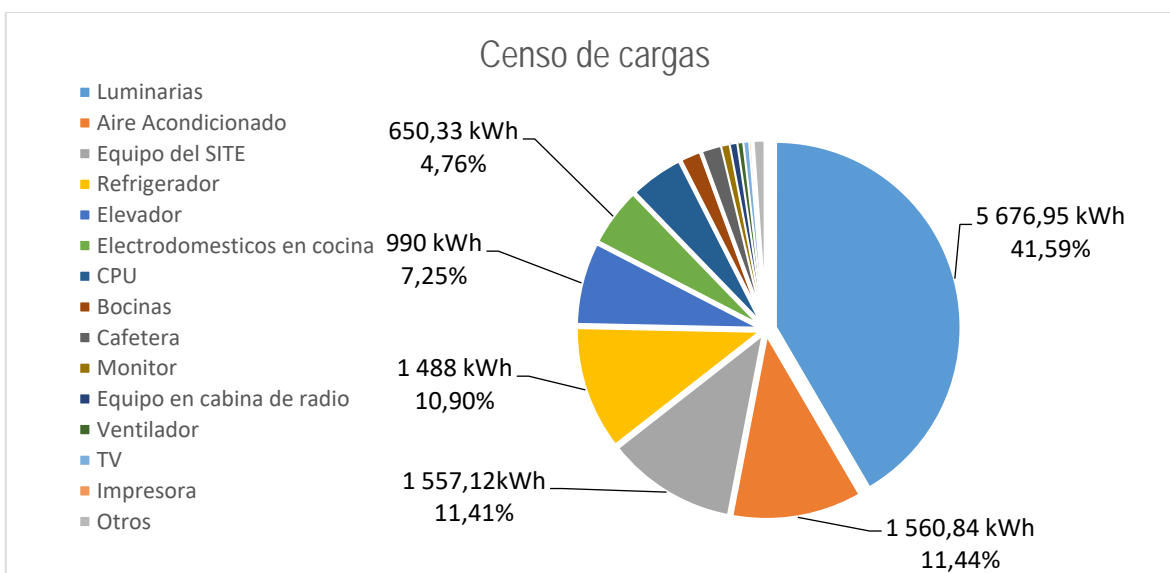
Tipo de carga	Consumo [kWh/mes]	Porcentaje [%]
Luminarias	5 676,95	41,59
Equipos de Aire Acondicionado	1 560,84	11,44
Equipo del SITE*	1 557,12	11,41
Refrigerador	1 488	10,90
Elevador	990	7,25
Electrodomésticos en cocina*	706,28	5,17
CPU	650,33	4,76
Bocinas	256,62	1,88
Cafetera	253	1,85
Monitor	102,06	0,75
Equipo en cabina de radio*	89,44	0,66
Ventilador	68,56	0,50
TV	68,48	0,50
Impresora	26,70	0,20
Otros*	155,19	1,14
<b>Total</b>	<b>13 649,57</b>	<b>100</b>

\*Equipo del SITE: switch, router, port cat  
 Electrodomésticos en cocina: mezclador de alimentos, lavaloza, cortador de alimentos  
 Equipo en cabina de radio: amplificadores, reproductores, mezcladores  
 Otros: consolas, proyectores

Fuente: Elaboración propia (2019)

El censo de cargas dio un total de 13 649 kWh/mes, valor por debajo del promedio mensual que se tiene registrado a partir de la facturación de electricidad es de 14 025 kWh/mes, pero se encuentra dentro del rango, ya que el mínimo registrado es de 12 000 y el máximo es de 16 000 kWh/mes; esto puede deberse a que no se censó el 100% de los equipos y/o se subestimó el tiempo de operación de las cargas censadas.

La *Gráfica 10* muestra la matriz energética obtenida a partir del censo de cargas del edificio. Se puede observar 3 usos significativos de la energía que recaen en: el sistema de iluminación (luminarias 41,59%), el uso de los equipos de aire acondicionado (11,44%) y el equipo del SITE (11,41%). Aunque también tienen un peso importante los refrigeradores (10,90%), el elevador (7,25%) y los electrodomésticos de cocina (5,17%).



*Gráfica 11. Matriz energética del consumo mensual de cargas (kWh/mes)*

Fuente: Elaboración propia (2019)

## 2.6. Censo de luminarias

En el caso del sistema de iluminación, el censo de luminarias identifica el tipo de tecnología y su porcentaje de uso. La *Tabla 10* desglosa el consumo energético mensual por tipo de luminaria y tecnología.



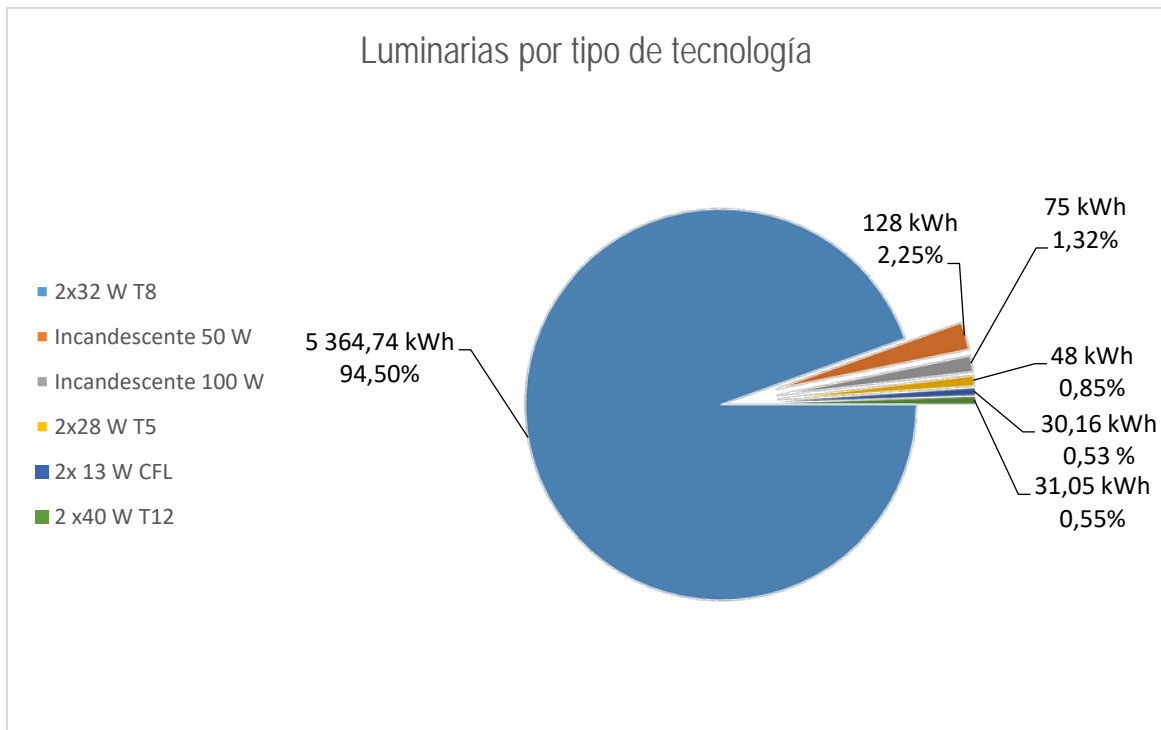
La tecnología que predomina es la fluorescente lineal con 527 lámparas de un total de 603, representando un 95,89% del consumo total (5 443 kWh/mes), y de este tipo de tecnología, las lámparas T8 son las de mayor uso, con 511 lámparas T8 de un total de 527 lámparas Fluorescentes; lo que representa el 94,50% del consumo total de energía (5 364 kWh/mes).

*Tabla 10. Consumo energético mensual y porcentaje por tipo de tecnología*

Tipo de tecnología	Cantidad de luminarias	Consumo [kWh/mes]	[%]
Fluorescente 2x32 W T8	511	5 364,74	94,50
Incandescente 1x50 W	41	128	2,25
Incandescente 1x100 W	19	75	1,32
Fluorescente 2x28 W T5	12	48	0,85
Fluorescente 2x40 W T12	4	31,05	0,55
Fluorescente compacta 2x13 W (CFL)	16	30,16	0,53
<b>Total</b>	<b>603</b>	<b>5 676,95</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia (2019)

Se puede observar el comportamiento en la *Gráfica 12*, donde se dividieron por tipo de tecnología.



Gráfica 12. Matriz energética del sistema de iluminación

Fuente: Elaboración propia (2019)

Como dato relevante se encuentra, que la tecnología que se utiliza con lámparas fluorescentes T8 con balastro electrónico, consideradas como eficientes y que representan el 98,55% del consumo en iluminación, pero también se observó que no existe una sola lámpara LED en el censo, dato que se utilizará para determinar las medidas de ahorro y uso eficiente de la energía.

En el caso del sistema de iluminación, el censo de luminarias identifica el tipo de tecnología y su porcentaje de uso. La *Tabla 10* desglosa el consumo energético mensual por tipo de tecnología.

Para este fin, el censo de luminarias cuenta con datos como: descripción de instalación, tipo de tecnología del sistema de iluminación, número de luminarias, lámparas fundidas, potencia instalada, demanda, horas de uso, consumo, y estado del difusor y reflector.

A continuación, se muestra el resumen del levantamiento realizado en sitio, en la *Tabla 11* se encuentra la Planta Baja.

*Tabla 11. Censo de luminarias actuales Planta Baja*

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Lámparas fundidas	Pot Instalada (W)	Demanda [W]	Horas de uso	Consumo [Wh/mes]	Difusor			Reflector		
												Sucio	Limpio	No tiene	Sucio	Limpio	No tiene
PB	Bodega	Bodega	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	80.0	9,757.7						
PB	Mantenimiento	Mantenimiento	Fluorescente	2x32W T8	4	2	1	243.9	213.4	100.0	21,344.9						
PB	Taller	Taller de Trabajo obras y conservación	Fluorescente	2x32W T8	8	2	2	487.9	426.9	100.0	42,689.8						
PB	Taller	Equipo hidroneumático	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	80.0	19,515.3						
PB	Bodega	Bodega de garrafrones	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	80.0	9,757.7						
PB	Baño	Baños y vestidores de vigilancia	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	100	12,197.1						
PB	S.E.	Subestación Eléctrica	Fluorescente	2x32W T8	2	2	1	122.0	91.5	80.0	7,318.2						
PB	Planta Emerg.	Planta de Emergencia	Fluorescente	2x32W T8	1	2	1	61.0	30.5	80.0	2,439.4						
PB	Estacionamiento	Estacionamiento	Fluorescente	2x32W T8	11	2	0	670.8	670.8	660.0	442,754.0	11					

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la *Tabla 12* se observa el levantamiento del primer piso.

*Tabla 12. Censo de luminarias actuales Piso 1*

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Lámparas fundidas	Pot Instalada (W)	Demanda [W]	Horas de uso	Consumo [Wh/mes]	Difusor			Reflector		
												Sucio	Limpio	No tiene	Sucio	Limpio	No tiene
P1	Comedor	Comedor	Fluorescente	2x32W T8	27	2	2	1,646.6	1,585.6	300.0	475,686.1	10		17			
P1	Cocina	Cocina	Fluorescente	2x32W T8	12	2	0	731.8	731.8	180	131,728.5						
P1	Baño	Baño Hombres	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	160.0	19,515.3			2			
P1	Baño	Baño Mujeres	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	160.0	19,515.3			2			
P1	Bodega	Bodega cocina	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	80.0	9,757.7						
P1	Bodega	Bodega de laboratorio	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	80.0	9,757.7						
P1	Laboratorio	Laboratorio de química y biología	Fluorescente	2x32W T8	12	2	0	731.8	731.8	160	117,092.0						
P1	Oficina	Encargada de laboratorio	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	200	12,197.1						
P1	Aula De Usos Múltiples	Aula	Fluorescente	2x32W T8	7	2	0	426.9	426.9	150.0	64,034.7	7					
P1	Oficina	Certificación y registro	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	160	39,030.7						
P1	Oficina	Registro escolar	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	160.0	39,030.7						
P1	Oficina	Archivo/fotocopiado	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	160.0	19,515.3						
P1	Vestibulo	Vestibulo	Fluorescente	2x32W T8	5	2	0	304.9	304.9	340.0	103,675.2	4		1			
P1	Pasillo	Pasillo	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	340.0	82,940.1	4					
P1	Bodega	IDF 1	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80	4,878.8						

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la *Tabla 13* se puede observar el censo del levantamiento del segundo piso.

*Tabla 13. Censo de luminarias actuales Piso 2*

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Lámparas fundidas	Pot Instalada (W)	Demanda (W)	Horas de uso	Consumo [Wh/mes]	Difusor			Reflector		
												Sucio	Limpio	No tiene	Sucio	Limpio	No tiene
P2	Auditorio	Vestibulo	Halogeno	Dicroica 50W	41	1	9	2,050.0	1,600.0	80.0	128,000.0			39			
P2	Auditorio	Auditorio	Fluorescente	FC 2x13W	16	2	3	416.0	377.0	80.0	30,160.0	16					
P2	Auditorio	Auditorio	Fluorescente	2x28W T5	12	2	0	600.0	600.0	80.0	48,000.0	12					
P2	Laboratorio	Aula 206	Fluorescente	2x32W T8	6	2	0	365.9	365.9	150.0	54,886.9						
P2	Cuarto de Maquinas	Bodega	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8	1					
P2	Baño Mujeres	Baño	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	160.0	19,515.3			2			
P2	Baño Hombres	Baño	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	160.0	19,515.3			2			
P2	Pasillo	Pasillo	Fluorescente	2x32W T8	11	2	1	670.8	640.3	160.0	102,455.5						
P2	Intendencia	Bodega	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8	1					
P2	Bodega	Bodega	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8	1					
P2	Aula	201	Fluorescente	2x32W T8	8	2	0	487.9	487.9	240.0	117,092.0	8					
P2	Aula	202	Fluorescente	2x32W T8	8	2	0	487.9	487.9	240.0	117,092.0	8					
P2	Aula	203	Fluorescente	2x32W T8	8	2	0	487.9	487.9	240.0	117,092.0	8					
P2	Aula	204	Fluorescente	2x32W T8	8	2	0	487.9	487.9	240.0	117,092.0						
P2	Oficina	Libreria	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	80.0	9,757.7						
P2	Puente	Pasillo	Fluorescente	2x32W T8	13	2	0	468.0	468.0	160.0	74,880.0	13					
P2	Puente	Pasillo	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	160.0	39,030.7	4					
P2	Oficina	Cabina	Fluorescente	2x32W T8	3	2	0	183.0	183.0	100.0	18,295.6						

Fuente: Elaboración propia (2019)

La Tabla 14 muestra el levantamiento del tercer piso.

Tabla 14. Censo de luminarias actuales Piso 3

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Lámparas fundidas	Pot Instalada (W)	Demanda [W]	Horas de uso	Consumo [Wh/mes]	Difusor			Reflector		
												Sucio	Limpio	No tiene	Sucio	Limpio	No tiene
P3	Oficina	Estudio Tv	Fluorescente	2x32W T8	9	2	0	548.9	548.9	80.0	43,909.5		9				
P3	Oficina	Oficina estudio TV	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	240.0	29,273.0						
P3	Consola	Oficina	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	240.0	14,636.5				1		
P3	Bodega	Bodega Consola	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8	1					
P3	Bodega	Bodega Laboratorio Electronica	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8	1					
P3	Laboratorio	Laboratorio de Ciencias Fototermicas	Fluorescente	2x32W T8	6	2	0	365.9	365.9	80.0	29,273.0	6					
P3	Oficina	Oficina Laboratorio de Fisica	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	240.0	29,273.0				2		2
P3	Laboratorio	Laboratorio de Fisica	Fluorescente	2x32W T8	9	2	0	548.9	548.9	80.0	43,909.5				9		9
P3	Pasillo	Pasillo	Fluorescente	2x32W T8	11	2	1	670.8	640.3	160.0	102,455.5	8			3		
P3	Cuarto de Maquinas	Bodega	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8	1					
P3	Baño	Baño Mujeres	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	160.0	39,030.7		4				
P3	Baño	Baño Hombres	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	120.0	120.0	160.0	19,200.0		4				
P3	Bodega	Intendencia	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8	1					
P3	Bodega	Bodega	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8	1					
P3	Laboratorio	Sala autoacceso 1	Fluorescente	2x32W T8	16	2	0	975.8	975.8	150.0	146,365.0				16		
P3	Laboratorio	Sala autoacceso 2	Fluorescente	2x32W T8	16	2	0	975.8	975.8	100.0	97,576.6				16		
P3	Aula	Aula Isóptica	Fluorescente	2x40W T12	4	2	2	276.0	207.0	150.0	31,050.0	4					
P3	Aula	Aula Isóptica	Fluorescente	2x32W T8	2	2	3	122.0	30.5	150.0	4,573.9	2					
P3	Aula	Aula Isóptica	Fluorescente	2x32W T8	15	2	10	914.8	609.9	150.0	91,478.1	15					
P3	Aula	Aula Isóptica	Incandescente	100W Inc	19	1	14	1,900.0	500.0	150.0	75,000.0						
P3	Bodega	Bodega Isoptica	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	80.0	9,757.7	2					
P3	Laboratorio	Laboratorio de Electronica	Fluorescente	2x32W T8	5	2	0	304.9	304.9	80.0	24,394.2				5		

Fuente: Elaboración propia (2019)

La *Tabla 15* se muestra el censo del levantamiento del cuarto piso.

*Tabla 15. Censo de luminarias actuales Piso 4*

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Lámparas fundidas	Pot Instalada (W)	Demanda [W]	Horas de uso	Consumo [Wh/mes]	Difusor			Reflector		
												Sucio	Limpio	No tiene	Sucio	Limpio	No tiene
P4	Oficina	Mediateca	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	150.0	18,295.6						
P4	Laboratorio	Laboratorio de computo	Fluorescente	2x32W T8	9	2	0	548.9	548.9	80.0	43,909.5	9					
P4	Pasillo	Pasillo	Fluorescente	2x32W T8	9	2	0	548.9	548.9	160.0	87,819.0						
P4	Bodega	Cuarto de Maquinas	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8	1					
P4	Baño	Baño Mujeres	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	160.0	19,515.3				2		
P4	Baño	Baño Hombres	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	160.0	19,515.3				2		
P4	Bodega	Bodega 1	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8	1					
P4	Bodega 2	Bodega Cub 401	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8	1					
P4	Oficina	Cubiculo 401	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	160.0	19,515.3						
P4	Oficina	Difusion cultural	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	150.0	36,591.2						
P4	Oficina	Cabina de radio	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	80.0	9,757.7	2					
P4	Oficina	Consola	Fluorescente	2x32W T8	3	2	0	183.0	183.0	100.0	18,295.6	3					
P4	Aula	401	Fluorescente	2x32W T8	6	2	0	365.9	365.9	240.0	87,819.0	6					
P4	Aula	402	Fluorescente	2x32W T8	6	2	0	365.9	365.9	240.0	87,819.0						
P4	Aula	403	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	240.0	58,546.0	4					
P4	Aula	404	Fluorescente	2x32W T8	3	2	0	183.0	183.0	240.0	43,909.5	4					
P4	Aula	405	Fluorescente	2x32W T8	6	2	0	365.9	365.9	240.0	87,819.0	6					
P4	Aula	406	Fluorescente	2x32W T8	6	2	0	365.9	365.9	240.0	87,819.0	6					
P4	Aula	407	Fluorescente	2x32W T8	6	2	0	365.9	365.9	240.0	87,819.0	6					
P4	Oficina	Servicios Estudiantiles	Fluorescente	2x32W T8	3	2	0	183.0	183.0	90.0	16,466.1	3					
P4	Bodega	Servicios Estudiantiles	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8	1					
P4	Oficina	Psicologo	Fluorescente	2x32W T8	3	2	0	183.0	183.0	100.0	18,295.6	3					
P4	Pasillo	Domo	Fluorescente	2x32W T8	14	2	0	853.8	853.8	160.0	136,607.3	3					
P4	Bodega	Laboratorio de computo	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	80.0	9,757.7	2					

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la *Tabla 16* se puede observar el censo del levantamiento del quinto piso.

*Tabla 16. Censo de luminarias actuales Piso 5*

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Lámparas fundidas	Pot Instalada (w)	Demanda [W]	Horas de uso	Consumo [Wh/mes]	Difusor			Reflector		
												Sucio	Limpio	No tiene	Sucio	Limpio	No tiene
P5	Oficina	Sistemas	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	160.0	39,030.7	4					
P5	Laboratorio	SITE	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	120.0	29,273.0			4			
P5	Aula	501	Fluorescente	2x32W T8	6	2	0	365.9	365.9	240.0	87,819.0	6					
P5	Aula	502	Fluorescente	2x32W T8	6	2	0	365.9	365.9	240.0	87,819.0			6			
P5	Aula	503	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	240.0	58,546.0	4					
P5	Aula	504	Fluorescente	2x32W T8	6	2	2	365.9	304.9	240.0	73,182.5	6					
P5	Aula	505	Fluorescente	2x32W T8	6	2	2	365.9	304.9	240.0	73,182.5						
P5	Aula	506	Fluorescente	2x32W T8	6	2	2	365.9	304.9	240.0	73,182.5						
P5	Aula	507	Fluorescente	2x32W T8	6	2	8	365.9	122.0	240.0	29,273.0	6					
P5	Oficina	Oficina de servicio medico	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	240.0	58,546.0						
P5	Oficina	Servicio medico	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	150.0	36,591.2						
P5	Oficina	Enlace Administrativo	Fluorescente	2x32W T8	5	2	0	304.9	304.9	240.0	73,182.5	4		1			
P5	Oficina	Oficina Americo	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	240.0	29,273.0	2					
P5	Baño	Baño Hombres	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	160.0	19,515.3			2			
P5	Baño	Baño Mujeres	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	160.0	19,515.3			2			
P5	Oficina	Defensoria del estudiante	Fluorescente	2x32W T8	4	2	0	243.9	243.9	150.0	36,591.2						
P5	Pasillo	Junto a radio (vestibulo )	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	160.0	19,515.3	2					
P5	Pasillo	Pasillo	Fluorescente	2x32W T8	11	2	0	670.8	670.8	160.0	107,334.3						
P5	Oficina	Cabina De Radio	Fluorescente	2x32W T8	3	2	0	183.0	183.0	80.0	14,636.5			3			
P5	Oficina	Consola	Fluorescente	2x32W T8	3	2	0	183.0	183.0	100.0	18,295.6	3					

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la *Tabla 17* se muestra el levantamiento del sexto piso.

*Tabla 17. Censo de luminarias actuales Piso 6*

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Lámparas fundidas	Pot Instalada (w)	Demanda [W]	Horas de uso	Consumo [Wh/mes]	Difusor			Reflector		
												Sucio	Limpio	No tiene	Sucio	Limpio	No tiene
P6	Vestidor	Vestidores de intendencia Hombres	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	100	12,197.1						
P6	Vestidor	Vestidores de intendencia Mujeres	Fluorescente	2x32W T8	2	2	0	122.0	122.0	100	12,197.1						
P6	Comedor	Comedor de intendencia	Fluorescente	2x32W T8	3	2	0	183.0	183.0	100	18,295.6						
P6	Bodega	Bodega	Fluorescente	2x32W T8	1	2	0	61.0	61.0	80.0	4,878.8						
P6	Pasillo	Pasillo	Fluorescente	2x32W T8	5	2	0	304.9	304.9	100	30,492.7						

Fuente: Elaboración propia (2019)

## 2.7. Evaluación de Índices Energéticos

En la *Tabla 18* se indican los datos necesarios para poder calcular el IDEn correspondiente al Edificio 99 de la UACM:

*Tabla 18. Datos para cálculo del IDEn*

Consumo de energía [kWh/año]	Superficie total de construcción [m <sup>2</sup> ]	Número de usuarios	Número de horas de trabajo al día
166 800	3 536	550	15 h 30 min

Fuente: Elaboración propia (2019)

### 2.7.1. Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE)

Este es definido por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) como la relación entre la energía consumida en un año (kWh/año) y la superficie construida (m<sup>2</sup>), para inmuebles de uso de oficina (CONUEE, 2019).

*Tabla 19. Límite máximo del ICEE en inmuebles de uso de oficina por zona térmica*

Zona térmica	ICEE (kWh/m <sup>2</sup> -año)	
	Inmueble con servicio de acondicionamiento de aire	Inmueble sin servicio de acondicionamiento de aire
1	120	120
2	90	45
3A	80	65
3B	100	75
3C	90	55
4A	75	50

Fuente: CONUEE. (2019).

La zona térmica es dada por la CONUEE. Para ello se utiliza la herramienta Grados Día (CONUEE, 2014), para determinar la zona térmica de la Alcaldía Cuauhtémoc a la que pertenece el Edificio 99, y los datos se muestran en la *Tabla 20*.



Tabla 20. Zona térmica de la Alcaldía Cuauhtémoc Ciudad de México

Detalles	Zona térmica
Estado	Ciudad de México
Municipio	Cuauhtémoc
Localidad	Cuauhtémoc (Clave INEGI 090150001)
Zona Térmica	3A
Grados día de Calefacción anual 65° Fahrenheit	2 258
Grados día de Refrigeración anual 50° Fahrenheit	5 107
Grados día de Calefacción anual 18° Fahrenheit	1 234
Grados día de Refrigeración anual 10° Fahrenheit	2 791

Fuente: Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (2014). Herramienta Grados Día. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. Recuperado de <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/herramientas-y-aplicaciones>

Un inmueble en la zona térmica 3A sin servicio de acondicionamiento de aire, le corresponde un ICEE máximo de 65 kWh/m<sup>2</sup>-año; mientras que el Edificio 99 presenta un ICEE de 47,17 kWh/m<sup>2</sup>-año (Tabla 21), por lo que el inmueble está debajo del límite máximo (27,43% menos); en otras palabras, el inmueble presenta un consumo eficiente de energía.

Tabla 21. ICEE Edificio 99 - UACM

Consumo de energía [kWh/año]	Consumo energético / Superficie del edificio
166 800	
Superficie del edificio [m <sup>2</sup> ]	47,17 kWh/m <sup>2</sup> -año
3 536	

Fuente: Elaboración propia (2019)

### 2.7.2. Índices de Consumo energético por persona y horas trabajadas

El índice de consumo energético por habitante (Tabla 22), se obtiene dividiendo el consumo total de energía del edificio por el número de personas, en este caso empleados y estudiantes, suponiendo que todas las personas consumen lo mismo. Aunque no todas las personas del edificio consumen lo mismo este dato nos permite hacer comparaciones posteriores, con edificios similares.

*Tabla 22. Consumo energético por persona (empleados y estudiantes)*

Consumo de energía [kWh/año]	Consumo de energía / Número de personas
166 800	
Número de personas	303 kWh/año-persona
550	

Fuente: Elaboración propia (2019)

El índice de consumo energético por horas trabajadas (*Tabla 23*), se obtiene dividiendo el consumo total de energía del edificio por el número de horas trabajadas, se toma en cuenta las horas que trabaja el edificio al año aproximadamente.

*Tabla 23. Consumo energético por horas trabajadas*

Consumo de energía [kWh/año]	Consumo de energía / Número de horas de trabajo
166 800	
Número de horas de trabajo [h/año]	29,5 kWh/h
5 657,5	

Fuente: Elaboración propia (2019)

## 2.8. Evaluación de la Eficiencia Energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales

La Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, aplica para edificios no residenciales nuevos, así como ampliaciones o remodelaciones con carga conectada de alumbrado mayor o igual a 3 kW. Los edificios que aplican son oficinas, escuelas, hospitales, restaurantes, centrales de pasajeros, entre otros (SENER,2014).

### Análisis por piso

La *Tabla 24* refleja la cantidad total de instalaciones que cumplen con la NOM-007-ENER-2014 por piso, menos de la mitad de las instalaciones cumplen con dicha norma.

*Tabla 24. Cantidad de instalaciones actuales que cumplen con la NOM-007-ENER-2014*

<b>Nivel</b>	<b>No. de instalaciones</b>	<b>Cumplen</b>	<b>No cumplen</b>
PB	9	6	3
P1	15	6	9
P2	17	7	10
P3	19	8	11
P4	24	14	10
P5	20	11	9
P6	5	0	5
<b>Total</b>	<b>109</b>	<b>52</b>	<b>57</b>

Fuente: Elaboración propia (2019)

Para poder evaluar la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) de cada instalación se necesita tener los siguientes datos: potencia total de alumbrado instalado, metros cuadrados de instalación y el tipo de instalación a evaluar.

Estos datos salen del censo que se realizó con anterioridad. Para poder realizar dicha evaluación se va a dividir la potencia eléctrica de alumbrado total del cuarto a evaluar entre los metros cuadrados construidos de dicho cuarto, es decir, se evalúa cuarto por cuarto.

Con esta división se obtienen los valores de cada instalación y estos van a ser comparados con los valores de la *Tabla A3.1* en el *Anexo 3*. Los valores indicados en la Norma son valores máximos, es decir, para que la instalación o el cuarto evaluado cumpla con la Norma la DPEA no puede exceder lo que indica la Norma.

La *Tabla 25* muestra un ejemplo de comparación entre los valores de la NOM-007-ENER-2014 y los valores del censo que se realizó en sitio, y en ella se muestra la diferencia entre la medición y la Norma, así como si cumple o no con la misma.

Tabla 25. Ejemplo de valores actuales y medidos para evaluar la NOM-007-ENER-2014

Piso	Tipo de instalación	Área m <sup>2</sup>	NOM-007-ENER-2014				
			Potencia instalada	Valores de norma	Valores de la medición	Diferencia medición/norma	¿Cumple la norma?
P5	Sistemas	56.10	243.94	11.95	4.35	7.60	Cumple
P5	SITE	8.90	243.94	12	27.41	-15.41	No cumple
P5	Aula 501	25.60	365.91	13.35	14.29	-0.94	No cumple
P5	Aula 502	30.70	365.91	13.35	11.92	1.43	Cumple
P5	Aula 503	33.80	243.94	13.35	7.22	6.13	Cumple
P5	Aula 504	40.50	365.91	13.35	9.03	4.32	Cumple
P5	Aula 505	45.10	365.91	13.35	8.11	5.24	Cumple
P5	Aula 506	43.40	365.91	13.35	8.43	4.92	Cumple
P5	Aula 507	35.60	365.91	13.35	10.28	3.07	Cumple
P5	Oficina de servicio medico	10.20	243.94	11.95	23.92	-11.97	No cumple
P5	Servicio Medico	16.30	243.94	9.47	14.97	-5.50	No cumple
P5	Enlace Administrativo	25.60	304.93	11.95	11.91	0.04	Cumple
P5	Oficina Americo	15.60	121.97	11.95	7.82	4.13	Cumple
P5	Baños de hombres	15.80	121.97	10.55	7.72	2.83	Cumple
P5	Baños de mujeres	9.60	121.97	10.55	12.71	-2.16	No cumple
P5	Defensoria del estudiante	7.70	243.94	11.95	31.68	-19.73	No cumple
P5	Vestibulo	37.10	121.97	9.69	3.29	6.40	Cumple
P5	Pasillo	85.40	670.84	7.1	7.86	-0.76	No cumple
P5	Cabina de radio	8.50	182.96	11.95	21.52	-9.57	No cumple
P5	Consola	8.60	182.96	11.95	21.27	-9.32	No cumple

Fuente: Elaboración propia (2019)

En el Anexo 4 se puede consultar la evaluación piso por piso de la DPEA en las Tablas A4.1 a la A4.7 donde se muestran a detalle cada una de las instalaciones evaluadas.

### Análisis por edificio

Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) se pueden consultar en el Anexo 3, del cual se sabe que el límite máximo de DPEA para una escuela debe ser 14 W/m<sup>2</sup>.

Según la Tabla 26, la DPEA del Edificio 99 de Centro Histórico es de 10,17 W/m<sup>2</sup>, este valor indica o que se tienen luminarias de alta eficiencia o es posible que los niveles de iluminación sean bajos, ya que el valor es menor a lo exigido por la Norma.

Tabla 26. Índice de Densidad de potencia eléctrica para alumbrado

Capacidad instalada [W]	Capacidad instalada/Superficie del edificio
35 956,8	
Superficie del edificio [m <sup>2</sup> ]	10,17 W/m <sup>2</sup>
3 536	

Fuente: Elaboración propia (2019)

## 2.9. Evaluación de las Condiciones de iluminación en centros de trabajo

La norma NOM-025-STPS-2008, establece los requerimientos mínimos de iluminación en las distintas áreas de los centros de trabajo para que se cuente con el nivel de iluminación requerido para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas en los espacios de trabajo (STPS, 2008).

En el *Anexo 5* se encuentran definidos los parámetros utilizados para la evaluación de la NOM-025-STPS-2008. Con base en las mediciones realizadas en el inmueble, se muestran la *Tabla 27* y *Tabla 28*, indicando que zonas cumplen y cuáles no, con respecto a la Norma.

### Análisis por piso

La *Tabla 27* refleja la cantidad total de instalaciones que cumplen con la NOM-025-STPS-2008 por piso, menos de la mitad de las instalaciones no cumplen con dicha norma.

*Tabla 27. Cantidad de instalaciones actuales que cumplen con la NOM-025-STPS-2008*

Nivel	No. de instalaciones	Cumplen	No cumplen
PB	9	5	4
P1	15	9	6
P2	17	7	10
P3	19	12	7
P4	24	10	14
P5	20	6	14
P6	5	3	2
<b>Total</b>	<b>109</b>	<b>52</b>	<b>57</b>

Fuente: Elaboración propia (2019)

La *Tabla 28* muestra un ejemplo del desglose por piso donde se realizaron los cálculos para saber si cumple o no con la Norma.

En la columna E, se muestra la diferencia entre el valor de la norma y el promedio medido de luxes; en la columna F se indica si cumple o no la norma y en la columna G muestra el porcentaje a favor o en contra que se tienen para reducir o aumentar la cantidad de luz en el cuarto.

En las columnas H y J se tienen los valores de la medición en muro y en el plano de trabajo respectivamente, el valor se marca en rojo cuando no cumplen con la norma, lo que significa que hay deslumbramiento en la zona.

En el Anexo 6 se muestran la Tablas con las evaluaciones de cada piso a detalle.

Tabla 28. Ejemplo de valores actuales y medidos para evaluar la NOM-025-STPS-2008

Piso	Tipo de instalación	NOM-025-STPS-2008									
		A	B	C	E	F	G	H	I	J	K
		Área m2	Medición de luxes promedio	Valores de norma	Diferencia medición/norma	¿Cumple la norma?	Porcentaje a favor o en contra	Medición de luxes en muro	Valores de norma en muro	Medición de luxes en plano de trabajo	Valores de plano de trabajo
P5	Sistemas	56.10	123.44	300	176.56	No cumple	58.85	63	60	23	50
P5	SITE	8.90	16.50	500	483.50	No cumple	96.70	2	60	2	50
P5	Aula 501	25.60	267.30	300	32.70	No cumple	10.90	28	60	59	50
P5	Aula 502	30.70	389.90	300	-89.90	Cumple	29.97	28	60	44	50
P5	Aula 503	33.80	185.60	300	114.40	No cumple	38.13	28	60	45	50
P5	Aula 504	40.50	185.60	300	114.40	No cumple	38.13	28	60	48	50
P5	Aula 505	45.10	216.63	300	83.38	No cumple	27.79	28	60	47	50
P5	Aula 506	43.40	335.00	300	-35.00	Cumple	11.67	28	60	44	50
P5	Aula 507	35.60	423.75	300	-123.75	Cumple	41.25	28	60	44	50
P5	Oficina de servicio medico	10.20	125.67	300	174.33	No cumple	58.11	75	60	51	50
P5	Servicio Medico	16.30	237.40	300	62.60	No cumple	20.87	56	60	40	50
P5	Enlace Administrativo	25.60	237.40	300	62.60	No cumple	20.87	28	60	12	50
P5	Oficina Americo	15.60	245.20	300	54.80	No cumple	18.27	70	60	49	50
P5	Baños de hombres	15.80	421.75	100	-321.75	Cumple	321.75	14	60	23	50
P5	Baños de mujeres	9.60	357.75	100	-257.75	Cumple	257.75	23	60	17	50
P5	Defensoria del estudiante	7.70	138.50	300	161.50	No cumple	53.83	65	60	60	50
P5	Vestibulo	37.10	126.00	100	-26.00	Cumple	26.00	65	60	68	50
P5	Pasillo	85.40	93.77	100	6.23	No cumple	6.23	65	60	69	50
P5	Cabina de radio	8.50	135.00	500	365.00	No cumple	73.00	63	60	1	50
P5	Consola	8.60	160.50	300	139.50	No cumple	46.50	65	60	69	50

Fuente: Elaboración propia (2019)



montados en los dos servidores que se detectaron. Esto para saber si son servicios que se utilicen solo en temporada escolar, de ser así, la propuesta es apagar el SITE en temporada vacacional.

Según el calendario oficial de la UACM, se tienen 53 días de periodo vacacional dividido entre las temporadas diciembre-enero y junio-julio, durante estos días, no existe actividad laboral alguna dentro de las instalaciones.

El equipo del SITE consume 1 557 kWh/mes, si se implementa la medida de desconectar la instalación durante temporada vacacional, se puede tener un ahorro de 2 645 kWh/año, correspondiente a \$6 570 anuales.

### 3.2. Medida operativa: Evaluación de un cambio de tarifa GDMTO a GDMTH

Por las características del inmueble, desde un inicio se contrató una tarifa GDMTO, la cual tiene las siguientes características (CFE, 2020b):

- **Aplicación:** Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda menor a 100 kW.
- **Cuotas aplicables:** Se debe identificar el estado, municipio, división donde se localiza el servicio para poder consultar los precios vigentes del mes a facturar. Los cargos de las tarifas finales del suministro básico descritos en este apartado corresponden a la integración de los cargos por Transmisión, Distribución, Operación del CENACE, Operación del Suministrador Básico, Servicios Conexos no incluidos en el MEM (SCnMEM), Energía y Capacidad.
- **Mínimo mensual:** El importe que resulte de aplicar el cargo por la operación del Suministrador de Servicios Básicos aplicable a esta categoría tarifaria.
- **Demanda máxima medida:** El cobro por la capacidad se aplicará con base a la demanda máxima medida, la cual se determinará mensualmente por medio de



instrumentos de medición que indiquen la demanda media en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el período de facturación.

Con base en el Acuerdo número A/058/2016 por el que la Comisión Reguladora de Energía define entre otros criterios, el criterio de interpretación administrativa en relación con las tarifas aprobadas para el servicio público de distribución correspondientes a los años 2016-2018 contenidas en el Acuerdo A/074/2015, el cargo de distribución expresado en \$/kW-mes es equivalente a la demanda máxima registrada medida en kilowatts, dentro de los doce meses anteriores. Los doce meses se contarán a partir del mes inmediato anterior al del día que se trate.

La propuesta planteada es realizar el cambio a una tarifa GDMTH (Gran Demanda en Media Tensión Horaria), por las facilidades que podría tener en el uso de la energía eléctrica dividida en los tres horarios posibles: base, intermedio y punta. Dicha tarifa, tiene las siguientes características (CFE, 2020c):

- **Aplicación:** Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda de 100 kilowatts o más.
- **Cuotas aplicables:** Se debe identificar el estado, municipio, división donde se localiza el servicio para poder consultar los precios vigentes del mes a facturar. Los cargos de las tarifas finales del suministro básico descritos en este apartado corresponden a la integración de los cargos por Transmisión, Distribución, Operación del CENACE, Operación del Suministrador Básico, Servicios Conexos No MEM, Energía y Capacidad.
- **Mínimo mensual:** El importe que resulte de aplicar el cargo por la operación del Suministrador de Servicios Básicos aplicable a esta categoría tarifaria. Más el cargo por distribución por los kW de demanda máxima medida dentro de los 12 meses anteriores. Los doce meses se contarán a partir del mes inmediato anterior al del día que se trate.

- **Demanda máxima medida:** El cobro por la capacidad se aplicará con base a la demanda máxima coincidente con el periodo de punta.

Cualquier fracción de kilowatt de demanda facturable se tomará como kilowatt completo. Cuando el usuario mantenga durante 12 meses consecutivos valores de demanda inferiores a 100 kilowatts, podrá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa GDMTO.

Una vez comprendido la situación actual del plantel, así como las ventajas y desventajas de las dos tarifas, y con sus respectivas mediciones obtenidas con el analizador de redes, se procede a realizar una estimación de los dos casos, el estado actual del sitio aplicado a los costos actuales de marzo 2019 tanto para la tarifa GDMTO y la GDMTH.

Con base en los datos obtenidos con el analizador de redes, se realizó la estimación para obtener la demanda eléctrica y los consumos mensuales por periodo, tomando en consideración que el inmueble pertenece a la división Valle de México Centro, según las regiones que establece CFE (consultar los cálculos de la estimación realizada en el Anexo 7).

*Tabla 29. Demanda eléctrica del inmueble para periodo base, intermedio y punta medida con el analizador de redes.*

Potencia (kW)	Entre semana					Fin de semana		Total
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Base	20,7	21,69	17,85	17,82	17,01	16,32	17,49	22
Intermedio	42,57	41,43	36,6	34,32	44,01	18,81	16,92	44
Punta	38,09	36,96	35,25	32,31	39,33	17,79	---	39

Periodo: Del lunes 4 de marzo al lunes 11 de marzo  
 Medición: del 2019

Demanda Máxima del periodo	44
----------------------------------	----

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la *Tabla 30*, se muestra la estimación del consumo mensual del inmueble para periodo base, intermedio y punta en base a los cálculos realizados en el Anexo 7.

*Tabla 30. Estimación del consumo mensual del inmueble para periodo base, intermedio y punta*

Energía (kWh)	Entre semana					Fin de semana		Total
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Base	277	411	365	383	426	578	1 625	4 065
Intermedio	1 113	1 737	1 597	1 469	2 112	1 122	541	9 689
Punta	360	476	445	425	554	162	---	2 423
Total	1 750	2 623	2 407	2 277	3 092	1 862	2 166	16 177

Fuente: Elaboración propia (2019)

Con estos datos se puede realizar una comparación entre ambas tarifas y dicha comparación se muestra a continuación.

### Estimación de la facturación en marzo 2019, tarifa GDMTO

Se tiene la siguiente información arrojada por el analizador de redes, la cual fue de ayuda para poder estimar la factura del mes de marzo del 2019.

División: Valle de México Centro				Fuente: Oficio SE-300-25599-2019, TFSB marzo 2019								
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$/mes				591.00				0	591.00
		Energía	\$/kWh	0.1663		0.0078		0.0054	1.2440		0	1.4235
		Capacidad	\$/kW			59.19					309.08	0

AVISO RECIBO												
<b>Nombre y Domicilio:</b>												
<b>Plantel Centro Historico 99 - UACM</b>												
FRAYS T DE MIER 99 COL OBRERA CUAUHTEMOC CIUDAD DE MEXICO												
<b>TOTAL A PAGAR:</b> <b>\$44,234.00</b>												
Días periodo 31												
<b>PERIODO FACTURADO</b> 28-feb.-19 31-mar.-19												
<b>LÍMITE DE PAGO</b> 16 de abril de 2019												
<b>TARIFA:</b>	<b>GDMTO</b>	<b>NO. MEDIDOR</b>	299AJ1	<b>MULTIPLICADOR</b>	600							
<b>CARGA CONECTADA kW:</b>	200	<b>DEMANDA CONTRATADA kW:</b>		170								

Concepto	No. Medidor	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh					16,177
kW					44
kVAh					2,932
Factor de potencia %					98.40%
				Consumo diario	522 kWh/d

Concepto	Costo de la energía en el mercado			Importe (MXN)
	\$	\$/kW	\$/kWh	
Suministro	602.33			602.33
Distribución		2,367.60		2,367.60
Transmisión			2,690.25	2,690.25
CENACE			126.18	126.18
Energía			19,736.01	19,736.01
Capacidad		13,341.19		13,341.19
SCnMEM			87.36	87.36
<b>Total</b>	<b>602.33</b>	<b>*****</b>	<b>*****</b>	<b>38,950.92</b>

Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$ Importe
Cargo Fijo	602.33
Energía	38,348.59
Subtotal	38,950.92
2% Baja Tensión	0.00
Subtotal	38,950.92
Cargo por Factor de Potencia	-817.97
Subtotal	38,132.95
IVA 16%	6,101.27
Facturación del periodo	44,234.22
Diferencia por redondeo	0.55
<b>Total</b>	<b>44,234.77</b>

División: Valle de México Centro				
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidad	\$/
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$/mes	591
		Energía	\$/kWh	1.424
		Distribución	\$/kW	59.19
		Capacidad	\$/kW	309.08

Imagen 3. Factura del mes de marzo 2018 para tarifa GDMTO

Fuente: Elaboración propia (2019)

## Estimación de la facturación en marzo 2019, tarifa GDMTH

Se tiene la siguiente información arrojada por el analizador de redes, la cual fue de ayuda para poder estimar la factura del mes de marzo del 2019.

División: Valle de México Centro				Fuente: Oficio SE-300-25599-2019, TFSB marzo 2019									
Tarifa	Descripción	Int. Horario	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTH	Gran demanda en media tensión horaria	B	Fijo	\$/mes				591.00					591.00
			Variable (Energía)	\$/kWh	0.1663		0.0078		0.0054	0.8126		0.0000	0.9921
		I	Variable (Energía)	\$/kWh	0.1663		0.0078		0.0054	1.4544		0.0000	1.6339
		P	Variable (Energía)	\$/kWh	0.1663		0.0078		0.0054	1.7273		0.0000	1.9068
			Capacidad	\$/kW			59.19					357.05	

AVISO RECIBO									
Nombre y Domicilio:									
<b>Plantel Centro Historico 99 - UACM</b>									
FRAY S T DE MIER 99 COL OBRERA									
CUAUHTEMOC CIUDAD DE MEXICO									
Días periodo 31					<b>TOTAL A PAGAR:</b>				
					<b>\$46,912.00</b>				
TARIFA:	GDMTH	NO. MEDIDOR	299AJ1	MULTIPLICADOR	600	PERIODO FACTURADO	28-feb.-19	31-mar.-19	
CARGA CONECTADA kW:	200	DEMANDA CONTRATADA kW:	170	LÍMITE DE PAGO	16 de abril de 2019				

Concepto	No. Medidor	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh base					4,065
kWh intermedia					9,689
kWh punta					2,423
kWh total					16,177
Mes	Días de mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precio (MXN)	Importe (MXN)
kWh base					22
kWh intermedia					44
kWh punta					40
Mes	Factor de prop.	Dem. Máxima \$/kW	Precio \$/kW	Importe (MXN)	Factor de pot.
kWh Máximo					44
kVArh					2,932
Factor de potencia %					98.40%
Consumo diario					522 kWh/d

Costo de la energía en el mercado				
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)
Suministro	591.00			591.00
Distribución		2,308.41		2,308.41
Transmisión			2,690.25	2,690.25
CENACE			126.18	126.18
Generación B			3,303.00	3,303.00
Generación I			14,092.28	14,092.28
Generación P			4,185.11	4,185.11
Capacidad		13,924.95		13,924.95
SCnMEM			87.36	87.36
<b>Total</b>	<b>591.00</b>	<b>16,233.36</b>	<b>24,484.17</b>	<b>41,308.53</b>

Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$ Importe
Cargo Fijo	591.00
Energía	40,717.53
Subtotal	41,308.53
2% Baja Tensión	0.00
Subtotal	41,308.53
Cargo por Factor de Potencia	-867.48
Subtotal	40,441.05
IVA 16%	6,470.56
Facturación del periodo	46,911.61
Diferencia por redondeo	0.39
<b>Total</b>	<b>46,912.00</b>

División: Valle de México Centro						
Tarifa	Descripción	Int. Horario	Cargo	Unidades	Importe (\$)	
GDMTH	Gran demanda en media tensión horaria	-	Fijo	\$/mes	591	
			Base	Variable	\$/kWh	0.9921
			Intermedia	Variable	\$/kWh	1.6339
			Punta	Variable	\$/kWh	1.9068
			Distribución	\$/kW	59.19	
			Capacidad	\$/kW	357.05	

Imagen 4. Factura del mes de marzo 2018 para tarifa GDMTH

Fuente: Elaboración propia (2019)

De la comparación entre ambas tarifas se puede concluir:

La estimación de la facturación en la tarifa GDMTO está \$2 678 por debajo de la tarifa GDMTH, diferencia que tendrá un mayor peso si se proyecta a un año, ascendiendo a más de \$30 mil pesos al año.

Esto puede deberse a varios factores como el que la utilización de las instalaciones es de uso escolar, sin procesos industriales como lo sería una empresa, que no afecta demasiado el horario en el que utiliza la energía eléctrica, porque al final cumple con horarios laborales normales de oficina, con demanda no fuera de lo normal, por el tipo de cargas de pequeños electrodomésticos, o misceláneos de poca demanda. Aunque también puede ser debido a los cambios realizados en las tarifas eléctricas que a partir de Diciembre de 2017 se modifican y donde se elimina el concepto de la demanda facturable.

Como se puede ver en la *Tabla 29*, la demanda punta no afecta la facturación porque está en medio de la base e intermedia, es decir en los cargos tanto por capacidad como por distribución, no es incluida ya que están dentro del horario intermedio, al mismo tiempo esos cargos se consideran dentro de un conjunto de dos posibles demandas máximas en la que actualmente CFE considera la menor de ese conjunto, por lo que la demanda punta es excluida de estos cargos.

Respecto al consumo eléctrico, el mayor se encuentra presente en el horario intermedio, seguido del base y al último el horario punta, que está muy por debajo de los base e intermedio, al no tener mucho consumo dentro del horario punta esto beneficia al usuario, ya que en dicho horario la tarifa aumenta de manera considerable. Y con esto podemos indicar que la tarifa GDMTH es más cara que la tarifa GDMTO.

## Conclusión de la evaluación de medida

Se recomienda permanecer con la tarifa GDMTO, aunque no se descarta la posibilidad de cambiar a la tarifa GDMTH, con una mejor propuesta que permita disminuir el consumo en el horario intermedio y pasarlo al base, esto con ayuda de un mayor tiempo de monitoreo y recolección de datos, para tener un estudio más preciso, pero con los resultados obtenidos hasta ahora, el cambio de tarifa no parece una medida rentable, por lo que no pasa a la fase de análisis económico ni ficha técnica.

### 3.3. Medida tecnológica: Cambio de tecnologías en luminarias

A partir de la matriz energética se sabe que las luminarias representan el 41,59% del consumo total de energía, convirtiéndolas en el 1er lugar de las cargas significativas en el edificio.

Además, el censo de luminarias nos muestra que los tipos de tecnología más utilizados en el inmueble son las luminarias fluorescentes y la tecnología T8. Otro dato importante, es que no existe una sola luminaria LED en toda la instalación.

A partir de esto, la siguiente medida propone realizar un cambio de tecnología en casi todo el inmueble, excepto las luminarias del área de vestíbulo del Auditorio que se utilizan para la iluminación arquitectónica y de acento con el único fin de resaltar la exhibición de arte, esto es debido a que no es viable económicamente sustituirla por tecnología LED.

Luminarias propuestas (para revisión de las especificaciones técnicas consulte *Anexo 8*):

- Luminaria de tecnología LED para sobreponer, a prueba de vapor y humedad, medidas 129 mm x 417 mm x 655 mm, temperatura de color 4000 K, UNV 120-277 V, Catálogo 2APVTLD-20L840 Marca Eaton Lighting

- Luminaria de tecnología LED para sobreponer a prueba de vapor y humedad, medidas 129 mm x 898 mm x 1265 mm, temperatura de color 4000 K, UNV 120-277 V, Catálogo 4APVTLD-40L840 Marca Eaton Lighting
- Luminaria tipo downlight de tecnología LED para empotrar cuadrada de 151 mm x 151 mm (4"), 120 V, 600 lumen, 90 CRI, temperatura de color 4000, Catálogo SMD4S6940WH Marca Eaton Lighting
- Luminaria tipo panel para sobreponer de tecnología LED, de medidas de 2" x 4", UNV 120-277 V, temperatura de color de 4000 K, 80 CRI, Catálogo 24FP4740C Marca Eaton Lighting

De acuerdo a la evaluación realizada del cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008, se detectó que la mitad de las instalaciones no la cumplen, por lo que se realizó una simulación en el *software Visual Lighting 2018* (ver Anexo 9) para obtener la cantidad de nuevas luminarias que se requieren sin dejar de cumplir con dicha norma, adicional a este cumplimiento, se busca también cubrir los requerimientos de la NOM-007-ENER-2014.

Con base en la simulación, la distribución en cuanto cantidad de luminarias y potencia de las mismas cambia con respecto al censo que se tiene inicialmente por instalación. Para ello se realiza el desglose por piso que se muestra a continuación. (*Tabla 31 a 37*)



Tabla 31. Propuesta nueva de luminarias Planta Baja.

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Watts	Pot Instalada (W)	Demanda (W)	Horas de uso (h/mes)	Consumo (Wh/mes)
PB	Bodega	Bodega	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
PB	Mantenimiento	Mantenimiento	LED	2APVTLD-20L840	4	1	19	76.4	76.4	100.0	7,640.0
PB	Taller	Taller de Trabajo obras y conservac	LED	2APVTLD-20L840	6	1	19	114.6	114.6	100.0	11,460.0
PB	Taller	Equipo hidroneumatico	LED	2APVTLD-20L840	3	1	19	57.3	57.3	80.0	4,584.0
PB	Bodega	Bodega de garrafones	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
PB	Baño	Baños y vestidores de vigilancia	LED	2APVTLD-20L840	2	1	19	38.2	38.2	100.0	3,820.0
PB	S.E.	Subestación Electrica	LED	2APVTLD-20L840	6	1	19	114.6	114.6	80.0	9,168.0
PB	Planta Emerg.	Planta de Emergencia	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
PB	Estacionamiento	Estacionamiento	LED	4APVTLD-40L840	9	1	33	299.7	299.7	660.0	197,802.0

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la *Tabla 32* se muestra la nueva propuesta de luminarias del Piso 1.

Tabla 32. Propuesta nueva de luminarias Piso 1.

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Watts	Pot Instalada (W)	Demanda (W)	Horas de uso (h/mes)	Consumo (Wh/mes)
P1	Comedor	Comedor	LED	24FP4740C	12	1	40	483.6	483.6	300.0	145,080.0
P1	Cocina	Cocina	LED	2APVTLD-20L840	9	1	19	171.9	171.9	180.0	30,942.0
P1	Baño	Baño	LED	2APVTLD-20L840	2	1	19	38.2	38.2	160.0	6,112.0
P1	Baño	Baño	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	160.0	3,056.0
P1	Bodega	Bodega cocina	LED	2APVTLD-20L840	2	1	19	38.2	38.2	80.0	3,056.0
P1	Bodega	Bodega de laboratorio	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
P1	Laboratorio	Laboratorio de química y biología	LED	24FP4740C	13	1	40	523.9	523.9	160.0	83,824.0
P1	Oficina	Encargada de laboratorio	LED	24FP4740C	1	1	40	40.3	40.3	200.0	8,060.0
P1	Aula De Usos Múltiples	Aula	LED	24FP4740C	4	1	40	161.2	161.2	150.0	24,180.0
P1	Oficina	Certificación y registro	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	160.0	12,896.0
P1	Oficina	Registro escolar	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	160.0	12,896.0
P1	Oficina	Archivo/fotocopiado	LED	24FP4740C	1	1	40	40.3	40.3	160.0	6,448.0
P1	Vestibulo	Vestibulo	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	340.0	27,404.0
P1	Pasillo	Pasillo	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	340.0	41,106.0
P1	Bodega	IDF 1	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0

Fuente: Elaboración propia (2019)

La *Tabla 33* se observa la nueva propuesta de luminarias correspondiente al Piso 2.

*Tabla 33. Propuesta nueva de luminarias Piso 2.*

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Watts	Pot Instalada (W)	Demanda (W)	Horas de uso (h/mes)	Consumo (Wh/mes)
P2	Auditorio	Vestibulo	Halogeno	Dicroica 50W	41	1	50	2,050.0	1,600.0	80.0	128,000.0
P2	Auditorio	Auditorio	LED	SMD4S6940WH	21	1	20	420.0	420.0	80.0	33,600.0
P2	Auditorio	Auditorio	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	80.0	9,672.0
P2	Laboratorio	Aula 206	LED	24FP4740C	6	1	40	241.8	241.8	150.0	36,270.0
P2	Cuarto de Maquinas	Bodega	LED	2APVTLD-20L840	2	1	19	38.2	38.2	80.0	3,056.0
P2	Baño Mujeres	Baño	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	160.0	3,056.0
P2	Baño Hombres	Baño	LED	2APVTLD-20L840	2	1	19	38.2	38.2	160.0	6,112.0
P2	Pasillo	Pasillo	LED	24FP4740C	6	1	40	241.8	241.8	160.0	38,688.0
P2	Intendencia	Bodega	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
P2	Bodega	Bodega	LED	24FP4740C	1	1	40	40.3	40.3	80.0	3,224.0
P2	Aula	201	LED	24FP4740C	4	1	40	161.2	161.2	240.0	38,688.0
P2	Aula	202	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	240.0	29,016.0
P2	Aula	203	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	240.0	29,016.0
P2	Aula	204	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	240.0	29,016.0
P2	Oficina	Libreria	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	80.0	6,448.0
P2	Puente	Pasillo	LED	2APVTLD-20L840	4	1	19	76.4	76.4	160.0	12,224.0
P2	Puente	Pasillo	LED	2APVTLD-20L840	6	1	19	114.6	114.6	160.0	18,336.0
P2	Oficina	Cabina	LED	2APVTLD-20L840	3	1	19	57.3	57.3	100.0	5,730.0

Fuente: Elaboración propia (2019)

La *Tabla 34* se observa la nueva propuesta de luminarias correspondiente al Piso 3.

*Tabla 34. Propuesta nueva de luminarias Piso 3.*

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Watts	Pot Instalada (W)	Demanda (W)	Horas de uso (h/mes)	Consumo (Wh/mes)
P3	Oficina	Estudio Tv	LED	24FP4740C	6	1	40	241.8	241.8	80.0	19,344.0
P3	Oficina	Oficina estudio TV	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	240.0	19,344.0
P3	Consola	Oficina	LED	24FP4740C	1	1	40	40.3	40.3	240.0	9,672.0
P3	Bodega	Bodega Consola	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
P3	Bodega	Bodega Laboratorio Electronica	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
P3	Laboratorio	Laboratorio de Ciencias Fototermicas	LED	24FP4740C	6	1	40	241.8	241.8	80.0	19,344.0
P3	Oficina	Oficina Laboratorio de Fisica	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	240.0	19,344.0
P3	Laboratorio	Laboratorio de Fisica	LED	24FP4740C	6	1	40	241.8	241.8	80.0	19,344.0
P3	Pasillo	Pasillo	LED	24FP4740C	6	1	40	241.8	241.8	160.0	38,688.0
P3	Cuarto de Maquinas	Bodega	LED	2APVTLD-20L840	2	1	19	38.2	38.2	80.0	3,056.0
P3	Baño	Baño	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	160.0	3,056.0
P3	Baño	Baño	LED	2APVTLD-20L840	2	1	19	38.2	38.2	160.0	6,112.0
P3	Bodega	Bodega	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
P3	Bodega	Bodega	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
P3	Laboratorio	Sala autoacceso 1	LED	24FP4740C	6	1	40	241.8	241.8	150.0	36,270.0
P3	Laboratorio	Sala autoacceso 2	LED	24FP4740C	9	1	40	362.7	362.7	100.0	36,270.0
P3	Aula	Aula Isóptica	LED	24FP4740C	9	1	40.3	362.7	362.7	150.0	54,405.0
P3	Bodega	Bodega Isoptica	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
P3	Laboratorio	Laboratorio de Electronica	LED	24FP4740C	4	1	40	161.2	161.2	80.0	12,896.0

Fuente: Elaboración propia (2019)

La *Tabla 35* se observa la nueva propuesta de luminarias correspondiente al Piso 4.

*Tabla 35. Propuesta nueva de luminarias Piso 4.*

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Watts	Pot Instalada	Demanda [W]	Horas de uso [h/mes]	Consumo [Wh/mes]
P4	Oficina	Mediateca	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	150.0	12,090.0
P4	Laboratorio	Laboratorio de computo	LED	24FP4740C	8	1	40	322.4	322.4	80.0	25,792.0
P4	Pasillo	Pasillo	LED	24FP4740C	6	1	40	241.8	241.8	160.0	38,688.0
P4	Bodega	Bodega	LED	2APVTLD-20L840	2	1	19	38.2	38.2	80.0	3,056.0
P4	Baño	Baño	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	160.0	3,056.0
P4	Baño	Baño	LED	2APVTLD-20L840	2	1	19	38.2	38.2	160.0	6,112.0
P4	Bodega	Bodega	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
P4	Bodega 2	Bodega Cub 401	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
P4	Oficina	Cubiculo 401	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	160.0	12,896.0
P4	Oficina	Difusion cultural	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	150.0	12,090.0
P4	Oficina	Radio	LED	24FP4740C	1	1	40	40.3	40.3	80.0	3,224.0
P4	Oficina	Consola	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	100.0	8,060.0
P4	Aula	401	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	240.0	29,016.0
P4	Aula	402	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	240.0	29,016.0
P4	Aula	403	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	240.0	19,344.0
P4	Aula	404	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	240.0	19,344.0
P4	Aula	405	LED	24FP4740C	4	1	40	161.2	161.2	240.0	38,688.0
P4	Aula	406	LED	24FP4740C	4	1	40	161.2	161.2	240.0	38,688.0
P4	Aula	407	LED	24FP4740C	4	1	40	161.2	161.2	240.0	38,688.0
P4	Oficina	Cubiculo	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	90.0	10,881.0
P4	Bodega	Bodega	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
P4	Oficina	Psicologo	LED	24FP4740C	1	1	40	40.3	40.3	100.0	4,030.0
P4	Pasillo	Domo	LED	24FP4740C	4	1	40	161.2	161.2	160.0	25,792.0
P4	Bodega	Laboratorio de computo	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0

Fuente: Elaboración propia (2019)

La *Tabla 36* se observa la nueva propuesta de luminarias correspondiente al Piso 5.

*Tabla 36. Propuesta nueva de luminarias Piso 5.*

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Watts	Pot Instalada (W)	Demanda (W)	Horas de uso (h/mes)	Consumo (Wh/mes)
P5	Oficina	Sistemas	LED	24FP4740C	6	1	40	241.8	241.8	160.0	38,688.0
P5	Laboratorio	SITE	LED	2APVTLD-20L840	4	1	19	76.4	76.4	120.0	9,168.0
P5	Aula	501	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	240.0	29,016.0
P5	Aula	502	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	240.0	29,016.0
P5	Aula	503	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	240.0	29,016.0
P5	Aula	504	LED	24FP4740C	4	1	40	161.2	161.2	240.0	38,688.0
P5	Aula	505	LED	24FP4740C	4	1	40	161.2	161.2	240.0	38,688.0
P5	Aula	506	LED	24FP4740C	4	1	40	161.2	161.2	240.0	38,688.0
P5	Aula	507	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	240.0	29,016.0
P5	Oficina	Oficina de servicio medico	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	240.0	19,344.0
P5	Oficina	Servicio medico	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	150.0	12,090.0
P5	Oficina	Oficna	LED	24FP4740C	3	1	40	120.9	120.9	240.0	29,016.0
P5	Oficina	Oficina 2 (Oficina Americo)	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	240.0	19,344.0
P5	Baño	Baño	LED	2APVTLD-20L840	2	1	19	38.2	38.2	160.0	6,112.0
P5	Baño	Baño	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	160.0	3,056.0
P5	Oficina	Defensoria del estudiante	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	150.0	12,090.0
P5	Pasillo	Junto a radio (vestibulo )	LED	24FP4740C	4	1	40	161.2	161.2	160.0	25,792.0
P5	Pasillo	Pasillo	LED	24FP4740C	7	1	40	282.1	282.1	160.0	45,136.0
P5	Oficina	Radio	LED	24FP4740C	1	1	40	40.3	40.3	80.0	3,224.0
P5	Oficina	Consola	LED	24FP4740C	2	1	40	80.6	80.6	100.0	8,060.0

Fuente: Elaboración propia (2019)

La *Tabla 37* se observa la nueva propuesta de luminarias correspondiente al Piso 6.

*Tabla 37. Propuesta nueva de luminarias Piso 6.*

Piso	Tipo de instalación	Descripción instalación	Tipo de tecnología	Luminaria	No. de Luminarias	Lámparas	Watts	Pot Instalada (W)	Demanda (W)	Horas de uso (h/mes)	Consumo (Wh/mes)
P6	Vestidor	estidores de intendencia Hombre	LED	2APVTLD-20L840	2	1	19	38.2	38.2	100.0	3,820.0
P6	Vestidor	estidores de intendencia Mujeres	LED	2APVTLD-20L840	2	1	19	38.2	38.2	100.0	3,820.0
P6	Comedor	Comedor de intendencia	LED	2APVTLD-20L840	3	1	19	57.3	57.3	100.0	5,730.0
P6	Bodega	Bodega	LED	2APVTLD-20L840	1	1	19	19.1	19.1	80.0	1,528.0
P6	Pasillo	Pasillo	LED	2APVTLD-20L840	5	1	19	95.5	95.5	100.0	9,550.0

Fuente: Elaboración propia (2019)

Con base en la simulación desarrollada en el Software Visual 2018, las luminarias totales se indican en la *Tabla 38*.

*Tabla 38. Cantidad de luminarias para propuesta nueva*

Número de luminarias	Luminaria	Características	Zona de colocación
98	2APVTLD-20L840	Marca Eaton Lighting 2"	Bodegas, almacenes
9	4APVTLD-40L840	Marca Eaton Lighting 4"	Estacionamiento
21	SMD4S6940WH	Marca Eaton Lighting	Auditorio
236	24FP4740C	Marca Eaton Lighting	Aulas, oficinas
41	Dicroica 50 W	Genérica	Vestíbulo Auditorio

Fuente: Elaboración propia (2019)

La *Tabla 39* muestra un ejemplo del desglose de datos por piso para evaluar la NOM-025-STPS-2008 realizado mediante la simulación del software Visual 2018, en la columna B se muestra el promedio de luxes medido en la instalación (solo como dato ilustrativo para la comparación), la columna C contiene el valor de referencia de la norma, la columna D, el valor obtenido en la simulación y la columna F indica si la simulación cumple o no la norma.

*Tabla 39. Ejemplo de valores simulados para evaluar la NOM-025-STPS-2008 en planta baja*

Piso	Tipo de instalación	NOM-025-STPS-2008					¿Cumple la norma?
		A Área m2	B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	D Valores de la simulación	E Diferencia medición/norma	
PB	Bodega	10.90	148.25	100	113.2	-13.20	Cumple
PB	Mantenimiento	23.30	157.89	200	268.8	-68.80	Cumple
PB	Taller de Trabajo obras y conservacion	32.50	209.70	300	324.3	-24.30	Cumple
PB	Equipo hidroneumatico	16.90	148.25	200	208.9	-8.90	Cumple
PB	Bodega de garrafones	5.60	148.25	100	200.6	-100.60	Cumple
PB	Baños y vestidores de vigilancia	9.80	421.75	100	254.5	-154.50	Cumple
PB	Subestacion Electrica	41.20	122.20	200	260.9	-60.90	Cumple
PB	Planta de emergencia	12.30	122.20	100	101.6	-1.60	Cumple
PB	Estacionamiento	447.50	122.20	50	87.8	-37.80	Cumple

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la *Tabla 40* se puede observar un ejemplo de desglose de resultados de la evaluación de la simulación de la NOM-007-ENER-2014. En la columna A se indica el área de la instalación, la columna G contiene los valores de la norma en el plano de trabajo, la

columna H es el valor actual de la instalación, la columna I es el valor de la nueva propuesta de iluminación y la columna K indica si cumple o no con la norma.

*Tabla 40. Ejemplo de valores simulados para evaluar la NOM-007-ENER-2014 en Planta Baja*

Piso	Tipo de instalación	A Área m2	NOM-007-ENER-2014				K ¿Cumple la norma?
			G Valores de norma en plano de trabajo	H Valores actuales	I Valores de la simulación en	J Diferencia medición/norma	
PB	Bodega	10.90	6.78	11.19	1.7	5.08	Cumple
PB	Mantenimiento	23.30	17.11	10.47	3.3	13.81	Cumple
PB	Taller de Trabajo obras y conservacion	32.50	17.11	15.01	3.5	13.61	Cumple
PB	Equipo hidroneumatico	16.90	15	14.43	3.4	11.60	Cumple
PB	Bodega de garraiones	5.60	6.78	21.78	3.4	3.38	Cumple
PB	Baños y vestidores de vigilancia	9.80	10.55	12.45	3.9	6.65	Cumple
PB	Subestacion Electrica	41.20	17.11	2.96	2.8	14.31	Cumple
PB	Planta de emergencia	12.30	17.11	4.96	1.6	15.31	Cumple
PB	Estacionamiento	447.50	2.05	1.50	0.8	1.25	Cumple

Fuente: Elaboración propia (2019)

En cuanto a la NOM-007-ENER-2014 se tenía un DPEA total del inmueble de 10,17 W/m<sup>2</sup>, después de la remodelación planteada se tendría una DPEA de 3,33 W/m<sup>2</sup>, con esto, se continúa cumpliendo con la norma.

En el *Anexo 9* se detalla piso por piso la evaluación realizada a la NOM-025-STPS-2008 y a la NOM-007-ENER-2014.

### Conclusión de la evaluación de medida

El inmueble no está cumpliendo cabalmente con la NOM-025-STPS-2008, por lo que se recomienda hacer el cambio de tecnologías y compensar los niveles de iluminación en las áreas donde haga falta, haciendo una nueva distribución de luminarias. Por este motivo esta medida pasa al análisis económico.

### 3.4. Medida tecnológica: Cambio del equipo de aire acondicionado del SITE

Con base en la matriz energética de cargas, se sabe que los equipos de aire acondicionado representan el 11,44% del consumo total de energía, convirtiéndolos en el 2do lugar de las

cargas significativas en el edificio.

Por otro lado, se observa que a partir del consumo energético de los equipos de aire acondicionado que se encuentran instalados en el inmueble, es que solo el equipo ubicado en el SITE representa el 44,85% del total de consumo por aire acondicionado (consume 700 kWh/mes de 1 560 kWh/mes). Esto se debe a que trabaja aproximadamente 8 horas al día, ya que el cuarto debe estar siempre a una temperatura entre 19°C y 21°C o los equipos de telecomunicaciones se pueden dañar.

Es por esto que se propone como medida reemplazar solo el equipo de aire acondicionado que se encuentra en el SITE por uno más eficiente.

Características del AA instalado:

Marca /modelo	Consumo energético kWh/h	Horas de uso [h/mes]	Consumo [kWh/mes]
YORK AC024M1024A	2,8	250	700

### **Conclusión de la evaluación de medida**

Es totalmente recomendable hacer el cambio de equipo de AA en el SITE, ya que con este simple cambio se puede reducir considerablemente la demanda por uso de este equipo de aire acondicionado.

Debido a que no se realizó un análisis de carga térmica dentro de las instalaciones del SITE, la medida AUEE se limita a proponer un análisis a fondo del sitio para evaluar qué tipo de tecnología puede reemplazar el equipo de aire acondicionado existente para reducir los consumos que éste representa.



## Capítulo 4. Evaluación económica de las medidas AUEE

De las medidas propuestas, la única medida que requiere de una inversión inicial es el cambio de tecnologías en luminarias. La propuesta es realizar un cambio de la instalación y luminarias, no hacer adecuación, sino un cambio para migrar a tecnología LED, por lo que no se hace un análisis económico 1 a 1 (luminarias por luminaria), más bien se trabajó con base a precios unitarios de la nueva instalación tomando en cuenta el retirar la tecnología vieja, colocar la nueva y por supuesto la compra de las nuevas luminarias (Ver *anexo 10* para el cálculo de los precios unitarios).

La propuesta es cambiar 511 piezas T8 (32 W), 12 piezas T5 (28 W) y 4 piezas T12 (40 W) por 236 piezas 24FP4740C (40,3 W), 21 piezas SMD4S6940WH (20 W), 98 piezas 2APVTLD-20L840 (19,1 W) y 9 piezas 4APVTLD-40L840 (33,3 W) de luminarias LED. Para calcular el retorno de inversión se hizo sobre el costo de facturación que se estaría ahorrando cada mes por realizar el cambio a luminarias LED.

Tabla 41. Evaluación económica de sustitución de luminarias

Sistema actual			Sistema propuesto			
Luminaria	Cant.	Consumo [kWh/mes]	Luminaria	Cant.	Potencia [W]	Consumo [kWh/mes]
T8	511	5 364,74	2APVTLD-20L840	98	19,1	218,50
T5	12	48	4APVTLD-40L840	9	33,3	197,80
T12	4	31,05	SMD4S6940WH	21	20	33,60
Incandescente	19	75	24FP4740C	236	40,3	1 678,09
Dicroica	41	128	Dicroica	41	50	128
CFL	16	30,16				
<b>Total</b>	<b>603</b>	<b>5 676,95</b>	<b>Total</b>	<b>405</b>		<b>2 256,00</b>
<b>Pago por consumo</b>		<b>\$14 100,98</b>	<b>Pago por consumo</b>			<b>\$5 603,67</b>
					<b>Mensual</b>	<b>Anual</b>
			<b>Ahorro energético</b>		3 420,96 kWh	41 051,46 kWh
			<b>Ahorro económico</b>		\$8 497,31	\$101 967,73

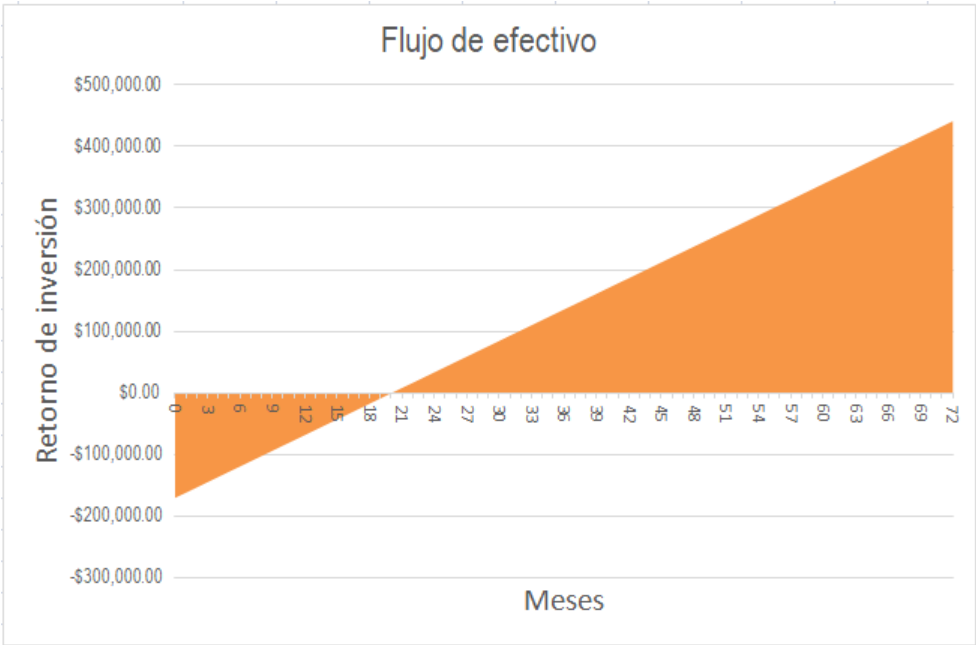
Fuente: Elaboración propia (2019)

Como se desglosa en la *Tabla 41*, se tiene un ahorro energético del 60,26% mensual con las nuevas luminarias, que representa \$8 497,31 mensuales, dato que se utiliza para calcular el retorno de inversión y la rentabilidad de la medida.

La inversión inicial para migrar de tecnología a las nuevas luminarias es de \$170 152,40 realizando los cálculos para el valor presente neto y la tasa interna de retorno con una tasa de interés del 10% anual (Fernández, 2019), se obtiene:

- VPN = \$293 947,82
- TIR = 76,1% anual

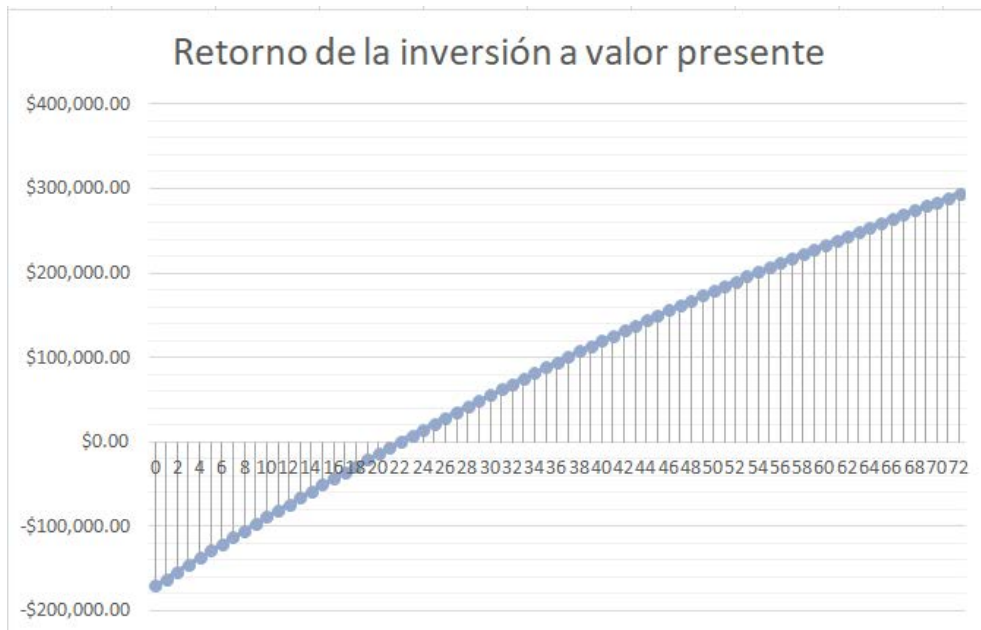
La *gráfica 13* muestra el comportamiento del flujo de efectivo proyectado a 6 años, del cual se sabe que el retorno de inversión se obtiene a 1 año con 9 meses.



*Gráfica 13. Flujo de efectivo para el proyecto de cambio de luminarias*

Fuente: Elaboración propia (2019).

La *gráfica 13* muestra que a simple vista la medida pareciera ser rentable, ya que muestra el flujo acumulado de efectivo a valor presente y en el cual se obtiene un beneficio económico al mes 22 de iniciado el proyecto.



*Gráfica 14. Retorno de la inversión a valor presente.*

Fuente: Elaboración propia (2019).

Los valores de rentabilidad están a favor, y con ello se tienen más argumentos para aceptar el cambio de tecnología que para no hacerlo:

Para empezar, más de la mitad de las instalaciones no cumplen con la NOM-025-STPS-2008, lo que implica realizar una reestructuración de las luminarias para balancear los niveles de iluminación por cuarto, de lo contrario se arriesgan a un posible cierre de instalaciones.

Por otra parte, la mayoría de las luminarias y su instalación se encuentran en mal estado o son muy viejas, además de que ninguna de las luminarias censadas es tipo LED (Véase *anexo 11* para registro fotográfico de las luminarias).

Aunado a la ventaja económica y al corto tiempo de retorno de inversión, la propuesta va enfocada en resolver tres problemáticas importantes:

- Cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008
- Eliminar las instalaciones de luminarias en mal estado.
- Migrar a una nueva tecnología para hacer uso de luminarias más eficientes, que a partir del primer año con 9 meses ya comenzarían a generar beneficios económicos.

## Capítulo 5. Medidas de AUEE rentables y su impacto ambiental

A continuación, se presentan las fichas técnicas correspondientes a las medidas AUEE con las que se cuentan con todos los datos necesarios para evaluar cuantitativamente su impacto.

*Tabla 42. Medida de AUEE limitar uso del SITE en temporada vacacional*

<b>Limitar el uso del SITE en temporada vacacional</b>			
Descripción de la medida	Se propone apagar los equipos de telecomunicaciones que se encuentran en las instalaciones del SITE en temporada vacacional, siempre y cuando los servidores no alojen sistemas que se ocupen durante esta temporada		
Beneficios energéticos	<b>2 645,06 kWh/año</b>	Inversión	<b>\$ 0,00</b>
Beneficios económicos	<b>\$6 507,07 anuales</b>	Medida operativa	
Beneficios ambientales	<b>1,34 tCO2e anuales</b>		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 43. Medida de AUEE Cambio de tecnología en luminarias

<b>Cambio de tecnologías en luminarias</b>			
Descripción de la medida	Reemplazo de luminarias existentes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 511 piezas T8 (32 W)</li> <li>- 12 piezas T5 (28 W)</li> <li>- 4 piezas T12 (40 W)</li> <li>- 19 piezas Incandescente (100 W)</li> <li>- 16 piezas CFL (2x13 W)</li> <li>- 4 piezas CFL (2x15 W)</li> </ul> Por las luminarias LED: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 236 piezas 24FP4740C (40,3 W)</li> <li>- 21 piezas SMD4S6940WH (20 W)</li> <li>- 98 piezas 2APVTLD-20L840 (19,1 W)</li> <li>- 9 piezas 4APVTLD-40L840 (33,3 W)</li> </ul>		
Beneficios energéticos	<b>41 051,46 kWh/año</b>	Inversión	<b>\$170 152,40</b>
Beneficios económicos	<b>\$101 967,73 anuales</b>	Tiempo simple de recuperación	<b>1 año 9 meses</b>
Beneficios ambientales	<b>20,73 tCO<sub>2</sub>e anuales</b>	Valor presente neto	<b>\$293 947,82</b>
		TIR (anual)	<b>76,1 %</b>

Fuente: Elaboración propia (2019)

El cálculo de emisiones se hizo con el valor oficial del factor de emisión eléctrico para el año 2020 emitido por la CRE de 0.505 tCO<sub>2</sub>e/MWh (Anexo 12).

## Conclusiones

El inmueble de Fray Servando 99 del plantel de Centro Histórico de la UACM, cuenta con 5 niveles de construcción y un sótano, con un área total construida de 3 536 m<sup>2</sup>. El suministro eléctrico se encuentra contratado en tarifa Gran Demanda en Media Tensión Ordinaria (GDMTO), con un consumo promedio de energía eléctrica de 14 025 kWh/mes y una demanda máxima de 28 kW durante el periodo de noviembre 2017 a agosto 2018.

En este sentido, el edificio de Fray Servando 99 presenta un ICEE de 47,17 kWh/m<sup>2</sup>-año que comparado con el ICEE máximo (de 65 kWh/m<sup>2</sup>-año), establecido por la CONUEE para inmuebles de oficina en la zona térmica 3A sin servicio de acondicionamiento de aire, el inmueble está por debajo del límite máximo (27,43% menos); en otras palabras, el inmueble presenta un consumo eficiente de energía.

Por otro lado, al comparar los resultados de la medición eléctrica de la instalación con los datos de la facturación, se detectó una diferencia significativa en la demanda máxima, pues mientras la medición registró una demanda máxima de 44 kW; en los recibos eléctricos el valor más alto de demanda máxima fue de 34 kW. Esto puede deberse a un problema con el equipo de medición de CFE.

Otro elemento que llama la atención en la facturación eléctrica, es el Factor de Carga, el cual alcanza un valor promedio de más de 70%, valor elevado para un centro educativo que opera aproximadamente 16 h/d, 5 días a la semana. Sin embargo, utilizando los datos de las mediciones realizadas, se obtiene un valor de 44%, con lo que se puede confirmar un error en la demanda máxima reflejada en la facturación del edificio.

En caso de que el suministrador (CFE), realice la corrección en la medición de la demanda máxima, se estima que la facturación aumentaría un 11% aproximadamente, un impacto

que se reflejaría en todos los recibos.

De las mediciones realizadas, se observa que los distintos parámetros eléctricos se encuentran en rangos aceptables, por ejemplo:

- No se encontraron desbalances significativos en las tensiones ni corrientes de línea.
- El factor de potencia se encuentra siempre por arriba del 90%.
- La frecuencia se encuentra dentro del rango de  $\pm 0.8\%$  de los 60 Hz.

Del censo de cargas, se obtuvo una demanda máxima de 40,55 kW, un valor menor al medido por el analizador de redes de 44 kW, pero mayor a la facturada. Asimismo, se obtuvo un consumo de energía total de 13 649 kWh/mes, valor por debajo del promedio mensual que se tiene registrado a partir de la facturación de electricidad de 14 025 kWh/mes, pero se encuentra dentro del rango (mínimo registrado 12 000, máximo 16 000 kWh/mes); esto puede deberse a que no se censó el 100% de los equipos.

Dentro de las principales cargas que se tienen en el edificio, el mayor consumidor de energía eléctrica es el sistema de iluminación con un 41,59%; seguido por el sistema de aire acondicionado y los equipos del SITE, quienes representan el 11,44% y 11,41%, respectivamente.

Con base en la información recopilada de facturación, medición y censo de cargas, se realizaron las siguientes propuestas para el ahorro y uso eficiente de la energía:

- a) Medida operativa: Limitar el uso del SITE en temporada vacacional

Se sugiere apagar los equipos de telecomunicaciones que se encuentran en las instalaciones del SITE en temporada vacacional, siempre y cuando los servidores no alojen sistemas que se ocupen durante esta temporada. Para verificar esta información es necesario realizar un análisis más profundo, investigando que servicios provee el SITE y



quiénes lo ocupan.

b) Medida operativa: Evaluación de un cambio de tarifa GDMTO a GDMTH

Se hizo la proyección de cuanto se pagaría por el consumo energético del plantel si se hiciera el cambio a tarifa horaria, los resultados estuvieron a favor de conservar la tarifa GDMTO ya que con el cambio se terminaría pagando poco más de \$3 000 mensuales. Por lo que no resultó una medida favorable, así que se descartó la opción.

c) Medida tecnológica: Cambio de tecnologías en luminarias

Es una buena medida ya que los valores de rentabilidad están a favor, y con ellos se tienen argumentos sólidos para aceptar el cambio de tecnología.

Para empezar, más de la mitad de las áreas no cumplen con la NOM-025-STPS-2008, lo que implica realizar una reestructuración de las luminarias para balancear los niveles de iluminación por espacio, de lo contrario, se arriesgan a un posible cierre de instalaciones.

Por otra parte, la mayoría de las luminarias y su instalación se encuentran en mal estado o son muy viejas, además de que ninguna de las luminarias censadas es tipo LED, aunque se encontraron luminarias con lámparas T5 y T8 que se consideran eficientes.

Por ello se propone un cambio del tipo de luminarias, no hacer modernización, sino con miras a futuro de tener mejores instalaciones usando la tecnología LED. Con esto, el tiempo de recuperación de la inversión se extiende a 1 año y 9 meses, se resuelven tres problemáticas: cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008, instalaciones de luminarias en mal estado y uso de luminarias más eficientes, que a partir del año 9 meses ya comenzarían a generar beneficios económicos.

d) Medida tecnológica: Cambio del equipo de aire acondicionado del SITE

Se detectó que, del total del consumo de aire acondicionado (AA), solo el equipo ubicado

en el SITE representa el 44.85% (consume 700 kWh/mes de 1 560,84 kWh/mes), esto se debe a que trabaja aproximadamente 8 horas al día porque el cuarto debe estar siempre a una temperatura entre 19°C y 21°C. La recomendación es cambiar el AA por uno más eficiente. Sin embargo, no se realizó la propuesta del nuevo equipo porque se necesita hacer un análisis de carga térmica dentro de las instalaciones del SITE, por lo que la medida AUÉE se limita a sugerir un análisis a fondo del sitio para evaluar qué tipo de tecnología puede reemplazar el aire acondicionado existente para reducir los consumos que éste representa.

Finalmente, del análisis realizado, se encontró que tres de las medidas que pudieran implementarse en el centro educativo requieren de un estudio más detallado, por lo que se sugiere la realización de una auditoria de mayor profundidad (Nivel 2).

## Referencias

- Aranda, A., Zabalza, I., Díaz, S., & Llera, E. (2010). *Eficiencia energética en instalaciones y equipamiento de edificios*. Prensas Universitarias de Zaragoza. Zaragoza España.
- BP (2018). *BP Statistical Review of World Energy*. British Petroleum 67th edition.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2012). *Reglamento de la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica*. Diario Oficial de la Federación, 30 de noviembre de 2012. Estados Unidos Mexicanos.
- CONUEE (2019). *Disposiciones APF 2019: Metas anuales de ahorro de energía y mejora en el rendimiento energético*. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). Fecha de publicación: 26 de junio de 2019. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/22425>
- CONUUE (2014). *Herramienta Grados Día*. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. Recuperado de <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/herramientas-y-aplicaciones>
- CFE (2020a). *Disposiciones Complementarias*. Comisión Federal de Electricidad. Recuperado de <https://www.cfe.mx/negocio/Conocetutarifa/Paginas/disposiciones-complementarias.aspx>
- CFE (2020b). *Tarifa GDMTO*. Comisión Federal de Electricidad. Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCREIndustria/Tarifas/GranDemandaMTO.aspx>
- CFE (2020c). *Tarifa GDMTO*. Comisión Federal de Electricidad. Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Tarifas/GranDemandaMTH.aspx>
- CRE (2019). *Oficio SE-300-21799-2019, Tarifa Final Suministro Básico febrero 2019*. Comisión Reguladora de Energía (CRE). Gobierno de México. Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Acuerdos/AcuerdosNegocio.aspx>
- CRE (2019). *Oficio SE-300-25599-2019, Tarifa Final Suministro Básico marzo 2019*. Comisión Reguladora de Energía (CRE). Gobierno de México. Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Acuerdos/DescargaAcuerdo.aspx?id=35&anio=2019&idCliente=2&tipo=CRE>

- CRE (2018). *Oficio UE-240-18353-2018, Tarifa Final Suministro Básico diciembre 2017, enero y febrero 2018*. Comisión Reguladora de Energía (CRE). Gobierno de México. Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Acuerdos/DescargaAcuerdo.aspx?id=6&anio=2018&idCliente=2&tipo=CRE>
- CRE (2018). *Oficio SE-300-30993-2018, Tarifa Final Suministro Básico marzo 2018*. Comisión Reguladora de Energía (CRE). Gobierno de México. Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Acuerdos/DescargaAcuerdo.aspx?id=8&anio=2018&idCliente=2&tipo=CRE>
- CRE (2018). *Oficio SE-300-38449-2018, Tarifa Final Suministro Básico abril 2018*. Comisión Reguladora de Energía (CRE). Gobierno de México. Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Acuerdos/DescargaAcuerdo.aspx?id=15&anio=2018&idCliente=2&tipo=CRE>
- CRE (2018). *Oficio SE-300-41556-2018, Tarifa Final Suministro Básico mayo 2018*. Comisión Reguladora de Energía (CRE). Gobierno de México. Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Acuerdos/DescargaAcuerdo.aspx?id=16&anio=2018&idCliente=2&tipo=CRE>
- CRE (2018). *Oficio SE-300-46237-2018, Tarifa Final Suministro Básico junio 2018*. Comisión Reguladora de Energía (CRE). Gobierno de México. Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Acuerdos/DescargaAcuerdo.aspx?id=17&anio=2018&idCliente=2&tipo=CRE>
- CRE (2018). *Oficio SE-300-57815-2018, Tarifa Final Suministro Básico julio 2018*. Comisión Reguladora de Energía (CRE). Gobierno de México. Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Acuerdos/DescargaAcuerdo.aspx?id=18&anio=2018&idCliente=2&tipo=CRE>
- CRE (2018). *Oficio SE-300-70298-2018, Tarifa Final Suministro Básico agosto 2018*. Comisión Reguladora de Energía (CRE). Gobierno de México. Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Acuerdos/AcuerdosNegocio.aspx>
- Doty, S. (2008). *Commercial Energy Auditing Reference Handbook*. The Fairmont Press Inc. Georgia. United States of America.
- Fernández, L. (2019). *Apuntes de Evaluación Económica de Proyectos de Ahorro de Energía*. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- García, F. (2011). *Predicción del tiempo de vida de lámparas fluorescentes aplicación a usos fotovoltaicos*. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid. España.

Gobierno de España (2019). *Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España. Recuperado de [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicasy-medidas/guia\\_pa\\_v2\\_tcm30-178911.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicasy-medidas/guia_pa_v2_tcm30-178911.pdf)

Google (2019). *Google Maps 3D*. Recuperado de <https://www.google.com/maps>

IEA (2017). *Energy Efficiency 2017*. International Energy Agency. IEA Publications: France.

Llamas, A., Acevedo, S., De los Reyes, J. & Báez, J. (2014). *Armónicas en Sistemas Eléctricos Industriales*. Innovación Editorial Lagares de México S.A. de C.V. Estado de México: México.

Rey, F., Velasco, E. & Rey, J. (2018). *Eficiencia Energética de los Edificios*. Ediciones Paraninfo. Madrid: España.

Rey, F., Velasco, E. & Rey, J. (2018). *Eficiencia Energética de los Edificios Sistema de Gestión Energética ISO 50001 Auditorías Energéticas*. Ediciones Paraninfo. Madrid: España.

SEDUVI (2019). *Sistema de Información GeoGráfica del Distrito Federal*. Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México. Gobierno de la Ciudad de México: México. Recuperado de <http://ciudadmx.cdmx.gob.mx:8080/seduvi/>

Soto, J. (1996). *Fundamentos sobre ahorro de energía*. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán.

STPS (2008). *Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, México.

## Anexos

### Anexo 1. Registro fotográfico de la subestación eléctrica

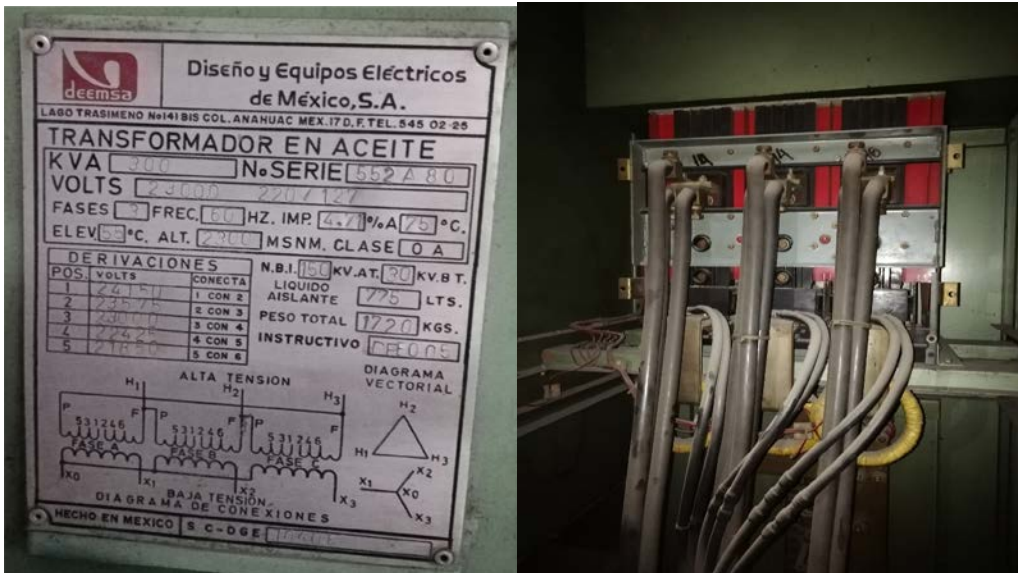


Imagen A1.1. Datos de placa del transformador

Fuente: Elaboración propia (2019).

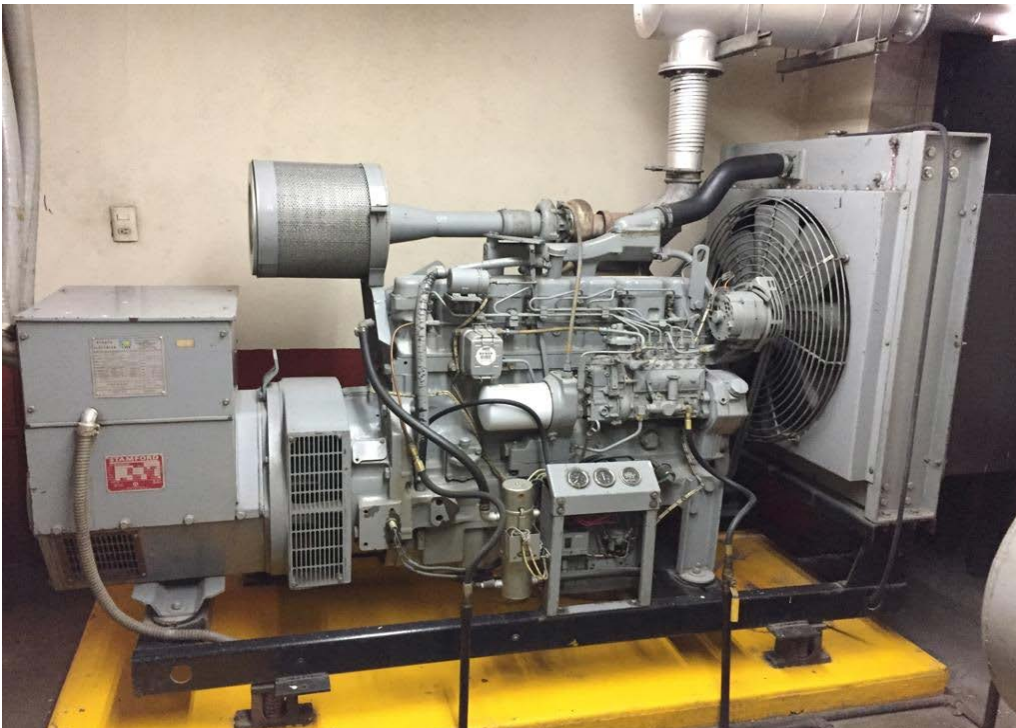


Imagen A1.2. Planta de Emergencia

Fuente: Elaboración propia (2019).

## Anexo 2. Cálculos para la verificación de facturas

### Enero – Febrero

División: Valle de México Centro					Fuente: Oficio UE-240-18353-2018 TFSB diciembre 2017 enero y febrero 2018							
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SONMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$/kWh	0.1585		0.0075		0.0054	0.7150		0	0.8864
		Capacidad	\$/kW		58.56						179.86	0

AVISO RECIBO												
Nombre y Domicilio:												
<b>Plantel Centro Historico 99 - UACM</b>												
FRAY S T DE MIER 99 COL OBRERA												
CUAUHTEMOC CIUDAD DE MEXICO												
Días periodo 33												
TOTAL A PAGAR: <b>\$20,953.00</b>												
TARIFA:	GDMTO	NO. MEDIDOR	299AJ1	MULTIPLICADOR	600	PERIODO FACTURADO						4-ene.-18 6-feb.-18
CARGA CONECTADA kW:	200	DEMANDA CONTRATADA kW:		170	LÍMITE DE PAGO						15 de marzo de 2018	

Concepto	No. Medidor	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh					13,200
kW					24
kVAth					1,800
Factor de potencia %					99.08%
Consumo diario					400 kWh/d

Costo de la energía en el mercado				
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)
Suministro	620.44			620.44
Distribución		1,514.87		1,514.87
Transmisión			2,092.20	2,092.20
CENACE		99.00		99.00
Energía			9,438.00	9,438.00
Capacidad		4,652.75		4,652.75
SCnMEM			71.28	71.28
<b>Total</b>	<b>620.44</b>	<b>6,167.63</b>	<b>11,700.48</b>	<b>18,488.55</b>

Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$ Importe
Cargo Fijo	620.44
Energía	17,868.11
Subtotal	18,488.55
2% Baja Tensión	0.00
Subtotal	18,488.55
Cargo por Factor de Potencia	-425.24
Subtotal	18,063.31
IVA 16%	2,890.13
Facturación del periodo	20,953.44
Diferencia por redondeo	0.09
<b>Total</b>	<b>20,953.53</b>

División: Valle de México Centro				
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	[\$]
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$/mes	571.56
		Energía	\$/kWh	0.8830
		Distribución	\$/kW	58.56
		Capacidad	\$/kW	179.04

Imagen A2.1. Recibo de energía eléctrica, Enero-Febrero 2018

Fuente: Comisión Federal de Electricidad (2018).

## Febrero – Marzo

División: Valle de México Centro					Fuente: Oficio UE-240-22445-2018, TFSB febrero 2018							
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$/mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$/kWh	0.1585		0.0075		0.0054	0.6992		0	0.8706
		Capacidad	\$/kW		58.56					170.29	0	228.85

División: Valle de México Centro					Fuente: Oficio SE-300-30993-2018, TFSB marzo 2018							
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$/mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$/kWh	0.1585		0.0061		0.0054	0.8030		0	0.9730
		Capacidad	\$/kW		58.56					199.55	0	258.11

AVISO RECIBO											
<b>Nombre y Domicilio:</b>											
<b>Plantel Centro Historico 99 - UACM</b>											
FRAY S T DE MIER 99 COL OBRERA											
CUAUHTEMOC CIUDAD DE MEXICO											
<b>TARIFA:</b> GDMTO						<b>NO. MEDIDOR:</b> 299AJ1		<b>MULTIPLICADOR:</b> 600		<b>TOTAL A PAGAR:</b> \$23,973.00	
<b>CARGA CONECTADA kW:</b> 200						<b>DEMANDA CONTRATADA kW:</b> 170				Días periodo 29	
								<b>PERIODO FACTURADO</b>		6-feb.-18 7-mar.-18	
								<b>LÍMITE DE PAGO</b>		16 de abril de 2018	

Concepto	No. Medidor	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh					15,000
kW					30
kVAh					1,200
Factor de potencia %					99.68%
Consumo diario					517 kWh/d

Costo de la energía en el mercado				
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)
Suministro	564.04			564.04
Distribución		1,790.02		1,790.02
Transmisión			2,377.50	2,377.50
CENACE			107.60	107.60
Energía			10,851.30	10,851.30
Capacidad		5,403.52		5,403.52
SCnMEM			81.00	81.00
<b>Total</b>	<b>564.04</b>	<b>7,193.54</b>	<b>13,417.40</b>	<b>21,174.96</b>

Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$ Importe
Cargo Fijo	564.04
Energía	20,610.94
Subtotal	21,174.98
2% Baja Tensión	0.00
Subtotal	21,174.98
Cargo por Factor de Potencia	-508.20
Subtotal	20,666.78
IVA 16%	3,306.68
Facturación del periodo	23,973.46
Diferencia por redondeo	0.09
<b>Total</b>	<b>23,973.55</b>

División: Valle de México Centro				
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	[\$]
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$/mes	571.56
		Energía	\$/kWh	0.8710
		Distribución	\$/kW	58.56
		Capacidad	\$/kW	170.29

### Imagen A2.2. Recibo de energía eléctrica, Febrero-Marzo 2018

Fuente: Comisión Federal de Electricidad (2018).



## Marzo – Abril

División: Valle de México Centro					Fuente: Oficio SE-300-30993-2018, TFSB marzo 2018							
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$/kWh	0.1585		0.0061		0.0054	0.8030		0	0.9730
		Capacidad	\$/kW		58.56						199.55	0

División: Valle de México Centro					Fuente: Oficio SE-300-38449-2018, TFSB abril 2018							
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$/kWh	0.1585		0.0061		0.0054	0.8830		0	1.0530
		Capacidad	\$/kW		58.56						219.42	0

AVISO RECIBO												
<b>Nombre y Domicilio:</b>												
<b>Plantel Centro Historico 99 - UACM</b>												
FRAY S T DE MIER 99 COL OBRERA												
CUAUHTEMOC CIUDAD DE MEXICO												
<b>TOTAL A PAGAR:</b>												
<b>\$27,628.00</b>												
										Días periodo		33
<b>PERIODO FACTURADO</b>												
7-mar.-18 9-abr.-18												
<b>LÍMITE DE PAGO</b>												
17 de mayo de 2018												
<b>TARIFA:</b> GDMTO			<b>NO. MEDIDOR</b> 299AJ1			<b>MULTIPLICADOR</b> 600						
<b>CARGA CONECTADA kW:</b> 200			<b>DEMANDA CONTRATADA kW:</b> 170									

Concepto	No. Medidor	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh					15,600
kW					23
kVAh					2,400
Factor de potencia %					98.84%
Consumo diario					473 kWh/d

Costo de la energía en el mercado				
Concepto	\$	\$/kV	\$/kWh	Importe (MXN)
Suministro	620.44			620.44
Distribución		1,824.24		1,824.24
Transmisión			2,472.60	2,472.60
CENACE			95.16	95.16
Energía			12,867.16	12,867.16
Capacidad		6,389.17		6,389.17
SCnMEM			84.24	84.24
<b>Total</b>	<b>620.44</b>	<b>8,213.41</b>	<b>15,519.16</b>	<b>24,353.02</b>

Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$ Importe
Cargo Fijo	620.44
Energía	23,732.58
Subtotal	24,353.02
2% Baja Tensión	0.00
Subtotal	24,353.02
Cargo por Factor de Potencia	-535.77
Subtotal	23,817.25
IVA 16%	3,810.76
Facturación del periodo	27,628.01
Diferencia por redondeo	0.00
<b>Total</b>	<b>27,628.01</b>

División: Valle de México Centro				
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	[\$]
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$mes	571.56
		Energía	\$/kWh	0.9730
		Distribución	\$/kW	58.56
		Capacidad	\$/kW	199.55

Imagen A2.3. Recibo de energía eléctrica, Marzo-Abril 2018

Fuente: Comisión Federal de Electricidad (2018).

## Abril – Mayo

División: Valle de México Centro					Fuente: Oficio SE-300-38449-2018, TFSB abril 2018							
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$kWh	0.1585		0.0061		0.0054	0.8830		0	1.0530
		Capacidad	\$kW		58.56						219.42	0

División: Valle de México Centro					Fuente: Oficio SE-300-41556-2018, TFSB mayo 2018							
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$kWh	0.1585		0.0061		0.0054	0.9800		0	1.1500
		Capacidad	\$kW		58.56						243.51	0

AVISO RECIBO											
Nombre y Domicilio: <b>Plantel Centro Historico 99 - UACM</b> FRAY S T DE MIER 99 COL OBRERA CUAUHTEMOC CIUDAD DE MEXICO											TOTAL A PAGAR: <b>\$30,469.00</b>
TARIFA: <b>GDMTO</b> NO. MEDIDOR 299AJ1 MULTIPLICADOR 600											Días periodo 28
CARGA CONECTADA kW: 200 DEMANDA CONTRATADA kW: 170											PERIODO FACTURADO 9-abr.-18 7-may.-18
											LÍMITE DE PAGO <b>4 de junio de 2018</b>

Concepto	No. Medidor	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh					16,200
kW					34
kVAth					1,800
Factor de potencia %					99.33%
Consumo diario					579 kWh/d

Costo de la energía en el mercado				
Concepto	\$	\$/kWh	\$/kWh	Importe (MXN)
Suministro	526.44			526.44
Distribución		1,843.32		1,843.32
Transmisión			2,567.70	2,567.70
CENACE			98.82	98.82
Energía			14,637.45	14,637.45
Capacidad		7,031.72		7,031.72
SCnMEM			87.48	87.48
<b>Total</b>	<b>526.44</b>	<b>8,935.04</b>	<b>17,451.45</b>	<b>26,912.93</b>

Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$ Importe
Cargo Fijo	526.44
Energía	26,386.49
Subtotal	<b>26,912.93</b>
2% Baja Tensión	0.00
Subtotal	26,912.93
Cargo por Factor de Potencia	-645.31
Subtotal	26,267.02
IVA 16%	4,202.72
Facturación del periodo	30,469.74
Diferencia por redondeo	0.26
<b>Total</b>	<b>30,470.00</b>

División: Valle de México Centro				
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	[\$]
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$mes	571.56
		Energía	\$/kWh	1,0530
		Distribución	\$/kWh	58.53
		Capacidad	\$/kWh	219.42

### Imagen A2.4. Recibo de energía eléctrica, Abril-Mayo 2018

Fuente: Comisión Federal de Electricidad (2018).

## Mayo – Junio

División: Valle de México Centro				Fuente: Oficio SE-300-41556-2018, TFSB mayo 2018								
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$/mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$/kWh	0.1585		0.0061		0.0054	0.9800		0	1.1500
		Capacidad	\$/kW		58.56						243.51	0

División: Valle de México Centro				Fuente: Oficio SE-300-46237-2018, TFSB junio 2018								
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$/mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$/kWh	0.1585		0.0061		0.0054	1.0780		0	12480
		Capacidad	\$/kW		58.56						267.82	0

AVISO RECIBO												
<b>Nombre y Domicilio:</b>												
<b>Plantel Centro Historico 99 - UACM</b>												
FRAY ST DE MIER 99 COLOBRERA												
CUAUHTEMOC CIUDAD DE MEXICO												
<b>TARIFA:</b>	<b>GDMTO</b>	<b>NO. MEDIDOR</b>	299AJ1	<b>MULTIPLICADOR</b>	600	<b>TOTAL A PAGAR:</b>						
<b>CARGA CONECTADA kW:</b> 200						<b>DEMANDA CONTRATADA kW:</b> 170						<b>\$29,559.00</b>
										Días periodo	30	
										<b>PERIODO FACTURADO</b>	7-may.-18 6-jun.-18	
										<b>LÍMITE DE PAGO</b>	<b>25 de junio de 2018</b>	

Concepto	No. Medidor	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh					14,400
kW					29
kVAh					1,800
Factor de potencia %					99.23%
Consumo diario					480 kWh/d

Costo de la energía en el mercado				
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)
Suministro	564.04			564.04
Distribución		1,654.41		1,654.41
Transmisión			2,282.40	2,282.40
CENACE		87.84		87.84
Energía			14,394.24	14,394.24
Capacidad		7,020.55		7,020.55
SCnMEM			77.76	77.76
<b>Total</b>	<b>564.04</b>	<b>8,674.96</b>	<b>16,842.24</b>	<b>26,081.24</b>

Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$ Importe
Cargo Fijo	564.04
Energía	25,517.20
Subtotal	26,081.24
2% Baja Tensión	0.00
Subtotal	26,081.24
Cargo por Factor de Potencia	-599.87
Subtotal	25,481.37
IVA 16%	4,077.01
Facturación del periodo	29,558.38
Diferencia por redondeo	0.62
<b>Total</b>	<b>29,559.00</b>

División: Valle de México Centro				
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	[\$]
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$/mes	571.56
		Energía	\$/kWh	1.1500
		Distribución	\$/kW	58.56
		Capacidad	\$/kW	243.51

Imagen A2.5. Recibo de energía eléctrica, Mayo-Junio 2018

Fuente: Comisión Federal de Electricidad (2018).

## Junio – Julio

División: Valle de México Centro					Fuente: Oficio SE-300-46237-2018, TFSB junio 2018							
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$/kWh	0.1585		0.0061		0.0054	1.0780		0	1.2480
		Capacidad	\$/kW		58.56						267.82	0

División: Valle de México Centro					Fuente: Oficio SE-300-57815-2018, TFSB julio 2018							
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$/kWh	0.1585		0.0061		0.0054	1.2290		0	1.3990
		Capacidad	\$/kW		58.56						305.23	0

AVISO RECIBO											
<b>Nombre y Domicilio:</b>											
<b>Plantel Centro Historico 99 - UACM</b>											
FRAY S T DE MIER 99 COL OBRERA											
CUAUHTEMOC CIUDAD DE MEXICO											
<b>TARIFA:</b> GDMTO						<b>NO. MEDIDOR</b> 299AJ1		<b>MULTIPLICADOR</b> 600		<b>TOTAL A PAGAR:</b>	
<b>CARGA CONECTADA kW:</b> 200						<b>DEMANDA CONTRATADA kW:</b> 170				<b>\$26,984.00</b>	
										Días periodo 30	
										<b>PERIODO FACTURADO</b> 6-jun.-18 6-jul.-18	
										<b>LÍMITE DE PAGO</b> 27 de julio de 2018	

Concepto	No. Medidor	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh					12,000
kW					24
kVAth					600
Factor de potencia %					99.88%
Consumo diario					400 kWh/d

Concepto	Costo de la energía en el mercado			Importe (MXN)
	\$	\$/kWh	\$/kWh	
Suministro	564.04			564.04
Distribución		1,396.37		1,396.37
Transmisión			1,902.00	1,902.00
CENACE			73.20	73.20
Energía			13,296.40	13,296.40
Capacidad		6,553.99		6,553.99
SCnMEM			64.80	64.80
<b>Total</b>	<b>564.04</b>	<b>7,956.36</b>	<b>15,338.40</b>	<b>23,858.80</b>

Concepto	Desglose del importe a pagar	
		\$ Importe
Cargo Fijo		564.04
Energía		23,294.76
Subtotal		23,858.80
2% Baja Tensión		0.00
Subtotal		23,858.80
Cargo por Factor de Potencia		-596.47
Subtotal		23,262.33
IVA 16%		3,721.97
Facturación del periodo		26,984.30
Diferencia por redondeo		0.09
<b>Total</b>		<b>26,984.39</b>

División: Valle de México Centro				
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	[\$]
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$mes	571.56
		Energía	\$/kWh	1.2480
		Distribución	\$/kWh	58.56
		Capacidad	\$/kW	267.82

Imagen A2.6. Recibo de energía eléctrica, Junio-Julio 2018

Fuente: Comisión Federal de Electricidad (2018).

## Julio – Agosto

División: Valle de México Centro					Fuente: Oficio SE-300-57815-2018, TFSB julio 2018							
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCrMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$/kWh	0.1585		0.0061		0.0054	1.2290		0	1.3990
		Capacidad	\$/kW		58.56						305.23	0

División: Valle de México Centro					Fuente: Oficio SE-300-70298-2018, TFSB agosto 2018							
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCrMEM	Generación	Capacidad	Pérdidas	TOTAL
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$mes				571.56				0	571.56
		Energía	\$/kWh	0.1585		0.0091		0.0054	1.3990		0	1.5720
		Capacidad	\$/kW		58.56						347.36	0

AVISO RECIBO												
<b>Nombre y Domicilio:</b>												<b>TOTAL A PAGAR</b>
<b>Plantel Centro Historico 99 - UACM</b>												<b>\$29,807.00</b>
FRAY S T DE MIER 99 COLOBRERA												
CUAUHTEMOC CIUDAD DE MEXICO												Días periodo 31
<b>TARIFA/</b>	<b>GDMTO</b>	<b>NO. MEDIDOR</b>	299AJ1	<b>MULTIPLICADOR</b>	600	<b>PERIODO FACTURADO</b>						6-jul-18 6-ago-18
<b>CARGA CONECTADA</b>	200	<b>DEMANDA CONTRATADA kW:</b> 170				<b>LÍMITE DE PAGO</b>						28 de agosto de 2018

Concepto	No. Medidor	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Total
kWh					12,000
kV					23
kVAh					1,200
<b>Factor de potencia %</b>					99.50%
Consumo diario					387 kWh/d

Costo de la energía en el mercado				
Concepto	\$	\$/kWh	\$/kVAh	Importe (MXN)
Suministro	582.52			582.52
Distribución		1,346.88		1,346.88
Transmisión			1,302.00	1,302.00
CENACE			80.17	80.17
Energía			15,142.84	15,142.84
Capacidad		7,207.84		7,207.84
SCrMEM			64.80	64.80
<b>Total</b>	<b>582.52</b>	<b>8,554.72</b>	<b>17,169.81</b>	<b>26,327.04</b>

Detalle del importe a pagar	
Concepto	\$ Importe
Cargo Fijo	582.52
Energía	25,744.52
<b>Subtotal</b>	<b>26,327.04</b>
2% Baja Tensión	0.00
<b>Subtotal</b>	<b>26,327.04</b>
Cargo por Factor de Potencia	-631.85
<b>Subtotal</b>	<b>25,695.20</b>
IVA 16%	4,111.23
Facturación del periodo	29,806.43
Diferencia por redondeo	0.57
<b>Total</b>	<b>29,807.00</b>

División: Valle de México Centro				
Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	[\$]
GDMTH	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$/mes	571.56
		Energía	\$/kWh	1.3990
		Distribución	\$/kW	58.56
		Capacidad	\$/kW	305.23

Imagen A2.7. Recibo de energía eléctrica, Julio-Agosto 2018

Fuente: Comisión Federal de Electricidad (2018).

### Anexo 3. Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

Tabla A3.1. Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

Tipo de edificio	DPEA (W/m <sup>2</sup> )
<b>Oficinas</b>	
Oficinas	12
<b>Escuelas y demás centros docentes</b>	
Escuelas o instituciones educativas	14
Bibliotecas	15
<b>Establecimientos comerciales</b>	
Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades	15
<b>Hospitales</b>	
Hospitales, sanatorios y clínicas	14
<b>Hoteles</b>	
Hoteles	12
Moteles	14
<b>Restaurantes</b>	
Bares	14
Cafeterías y venta de comida rápida	15
Restaurantes	14
<b>Bodegas</b>	
Bodegas o áreas de almacenamiento	10
<b>Recreación y Cultura</b>	
Salas de cine	12
Teatros	15
Centros de convenciones	15

Fuente: Elaboración propia. (2019).

#### Anexo 4. Evaluación de la NOM-007-ENER-2014 por piso

Tabla A4.1. Evaluación actual de la NOM-007-ENER-2014, Planta Baja

Piso	Tipo de instalación	Área m <sup>2</sup>	NOM-007-ENER-2014				
			Potencia instalada	Valores de norma	Valores de la medición	Diferencia medición/norma	¿Cumple la norma?
PB	Bodega	10.90	121.97	6.78	11.19	-4.41	No cumple
PB	Mantenimiento	23.30	243.94	17.11	10.47	6.64	Cumple
PB	Taller de Trabajo obras y conservacion	32.50	487.88	17.11	15.01	2.10	Cumple
PB	Equipo hidroneumatico	16.90	243.94	15	14.43	0.57	Cumple
PB	Bodega de garraiones	5.60	121.97	6.78	21.78	-15.00	No cumple
PB	Baños y vestidores de vigilancia	9.80	121.97	10.55	12.45	-1.90	No cumple
PB	Subestacion Electrica	41.20	121.97	17.11	2.96	14.15	Cumple
PB	Planta de emergencia	12.30	60.99	17.11	4.96	12.15	Cumple
PB	Estacionamiento	447.50	670.84	2.05	1.50	0.55	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A4.2. Evaluación actual de la NOM-007-ENER-2014, Piso 1

Piso	Tipo de instalación	Área m <sup>2</sup>	NOM-007-ENER-2014				
			Potencia instalada	Valores de norma	Valores de la medición	Diferencia medición/norma	¿Cumple la norma?
P1	Comedor	156.90	1646.61	9.58	10.49	-0.91	No cumple
P1	Cocina	51.00	731.82	10.66	14.35	-3.69	No cumple
P1	Baño Hombres	15.80	121.97	10.55	7.72	2.83	Cumple
P1	Baño Mujeres	9.60	121.97	10.55	12.71	-2.16	No cumple
P1	Bodega Cocina	16.20	121.97	6.78	7.53	-0.75	No cumple
P1	Bodega del laboratorio	11.00	121.97	6.78	11.09	-4.31	No cumple
P1	Laboratorio de Química y Biología	80.90	731.82	13.78	9.05	4.73	Cumple
P1	Encargada Laboratorio	7.50	60.99	11.95	8.13	3.82	Cumple
P1	Aula de usos multiples	48.10	426.90	13.35	8.88	4.47	Cumple
P1	Certificacion y registro	15.80	243.94	11.95	15.44	-3.49	No cumple
P1	registro escolar	18.40	243.94	11.95	13.26	-1.31	No cumple
P1	Archivo/Fotocopiado	9.00	121.97	12	13.55	-1.55	No cumple
P1	Vestibulo	55.10	304.93	9.69	5.53	4.16	Cumple
P1	Pasillo	49.30	243.94	7.1	4.95	2.15	Cumple
P1	IDF 1	7.50	60.99	6.78	8.13	-1.35	No cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A4.3. Evaluación actual de la NOM-007-ENER-2014, Piso 2

Piso	Tipo de instalación	Área m2	NOM-007-ENER-2014				
			Potencia instalada	Valores de norma	Valores de la medición	Diferencia medición/norma	¿Cumple la norma?
P2	Vestibulo del Auditorio	35.90	2050.00	9.69	57.10	-47.41	No cumple
P2	Auditorio	116.50	1016.00	8.5	8.72	-0.22	No cumple
P2	Aula 206 (Sala Milenio)	44.00	365.91	13.35	8.32	5.03	Cumple
P2	Cuarto de Maquinas (Bodega)	15.90	60.99	6.78	3.84	2.94	Cumple
P2	Baño Mujeres	9.60	121.97	10.55	12.71	-2.16	No cumple
P2	Baños Hombres	15.80	121.97	10.55	7.72	2.83	Cumple
P2	Pasillo	2.20	670.84	7.1	304.93	-297.83	No cumple
P2	Bodega 1	12.50	60.99	6.78	4.88	1.90	Cumple
P2	Bodega 2	7.40	60.99	6.78	8.24	-1.46	No cumple
P2	Aula 201	47.80	487.88	13.35	10.21	3.14	Cumple
P2	Aula 202	36.60	487.88	13.35	13.33	0.02	Cumple
P2	Aula 203	36.30	487.88	13.35	13.44	-0.09	No cumple
P2	Aula 204	34.40	487.88	13.35	14.18	-0.83	No cumple
P2	Librería	8.10	121.97	11.95	15.06	-3.11	No cumple
P2	Puente	180.00	468.00	6.78	2.60	4.18	Cumple
P2	Entrada Puente	32.50	243.94	7.1	7.51	-0.41	No cumple
P2	Cabina	13.70	182.96	11.95	13.35	-1.40	No cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).



Tabla A4.4. Evaluación actual de la NOM-007-ENER-2014, Piso 3

Piso	Tipo de instalación	Área m <sup>2</sup>	NOM-007-ENER-2014				
			Potencia instalada	Valores de norma	Valores de la medición	Diferencia medición/norma	¿Cumple la norma?
P3	Estudio TV	69.00	548.87	11.95	7.95	4.00	Cumple
P3	Oficina estudio TV	13.90	121.97	11.95	8.77	3.18	Cumple
P3	Consola	6.00	60.99	11.95	10.16	1.79	Cumple
P3	Bodega consola	6.40	60.99	6.78	9.53	-2.75	No cumple
P3	Bodega del laboratorio de electronica	7.40	60.99	6.78	8.24	-1.46	No cumple
P3	Laboratorio de Ciencias Foto termicas	33.00	365.91	13.78	11.09	2.69	Cumple
P3	Oficina del laboratorio de fisica	7.80	121.97	11.95	15.64	-3.69	No cumple
P3	Laboratorio de Fisica	41.70	548.87	13.78	13.16	0.62	Cumple
P3	Pasillo	108.10	670.84	7.1	6.21	0.89	Cumple
P3	Cuarto de Maquinas (Bodega)	15.90	60.99	6.78	3.84	2.94	Cumple
P3	Baños Mujeres	9.60	243.94	10.55	25.41	-14.86	No cumple
P3	Baños Hombres	15.80	120.00	10.55	7.59	2.96	Cumple
P3	Intendencia	7.70	60.99	6.78	7.92	-1.14	No cumple
P3	Bodega	7.40	60.99	6.78	8.24	-1.46	No cumple
P3	Aula Digital 1 /Autoacceso 1	48.50	975.77	13.35	20.12	-6.77	No cumple
P3	Aula Digital 2/ Autoacceso 2	72.80	975.77	13.35	13.40	-0.05	No cumple
P3	Aula isoptica	69.00	3212.75	13.35	46.56	-33.21	No cumple
P3	Bodega de isoptica	8.10	121.97	6.78	15.06	-8.28	No cumple
P3	Laoratorio de Electronica	5.80	304.93	13.78	52.57	-38.79	No cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A4.5. Evaluación actual de la NOM-007-ENER-2014, Piso 4

Piso	Tipo de instalación	Área m <sup>2</sup>	NOM-007-ENER-2014				
			Potencia instalada	Valores de norma	Valores de la medición	Diferencia medición/norma	¿Cumple la norma?
P4	Mediateca	20.50	121.97	11.95	5.95	6.00	Cumple
P4	Laboratorio de computo	49.90	548.87	13.78	11.00	2.78	Cumple
P4	Pasillo	81.00	548.87	7.1	6.78	0.32	Cumple
P4	Cuarto de maquinas	15.90	60.99	6.78	3.84	2.94	Cumple
P4	Baño mujeres	9.60	121.97	10.55	12.71	-2.16	No cumple
P4	Baños hombres	15.80	121.97	10.55	7.72	2.83	Cumple
P4	Bodega 1	7.70	60.99	6.78	7.92	-1.14	No cumple
P4	Bodega 2 Cub 401	7.40	60.99	6.78	8.24	-1.46	No cumple
P4	Cubiculo 401	10.50	121.97	11.95	11.62	0.33	Cumple
P4	Difusion cultural	13.30	243.94	11.95	18.34	-6.39	No cumple
P4	Cabina de radio	8.50	121.97	11.95	14.35	-2.40	No cumple
P4	consola	8.60	182.96	11.95	21.27	-9.32	No cumple
P4	Aula 401	28.20	365.91	13.35	12.98	0.37	Cumple
P4	Aula 402	27.90	365.91	13.35	13.12	0.23	Cumple
P4	Aula 403	21.10	243.94	13.35	11.56	1.79	Cumple
P4	Aula 404	14.00	182.96	13.35	13.07	0.28	Cumple
P4	Aula 405	43.50	365.91	13.35	8.41	4.94	Cumple
P4	Aula 406	48.00	365.91	13.35	7.62	5.73	Cumple
P4	Aula 407	48.30	365.91	13.35	7.58	5.77	Cumple
P4	Servicios estudiantiles	24.30	182.96	11.95	7.53	4.42	Cumple
P4	Bodega de espacio estudiantil	5.60	60.99	6.78	10.89	-4.11	No cumple
P4	Psicologo	7.00	182.96	11.95	26.14	-14.19	No cumple
P4	Vestibulo servicios estudiantiles	41.40	853.80	9.69	20.62	-10.93	No cumple
P4	Bodega Lab Computo	5.70	121.97	6.78	21.40	-14.62	No cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A4.6. Evaluación actual de la NOM-007-ENER-2014, Piso 5

Piso	Tipo de instalación	Área m <sup>2</sup>	NOM-007-ENER-2014				
			Potencia instalada	Valores de norma	Valores de la medición	Diferencia medición/norma	¿Cumple la norma?
P5	Sistemas	56.10	243.94	11.95	4.35	7.60	Cumple
P5	SITE	8.90	243.94	12	27.41	-15.41	No cumple
P5	Aula 501	25.60	365.91	13.35	14.29	-0.94	No cumple
P5	Aula 502	30.70	365.91	13.35	11.92	1.43	Cumple
P5	Aula 503	33.80	243.94	13.35	7.22	6.13	Cumple
P5	Aula 504	40.50	365.91	13.35	9.03	4.32	Cumple
P5	Aula 505	45.10	365.91	13.35	8.11	5.24	Cumple
P5	Aula 506	43.40	365.91	13.35	8.43	4.92	Cumple
P5	Aula 507	35.60	365.91	13.35	10.28	3.07	Cumple
P5	Oficina de servicio medico	10.20	243.94	11.95	23.92	-11.97	No cumple
P5	Servicio Medico	16.30	243.94	9.47	14.97	-5.50	No cumple
P5	Enlace Administrativo	25.60	304.93	11.95	11.91	0.04	Cumple
P5	Oficina Americo	15.60	121.97	11.95	7.82	4.13	Cumple
P5	Baños de hombres	15.80	121.97	10.55	7.72	2.83	Cumple
P5	Baños de mujeres	9.60	121.97	10.55	12.71	-2.16	No cumple
P5	Defensoria del estudiante	7.70	243.94	11.95	31.68	-19.73	No cumple
P5	Vestibulo	37.10	121.97	9.69	3.29	6.40	Cumple
P5	Pasillo	85.40	670.84	7.1	7.86	-0.76	No cumple
P5	Cabina de radio	8.50	182.96	11.95	21.52	-9.57	No cumple
P5	Consola	8.60	182.96	11.95	21.27	-9.32	No cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A4.7. Evaluación actual de la NOM-007-ENER-2014, Piso 6

Piso	Tipo de instalación	Área m <sup>2</sup>	NOM-007-ENER-2014				
			Potencia instalada	Valores de norma	Valores de la medición	Diferencia medición/norma	¿Cumple la norma?
P6	Vestidores de intendencia Hombres	5.40	121.97	9.39	22.59	-13.20	No cumple
P6	Vestidores de intendencia Mujeres	4.80	121.97	9.39	25.41	-16.02	No cumple
P6	Comedor de intendencia	10.40	182.96	10.66	17.59	-6.93	No cumple
P6	Bodega	8.30	60.99	6.78	7.35	-0.57	No cumple
P6	Pasillo	28.30	304.93	7.1	10.77	-3.67	No cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019)

## Anexo 5. Parámetros de evaluación de la NOM-025

Según la NOM-025-STPS-2008 los niveles de iluminación en espacios de estudio son:

*Tabla A5.1. Niveles de Iluminación*

Tarea visual	Área de trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación [luxes]
Captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
interior	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Interior	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50

Fuente: STPS (2008). Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. NOM-025-STPS-2008. México.

### Ubicación de los puntos de iluminación. Método de la Constante del Salón

La fórmula siguiente, 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 (STPS, 2008).

$$K = \frac{A * L}{h(A + L)}$$

Donde:

A = es el ancho del salón, en metros.

L= largo del salón, en metros.

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

*Tabla A5.2. Relación entre el índice de área y el número de zonas de medición*

Constante del salón	Número mínimo de puntos de medición
< 1	4
1 y < 2	9
2 y < 3	16
≥3	25

Fuente: STPS (2008). Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. NOM-025-STPS-2008. México.

Nota: En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a 75 cm ± 10 cm, sobre el nivel del piso, realizando mediciones en los puntos medios entre luminarias contiguas.

*Tabla A5.3. Área de trabajo y altura de medición*

Área de trabajo	Altura de área de trabajo	Observación
Salones	0,75	Mesa de trabajo
Pasillos	0,75	
Laboratorios	0,75	Mesa de trabajo
Baños	0,85	Altura del lavabo, retrete

Fuente: Elaboración propia. (2019).

### Evaluación Del Factor De Reflexión

Evaluar el factor de reflexión de las superficies en áreas y puestos de trabajo seleccionados considerando que los puntos de medición deben ser los mismos que se tomaron en las mediciones directas. Para determinar el factor de reflexión sobre una superficie se utiliza la siguiente fórmula (STPS, 2008):

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

Donde:

E<sub>1</sub>, es la medición con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie.

E<sub>2</sub>, es la medición con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie.

## Anexo 6. Evaluación de la NOM-025-STPS-2008 por piso

Tabla A6.1. Evaluación actual de la NOM-025-STPS-2008, Planta Baja

Piso	Tipo de instalación	A Área m2	NOM-025-STPS-2008								
			B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?	G Porcentaje a favor o en contra	H Medición de luxes en muro	I Valores de norma en muro	J Medición de luxes en plano de trabajo	K Valores de plano de trabajo
PB	Bodega	10.90	148.25	100	-48.25	Cumple	48.25	60	60	65	50
PB	Mantenimiento	23.30	157.89	200	42.11	No cumple	21.06	60	60	65	50
PB	Taller de Trabajo obras y conservacion	32.50	209.70	300	90.30	No cumple	30.10	23	60	17	50
PB	Equipo hidroneumatico	16.90	148.25	200	51.75	No cumple	25.88	25	60	20	50
PB	Bodega de garrafrones	5.60	148.25	100	-48.25	Cumple	48.25	59	60	63	50
PB	Baños y vestidores de vigilancia	9.80	421.75	100	-321.75	Cumple	321.75	23	60	17	50
PB	Subestacion Electrica	41.20	122.20	200	77.80	No cumple	38.90	25	60	20	50
PB	Planta de emergencia	12.30	122.20	100	-22.20	Cumple	22.20	28	60	15	50
PB	Estacionamiento	447.50	122.20	50	-72.20	Cumple	144.40	8	60	10	50

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A6.2. Evaluación actual de la NOM-025-STPS-2008, Piso 1

Piso	Tipo de instalación	A Área m2	NOM-025-STPS-2008								
			B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?	G Porcentaje a favor o en contra	H Medición de luxes en muro	I Valores de norma en muro	J Medición de luxes en plano de trabajo	K Valores de plano de trabajo
P1	Comedor	156.90	233.40	300	66.60	No cumple	22.20	17	60	22	50
P1	Cocina	51.00	213.88	300	86.12	No cumple	28.71	59	60	63	50
P1	Baño Hombres	15.80	357.75	100	-257.75	Cumple	257.75	14	60	23	50
P1	Baño Mujeres	9.60	421.75	100	-321.75	Cumple	321.75	23	60	17	50
P1	Bodega Cocina	16.20	148.25	100	-48.25	Cumple	48.25	60	60	65	50
P1	Bodega del laboratorio	11.00	148.25	100	-48.25	Cumple	48.25	59	60	63	50
P1	Laboratorio de Quimica y Biologia	80.90	213.88	500	286.12	No cumple	57.22	66	60	44	50
P1	Encargada Laboratorio	7.50	298.50	300	1.50	No cumple	0.50	59	60	63	50
P1	Aula de usos multiples	48.10	310.67	300	-10.67	Cumple	3.56	65	60	62	50
P1	Certificacion y registro	15.80	298.50	300	1.50	No cumple	0.50	59	60	63	50
P1	registro escolar	18.40	185.60	300	114.40	No cumple	38.13	55	60	64	50
P1	Archivo/Fotocopiado	9.00	423.75	300	-123.75	Cumple	41.25	60	60	63	50
P1	Vestibulo	55.10	153.00	100	-53.00	Cumple	53.00	32	60	24	50
P1	Pasillo	49.30	210.00	100	-110.00	Cumple	110.00	65	60	62	50
P1	IDF 1	7.50	149.00	100	-49.00	Cumple	49.00	59	60	63	50

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A6.3. Evaluación actual de la NOM-025-STPS-2008, Piso 2

Piso	Tipo de instalación	NOM-025-STPS-2008									
		A Área m2	B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?	G Porcentaje a favor o en contra	H Medición de luxes en muro	I Valores de norma en muro	J Medición de luxes en plano de trabajo	K Valores de plano de trabajo
P2	Vestibulo del Auditorio	35.90	298.50	100	-198.50	Cumple	198.50	34	60	25	50
P2	Auditorio	116.50	52.00	100	48.00	No cumple	48.00	4	60	8	50
P2	Aula 206 (Sala Milenio)	44.00	466.00	500	34.00	No cumple	6.80	71	60	26	50
P2	Cuarto de Maquinas (Bodega)	15.90	87.25	100	12.75	No cumple	12.75	65	60	66	50
P2	Baño Mujeres	9.60	357.75	100	-257.75	Cumple	257.75	23	60	17	50
P2	Baños Hombres	15.80	421.75	100	-321.75	Cumple	321.75	14	60	23	50
P2	Pasillo	2.20	210.00	100	-110.00	Cumple	110.00	66	60	60	50
P2	Bodega 1	12.50	148.25	100	-48.25	Cumple	48.25	60	60	65	50
P2	Bodega 2	7.40	148.25	100	-48.25	Cumple	48.25	17	60	54	50
P2	Aula 201	47.80	298.50	300	1.50	No cumple	0.50	23	60	12	50
P2	Aula 202	36.60	296.75	300	3.25	No cumple	1.08	24	60	58	50
P2	Aula 203	36.30	296.50	300	3.50	No cumple	1.17	24	60	58	50
P2	Aula 204	34.40	296.75	300	3.25	No cumple	1.08	25	60	60	50
P2	Librería	8.10	75.50	500	424.50	No cumple	84.90	65	60	69	50
P2	Puente	180.00	23.54	100	76.46	No cumple	76.46	66	60	60	50
P2	Entrada Puente	32.50	122.00	100	-22.00	Cumple	22.00	12	60	45	50
P2	Cabina	13.70	135.00	200	65.00	No cumple	32.50	27	60	20	50

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A6.4. Evaluación actual de la NOM-025-STPS-2008, Piso 3

Piso	Tipo de instalación	NOM-025-STPS-2008									
		A Área m2	B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?	G Porcentaje a favor o en contra	H Medición de luxes en muro	I Valores de norma en muro	J Medición de luxes en plano de trabajo	K Valores de plano de trabajo
P3	Estudio TV	69.00	233.44	300	66.56	No cumple	22.19	73	60	150	50
P3	Oficina estudio TV	13.90	136.00	300	164.00	No cumple	54.67	74	60	52	50
P3	Consola	6.00	233.45	300	66.55	No cumple	22.18	65	60	69	50
P3	Bodega consola	6.40	143.00	100	-43.00	Cumple	43.00	59	60	63	50
P3	Bodega del laboratorio de electronica	7.40	143.00	100	-43.00	Cumple	43.00	60	60	65	50
P3	Laboratorio de Ciencias Foto termicas	33.00	542.00	500	-42.00	Cumple	8.40	76	60	20	50
P3	Oficina del laboratorio de fisica	7.80	339.33	300	-39.33	Cumple	13.11	73	60	39	50
P3	Laboratorio de Fisica	41.70	542.00	500	-42.00	Cumple	8.40	73	60	25	50
P3	Pasillo	108.10	140.09	100	-40.09	Cumple	40.09	73	60	52	50
P3	Cuarto de Maquinas (Bodega)	15.90	87.25	100	12.75	No cumple	12.75	64	60	70	50
P3	Baños Mujeres	9.60	357.75	100	-257.75	Cumple	257.75	23	60	17	50
P3	Baños Hombres	15.80	421.75	100	-321.75	Cumple	321.75	14	60	23	50
P3	Intendencia	7.70	148.25	100	-48.25	Cumple	48.25	23	60	22	50
P3	Bodega	7.40	148.25	100	-48.25	Cumple	48.25	24	60	27	50
P3	Aula Digital 1 /Autoacceso 1	48.50	341.00	500	159.00	No cumple	31.80	72	60	26	50
P3	Aula Digital 2/ Autoacceso 2	72.80	550.44	500	-50.44	Cumple	10.09	72	60	29	50
P3	Aula isoptica	69.00	231.77	300	68.23	No cumple	22.74	75	60	13	50
P3	Bodega de isoptica	8.10	142.00	100	-42.00	Cumple	42.00	59	60	63	50
P3	Laoratorio de Electronica	5.80	461.25	500	38.75	No cumple	7.75	73	60	12	50

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A6.5. Evaluación actual de la NOM-025-STPS-2008, Piso 4

Piso	Tipo de instalación	A Área m2	NOM-025-STPS-2008								
			B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?	G Porcentaje a favor o en contra	H Medición de luxes en muro	I Valores de norma en muro	J Medición de luxes en plano de trabajo	K Valores de plano de trabajo
P4	Mediateca	20.50	246.70	300	53.30	No cumple	17.77	65	60	69	50
P4	Laboratorio de computo	49.90	243.00	500	257.00	No cumple	51.40	50	60	65	50
P4	Pasillo	81.00	416.25	100	-316.25	Cumple	316.25	63	60	64	50
P4	Cuarto de maquinas	15.90	87.25	100	12.75	No cumple	12.75	62	60	63	50
P4	Baño mujeres	9.60	357.75	100	-257.75	Cumple	257.75	23	60	17	50
P4	Baños hombres	15.80	421.75	100	-321.75	Cumple	321.75	14	60	23	50
P4	Bodega 1	7.70	148.25	100	-48.25	Cumple	48.25	60	60	65	50
P4	Bodega 2 Cub 401	7.40	148.25	100	-48.25	Cumple	48.25	59	60	63	50
P4	Cubiculo 401	10.50	235.00	300	65.00	No cumple	21.67	62	60	66	50
P4	Difusion cultural	13.30	160.50	300	139.50	No cumple	46.50	57	60	65	50
P4	Cabina de radio	8.50	135.00	500	365.00	No cumple	73.00	63	60	1	50
P4	consola	8.60	160.50	300	139.50	No cumple	46.50	65	60	69	50
P4	Aula 401	28.20	208.80	300	91.20	No cumple	30.40	63	60	71	50
P4	Aula 402	27.90	222.00	300	78.00	No cumple	26.00	25	60	60	50
P4	Aula 403	21.10	405.00	300	-105.00	Cumple	35.00	65	60	69	50
P4	Aula 404	14.00	389.00	300	-89.00	Cumple	29.67	2	60	91	50
P4	Aula 405	43.50	208.80	300	91.20	No cumple	30.40	63	60	71	50
P4	Aula 406	48.00	208.80	300	91.20	No cumple	30.40	25	60	60	50
P4	Aula 407	48.30	208.80	300	91.20	No cumple	30.40	63	60	71	50
P4	Servicios estudiantiles	24.30	166.00	300	134.00	No cumple	44.67	41	60	47	50
P4	Bodega de espacio estudiantil	5.60	116.25	100	-16.25	Cumple	16.25	22	60	24	50
P4	Psicologo	7.00	160.50	300	139.50	No cumple	46.50	57	60	65	50
P4	Vestibulo servicios estudiantiles	41.40	176.00	100	-76.00	Cumple	76.00	62	60	66	50
P4	Bodega Lab Computo	5.70	148.25	100	-48.25	Cumple	48.25	59	60	63	50

Fuente: Elaboración propia. (2019).



Tabla A6.6. Evaluación actual de la NOM-025-STPS-2008, Piso 5

Piso	Tipo de instalación	A Área m <sup>2</sup>	NOM-025-STPS-2008								
			B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?	G Porcentaje a favor o en contra	H Medición de luxes en muro	I Valores de norma en muro	J Medición de luxes en plano de trabajo	K Valores de plano de trabajo
P5	Sistemas	56.10	123.44	300	176.56	No cumple	58.85	63	60	23	50
P5	SITE	8.90	16.50	500	483.50	No cumple	96.70	2	60	2	50
P5	Aula 501	25.60	267.30	300	32.70	No cumple	10.90	28	60	59	50
P5	Aula 502	30.70	389.90	300	-89.90	Cumple	29.97	28	60	44	50
P5	Aula 503	33.80	185.60	300	114.40	No cumple	38.13	28	60	45	50
P5	Aula 504	40.50	185.60	300	114.40	No cumple	38.13	28	60	48	50
P5	Aula 505	45.10	216.63	300	83.38	No cumple	27.79	28	60	47	50
P5	Aula 506	43.40	335.00	300	-35.00	Cumple	11.67	28	60	44	50
P5	Aula 507	35.60	423.75	300	-123.75	Cumple	41.25	28	60	44	50
P5	Oficina de servicio medico	10.20	125.67	300	174.33	No cumple	58.11	75	60	51	50
P5	Servicio Medico	16.30	237.40	300	62.60	No cumple	20.87	56	60	40	50
P5	Enlace Administrativo	25.60	237.40	300	62.60	No cumple	20.87	28	60	12	50
P5	Oficina Americo	15.60	245.20	300	54.80	No cumple	18.27	70	60	49	50
P5	Baños de hombres	15.80	421.75	100	-321.75	Cumple	321.75	14	60	23	50
P5	Baños de mujeres	9.60	357.75	100	-257.75	Cumple	257.75	23	60	17	50
P5	Defensoria del estudiante	7.70	138.50	300	161.50	No cumple	53.83	65	60	60	50
P5	Vestibulo	37.10	126.00	100	-26.00	Cumple	26.00	65	60	68	50
P5	Pasillo	85.40	93.77	100	6.23	No cumple	6.23	65	60	69	50
P5	Cabina de radio	8.50	135.00	500	365.00	No cumple	73.00	63	60	1	50
P5	Consola	8.60	160.50	300	139.50	No cumple	46.50	65	60	69	50

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A6.7. Evaluación actual de la NOM-025-STPS-2008, Piso 6

Piso	Tipo de instalación	A Área m <sup>2</sup>	NOM-025-STPS-2008								
			B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?	G Porcentaje a favor o en contra	H Medición de luxes en muro	I Valores de norma en muro	J Medición de luxes en plano de trabajo	K Valores de plano de trabajo
P6	Vestidores de intendencia Hombres	5.40	357.75	200	-157.75	Cumple	78.88	54	60	45	50
P6	Vestidores de intendencia Mujeres	4.80	421.75	200	-221.75	Cumple	110.88	50	60	44	50
P6	Comedor de intendencia	10.40	138.50	300	161.50	No cumple	53.83	60	60	37	50
P6	Bodega	8.30	137.00	100	-37.00	Cumple	37.00	60	60	65	50
P6	Pasillo	28.30	93.77	100	6.23	No cumple	6.23	63	60	66	50

Fuente: Elaboración propia. (2019).

## Anexo 7. Cálculos para obtener los consumos mensuales por periodo para tarifa GDMTH

Para la división Valle de México Centro, según las regiones que establece CFE, se factura de acuerdo con los siguientes horarios:

Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
Sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
Sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
Domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Con base a la información proporcionada por el suministrador y en base a la fecha al momento de la medición, se realizará la estimación mensual en periodo base, intermedio y punta. En la Tabla A7.1 se muestran las demandas eléctricas obtenidas del analizador de redes.

*Tabla A7.1. Demanda eléctrica por periodo*

Potencia (kW)	Entre semana					Fin de semana		Total
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Base	20,7	21,69	17,85	17,82	17,01	16,32	17,49	22
Intermedio	42,57	41,43	36,6	34,32	44,01	18,81	16,92	44
Punta	38,09	36,96	35,25	32,31	39,33	17,79	---	40

Periodo  
Medición: Del lunes 4 de marzo al lunes 11 de marzo del 2019

Demanda Máxima del periodo **44**

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la Tabla A7.2 se indica el consumo semanal del analizador de redes.

**Tabla A7.2. Consumo de energía semanal**

Energía (kWh)	Entre semana					Fin de semana		Total
	Periodo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
Base	92,405	102,631	91,165	95,866	85,171	115,542	270,884	853,664
Intermedio	371,007	434,145	399,198	367,131	422,354	224,354	90,159	2308,348
Punta	119,876	119,058	111,299	106,343	110,848	32,45	---	599,874
Total	583	656	602	569	618	372	361	3,762

Fuente: Elaboración propia (2019).

Para poder determinar el consumo mensual se determina el número de días por mes, en este caso la medición fue realizada en marzo y será el mes a analizar. La Tabla A7.3 contiene el número de días del mes para poder realizar la estimación correspondiente.

**Tabla A7.3. Número de días mensual**

Semana	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
9					1	2	3
10	4	5	6	7	8	9	10
11	11	12	13	14	15	16	17
12	18	19	20	21	22	23	24
13	25	26	27	28	29	30	31

Número de días

3	4	4	4	5	5	6
---	---	---	---	---	---	---

Nota. Los días festivos se consideran como domingo.

Fuente: Elaboración propia (2019).

En base al número de días se realiza la estimación de consumo de energía mensual y esta se plasma en la Tabla A7.4.

**Tabla A7.4. Consumo de energía mensual**

Energía (kWh)	Entre semana					Fin de semana		Total
	Periodo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
Base	277	411	365	383	426	578	1 625	4 065
Intermedio	1 113	1 737	1 597	1 469	2 112	1 122	541	9 689
Punta	360	476	445	425	554	162	---	2 423
Total	1 750	2 623	2 407	2 277	3 092	1 862	2 166	16 177

Fuente: Elaboración propia (2019).

## Anexo 8. Fichas técnicas de luminarias

# Metalux

### DESCRIPTION

FPanel LED panel series provides premium performance and pleasing aesthetics while being optimized for shallow plenum grid ceilings or surface mounting. These panels are ideal for new construction as they were developed with Eaton's latest generation of solid state components and electronic driver technologies. Its refined visual optics and integrated grid retention clips provide the features needed for speed and installation flexibility. LED FPanel are an excellent lighting solution for commercial office spaces, schools, healthcare and retail merchandising areas.

Catalog #		Type	
Project		Date	
Comments			
Prepared by			

### SPECIFICATION FEATURES

#### Construction

- Narrow aluminum bezel is tightly held to code gauge steel back plate
- Seamless corners to maximize the light emitting surface with a refined finish

#### Mounting

- Integral grid locking clips and separate suspension clips provided for installation flexibility when additional retention is required
- Junction box constructed of code gauge galvanized steel with and easy access hinged door
- Trade size knockouts provided
- Stock luminaire is less than 2" for use in shallow plenum or low ceiling spaces
- Surface or suspension mounting kits available
- IP5X rating options available
- Factory installed flexible cable with dimming leads options available

#### Controls

- Standard UNV 120 - 277V driver with 0-10V dimming to 10% standard
- Compatible with field installed wireless controls available for either Wavelinx or LumaWatt Pro

#### Electrical

- Standard and High Efficacy models available
- LED's available in 3000K, 3500K, 4000K, and 5000K with a minimum of 80 CRI
- 90 CRI available with 3000K
- Projected lumen maintenance based on TM21 testing standards is L73 > 60,000 hours
- Emergency battery pack options available in 7w and 14w options
- Battery pack options available as factory installed or field installed for remote mounting

#### Optical Shielding

- Acrylic light guide with specialized features to optimize light extraction
- White frost lens with smooth pattern for uniform illumination
- Scratch and impact resistant

#### Compliance

- Indoor luminaires are cULus listed for 25C ambient environments
- IC rated for direct insulation contact
- RoHS compliant
- Damp location listed
- IESNA LM-79 and LM-80 standards compliant
- DesignLights Consortium® Qualified and classified for DLC Standard
- Can be used for State of California Title 24 high efficacy luminaire

#### Warranty

- Five year warranty.



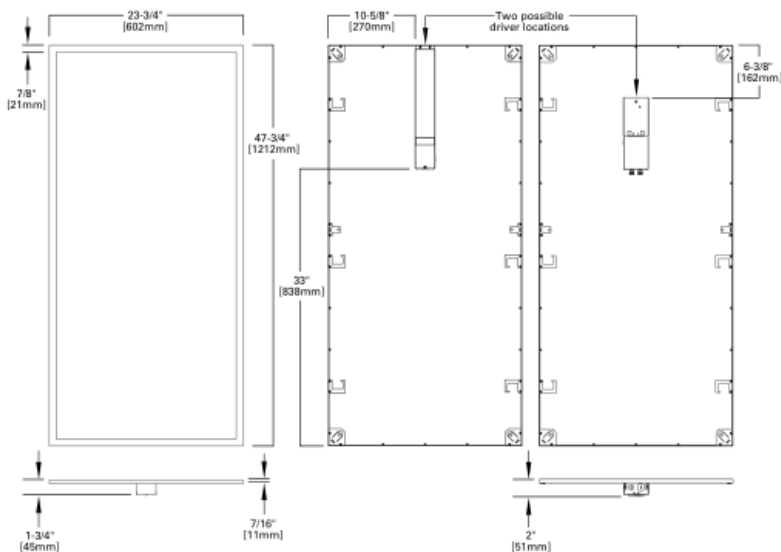
## 24FP LED

2' X 4' LED PANEL

General LED Panel.  
Recessed in Insulated  
Ceilings or Surface Mount



### DIMENSIONS



PSS19169EN  
January 28, 2019 8:34 AM

### LOAD DATA (STOCK PRODUCT)

Thd	13%
Power Factor	0.96
Weight	18.5
Low Temp. Start	-20°C

Imagen A8.1. Luminaria FPanel LED Modelo 24FP, Fabricante Eaton Lighting

Fuente: Eaton Lighting (2019). FP Panel LED Panel Series. Metalux. Recuperado de [http://www.cooperindustries.com/content/public/en/lighting/products/indoor\\_ceiling\\_wall\\_mount\\_lighting/LED\\_flat\\_panel\\_lighting/\\_912809.brands.lighting!metalux!LED\\_flat\\_panel.html](http://www.cooperindustries.com/content/public/en/lighting/products/indoor_ceiling_wall_mount_lighting/LED_flat_panel_lighting/_912809.brands.lighting!metalux!LED_flat_panel.html)

**ORDERING INFORMATION/PERFORMANCE**

Catalog	UPC	CCT	CRI (Min)	Delivered Nominal Lumens	Watts	Efficacy (lm/W)	Input Current (A)	
							120V	277V
24FP4735C	080083833641	3500K	80	4990	40.4	124	.36	.15
24FP4740C	080083833665	4000K	80	4858	40.3	121		
24FP4750C	080083833689	5000K	80	5005	40.3	124		
24FP6435C	080083833702	3500K	80	6602	58.8	112	.51	.22
24FP6440C	080083833726	4000K	80	6611	59.4	111		
24FP6450C	080083833740	5000K	80	6746	59.4	114		
24FP3830C9 <sup>(1)</sup>	080083833825	3000K	90	3886	40.3	96	.36	.15
24FP5830C9 <sup>(1)</sup>	080083833849	3000K	90	5282	58.2	91	.51	.22
24FP3835HE	080083858927	3500K	80	3849	28.5	135	.24	.1
24FP3840HE	080083858941	4000K	80	3780	28.9	131	.25	.11
24FP3130C	080083858866	3000K	80	3328	28.6	116	.24	
24FP3135C	080083858880	3500K	80	3553	29.3	121	.25	
24FP3140C	080083858903	4000K	80	3608	29.4	123		

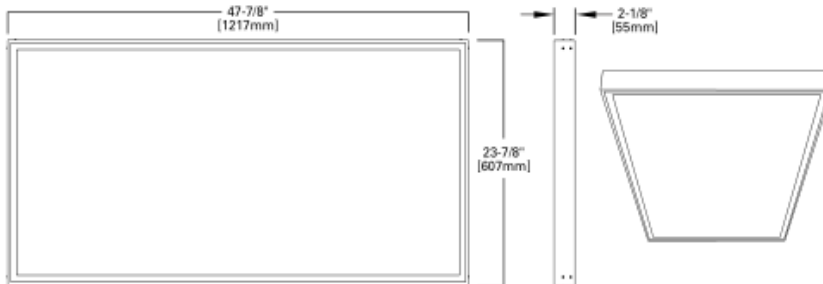
**OPTIONS/ORDERING INFORMATION**

<p><b>IP5X=IP5X rating</b>  <b>Example catalog number=24FP4740C-IP5X</b></p>
<p><b>EL14W=EBPLED14W battery installed <sup>(2)</sup></b>  <b>EL7W=EBPLED7W battery installed <sup>(2)</sup></b>  <b>Example catalog number=24FP4740C-EL14W</b></p>
<p><b>A3/8-5D/18G=6' 3/8" flex with dimming leads installed <sup>(3)</sup></b>  <b>Example catalog number=24FP4740C-A3/8-5D/18G</b></p>

**ACCESSORIES/ORDERING INFORMATION**

**SURFACE MOUNT KIT <sup>(1)</sup>**

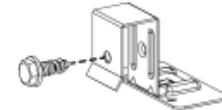
Catalog	UPC
FPSURF24	080083802746



**CEILING RETENTION <sup>(2)</sup>**

Catalog	UPC
FPEQ	080083802685

Required by some local codes  
 Order one set for each fixture  
 (Four clips per kit)



**DRYWALL FRAME KIT**

Catalog	UPC
DF-24W-U	662401232970

**Notes:**

- <sup>(1)</sup> May have extended lead-times.
- <sup>(2)</sup> Indicator/test switch to be installed separately. For approximate delivered lumens multiply the lumens per watt of the desired fixture by the wattage of the emergency battery pack (100 lm/W x 7=700 lumens).
- <sup>(3)</sup> May not be used with EL7W or EL14W options

**SHIPPING DATA**

Size	Wt.	Pallet (30" x 56")
2' x 4'	22 lbs.	17

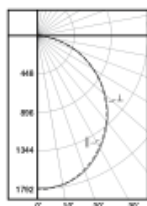


Eaton  
 1121 Highway 74 South  
 Peachtree City, GA 30269  
 P: 770-486-4800  
 www.eaton.com/lighting

Specifications and dimensions subject to change without notice.

PS519168EN  
 January 28, 2019 8:34 AM

**PHOTOMETRICS**



**24FP4735C**  
 Electronic Driver  
 Linear LED 3500K  
 Spacing criterion:  
 (II) 1.24 x mounting  
 height, (L) 1.26 x  
 mounting height  
 Lumens: 5073  
 Input Watts: 40W  
 Efficacy: 126 lm/W  
 Test Report:  
 24FP4735C.IES

Candlepower			
Angle	Along II	45°	Across L
0	1785	1785	1785
5	1786	1774	1785
10	1761	1751	1764
15	1718	1711	1726
20	1657	1655	1670
25	1582	1582	1598
30	1495	1497	1518
35	1396	1400	1418
40	1284	1290	1311
45	1167	1173	1191
50	1040	1046	1060
55	906	912	926
60	768	772	784
65	626	628	637
70	481	483	491
75	340	340	348
80	206	206	212
85	92	92	94
90	0	0	0

**Coefficients of Utilization**

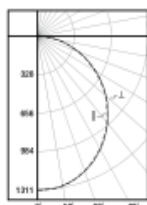
RCR	rw	Effective floor cavity reflectance																	
		80%			70%			50%			20%								
		70	50	30	70	50	30	50	30	10	50	30	10						
0		119	119	119	116	116	116	111	111	111	106	106	102	102	102	100			
1		109	104	99	96	106	101	98	94	97	94	91	93	91	88	86	83		
2		99	90	83	78	96	88	82	77	85	80	75	82	77	73	72	69		
3		90	79	71	64	87	78	70	64	75	68	63	72	66	62	60	58		
4		82	70	61	55	80	69	61	54	66	59	53	64	58	53	62	56	52	50
5		76	63	54	47	74	62	53	47	59	52	46	57	51	46	56	50	45	43
6		70	56	47	41	68	55	47	41	54	46	40	52	45	40	50	44	40	38
7		65	51	42	36	63	50	42	36	49	41	36	47	41	35	46	40	35	33
8		60	47	38	32	59	46	38	32	45	37	32	43	37	32	42	36	31	30
9		56	43	35	29	55	42	34	29	41	34	29	40	33	29	39	33	28	27
10		53	39	32	26	51	39	31	26	38	31	26	37	31	26	36	30	26	24

**Zonal Lumen Summary**

Zone	Lumens	% Fixture
0-30	1384	27.3
0-40	2281	44.6
0-60	3583	70.5
0-90	5073	100.0
0-180	5073	100.0

**Luminance Data**

Angle in Deg	Average 0-Deg cd/sm	Average 45-Deg cd/am	Average 90-Deg cd/sm
45	2221	2232	2286
55	2125	2139	2172
65	1993	1999	2028
75	1768	1768	1809
85	1420	1389	1451



**24FP3840HE**  
 Electronic Driver  
 Linear LED 4000K  
 Spacing criterion:  
 (II) 1.25 x mounting  
 height, (L) 1.26 x  
 mounting height  
 Lumens: 3780  
 Input Watts: 28.9W  
 Efficacy: 130.8 LPW  
 Test Report:  
 24FP3840HE.IES

Candlepower			
Angle	Along II	45°	Across L
0	1314	1314	1314
5	1314	1309	1309
10	1298	1292	1295
15	1265	1261	1266
20	1221	1218	1225
25	1166	1167	1174
30	1104	1105	1111
35	1029	1031	1038
40	952	955	962
45	862	868	877
50	773	778	786
55	677	680	688
60	575	579	585
65	471	475	482
70	367	369	373
75	267	264	267
80	167	164	169
85	73	74	73
90	0	0	0

**Coefficients of Utilization**

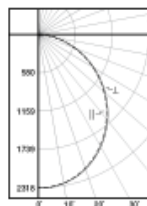
RCR	rw	Effective floor cavity reflectance																	
		80%			70%			50%			20%								
		70	50	30	70	50	30	50	30	10	50	30	10						
0		119	119	119	116	116	116	111	111	111	106	106	102	102	102	100			
1		108	104	99	95	106	101	97	94	97	94	91	93	91	88	87	85	83	
2		98	90	83	77	96	88	82	76	85	79	75	81	77	73	78	75	71	69
3		90	79	71	64	87	77	70	63	74	68	62	72	66	61	69	64	60	58
4		82	70	61	54	80	69	60	54	66	59	53	64	57	52	61	56	52	49
5		75	62	53	47	73	61	53	46	59	52	46	57	50	45	55	49	45	43
6		70	56	47	41	68	55	47	40	53	46	40	52	45	40	50	44	39	37
7		65	51	42	36	63	50	42	36	48	41	35	47	40	35	46	40	35	33
8		60	46	38	32	58	46	38	32	44	37	32	43	36	31	42	36	31	29
9		56	43	34	29	55	42	34	29	41	34	29	40	33	28	39	33	28	26
10		53	39	31	26	51	39	31	26	38	31	26	37	30	26	36	30	26	24

**Zonal Lumen Summary**

Zone	Lumens	% Fixture
0-30	1019	27.0
0-40	1666	44.1
0-60	2946	77.9
0-90	3780	100.0
0-180	3780	100.0

**Luminance Data**

Angle in Deg	Average 0-Deg cd/sm	Average 45-Deg cd/sm	Average 90-Deg cd/sm
45	1639	1652	1668
55	1588	1595	1614
65	1499	1512	1534
75	1388	1373	1388
85	1125	1147	1125



**24FP6440C**  
 Electronic Driver  
 Linear LED 4000K  
 Spacing criterion:  
 (II) 1.25 x mounting  
 height, (L) 1.26 x  
 mounting height  
 Lumens: 6611.3  
 Input Watts: 59.4W  
 Efficacy: 111.3 lm/W  
 Test Report:  
 24FP6440C.IES

Candlepower			
Angle	Along II	45°	Across L
0	2316	2316	2316
5	2312	2308	2308
10	2279	2279	2282
15	2225	2229	2233
20	2150	2156	2163
25	2058	2062	2072
30	1939	1951	1963
35	1814	1824	1838
40	1668	1683	1698
45	1516	1530	1544
50	1351	1364	1376
55	1182	1191	1202
60	998	1007	1014
65	812	820	827
70	622	629	643
75	438	445	456
80	266	274	282
85	116	121	126
90	0	0	0

**Coefficients of Utilization**

RCR	rw	Effective floor cavity reflectance																	
		80%			70%			50%			20%								
		70	50	30	70	50	30	50	30	10	50	30	10						
0		119	119	119	116	116	116	111	111	111	106	106	102	102	102	100			
1		109	104	99	95	106	101	97	94	97	94	91	93	91	88	86	83		
2		99	90	83	78	96	88	82	77	85	79	75	82	77	73	78	75	71	69
3		90	79	71	64	87	78	70	64	75	68	63	72	66	62	69	65	60	58
4		82	70	61	54	80	69	60	54	66	59	53	64	58	53	62	56	52	50
5		76	63	54	47	73	61	53	47	59	52	46	57	51	46	56	50	45	43
6		70	56	47	41	68	55	47	41	54	46	40	52	45	40	50	44	40	37
7		65	51	42	36	63	50	42	36	49	41	36	47	40	35	46	40	35	33
8		60	47	38	32	59	46	38	32	45	37	32	43	37	32	42	36	31	30
9		56	43	35	29	55	42	34	29	41	34	29	40	33	29	39	33	28	27
10		53	39	32	26	51	39	31	26	38	31	26	37	30	26	36	30	26	24

**Zonal Lumen Summary**

Zone	Lumens	% Fixture
0-30	1798.9	27.2
0-40	2940.9	44.5
0-60	5186.4	78.4
0-90	6611.3	100.0
0-180	6611.3	100.0

**Luminance Data**

Angle in Deg	Average 0-Deg cd/sm	Average 45-Deg cd/am	Average 90-Deg cd/sm
45	2885	2911	2938
55	2773	2794	2820
65	2656	2611	2633
75	2277	2313	2371
85	1791	1868	1945



Eaton  
 1121 Highway 74 South  
 Peachtree City, GA 30269  
 P. 770-486-4800  
 www.eaton.com/lighting

Specifications and  
 dimensions subject to  
 change without notice.

# HALO

## DESCRIPTION

The Halo Surface Mount LED Downlight (SMD) is a low profile surface mounting luminaire with a modern look and high performance. SMD4 (4") is designed for installation in many 3-1/2" and 4" square, octagon, or round junction boxes. Supply wire adapter with LED quick wiring connector included. The SMD4 may also retrofit in 4" aperture IC and Non-IC recessed housings. Compliant with NFPA® 70, NEC® Section 410.16 (A)(3) and 410.16 (C)(5).

Catalog #		Type
Project		
Comments		Date
Prepared by		

## SPECIFICATION FEATURES

### HOUSING

- Non-electrically conductive polycarbonate frame.
- High impact diffuse polystyrene lens provides shielding to the light guide with no pixilation
- Stamped aluminum housing provides thermal cooling achieving L70 at 50,000 hours in IC and non-IC applications

### GASKETS

- Closed cell gasket achieves restrictive airflow and wet location requirements without additional caulking

### OPTICS

- Precision acrylic light guide organizes source flux into wide distribution with 1.2 – 1.4 spacing criteria useful for general area illumination

### LED

- Mid power led array provide a uniform source with high efficiency and long life.
- Available in 90 CRI minimum, R9 greater than 50 and color accuracy within 3 SDCM provide color accuracy and uniformity

### DRIVER

- Integral 120V 50/60Hz constant current driver provides noise free operation.
- Continuous, flicker-free dimming from 100% to 5% with select leading or trailing edge 120V phase cut dimmers.
- Dimming to 5% is best assured using dimmers with low end trim adjustment. Consult dimmer manufacturer for compatibility and conditions of use. (Note some dimmers require a neutral in the wallbox.)
- Inline electrical quick connect and E26 adapter (provided) provides mains connections.

### MOUNTING/RETENTION

- Adjustable spider plate allows for quick installation into both junction boxes and recessed housings.
- Friction blades included

### ELECTRICAL JUNCTION BOX MOUNTING

- The SMD may be used in compatible electrical junction boxes in direct contact with insulation including spray foam insulation.

- Suitable for installation in many 3-1/2" and 4" square, octagon, and round electrical junction boxes.

- Installer must ensure compatibility of fit, wiring and proper mounting in the electrical junction box. This includes all applicable national and local electrical and building coded

### RECESSED HOUSING MOUNTING

- May be installed in IC recessed housings in direct contact with insulation

**Note:** Not for use in recessed housing in direct contact with spray foam insulation. Refer to NEMA LSD 57-2013.

### Friction Blade 4"

- Precision formed friction blades included
- For retrofit in 4" nominal housings
- Friction blade design allows the SMD to be installed in any position within the housing aperture (360 degrees)

### DESIGNER SKINS (SOLD SEPARATELY)

- SMD skins are accessory rings in both round and square. These skins attach to the SMD for a permanent finish. Refer to the SMD accessories specification sheet for details.
- Matte White (Paintable)
- Satin Nickel
- Tuscan Bronze

### WARRANTY

- Five year limited warranty, consult website for details. [www.eaton.com/lighting/legal](http://www.eaton.com/lighting/legal)

### COMPLIANCE

- cULus listed / certified for use with Halo housings, classified for use with other's housings, see instruction sheet for conditions of acceptability.
- Wet and Damp Location listed, airtight per ASTM-E283
- Suitable for use in closets, compliant with NFPA® 70, NEC® Section 410.16 (A)(3) and 410.16 (C)(5)
- EMI/RFI emissions per FCC 47CFR Part 15B
- Contains no mercury or lead and RoHS compliant.
- Photometric testing in accordance with IES LM-79-08
- Lumen maintenance projections in accordance with IES LM-80-08 and TM-21-11.
- Can be used for State of California Title 24 high efficacy luminaire compliance, reference the California Energy Commission Title 20 Appliance Efficiency Database for current listings.
- Can be used for International Energy Conservation Coe (IECC) and Washington State Energy Code high efficiency luminaire compliance



## SMD4 Series

4 inch Round and Square

**SMD4R  
SMD4S**

**4" Surface Mount  
Downlight**

**Suitable for ceiling  
or wall electrical  
junction boxes**

**Suitable for 4" recessed  
housing retrofit**

**Non-conductive  
Dead Front**

## ENERGY DATA

	Round	Square
Lumens (5000K models)	786	810
Input Power	9.7 W	10 W
Input Current	0.0811 A	0.0829 A
Efficiency	81 lm/W	81 lm/W
THD	13.3	13.2
Input Voltage	120V	
Frequency	50/60 Hz	
CRI	90 CRI	
Power Factor	0.99	
T Ambient	-30 - +40°C	
Sound Rating	Class A	



Refer to ENERGY STAR® Qualified Products List. Can be used to comply with California Title 24 High Efficiency requirements. Certified to California Appliance Efficiency Database under J48.



**Note:** For Direct mount product please refer to the SLD6-DM spec sheet.

TD518243EN  
September 20, 2018 2:31 PM

## Imagen A8.2. Luminaria SMD4 LED, Fabricante Eaton Lighting

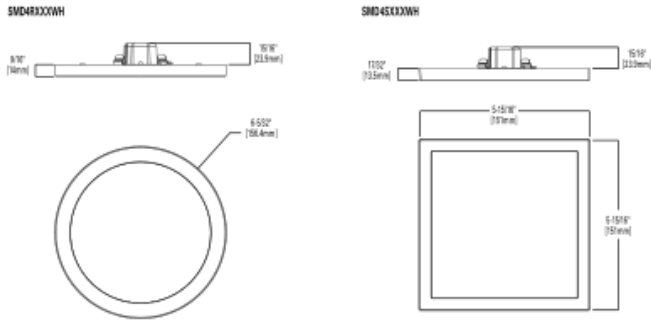
Fuente: Eaton Lighting (2019). SMD4 LED. Recuperado de

[http://www.cooperindustries.com/content/public/en/lighting/products/recessed\\_general\\_purpose\\_downlighting/LED/\\_4\\_inch\\_LED\\_smd4/\\_889786.html](http://www.cooperindustries.com/content/public/en/lighting/products/recessed_general_purpose_downlighting/LED/_4_inch_LED_smd4/_889786.html)

# HALO

SMD4R69xxWH  
SMD4S69xxWH

## DIMENSIONS



## ORDERING INFORMATION

**SAMPLE NUMBER:** SMD4R6930WH=4" Round Surface Mount Downlight, 90CRI, 3000K  
**Junction Box Installation:** Order junction box separately, as supplied by others, to complete installation.  
**Recessed Installation:** Order Halo recessed housing separately to complete installation.

Models	Lumens	CRI / CCT	Finish	Accessories
SMD4R= 4" Round Surface Mount Downlight, 120V SMD4S= 4" Square Surface Mount Downlight, 120V	6=600 lumen series	927=90CRI, 2700K 930=90CRI, 3000K 935=90CRI, 3500K 940=90CRI, 4000K 950=90CRI, 5000K	WH=Matte White	<b>Designer Trims</b> SMD4RTRMSN=4" Round SMD Satin Nickel SMD4RTRMTBZ=4" Round SMD Tuscan Bronze SMD4RTRMWH=4" Round SMD White (paintable)  SMD4STRMSN=4" Square SMD Satin Nickel SMD4STRMTBZ=4" Square SMD Tuscan Bronze SMD4STRMWH=4" Square SMD White (paintable)  T24HWKIT= Title 24 Cable harness kit used to convert incandescent and low voltage housings to LED HE26LED= E26 Screw base adapter for retrofit (included)

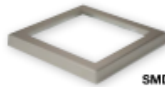


## ACCESSORIES

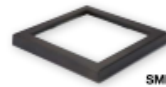
### Designer Trims



SMD4STRMWH  
square, white (paintable)



SMD4STRSN  
square, satin nickel



SMD4STRMTBZ  
square, tuscan bronze



SMD4RTRMWH  
round, white (paintable)



SMD4RTRMSN  
round, satin nickel



SMD4RTRMTBZ  
round, tuscan bronze



# HALO

SMD4R69x xWH  
SMD4S69x xWH

## HOUSING COMPATIBILITY

The SMD4 is UL Listed in Halo recessed housings, and is UL Classified for use with any 4 inch diameter recessed housing constructed of steel or aluminum with an internal volume that exceeds 62.3 in<sup>3</sup> in addition to those noted below:

Compatible Halo LED Housings with LED luminaire connector (high-efficacy compliant)		
HALO LED	Recessed Can Size	Catalog Number
	4"	H995ICAT, H995RICAT, H245ICAT, H245RICAT
Compatible Halo Incandescent E26 Screwbase Housings		
HALO	Recessed Can Size	Catalog Number
	4"	H99ICAT, H99TAT, H99RTAT, E4ICATSB, E4TATSB, E4RTATSB

## COMPATIBLE WITH EATON'S CROUSE-HINDS JUNCTION BOXES



**TP316**  
for non-metallic cable  
4" x 4" x 2-1/8"  
(102mm x 102mm x 54mm)



**TP317**  
for metal clad cable  
4" x 4" x 2-1/8"  
(102mm x 102mm x 54mm)

- TP316 - for non-metallic cable
- TP317 - for metal clad cable
- UL Listed
- Refer to [www.crouse-hinds.com](http://www.crouse-hinds.com)

## COMPATIBLE WITH MANY OTHER JUNCTION BOXES\*



**4" octagon light fixture/fan steel box**  
4" x 4" x 2-1/8"  
(102mm x 102mm x 54mm)



**4" octagon steel box**  
4" x 4" x 1-1/2"  
(102mm x 102mm x 38mm)



**4" square deep steel box**  
4" x 4" x 2-1/8"  
(102mm x 102mm x 54mm)



**4" square standard steel box**  
4" x 4" x 1-1/2"  
(102mm x 102mm x 38mm)



**4" round new work non-metallic light fixture/fan box**  
4" diameter x 2-3/16"  
(102mm x 56mm)



**3-1/2" round new work non-metallic ceiling box**  
3-1/2" diameter x 2-3/4"  
(89mm x 70mm)



**3-1/2" round old work non-metallic box**  
4-1/4" O.D. flange, 3-1/2" I.D. x 2-5/8"  
(108mm O.D., 89mm I.D. x 67mm)



**4" round surface mount box**  
4" diameter x 1-1/2"  
(102mm x 38mm)  
Requires SLD4RAD adapter



**4" round new work non-metallic box with hanger bar assembly**  
4" diameter x 2-3/16" (102mm x 56mm)

\*This is a representative list of compatible junction boxes only. Information contained in this literature about other manufacturers' products is from published information made available by the manufacturer and is deemed to be reliable, but has not been verified. Eaton makes no specific recommendation on product selection and there are no warranties of performance or compatibility implied. Installer must determine that site conditions are suitable to allow proper installation of the mounting bracket in the box.

# Metalux

## DESCRIPTION

The AP Vaportite LED Series is an energy efficient industrial Vaportite fixture featuring durable construction. The AP Vaportite LED incorporates a full metal fixture liner inside a reinforced water-tight housing with a high impact diffuser. This Vaportite series is suitable for interior and exterior locations and can be installed in various applications.

The AP Vaportite LED Series has been designed for maximum operation in commercial institutional and industrial environments and can operate in a wide range of temperatures (-20°C to 30°C) and is ideal for cold storage.

Catalog #		Type	
Project		Date	
Comments			
Prepared by			

## SPECIFICATION FEATURES

### Construction

High-impact gray polycarbonate housing with interated metal gear tray. Standard housings available with one 7/8" conduit entry point. Durable cam latches clamp diffuser tightly for a positive seal between housing and diffuser. Electrical components and fixtures are UL/cUL listed for Wet Locations.

### Electrical

Long-Life LED system coupled with a fixed output driver to deliver optimal performance. LED's available in 3500, 4000 and 5000K with a CRI ≥ 80. Projected life is L70 at 54,000 hours. cULus listed. Electronic drivers are available for 120-277V applications.

### Warranty

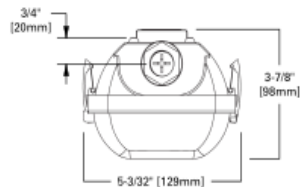
Vaportite LED features a five year limited warranty.

### Compliance

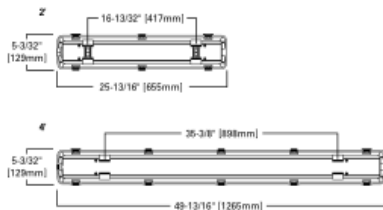
UL/cUL listed for Wet location. RoHS compliant, and LED modules comply with IESNA LM-79 and LM-80 standards.

### Lens

Thermoformed low profile, highimpact frosted lens with general distribution.



## MOUNTING DATA



## VAPORTITE LED

2' AND 4' INDUSTRIAL LED

Vaportite Industrial

## ENERGY DATA

Input Watts:  
2APVTL-20=19W  
4APVTL-40=39W

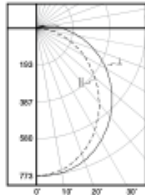


PS507021EN  
May 30, 2018 1:44 PM

### Imagen A8.3. Luminaria Vaportite LED, Fabricante Eaton Lighting

Fuente: Eaton Lighting (2019). Vaportite LED. Recuperado de [http://www.cooperindustries.com/content/public/en/lighting/products/recessed\\_general\\_purpose\\_downlighting/LED/\\_4\\_inch\\_LED\\_smd4/\\_889786.html](http://www.cooperindustries.com/content/public/en/lighting/products/recessed_general_purpose_downlighting/LED/_4_inch_LED_smd4/_889786.html)

PHOTOMETRICS



**2APVTLTD-20L840**  
 Electronic Driver  
 Linear LED 4000K  
 Spacing criterion:  
 (II) 1.18 x mounting  
 height, (L) 1.30 x  
 mounting height  
 Lumens: 2358  
 Input Watts: 19.5W  
 Efficacy: 121 lm/W  
 Test Report:  
 ZAPVTLTD-20L840.  
 IES

**Candlepower**

Angle	Along II	45°	Across I
0	772	772	772
5	766	770	773
10	750	768	766
15	725	740	752
20	693	713	732
25	653	680	705
30	608	641	674
35	558	598	637
40	504	551	597
45	448	501	554
50	390	451	509
55	333	399	462
60	276	347	414
65	221	297	363
70	167	247	312
75	115	200	261
80	68	155	211
85	31	117	167
90	13	88	131

**Coefficients of Utilization**

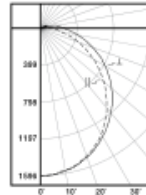
no rw	Effective floor cavity reflectance																				
	80%				70%				50%				20%								
RCR	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
0	118	118	118	118	115	115	115	115	109	109	109	103	103	103	98	98	98	96	96	96	96
1	106	101	96	92	103	98	94	90	93	90	86	89	86	83	84	82	80	77	77	77	77
2	96	88	80	74	93	85	79	73	81	75	71	77	72	68	73	70	68	64	64	64	64
3	88	77	68	61	85	75	67	60	71	64	59	68	62	57	65	60	58	53	53	53	53
4	80	68	59	52	79	66	58	51	63	56	50	60	54	49	58	52	48	45	45	45	45
5	74	60	51	44	71	59	50	44	58	49	43	54	47	42	52	46	41	39	39	39	39
6	68	54	45	39	66	53	46	38	51	43	38	49	42	37	47	41	36	34	34	34	34
7	63	49	40	34	61	48	40	34	48	39	33	45	38	33	43	37	32	30	30	30	30
8	59	45	36	30	57	44	36	30	42	35	30	41	34	29	39	33	29	27	27	27	27
9	55	41	33	27	53	41	33	27	39	32	27	38	31	26	36	30	26	24	24	24	24
10	51	38	30	25	50	37	30	25	36	29	24	35	29	24	34	28	24	22	22	22	22

**Zonal Lumen Summary**

Zone	Lumens	% Fixture
0-30	590	25.0
0-40	957	40.6
0-60	1679	71.2
0-90	2261	96.9
0-100	2358	100.0

**Luminance Data**

Angle in Deg	Average 0-Deg cd/ft <sup>2</sup> m	Average 45-Deg cd/ft <sup>2</sup> m	Average 90-Deg cd/ft <sup>2</sup> m
45	0	0	0
55	0	0	0
65	0	0	0
75	0	0	0
85	0	0	0



**4APVTLTD-40L840**  
 Electronic Driver  
 Linear LED 4000K  
 Spacing criterion:  
 (III) 1.2 x mounting  
 height, (L) 1.3 x  
 mounting height  
 Lumens: 5184  
 Input Watts: 39.5W  
 Efficacy: 131 lm/W  
 Test Report:  
 4APVTLTD-40L840.  
 IES

**Candlepower**

Angle	Along II	45°	Across I
0	1593	1593	1593
5	1580	1583	1585
10	1548	1561	1573
15	1489	1526	1544
20	1435	1475	1502
25	1355	1416	1450
30	1266	1343	1386
35	1166	1262	1319
40	1056	1171	1242
45	943	1078	1158
50	825	976	1070
55	706	873	976
60	585	764	877
65	464	654	772
70	346	546	665
75	232	445	557
80	129	347	454
85	68	262	362
90	14	198	288

**Coefficients of Utilization**

no rw	Effective floor cavity reflectance																				
	80%				70%				50%				20%								
RCR	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
0	118	118	118	118	115	115	115	115	108	108	108	103	103	103	98	98	98	96	96	96	96
1	106	101	96	91	103	98	93	89	93	89	86	88	85	82	83	81	79	76	76	76	76
2	96	87	79	73	93	85	78	72	80	74	69	76	71	67	72	68	65	62	62	62	62
3	87	78	67	60	84	74	66	59	70	63	58	67	61	56	63	59	54	52	52	52	52
4	80	67	58	51	77	65	57	50	62	55	49	59	53	48	56	51	46	44	44	44	44
5	73	60	50	43	71	58	50	43	56	48	42	53	46	41	51	45	40	38	38	38	38
6	67	54	44	38	65	52	44	37	50	42	37	48	41	36	46	40	35	33	33	33	33
7	62	49	40	33	60	48	39	33	46	38	32	44	37	32	42	36	31	29	29	29	29
8	58	44	36	30	56	43	35	29	42	34	29	40	33	28	38	32	28	26	26	26	26
9	54	41	32	27	53	40	32	26	38	31	26	37	30	26	35	30	25	23	23	23	23
10	51	37	29	24	49	37	29	24	35	28	24	34	28	23	33	27	23	21	21	21	21

**Zonal Lumen Summary**

Zone	Lumens	% Fixture
0-30	1234	23.8
0-40	2079	39.0
0-60	3602	69.5
0-90	4932	95.2
0-100	5184	100.0

**Luminance Data**

Angle in Deg	Average 0-Deg cd/ft <sup>2</sup> m	Average 45-Deg cd/ft <sup>2</sup> m	Average 90-Deg cd/ft <sup>2</sup> m
45	0	0	0
55	0	0	0
65	0	0	0
75	0	0	0
85	0	0	0

ENERGY AND PERFORMANCE DATA BY CATALOG NUMBER

Catalog Number	Description	UPC	Delivered Lumens	Watts	Efficacy (lm/W)
2APVTLTD-20L835	2ft, Vaportite, LED, 2000 lumen, UNV, Fixed Output, 3500K, Wet Location	080083800810	2249	19	118
2APVTLTD-20L840	2ft, Vaportite, LED, 2000 lumen, UNV, Fixed Output, 4000K, Wet Location	080083801602	2307	19	119
2APVTLTD-20L850	2ft, Vaportite, LED, 2000 lumen, UNV, Fixed Output, 5000K, Wet Location	080083801626	2572	20	126
4APVTLTD-40L835	4ft, Vaportite, LED, 4000 lumen, UNV, Fixed Output, 3500K, Wet Location	080083801640	4788	39	122
4APVTLTD-40L840	4ft, Vaportite, LED, 4000 lumen, UNV, Fixed Output, 4000K, Wet Location	080083801305	5159	39	132
4APVTLTD-40L850	4ft, Vaportite, LED, 4000 lumen, UNV, Fixed Output, 5000K, Wet Location	080083801329	5156	39	132

LUMEN MAINTENANCE

Ambient Temperature	TM-21 Lumen Maintenance (54,000 hours)
25°C	> 70%

SHIPPING DATA

Catalog No.	Wt.
2APVTLTD	5 lbs.
4APVTLTD	10 lbs.



Eaton  
 1121 Highway 74 South  
 Peachtree City, GA 30269  
 P: 770-486-6800  
 www.eaton.com/lighting

Specifications and dimensions subject to change without notice.

PS507021EN  
 May 30, 2018 1:44 PM

## Anexo 9. Simulación de iluminación con el software Visual Lighting

Tabla A9.1. Evaluación de propuesta nueva NOM-025-STPS-2008, Planta Baja

Piso	Tipo de instalación	A Área m <sup>2</sup>	NOM-025-STPS-2008				
			B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	D Valores de la simulación	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?
PB	Bodega	10.90	148.25	100	113.2	-13.20	Cumple
PB	Mantenimiento	23.30	157.89	200	268.8	-68.80	Cumple
PB	Taller de Trabajo obras y conservacion	32.50	209.70	300	324.3	-24.30	Cumple
PB	Equipo hidroneumatico	16.90	148.25	200	208.9	-8.90	Cumple
PB	Bodega de garrafones	5.60	148.25	100	200.6	-100.60	Cumple
PB	Baños y vestidores de vigilancia	9.80	421.75	100	254.5	-154.50	Cumple
PB	Subestacion Electrica	41.20	122.20	200	260.9	-60.90	Cumple
PB	Planta de emergencia	12.30	122.20	100	101.6	-1.60	Cumple
PB	Estacionamiento	447.50	122.20	50	87.8	-37.80	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A9.2. Evaluación de propuesta nueva NOM-007-ENER-2014, Planta Baja

Piso	Tipo de instalación	A Área m <sup>2</sup>	NOM-007-ENER-2014				
			G Valores de norma en plano de trabajo	H Valores actuales	I Valores de la simulación en	J Diferencia medición/norma	K ¿Cumple la norma?
PB	Bodega	10.90	6.78	11.19	1.7	5.08	Cumple
PB	Mantenimiento	23.30	17.11	10.47	3.3	13.81	Cumple
PB	Taller de Trabajo obras y conservacion	32.50	17.11	15.01	3.5	13.61	Cumple
PB	Equipo hidroneumatico	16.90	15	14.43	3.4	11.60	Cumple
PB	Bodega de garrafones	5.60	6.78	21.78	3.4	3.38	Cumple
PB	Baños y vestidores de vigilancia	9.80	10.55	12.45	3.9	6.65	Cumple
PB	Subestacion Electrica	41.20	17.11	2.96	2.8	14.31	Cumple
PB	Planta de emergencia	12.30	17.11	4.96	1.6	15.51	Cumple
PB	Estacionamiento	447.50	2.05	1.50	0.8	1.25	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

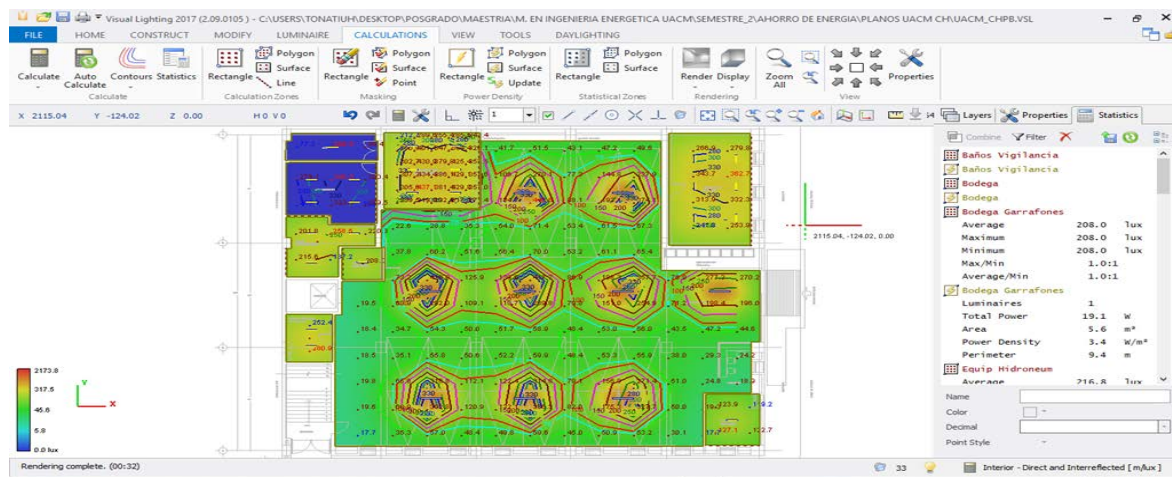


Imagen A9.1. Simulación con el Software Visual Lighting vista de planta de Planta Baja

Fuente: Elaboración propia. (2019).

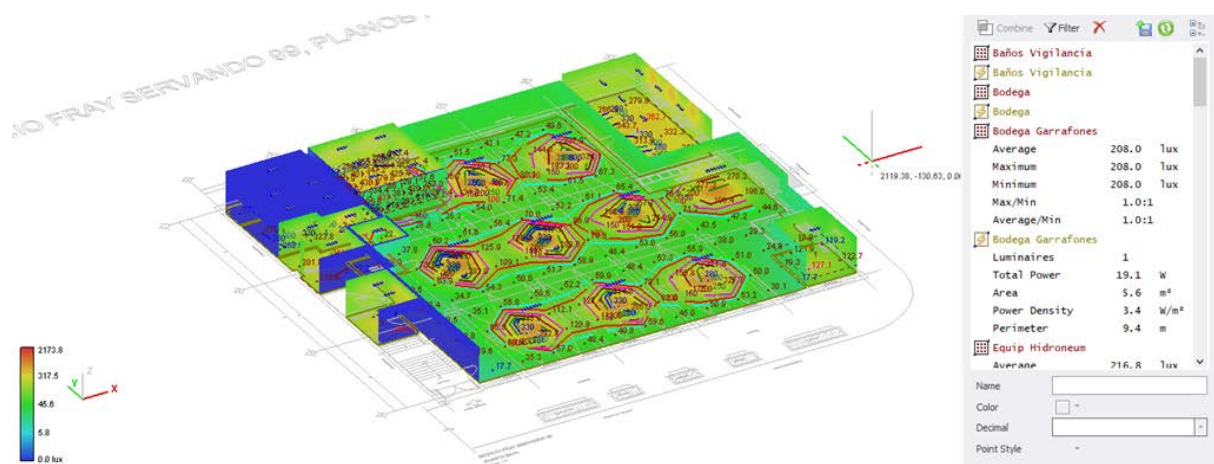


Imagen A9.2. Simulación con el Software Visual Lighting vista en 3D de Planta Baja

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A9.3. Evaluación de propuesta nueva NOM-025-STPS-2008, Piso 1

Piso	Tipo de instalación	A Área m <sup>2</sup>	NOM-025-STPS-2008				
			B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	D Valores de la simulación	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?
P1	Comedor	156.90	233.40	300	312.9	-12.90	Cumple
P1	Cocina	51.00	213.88	300	303.1	-3.10	Cumple
P1	Baño Hombres	15.80	357.75	100	163.8	-63.80	Cumple
P1	Baño Mujeres	9.60	421.75	100	111.5	-11.50	Cumple
P1	Bodega Cocina	16.20	148.25	100	155.4	-55.40	Cumple
P1	Bodega del laboratorio	11.00	148.25	100	109.9	-9.90	Cumple
P1	Laboratorio de Química y Biología	80.90	213.88	500	523.9	-23.90	Cumple
P1	Encargada Laboratorio	7.50	298.50	300	317.3	-17.30	Cumple
P1	Aula de usos múltiples	48.10	310.67	300	313.7	-13.70	Cumple
P1	Certificación y registro	15.80	298.50	300	307	-7.00	Cumple
P1	registro escolar	18.40	185.60	300	340.2	-40.20	Cumple
P1	Archivo/Fotocopiado	9.00	423.75	300	303.4	-3.40	Cumple
P1	Vestibulo	55.10	153.00	100	119.9	-19.90	Cumple
P1	Pasillo	49.30	210.00	100	131.6	-31.60	Cumple
P1	IDF 1	7.50	149.00	100	112	-12.00	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A9.4. Evaluación de propuesta nueva NOM-007-ENER-2014, Piso 1

Piso	Tipo de instalación	A Área m <sup>2</sup>	NOM-007-ENER-2014				
			G Valores de norma en plano de trabajo	H Valores actuales	I Valores de la simulación en	J Diferencia medición/norma	K ¿Cumple la norma?
P1	Comedor	156.90	9.58	10.49	3.1	6.48	Cumple
P1	Cocina	51.00	10.66	14.35	3.4	7.26	Cumple
P1	Baño Hombres	15.80	10.55	7.72	2.4	8.15	Cumple
P1	Baño Mujeres	9.60	10.55	12.71	2	8.55	Cumple
P1	Bodega Cocina	16.20	6.78	7.53	2.4	4.38	Cumple
P1	Bodega del laboratorio	11.00	6.78	11.09	1.7	5.08	Cumple
P1	Laboratorio de Química y Biología	80.90	13.78	9.05	6.5	7.28	Cumple
P1	Encargada Laboratorio	7.50	11.95	8.13	5.4	6.55	Cumple
P1	Aula de usos múltiples	48.10	13.35	8.88	3.4	9.95	Cumple
P1	Certificación y registro	15.80	11.95	15.44	5.1	6.85	Cumple
P1	registro escolar	18.40	11.95	13.26	4.4	7.55	Cumple
P1	Archivo/Fotocopiado	9.00	12	13.55	4.5	7.50	Cumple
P1	Vestibulo	55.10	9.69	5.53	1.5	8.19	Cumple
P1	Pasillo	49.30	7.1	4.95	2.5	4.60	Cumple
P1	IDF 1	7.50	6.78	8.13	7.5	-0.72	No cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

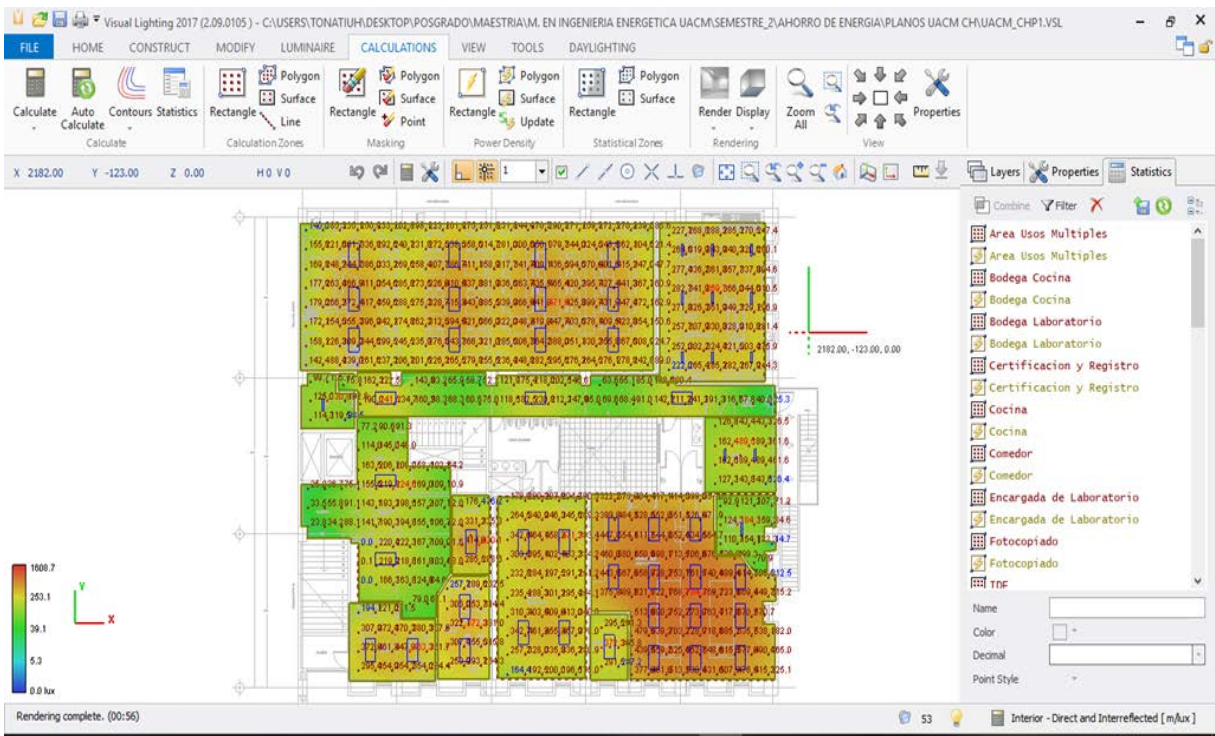


Imagen A9.3. Simulación con el Software Visual Lighting vista de planta de Piso 1

Fuente: Elaboración propia. (2019).

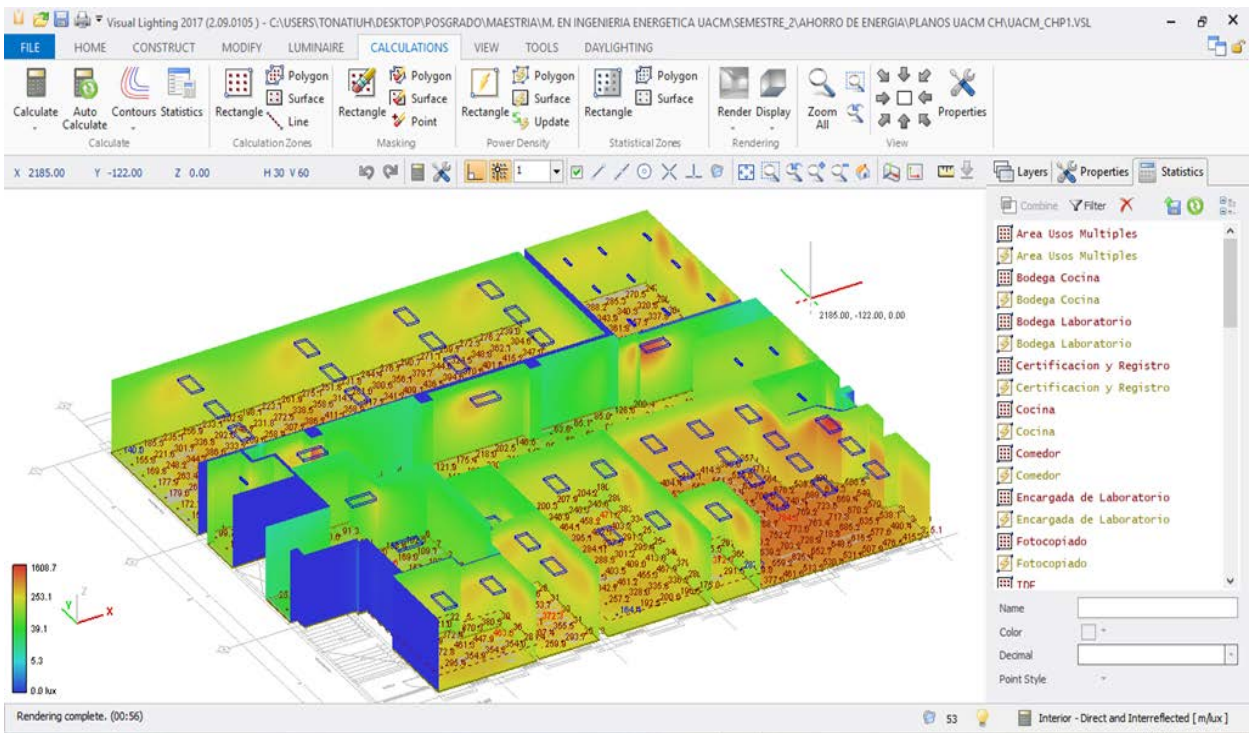


Imagen A9.4. Simulación con el Software Visual Lighting vista en 3D de Piso 1

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A9.5. Evaluación de propuesta nueva NOM-025-STPS-2008, Piso 2

Piso	Tipo de instalación	A Área m <sup>2</sup>	NOM-025-STPS-2008				
			B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	D Valores de la simulación	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?
P2	Vestibulo del Auditorio	35.90	298.50	100	195.8	-95.80	Cumple
P2	Auditorio	116.50	52.00	100	116	-16.00	Cumple
P2	Aula 206 (Sala Milenio)	44.00	466.00	500	521.5	-21.50	Cumple
P2	Cuarto de Maquinas (Bodega)	15.90	87.25	100	159.9	-59.90	Cumple
P2	Baño Mujeres	9.60	357.75	100	111.5	-11.50	Cumple
P2	Baños Hombres	15.80	421.75	100	163.8	-63.80	Cumple
P2	Pasillo	2.20	210.00	100	112.8	-12.80	Cumple
P2	Bodega 1	12.50	148.25	100	101.3	-1.30	Cumple
P2	Bodega 2	7.40	148.25	100	115.6	-15.60	Cumple
P2	Aula 201	47.80	298.50	300	325.1	-25.10	Cumple
P2	Aula 202	36.60	296.75	300	326.5	-26.50	Cumple
P2	Aula 203	36.30	296.50	300	326.3	-26.30	Cumple
P2	Aula 204	34.40	296.75	300	330.3	-30.30	Cumple
P2	Librería	8.10	75.50	500	530.6	-30.60	Cumple
P2	Puente	180.00	23.54	50	52.6	-2.60	Cumple
P2	Entrada Puente	32.50	122.00	100	183.1	-83.10	Cumple
P2	Cabina	13.70	135.00	200	279.9	-79.90	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A9.6. Evaluación de propuesta nueva NOM-007-ENER-2014, Piso 2

Piso	Tipo de instalación	A Área m <sup>2</sup>	NOM-007-ENER-2014				
			G Valores de norma en plano de trabajo	H Valores actuales	I Valores de la simulación en	J Diferencia medición/norma	K ¿Cumple la norma?
P2	Vestibulo del Auditorio	35.90	9.69	57.10	2.2	7.49	Cumple
P2	Auditorio	116.50	8.5	8.72	1.8	6.70	Cumple
P2	Aula 206 (Sala Milenio)	44.00	13.35	8.32	5.5	7.85	Cumple
P2	Cuarto de Maquinas (Bodega)	15.90	6.78	3.84	2.4	4.38	Cumple
P2	Baño Mujeres	9.60	10.55	12.71	2	8.55	Cumple
P2	Baños Hombres	15.80	10.55	7.72	2.4	8.15	Cumple
P2	Pasillo	2.20	7.1	304.93	2.2	4.90	Cumple
P2	Bodega 1	12.50	6.78	4.88	1.5	5.28	Cumple
P2	Bodega 2	7.40	6.78	8.24	2.6	4.18	Cumple
P2	Aula 201	47.80	13.35	10.21	3.4	9.95	Cumple
P2	Aula 202	36.60	13.35	13.33	3.3	10.05	Cumple
P2	Aula 203	36.30	13.35	13.44	3.3	10.05	Cumple
P2	Aula 204	34.40	13.35	14.18	3.5	9.85	Cumple
P2	Librería	8.10	11.95	15.06	10	1.95	Cumple
P2	Puente	180.00	7.1	2.60	0.6	6.50	Cumple
P2	Entrada Puente	32.50	7.1	7.51	2.4	4.70	Cumple
P2	Cabina	13.70	11.95	13.35	4.2	7.75	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

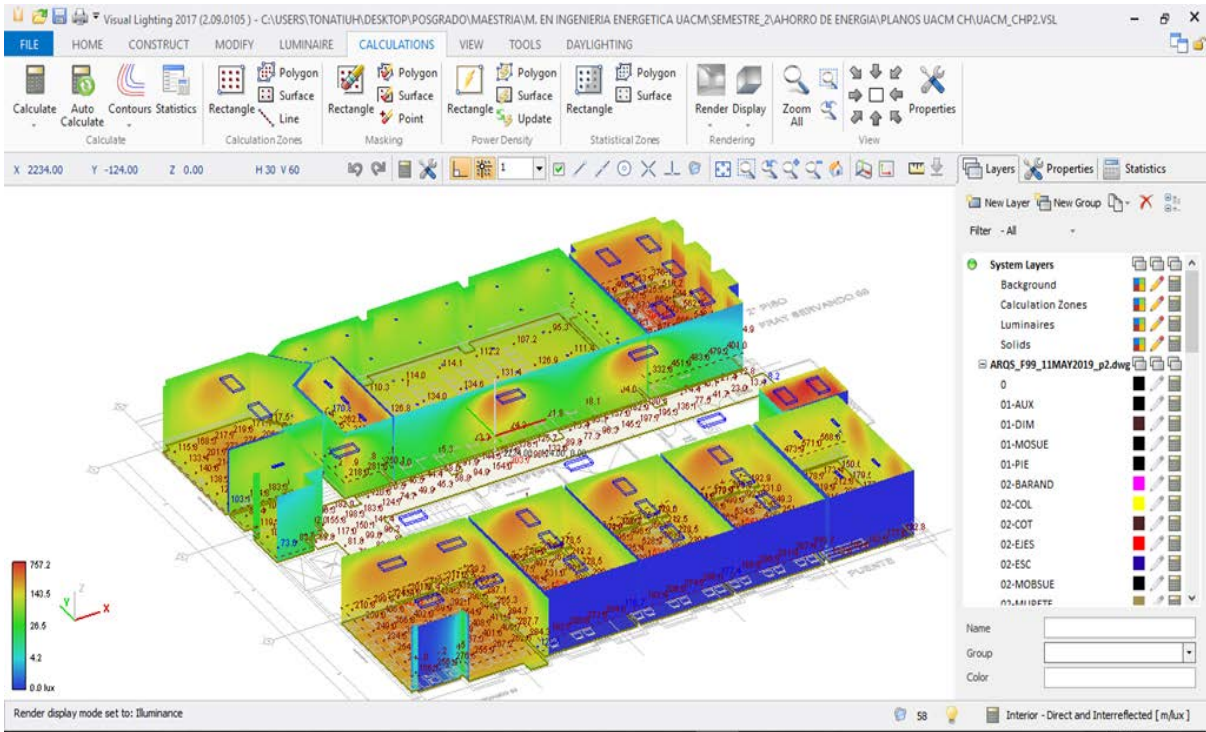


Imagen A9.5. Simulación con el Software Visual Lighting vista en 3D Piso 2

Fuente: Elaboración propia. (2019).

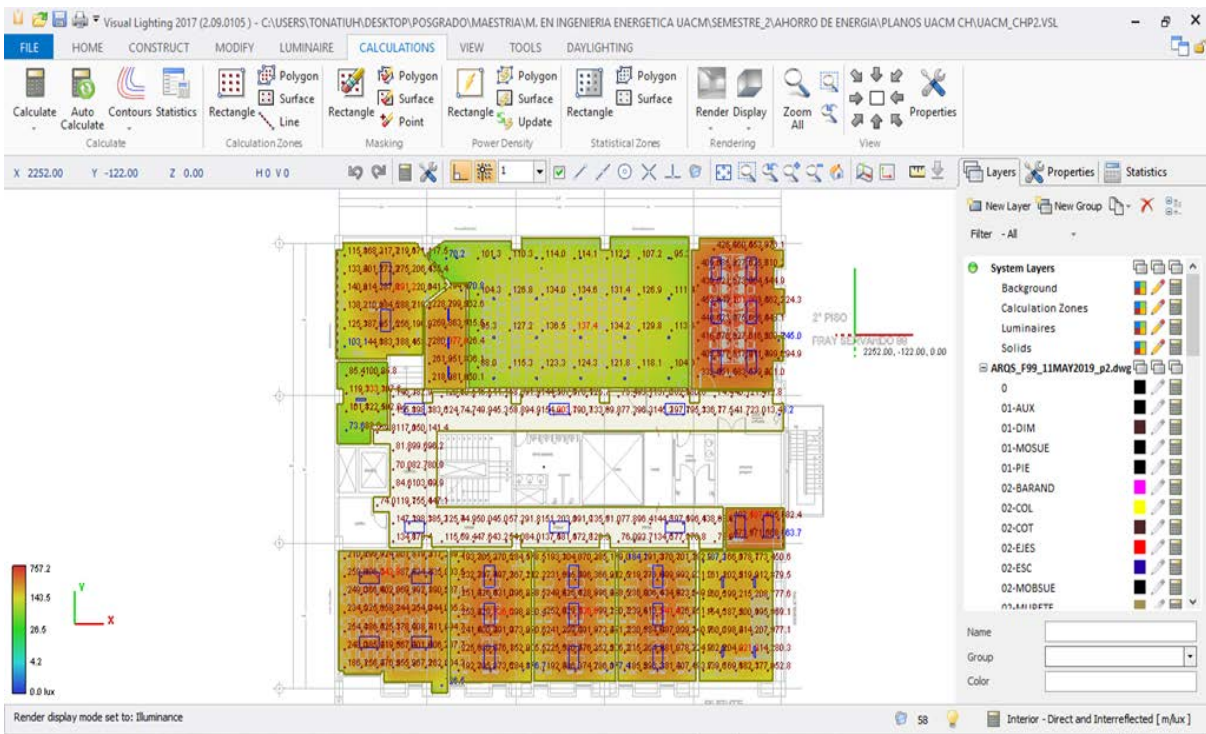


Imagen A9.6. Simulación con el Software Visual Lighting vista de planta de Piso 2

Fuente: Elaboración propia. (2019).



Tabla A9.7. Evaluación de propuesta nueva NOM-025-STPS-2008, Piso 3

Piso	Tipo de instalación	NOM-025-STPS-2008					
		A Área m2	B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	D Valores de la simulación	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?
P3	Estudio TV	69.00	233.44	300	349.8	-49.80	Cumple
P3	Oficina estudio TV	13.90	136.00	300	361.1	-61.10	Cumple
P3	Consola	6.00	233.45	300	334.6	-34.60	Cumple
P3	Bodega consola	6.40	143.00	100	127	-27.00	Cumple
P3	Bodega del laboratorio de electronica	7.40	143.00	100	117.2	-17.20	Cumple
P3	Laboratorio de Ciencias Foto termicas	33.00	542.00	500	542	-42.00	Cumple
P3	Oficina del laboratorio de fisica	7.80	339.33	300	354.9	-54.90	Cumple
P3	Laboratorio de Fisica	41.70	542.00	500	554.4	-54.40	Cumple
P3	Pasillo	108.10	140.09	100	111.9	-11.90	Cumple
P3	Cuarto de Maquinas (Bodega)	15.90	87.25	100	159.9	-59.90	Cumple
P3	Baños Mujeres	9.60	357.75	100	111.5	-11.50	Cumple
P3	Baños Hombres	15.80	421.75	100	163.8	-63.80	Cumple
P3	Intendencia	7.70	148.25	100	110	-10.00	Cumple
P3	Bodega	7.40	148.25	100	115.6	-15.60	Cumple
P3	Aula Digital 1 /Autoacceso 1	48.50	341.00	500	505.2	-5.20	Cumple
P3	Aula Digital 2/ Autoacceso 2	72.80	550.44	500	528.7	-28.70	Cumple
P3	Aula isoptica	69.00	231.77	300	515	-215.00	Cumple
P3	Bodega de isoptica	8.10	142.00	100	109.3	-9.30	Cumple
P3	Laoratorio de Electronica	5.80	461.25	500	500.6	-0.60	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A9.8. Evaluación de propuesta nueva NOM-007-ENER-2014, Piso 3

Piso	Tipo de instalación	NOM-007-ENER-2014					
		A Área m2	G Valores de norma en plano de trabajo	H Valores actuales	I Valores de la simulación en	J Diferencia medición/norma	K ¿Cumple la norma?
P3	Estudio TV	69.00	11.95	7.95	3.5	8.45	Cumple
P3	Oficina estudio TV	13.90	11.95	8.77	5.8	6.15	Cumple
P3	Consola	6.00	11.95	10.16	6.7	5.25	Cumple
P3	Bodega consola	6.40	6.78	9.53	3	3.78	Cumple
P3	Bodega del laboratorio de electronica	7.40	6.78	8.24	2.6	4.18	Cumple
P3	Laboratorio de Ciencias Foto termicas	33.00	13.78	11.09	7.3	6.48	Cumple
P3	Oficina del laboratorio de fisica	7.80	11.95	15.64	7.8	4.15	Cumple
P3	Laboratorio de Fisica	41.70	13.78	13.16	5.8	7.98	Cumple
P3	Pasillo	108.10	7.1	6.21	2.2	4.90	Cumple
P3	Cuarto de Maquinas (Bodega)	15.90	6.78	3.84	2.4	4.38	Cumple
P3	Baños Mujeres	9.60	10.55	25.41	2	8.55	Cumple
P3	Baños Hombres	15.80	10.55	7.59	2.4	8.15	Cumple
P3	Intendencia	7.70	6.78	7.92	2.5	4.28	Cumple
P3	Bodega	7.40	6.78	8.24	2.6	4.18	Cumple
P3	Aula Digital 1 /Autoacceso 1	48.50	13.35	20.12	5	8.35	Cumple
P3	Aula Digital 2/ Autoacceso 2	72.80	13.35	13.40	5	8.35	Cumple
P3	Aula isoptica	69.00	13.35	46.56	5.3	8.05	Cumple
P3	Bodega de isoptica	8.10	6.78	15.06	2.4	4.38	Cumple
P3	Laoratorio de Electronica	5.80	13.78	52.57	5.8	7.98	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

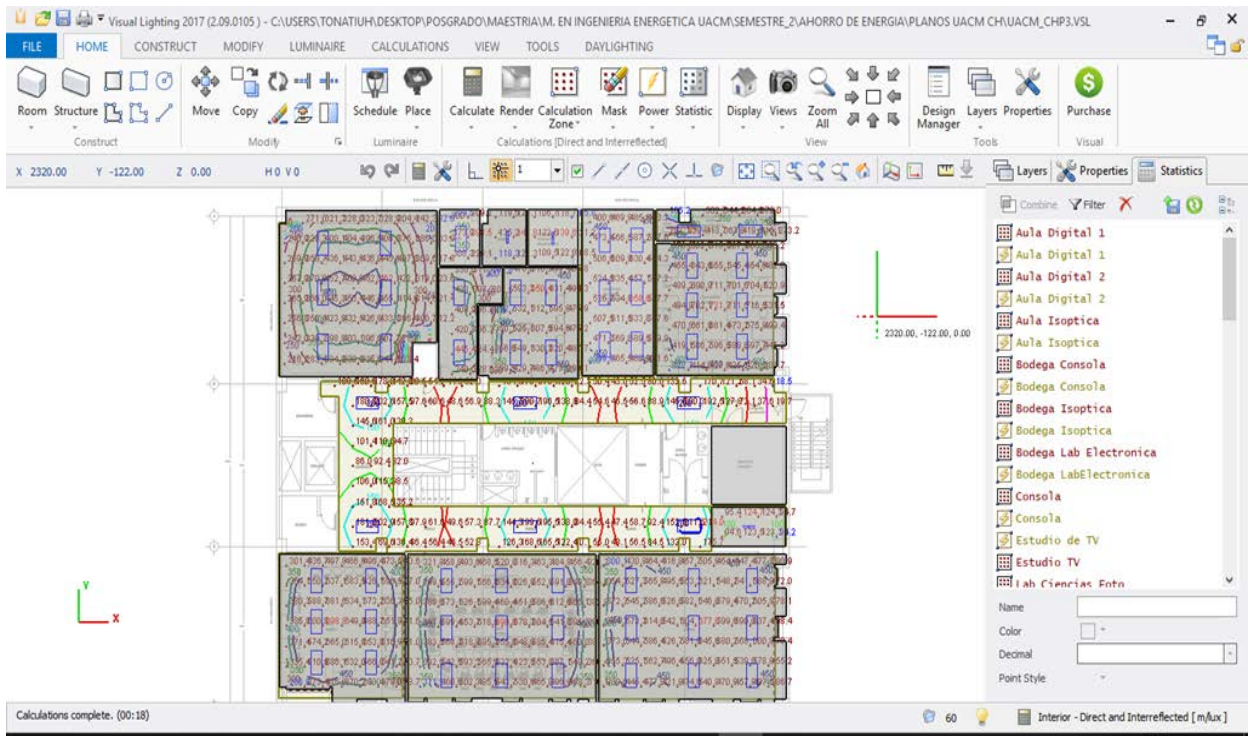


Imagen A9.7. Simulación con el Software Visual Lighting vista de planta de Piso 3

Fuente: Elaboración propia. (2019).

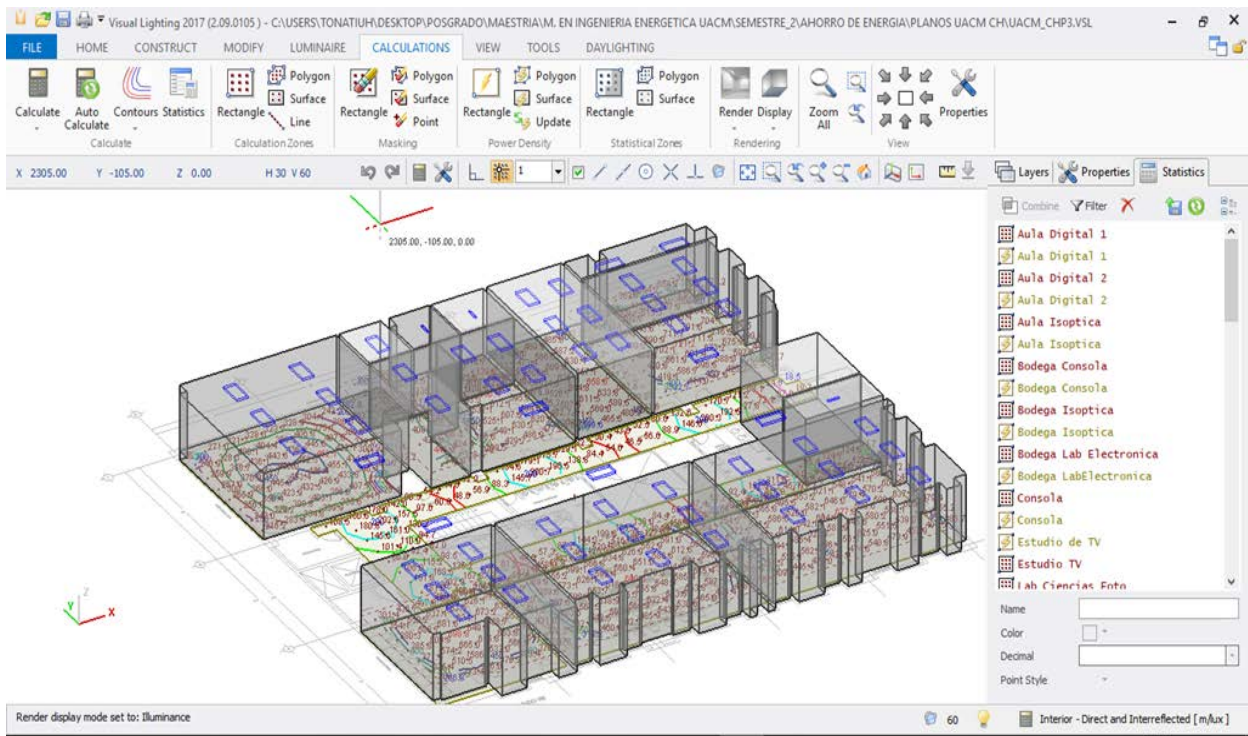


Imagen A9.8. Simulación con el Software Visual Lighting vista en 3D de Piso 3

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A9.9. Evaluación de propuesta nueva NOM-025-STPS-2008, Piso 4

Piso	Tipo de instalación	NOM-025-STPS-2008					
		A Área m2	B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	D Valores de la simulación	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?
P4	Mediateca	20.50	246.70	300	336.2	-36.20	Cumple
P4	Laboratorio de computo	49.90	243.00	500	546.6	-46.60	Cumple
P4	Pasillo	81.00	416.25	100	157.7	-57.70	Cumple
P4	Cuarto de maquinas	15.90	87.25	100	159.9	-59.90	Cumple
P4	Baño mujeres	9.60	357.75	100	111.5	-11.50	Cumple
P4	Baños hombres	15.80	421.75	100	163.8	-63.80	Cumple
P4	Bodega 1	7.70	148.25	100	110	-10.00	Cumple
P4	Bodega 2 Cub 401	7.40	148.25	100	115.6	-15.60	Cumple
P4	Cubiculo 401	10.50	235.00	300	392.3	-92.30	Cumple
P4	Difusión cultural	13.30	160.50	300	329.5	-29.50	Cumple
P4	Cabina de radio	8.50	135.00	100	232.5	-132.50	Cumple
P4	consola	8.60	160.50	300	377.2	-77.20	Cumple
P4	Aula 401	28.20	208.80	300	339.3	-39.30	Cumple
P4	Aula 402	27.90	222.00	300	338.4	-38.40	Cumple
P4	Aula 403	21.10	405.00	300	327.2	-27.20	Cumple
P4	Aula 404	14.00	389.00	300	393.1	-93.10	Cumple
P4	Aula 405	43.50	208.80	300	326.4	-26.40	Cumple
P4	Aula 406	48.00	208.80	300	306.2	-6.20	Cumple
P4	Aula 407	48.30	208.80	300	300.6	-0.60	Cumple
P4	Servicios estudiantiles	24.30	166.00	300	331	-31.00	Cumple
P4	Bodega de espacio estudiantil	5.60	116.25	100	134.4	-34.40	Cumple
P4	Psicologo	7.00	160.50	300	314.7	-14.70	Cumple
P4	Vestibulo servicios estudiantiles	41.40	176.00	100	290.1	-190.10	Cumple
P4	Bodega Lab Computo	5.70	148.25	100	130.4	-30.40	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A9.10. Evaluación de propuesta nueva NOM-007-ENER-2014, Piso 4

Piso	Tipo de instalación	NOM-007-ENER-2014					
		A Área m2	G Valores de norma en plano de trabajo	H Valores actuales	I Valores de la simulación en	J Diferencia medición/norma	K ¿Cumple la norma?
P4	Mediateca	20.50	11.95	5.95	3.9	8.05	Cumple
P4	Laboratorio de computo	49.90	13.78	11.00	6.5	7.28	Cumple
P4	Pasillo	81.00	7.1	6.78	3	4.10	Cumple
P4	Cuarto de maquinas	15.90	6.78	3.84	2.4	4.38	Cumple
P4	Baño mujeres	9.60	10.55	12.71	2	8.55	Cumple
P4	Baños hombres	15.80	10.55	7.72	2.4	8.15	Cumple
P4	Bodega 1	7.70	6.78	7.92	2.5	4.28	Cumple
P4	Bodega 2 Cub 401	7.40	6.78	8.24	2.6	4.18	Cumple
P4	Cubiculo 401	10.50	11.95	11.62	7.7	4.25	Cumple
P4	Difusión cultural	13.30	11.95	18.34	6.1	5.85	Cumple
P4	Cabina de radio	8.50	11.95	14.35	4.8	7.15	Cumple
P4	consola	8.60	11.95	21.27	9.4	2.55	Cumple
P4	Aula 401	28.20	13.35	12.98	4.3	9.05	Cumple
P4	Aula 402	27.90	13.35	13.12	4.3	9.05	Cumple
P4	Aula 403	21.10	13.35	11.56	3.8	9.55	Cumple
P4	Aula 404	14.00	13.35	13.07	5.8	7.55	Cumple
P4	Aula 405	43.50	13.35	8.41	3.7	9.65	Cumple
P4	Aula 406	48.00	13.35	7.62	3.4	9.95	Cumple
P4	Aula 407	48.30	13.35	7.58	3.3	10.05	Cumple
P4	Servicios estudiantiles	24.30	11.95	7.53	5	6.95	Cumple
P4	Bodega de espacio estudiantil	5.60	6.78	10.89	3.4	3.38	Cumple
P4	Psicologo	7.00	11.95	26.14	5.8	6.15	Cumple
P4	Vestibulo servicios estudiantiles	41.40	9.69	20.62	3.9	5.79	Cumple
P4	Bodega Lab Computo	5.70	6.78	21.40	3.3	3.48	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

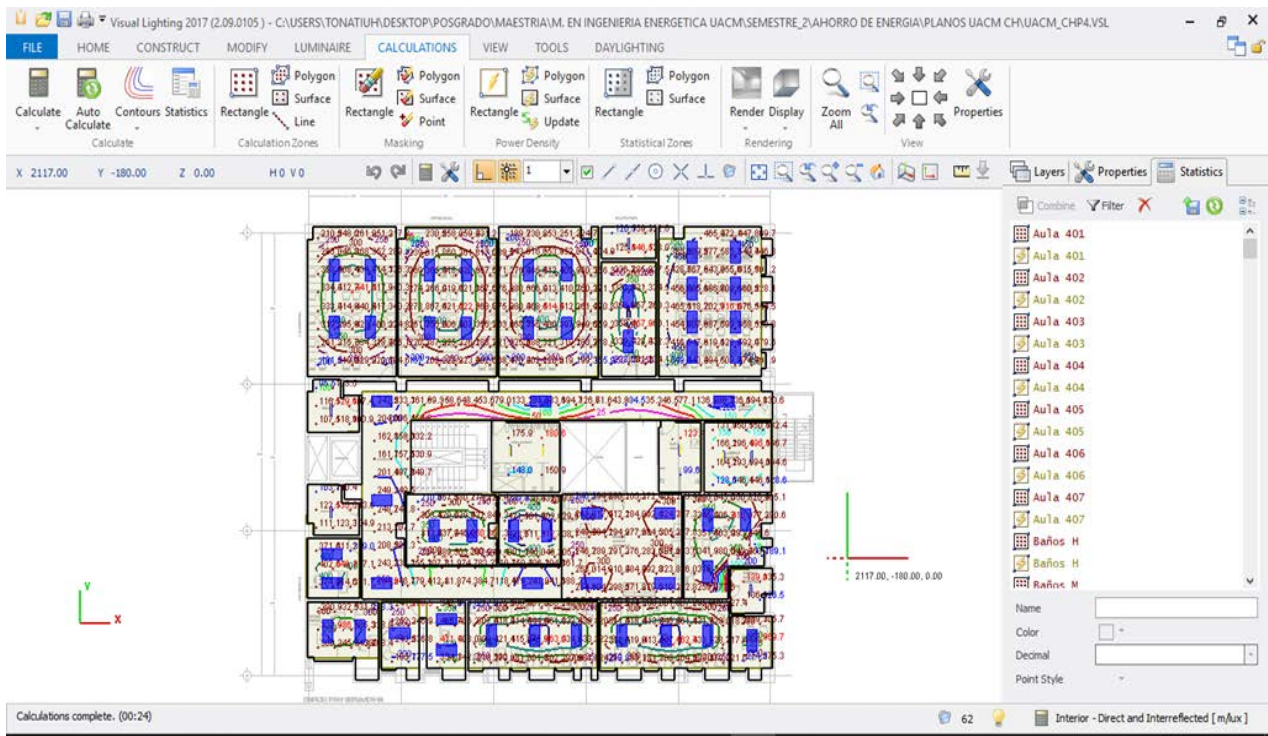


Imagen A10.9. Simulación con el Software Visual Lighting vista de planta de Piso 4

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A9.11. Evaluación de propuesta nueva NOM-025-STPS-2008, Piso 5

Piso	Tipo de instalación	NOM-025-STPS-2008					
		A Área m <sup>2</sup>	B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	D Valores de la simulación	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?
P5	Sistemas	56.10	123.44	300	380.8	-80.80	Cumple
P5	SITE	8.90	16.50	500	523	-23.00	Cumple
P5	Aula 501	25.60	267.30	300	304.4	-4.40	Cumple
P5	Aula 502	30.70	389.90	300	341.8	-41.80	Cumple
P5	Aula 503	33.80	185.60	300	305.3	-5.30	Cumple
P5	Aula 504	40.50	185.60	300	315.3	-15.30	Cumple
P5	Aula 505	45.10	216.63	300	330.8	-30.80	Cumple
P5	Aula 506	43.40	335.00	300	332.9	-32.90	Cumple
P5	Aula 507	35.60	423.75	300	312.1	-12.10	Cumple
P5	Oficina de servicio medico	10.20	125.67	300	366	-66.00	Cumple
P5	Servicio Medico	16.30	237.40	300	360.2	-60.20	Cumple
P5	Enlace Administrativo	25.60	237.40	300	311.4	-11.40	Cumple
P5	Oficina Americo	15.60	245.20	300	316.6	-16.60	Cumple
P5	Baños de hombres	15.80	421.75	100	163.8	-63.80	Cumple
P5	Baños de mujeres	9.60	357.75	100	111.5	-11.50	Cumple
P5	Defensoria del estudiante	7.70	138.50	300	424.8	-124.80	Cumple
P5	Vestibulo	37.10	126.00	100	278.5	-178.50	Cumple
P5	Pasillo	85.40	93.77	100	169.9	-69.90	Cumple
P5	Cabina de radio	8.50	135.00	100	232.5	-132.50	Cumple
P5	Consola	8.60	160.50	300	377.2	-77.20	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A9.12. Evaluación de propuesta nueva NOM-007-ENER-2014 Piso 5

Piso	Tipo de instalación	NOM-007-ENER-2014					
		A Área m <sup>2</sup>	G Valores de norma en plano de trabajo	H Valores actuales	I Valores de la simulación en	J Diferencia medición/norma	K ¿Cumple la norma?
P5	Sistemas	56.10	11.95	4.35	4.3	7.65	Cumple
P5	SITE	8.90	12	27.41	8.6	3.40	Cumple
P5	Aula 501	25.60	13.35	14.29	4.7	8.65	Cumple
P5	Aula 502	30.70	13.35	11.92	3.9	9.45	Cumple
P5	Aula 503	33.80	13.35	7.22	3.6	9.75	Cumple
P5	Aula 504	40.50	13.35	9.03	4	9.35	Cumple
P5	Aula 505	45.10	13.35	8.11	3.6	9.75	Cumple
P5	Aula 506	43.40	13.35	8.43	3.7	9.65	Cumple
P5	Aula 507	35.60	13.35	10.28	3.4	9.95	Cumple
P5	Oficina de servicio medico	10.20	11.95	23.92	7.9	4.05	Cumple
P5	Servicio Medico	16.30	9.47	14.97	5	4.47	Cumple
P5	Enlace Administrativo	25.60	11.95	11.91	4.7	7.25	Cumple
P5	Oficina Americo	15.60	11.95	7.82	5.2	6.75	Cumple
P5	Baños de hombres	15.80	10.55	7.72	2.4	8.15	Cumple
P5	Baños de mujeres	9.60	10.55	12.71	2	8.55	Cumple
P5	Defensoria del estudiante	7.70	11.95	31.68	10.4	1.55	Cumple
P5	Vestibulo	37.10	9.69	3.29	4.3	5.39	Cumple
P5	Pasillo	85.40	7.1	7.86	3.3	3.80	Cumple
P5	Cabina de radio	8.50	11.95	14.35	4.8	7.15	Cumple
P5	Consola	8.60	11.95	21.27	9.4	2.55	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

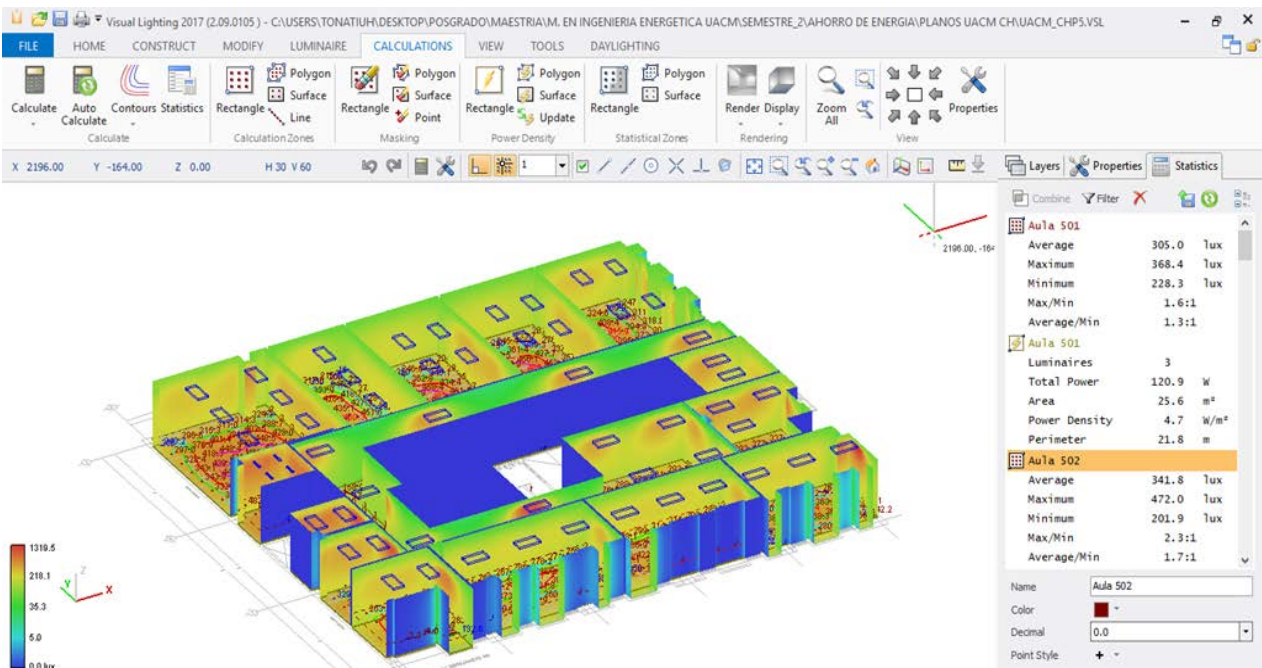


Imagen A9.10. Simulación con el Software Visual Lighting vista en 3D de Piso 5

Fuente: Elaboración propia. (2019).



Imagen A9.11. Simulación con el Software Visual Lighting vista de planta de Piso 5

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A9.13. Evaluación de propuesta nueva NOM-025-STPS-2008, Piso 6

Piso	Tipo de instalación	A Área m <sup>2</sup>	NOM-025-STPS-2008				
			B Medición de luxes promedio	C Valores de norma	D Valores de la simulación	E Diferencia medición/norma	F ¿Cumple la norma?
P6	Vestidores de intendencia Hombres	5.40	357.75	200	251.6	-51.60	Cumple
P6	Vestidores de intendencia Mujeres	4.80	421.75	200	204.7	-4.70	Cumple
P6	Comedor de intendencia	10.40	138.50	300	338.7	-38.70	Cumple
P6	Bodega	8.30	137.00	100	112.5	-12.50	Cumple
P6	Pasillo	28.30	93.77	100	141.1	-41.10	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

Tabla A9.14. Evaluación de propuesta nueva NOM-007-ENER-2014, Piso 6

Piso	Tipo de instalación	A Área m <sup>2</sup>	NOM-007-ENER-2014				
			G Valores de norma en plano de trabajo	H Valores actuales	I Valores de la simulación en	J Diferencia medición/norma	K ¿Cumple la norma?
P6	Vestidores de intendencia Hombres	5.40	9.39	21.52	7	2.39	Cumple
P6	Vestidores de intendencia Mujeres	4.80	9.39	21.27	8	1.39	Cumple
P6	Comedor de intendencia	10.40	10.66	22.59	5.5	5.16	Cumple
P6	Bodega	8.30	6.78	25.41	2.3	4.48	Cumple
P6	Pasillo	28.30	7.1	17.59	3.4	3.70	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (2019).

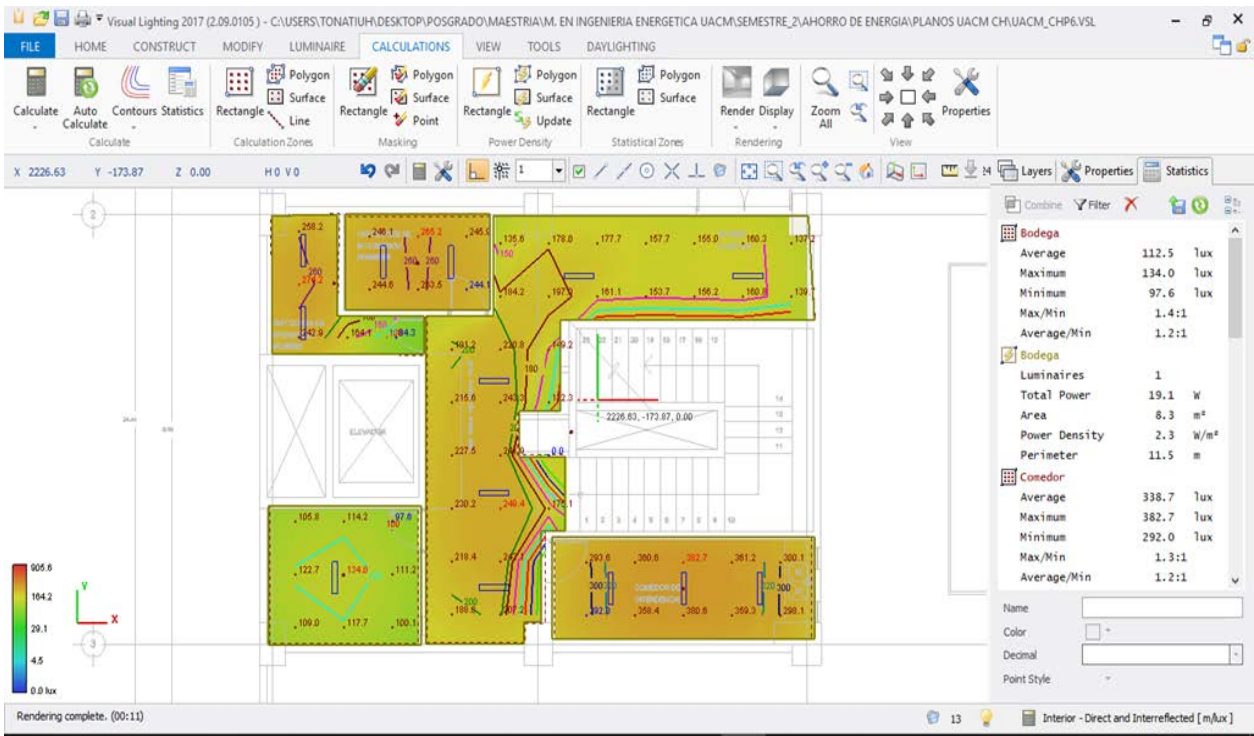


Imagen A9.12. Simulación con el Software Visual Lighting vista de planta de Piso 6

Fuente: Elaboración propia. (2019).

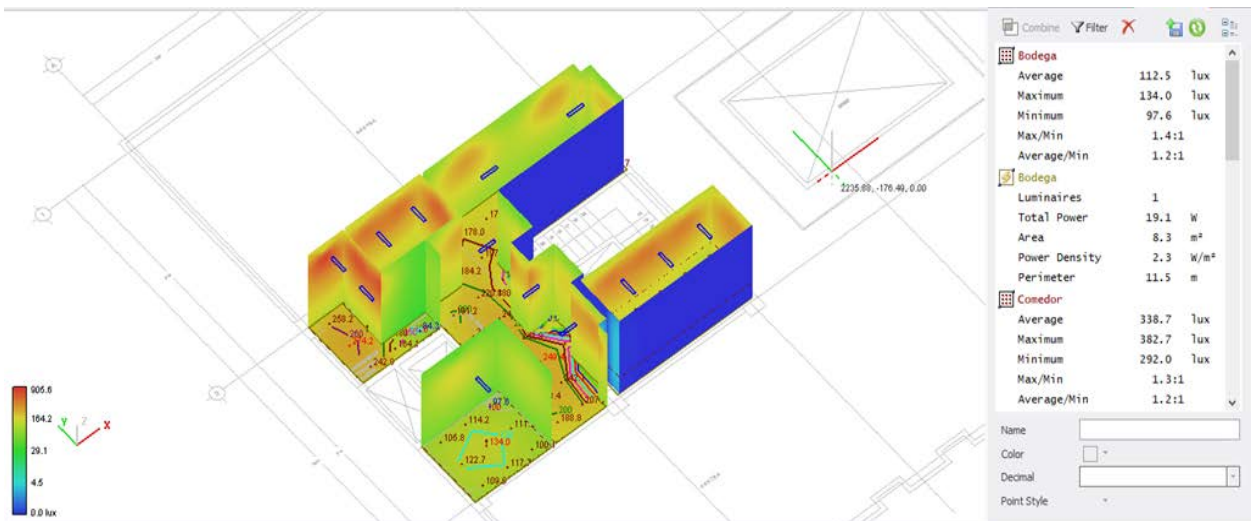


Imagen A9.13. Simulación con el Software Visual Lighting vista en 3D de Piso 6

Fuente: Elaboración propia. (2019).

## Anexo 10. Cálculo de costos unitarios para cambio de tecnología en luminarias

COTIZACIÓN No.: 1

### CATÁLOGO DE CONCEPTOS

SISTEMA DE ILUMINACIÓN

CLIENTE: UACM CENTRO HISTÓRICO

FECHA: 29/11/2019

PART.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	<b>INSTALACIÓN DE LUMINARIAS</b>				
1.01	Proyecto	lote	1	\$27 500,00	\$27 500,00
1.02	Luminaria de tecnología LED para sobreponer a prueba de vapor y humedad, medidas 129mm x 417mm x 655 mm temperatura de color 4000 K, UNV 120-277 V, Catalogo 2APVTLD-20L840 Marca Eaton Lighting	pza	98	\$180,78	\$17 716,44
1.03	Luminaria de tecnología LED para sobreponer a prueba de vapor y humedad, medidas 129mm x 898 mm x 1265 mm temperatura de color 4000 K, UNV 120-277 V, Catalogo 4APVTLD-40L840 Marca Eaton Lighting	pza	9	\$187,33	\$1 685,93
1.04	Luminaria tipo downlight de tecnología LED para empotrar cuadrada de 151 mm x 151 mm (4")120 V, 600 lumen, 90 CRE, temperatura de color 4000, Catalogo SMD4S6940WH Marca Eaton Lighting	pza	21	\$81,81	\$1 718,01
1.05	Luminaria tipo panel para sobreponer de tecnología LED, de medidas de 2"x4", UNV 120-277 V, temperatura de color de 4000 K, 80 CRI, Catalogo 24FP4740C Marca Eaton Lighting	pza	236	\$208,72	\$49 257,92
1.06	Desmontaje de luminarias y acarreo de materiales fuera del sitio.	pza	562	\$126,22	\$70 935,64
1.07	Misceláneos	lote	1	\$1 338,46	\$1 338,46
	<b>IMPORTE TOTAL SISTEMA DE ILUMINACIÓN, SIN IVA</b>				<b>170,152.40</b>

### RESUMEN

1	INSTALACIÓN DE LUMINARIAS				170 152,40
	<b>IMPORTE TOTAL SISTEMA DE ILUMINACIÓN, SIN IVA</b>				<b>170 152,40</b>



## Anexo 11. Registro fotográfico de luminarias

En la Imagen A11.1 se observa el arreglo de luminarias en el Aula 506 de la Edificio 99 de la UACM, dicho arreglo predomina en la mayoría de los salones de dicha unidad académica.



*Imagen A11.1. Aula 506*

Fuente: Elaboración propia (2019).

En la Imagen A11.2 se observa la lámpara que se utiliza en la UACM, es una lámpara de 32 W, Cat. F32T8/TL841, marca Philips. Esta información nos permitirá determinar las medidas de AUEE.



*Imagen A11.2. Lámpara Fluorescente lineal de 32 W T8*

Fuente: Elaboración propia (2019).

En la Imagen A11.3 se observa el arreglo y el estado de las luminarias del Laboratorio de Biología y Química, en ella se puede observar que tiene lámparas fundidas y acrílico gastado. Siendo que es un área crítica, debería tener mayor cuidado y un mejor mantenimiento de luminarias.



*Imagen A11.3. Laboratorio de Biología y Química*

Fuente: Elaboración propia (2019).

## Anexo 12. Valor oficial del factor de emisión eléctrico para el año 2020



Ciudad de México, a 27 de febrero de 2020.

### AVISO

#### Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional 2019

De conformidad con el Artículo 12 del Reglamento de la Ley de Transición Energética, y habiendo recibido e incorporado las observaciones a la metodología y aplicación de la misma por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se les comunica a los Establecimientos Sujetos a Reporte que el factor de emisión eléctrico del Sistema Eléctrico Nacional, para el cálculo de las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero por consumo de electricidad correspondiente al año 2019, es:

**0.505 tCO<sub>2</sub>e / MWh**

Dicho factor se podrá emplear para fines del reporte al Registro Nacional de Emisiones tomando en cuenta que este factor considera la generación de las centrales eléctricas que entregan energía a la red eléctrica nacional, de acuerdo a lo estipulado en la fracción XLIV del Artículo 3 de la Ley de la Industria Eléctrica.



### Anexo 13. Normatividad aplicable

NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011 Sistema de gestión de la energía- Requisitos con orientación para su uso.

NMX-J-SAA-50002-ANCE-IMNC-2015 Auditorías energéticas- Requisitos con orientación para su uso.

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

NOM 001-SEDE 2012 Instalaciones Eléctricas (utilización), publicada en el DOF el 29 de noviembre de 2012, entrando en vigor a partir del 29 de mayo de 2013.

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

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