



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO
COLEGIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE ENERGÍA

**Diagnóstico Energético en la Escuela
Secundaria Técnica Num.54 Ignacio Ramírez**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA ENERGÉTICA
(ORIENTACIÓN EN ENERGÍA SOLAR)

P R E S E N T A :

Ing. Victor Hugo Soberanes Luna

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Edgar Vicente Torres González
Universidad Autónoma de la Ciudad de México

C O D I R E C T O R

Dr. Manuel Antonio Corona Sánchez
Universidad Autónoma de la Ciudad de México

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS[©]

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

INTEGRACIÓN DEL JURADO:

Presidente: Dr. Fernando Gabriel Arroyo Cabañas UACM
Secretario: Dr. Edgar Vicente Torres González UACM
Vocal: Dr. Manuel Antonio Corona Sánchez UACM
1er. Suplente: Dr. José Alberto Valdés Palacios UACM
2do. Suplente: Dr. Jorge Díaz Salgado UNAM

Lugar donde se realizó el posgrado:

PLANTEL DEL VALLE, UACM.

DIRECTOR DE TESIS:



Dr. Edgar Vicente Torres González
UACM

CODIRECTOR DE TESIS:



Dr. Manuel Antonio Corona Sánchez
UACM

Dedicatorias

Este trabajo es el reflejo del esfuerzo, la constancia y el amor de todas las personas que, de una u otra forma, han estado presentes en esta etapa de mi vida.

A DIOS

Por guiarme, darme fortaleza en los momentos difíciles y permitirme alcanzar este logro tan significativo. Gracias por cada prueba y cada triunfo que me han ayudado a crecer y valorar el camino recorrido.

A MIS PADRES

A mi mamá, Guadalupe, porque en cada paso de este camino ha sido mi mayor ejemplo de amor, entrega y fortaleza. Gracias, mamá, por tus sacrificios silenciosos, por tu fe en mí aun cuando yo dudé, por tus palabras que siempre me devolvieron la calma y por enseñarme a nunca rendirme. Este logro también es tuyo, porque sin tu apoyo, tu cariño y tu guía, no estaría aquí. Eres el corazón de todo lo que he logrado.

A mi papá, Marco Aurelio, por su apoyo incondicional, sus consejos, comprensión y amor. Gracias por brindarme siempre los medios, la motivación y la fuerza para continuar. Ambos me han formado con valores, principios y ejemplo, enseñándome el esfuerzo, la perseverancia y el carácter necesarios para alcanzar mis objetivos.

A MIS HERMANOS

Itzayana Berenice y Marco Antonio, gracias por su apoyo, cariño y complicidad en todo momento. Han sido una parte fundamental en mi vida y me han impulsado a alcanzar cada meta. Los quiero mucho.

A MIS TÍOS

Con especial cariño a mi tía María del Rosario, a quien considero como una segunda madre. Gracias por tu cariño, tu apoyo inquebrantable y por estar siempre presente en cada paso importante de mi vida. A mis tíos Hugo Octavio y Victor Samuel, por su comprensión, apoyo y afecto. Gracias por acompañarme siempre y ser parte esencial de mi historia.

A MIS SOBRINA

A mi pequeña Hanna Paulina, la alegría más grande de nuestra familia. Tu ternura y tu sonrisa iluminan nuestros días y nos llenan de esperanza. Eres una fuente de inspiración para seguir creciendo y soñar en grande.

A MI FAMILIA

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos, que por ellos soy lo que soy.

Agradecimientos

A LA UACM

Por ser mi casa durante estos años de estudio y formación. Agradezco profundamente la oportunidad de seguir creciendo tanto personal como académicamente, así como los conocimientos, experiencias y valores adquiridos que me han permitido alcanzar mis objetivos.

AL PROGRAMA DE ENERGÍA DE LA UACM

Por brindarme las herramientas teóricas y prácticas necesarias para desarrollar este trabajo, así como por fomentar un ambiente de aprendizaje que impulsa la innovación y la investigación.

A MIS ASESORES

El Dr. Edgar Vicente Torres González y el Dr. Manuel Antonio Corona Sánchez, por su valiosa guía, tiempo y orientación durante la realización de esta investigación. Su compromiso, experiencia y apoyo constante fueron esenciales para la culminación de este proyecto.

A MIS LECTORES

A los Drs. Fernando Gabriel Arroyo Cabañas, José Alberto Valdés Palacios y Jorge Díaz Salgado, por el tiempo y la atención dedicados a la revisión de este proyecto. Sus comentarios y recomendaciones enriquecieron significativamente el contenido y la calidad de esta investigación.

A CONAHCYT

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por el invaluable respaldo brindado durante el desarrollo de esta investigación. Su apoyo financiero y académico fue fundamental para llevar a cabo este trabajo, facilitando el acceso a los recursos y herramientas necesarios para su realización.

!!!Mil gracias a todos!!!

VICTOR HUGO SOBERANES LUNA

Contenido

Índice de tablas.....	8
Índice de figuras	9
Introducción.....	1
Capítulo I. Marco Contextual	3
1.1. Situación actual	3
1.2. Antecedentes históricos	4
1.3. Planteamiento del problema	5
1.4. Justificación	6
1.5. Objetivos	7
1.5.1. Objetivo General	7
1.5.2. Objetivos Específicos	7
Capítulo II. Marco teórico conceptual	8
2.1. Eficiencia Energética	8
2.2. Diagnóstico Energético	8
2.3. Tipos de Diagnósticos	8
2.4. Normativa Mexicana	9
2.4.1. NOM-007-ENER-2014	9
2.4.2. NOM-025-STPS-2008	9
2.5. Tarifa GDBT (Gran demanda baja tensión mayor a 25 kW-mes)	10
2.5.1. Aplicación	10
2.5.2. Región tarifaria	10
2.5.3. Demanda por contratar	10
Capítulo III. Metodología	11
Capítulo IV. Resultados	16
4.1. Descripción del sistema eléctrico nacional	16
4.2. Análisis de la facturación eléctrica	16
4.3. Historial de Facturación	16
4.4. Factor de carga	18
4.5. Verificación de las facturas	19
4.6. Evaluación del Factor de Potencia	20
4.7. Análisis de las mediciones eléctricas tomadas en la Subestación Eléctrica	21

4.7.1. Frecuencia del sistema.....	21
4.7.2. Tensiones por fase.....	22
4.7.3. Corrientes por fase.....	23
4.7.4. Perfil de carga general (Demanda).....	24
4.7.5. Factor de Potencia.	25
4.7.6. Transformador suministrador de Energía.	28
4.7.7. Medición de la Energía Eléctrica	28
4.8. Censo de Cargas	28
4.9. Censo de Luminarias.....	31
4.10. Evaluación de índices energéticos.....	37
4.10.1. Índice de consumo de Energía Eléctrica (ICEE).....	38
4.11. Evaluación de las Condiciones de iluminación en centro de trabajo.....	40
4.12. Evaluación de la Eficiencia Energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales	43
Capítulo V. Medidas de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía (AUUE)	46
5.1. Medida operativa: Evaluación de un cambio de tarifa GDBT a Tarifa PDBT.....	46
5.1.1. Simulación de cambio de tarifa GDBT a Tarifa PDBT	46
5.2. Medida operativa: Balanceo de fases.....	47
5.3. Medida operativa: Mantenimiento Preventivo (limpieza de luminarias y superficies)	47
5.4. Medida Tecnológica: Cambio de tecnologías en luminarias.....	48
5.5. Evaluación Económica de las Medidas de AUUE	49
5.5.1. Medidas de AUUE y su impacto ambiental	51
Conclusiones y Recomendaciones	52
Bibliografía.....	55
Anexos o apéndices	58
ANEXO I. Normas Oficiales Mexicanas (Caratulas).....	58
ANEXO II.I. Facturación de energía periodo comprendido JUL 24-AGO 24.....	60
ANEXO II.II. Facturación de energía periodo comprendido AGO 24-SEP 24	61
ANEXO II.III. Facturación de energía periodo comprendido SEP 24-OCT 24.....	62
ANEXO II.IV. Facturación de energía periodo comprendido OCT 24-NOV 24.....	63
ANEXO II.V. Facturación de energía periodo comprendido NOV 24-DIC 24	64
ANEXO II.VI. Facturación de energía periodo comprendido DIC 24-ENE 25.....	65
ANEXO II.VII. Facturación de energía periodo comprendido ENE 25-FEB 25.....	66

ANEXO II.VIII. Facturación de energía periodo comprendido FEB 25-MAR 25.....	67
ANEXO II.IX. Facturación de energía periodo comprendido MAR 25-ABR 25	68
ANEXO II.X. Facturación de energía periodo comprendido ABR 25-MAY 25.....	69
ANEXO III. Recibos de Energía facturación calculada	70
ANEXO IV. Ficha técnica de luminaria LA-LED-T-18W.....	75
ANEXO IV.I. Tabla Comparativa: Tubos Fluorescentes T5, T8 y T12	76
ANEXO V. Ficha técnica del analizador POWER QUALITY ANALYZER PQA 824. 	76

Índice de tablas

Tabla 1 Personal Técnica 54.....	3
Tabla 2 Numero de zonas mínimas a evaluar dependiendo del Índice del área.....	13
Tabla 3 Esquema tarifario vigente.....	16
Tabla 4 Historia de facturación, noviembre 2023 a noviembre 2024.....	17
Tabla 5 Factor de carga.....	18
Tabla 6 Comparativa de valores de facturación de recibo contra facturación calculada.....	19
Tabla 7 Bonificaciones de factor de potencia para los periodos analizados.....	20
Tabla 8 Valores de factor de potencia medidos y facturados.....	27
Tabla 9 Consumo energético mensual por tipo de carga.....	29
Tabla 10 Consumo energético mensual y porcentaje por tipo de tecnología.....	31
Tabla 11 Censo de luminarias Edificio 1 planta baja.....	34
Tabla 12 Censo de luminarias Edificio 1 planta alta.....	34
Tabla 13 Censo de luminarias Edificio 2 planta baja.....	35
Tabla 14 Censo de luminarias Edificio 2 planta alta.....	35
Tabla 15 Censo de luminarias Edificio 3 planta baja.....	35
Tabla 16 Censo de luminarias Edificio 3 planta alta.....	36
Tabla 17 Censo de luminarias Edificio 4 planta baja.....	36
Tabla 18 Censo de luminarias en Patío.....	36
Tabla 19 Consumo anual total kWh facturado.....	37
Tabla 20 Datos para el cálculo del IDEn.....	37
Tabla 21 Límite máximo de ICEE de los inmuebles de oficina por zona térmica.....	38
Tabla 22 Datos de Zona Térmica de Ecatepec Edo.Mex.....	38
Tabla 23 ICEE Secundaria Técnica 54.....	39
Tabla 24 Consumo energético por persona (empleados y estudiantes).....	39
Tabla 25 Consumo energético por horas en la escuela.....	40
Tabla 26 Concentrado de instalaciones totales y su cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008.....	40
Tabla 27 Mediciones NOM-025-STPS-2008 Edificio 1 PB.....	41
Tabla 28 Cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008 por área evaluada.....	42
Tabla 29 Concentrado de instalaciones totales y su cumplimiento a la NOM-007-STPS-ENER-2014.....	43
Tabla 30 Evaluación de cumplimiento a la NOM-007-ENER-2014 para el edificio 1 PB.....	44
Tabla 31 Índice de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado.....	45
Tabla 32 Comparativa cargos tarifa GDBT y PDBT.....	46
Tabla 33 Concentrado de tecnologías propuestas a cambio.....	48
Tabla 34 Evaluación económica de sustitución de luminarias.....	49
Tabla 35 Ficha técnica con medidas AUÉE.....	51
Tabla 36 Comparativa tubos Fluorescentes T5, T8 y T12.....	76
Tabla 37 Consumo de equipos Electrónicos.....	78

Índice de figuras

Figura 1 Imagen satelital de secundaria 54 (fuente: Google maps).....	3
Figura 2 Imagen tipo relieve de escuela secundaria 54 (fuente: Google maps).....	4
Figura 3 Metodología empleada en la elaboración de este informe. Fuente: Elaboración Propia.	11
Figura 4 Índice de área, para establecer el número de zonas a evaluar (fuente: (Miranda, 2020)	13
Figura 5 Gráfica del comportamiento de consumo y demanda mensual (fuente: Elaboración propia)	17
Figura 6 Registro de frecuencia del analizador de redes (fuente: elaboración propia).....	21
Figura 7 Comportamiento de la Frecuencia del Sistema Eléctrico (fuente: Elaboración propia).....	22
Figura 8 Gráfica del comportamiento de voltajes por fase obtenidos del analizador de redes (fuente: Elaboración propia)	22
Figura 9 Gráfica del comportamiento de corrientes por fase obtenidos del analizador de redes (fuente: Elaboración propia)	23
Figura 10 Gráfica del comportamiento del perfil de carga obtenidos del analizador de redes (fuente: Elaboración propia).....	24
Figura 11 Gráfica de factor de potencia inductivo (fuente: elaboración propia).	25
Figura 12 Gráfica de factor de potencia capacitivo (fuente: elaboración propia).....	26
Figura 13 Censo de cargas totales por cantidad (fuente: elaboración propia).	30
Figura 14 Matriz de cargas representativas por consumo mensual en kWh (fuente: elaboración propia)	30
Figura 15 Gráfica de consumo mensual por categoría de carga (fuente: elaboración propia).....	31
Figura 16 de luminarias por tipo de tecnología (fuente: elaboración propia).....	32
Figura 17 Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.	58
Figura 18 Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	59
Figura 19 Recibo de facturación de energía CFE	60
Figura 20 Recibo de facturación de energía CFE	61
Figura 21 Recibo de facturación de energía CFE	62
Figura 22 Recibo de facturación de energía CFE	63
Figura 23 Recibo de facturación de energía CFE	64
Figura 24 Recibo de facturación de energía CFE	65
Figura 25 Recibo de facturación de energía CFE	66
Figura 26 Recibo de facturación de energía CFE	67
Figura 27 Recibo de facturación de energía CFE	68
Figura 28 Recibo de facturación de energía CFE	69
Figura 29 Recibo de facturación calculada julio 2024(fuente: elaboración propia).....	70
Figura 30 Recibo de facturación calculada agosto 2024(fuente: elaboración propia)	70
Figura 31 Recibo de facturación calculada septiembre 2024(fuente: elaboración propia). 71	
Figura 32 Recibo de facturación calculada octubre 2024(fuente: elaboración propia)	71

Figura 33 Recibo de facturación calculada noviembre 2024(fuente: elaboración propia)..	72
Figura 34 Recibo de facturación calculada diciembre 2024(fuente: elaboración propia). ..	72
Figura 35 Recibo de facturación calculada enero 2025(fuente: elaboración propia)	73
Figura 36 Recibo de facturación calculada febrero 2025(fuente: elaboración propia).....	73
Figura 37 Recibo de facturación calculada marzo 2025(fuente: elaboración propia)	74
Figura 38 Recibo de facturación calculada abril 2025(fuente: elaboración propia).	74
Figura 39 Ficha técnica luminaria instalada	75
Figura 40 Ficha técnica del analizador POWER QUALITY ANALYZER PQA 824 (TEquipment, s.f.).....	76
Figura 41 Transformador tipo poste (fuente: elaboración propia).....	77
Figura 42 Instalación de Analizador de redes (fuente: elaboración propia).	95
Figura 43 Analizador de redes PQA 824 POWER QUALITY ANALYZER (fuente: elaboración propia)	95
Figura 44 Luminaria modelo LA-LED-T-18W (fuente: elaboración propia).	96
Figura 45 Tubo de LED marca GEOPOWER modelo LA-LED-T-18W (fuente: elaboración propia).....	96
Figura 46 Taller de dibujo (fuente: elaboración propia).	97
Figura 47 Salón de clases con luminarias dañadas y bajo flujo luminoso (fuente: elaboración propia)	97
Figura 48 Aula con diferentes tecnologías (fuente: elaboración propia)	98
Figura 49 Auditorio con poca iluminación (fuente: elaboración propia).....	98
Figura 50 Luxómetro SK PRECISION LIGHT METER (fuente: elaboración propia).	99
Figura 51 Distanciómetro digital (fuente: elaboración propia).....	99

Introducción

“La educación en México es un factor muy importante dentro de la sociedad; los niños y jóvenes que están en edad escolar tienen el derecho a la educación gratuita. Es por ello que constantemente se busca la cobertura universal de la educación básica prevista en el artículo 3 constitucional, y que hoy comprende la preescolar, la primaria y la secundaria. Una función básica de los espacios educativos es ofrecer condiciones que garanticen el resguardo y la seguridad de las personas y los bienes de la escuela. Las características de construcción de las áreas educativas deben asegurar ambientes dignos, cómodos y seguros para el desarrollo de actividades escolares. Esto significa que la mayoría cumple con lo estipulado por la normatividad para su construcción (iluminación, aislamiento acústico, confort térmico, entre otros), lo cual asegura su adecuación a las actividades educativas” (SENER, 2015).

“Actualmente, el uso eficiente de la energía ha dejado de ser una opción y se ha tornado en una necesidad, pues además de garantizar la sostenibilidad de los recursos energéticos, se ha vuelto vital en el combate al problema global del cambio climático” (CONAMP, 2021).

Es por eso que el uso eficiente de la energía se ha convertido en un tema prioritario para las instituciones públicas, además del problema del cambio climático, este problema del aumento constante de los costos energéticos, que exigen una transformación en los patrones de consumo. En lo que respecta al ámbito educativo obedece particularmente en escuelas el uso correcto de la energía y su gestión, no solo para reducción de gastos operativos sino también para fomentar una cultura acorde al Uso Eficiente de la Energía (AUEE) entre el personal docente y estudiantes.

Bajo esta perspectiva, en el capítulo 1, se presenta el contexto del proyecto de tesis titulada “Diagnóstico Energético en la Escuela Secundaria Técnica Núm. 54 Ignacio Ramírez” y se tiene como objetivo principal el de identificar las oportunidades de AUEE mediante las condiciones actuales y comportamiento del plantel. Esta Secundaria Técnica, está ubicada en el municipio de Ecatepec en el Estado de México.

Posterior en el capítulo 2 y 3 se presenta la parte teórica conceptual de las normativas aplicables al diagnóstico, y ver el cómo a pesar de que en años recientes se han implementado programas por parte del gobierno, donde se han sustituido casi en su totalidad las luminarias de la escuela por tecnologías LED, en el estudio se logró detectar que no ha sido suficiente esta medida, puesto que estas luminarias no son de las condiciones adecuadas al flujo luminoso que se requiere, pues al aplicar la NOM-025-STPS-2008, solo 3 aulas cumplen con los parámetros establecidos en esta norma, caso contrario con la aplicación de la NOM-007-ENER-2014, pues el resultado en su aplicación a esta norma nos dice

que el diseño de las condiciones de las luminarias si son correctas, pues todas las áreas dan cumplimiento a dicha norma.

Dentro del estudio en el capítulo 4, se obtienen datos importantes en la facturación, como lo son que la escuela actualmente se encuentra en tarifa GDBT erróneamente pues tiene contrada una demanda de 31kW cuando en realidad no está usando dicha demanda ni en una tercera parte, por ende, en el análisis arrojó como medida el cambio de tarifa a una tarifa de uso comercial PDBT, con el cual se estarían obteniendo grandes beneficios.

Dentro el capítulo 5 de las medidas de AUÉE aparte del cambio de tarifa, se propone la implementación del cambio de luminarias 1 a 1, de modo que no se tenga que modificar las instalaciones actuales, para con esta propuesta dar cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008 y junto con ello lograr lo más importante que es el confort visual en las instalaciones de la Secundaria. Por último, al evaluar estas medidas de AUÉE, se obtiene un proyecto viable partiendo de solicitar el cambio de tarifa, lo cual no tiene ninguna implicación, todo recae con realizar el trámite correspondiente ante la CFE, sin necesidad de modificar instalación alguna y que junto con este beneficio el proyecto de cambio de luminarias se pueda implementar en lapso de 10 años y que partir del 4 años y 3 meses el tiempo restante sean beneficios económicos.

En este sentido, esta tesis no contribuye sólo en las necesidades de la secundaria, sino que también en la creación de conciencia sobre la importancia del Uso Eficiente de la Energía en espacios educativos como este. Con esto se espera que este estudio de diagnóstico energético sirva como apoyo a la hora de la toma de decisiones por parte de las autoridades escolares y de las personas que realizan dichos proyectos en instituciones a nivel básico.

Capítulo I. Marco Contextual

1.1. Situación actual

El siguiente estudio se realiza en la escuela secundaria Técnica número 54, ubicada en Avenida Primera de Vicente Villada, San Cristóbal Centro, Ecatepec de Morelos, C.P. 55500. En la Figura 1 se presenta una vista satelital de la institución, mientras que la Figura 2 muestra su ubicación geográfica en tipo relieve. La escuela cuenta con un horario de clases que va desde las 07:00 am hasta las 17:40 pm. Actualmente, en la institución hay aproximadamente 726 miembros de personal docente y administrativo, con un total de 18 aulas operativas.

En la tabla 1, se muestra información sobre el número de personal aproximado con el que cuenta la escuela, así como el número de aulas en la misma.

Tabla 1 Personal Técnica 54

Grupos 18		Aulas 18		Computadoras 73
Docentes 13		Docentes mujeres 8		Docentes Hombres 5
Alumnos 713		Alumnos Mujeres 378		Alumnos Hombres 335
Aulas primero 6		Alumnos primero 231		Aulas Segundo 6
Alumnos segundo 229		Aulas tercero 6		Alumnos tercero 253

Fuente: <https://escuelasmex.com/directorio/15DST0062X/escuela-secundaria-tecnica-num-54-ignacio-ramirez>.



Figura 1 Imagen satelital de secundaria 54 (fuente: Google maps).

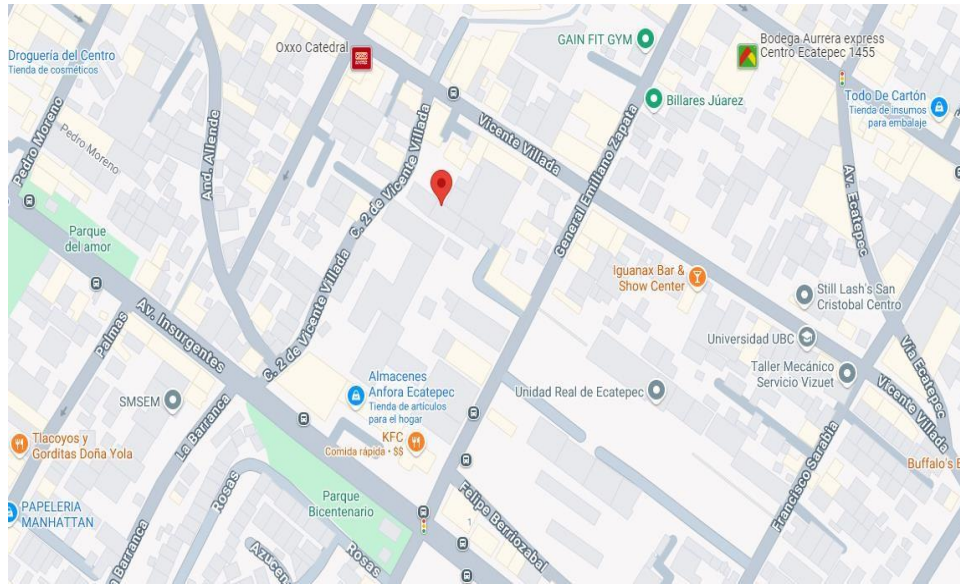


Figura 2 Imagen tipo relieve de escuela secundaria 54 (fuente: Google maps).

El sistema de iluminación de la escuela está compuesto mayoritariamente por luminarias con foco LED luz fría de 14 [W] y tubos LED tipo T8/18 [W], muchas de las cuales han superado su vida útil, presentando deterioro en la calidad de la iluminación. El consumo energético asociado a estas luminarias, en las áreas administrativas y docentes, representa una parte importante del gasto de energía. Sin embargo, la escuela no cuenta con un registro detallado y actualizado de su consumo energético debido a que los recibos de electricidad están domiciliados directamente a las oficinas centrales del SEIEM.

La falta de control y monitoreo sobre el uso de energía ha llevado a una operación poco eficiente en términos energéticos, lo cual incrementa los costos y contribuye al impacto ambiental negativo y sobre todo el confort adecuado para los alumnos y docentes en la escuela. No se han implementado medidas específicas de ahorro energético ni se ha realizado un diagnóstico previo que permita identificar las áreas de mayor consumo y evaluar la eficiencia de los equipos instalados. Ante esta situación, es crucial realizar un diagnóstico energético que permita analizar el estado actual del consumo de energía y proponer mejoras viables y eficientes para optimizar el uso de los recursos.

Con esta información es posible conocer la viabilidad técnica y financiera de instrumentar acciones de apoyo al uso eficiente de la energía en el sector educativo.

1.2. Antecedentes históricos

“La eficiencia energética consiste en utilizar equipos o instalaciones que consuman menos energía para conseguir el mismo rendimiento, reduciendo el

desperdicio y optimizando el consumo, por ejemplo, al proporcionar un producto o servicio. Estas medidas no solo benefician al medio ambiente, sino que también aportan importantes ventajas económicas” (Portillo Roper, 2024).

“Las escuelas, como instituciones educativas, son esenciales para aplicar prácticas de eficiencia energética. Utilizan energía para la iluminación, los equipos de oficina y los sistemas de calefacción y refrigeración, entre otros. Diversos estudios han mostrado que las escuelas pueden ahorrar mucha energía adoptando medidas de eficiencia energética” (Kralj, 2018).

“En el Estudio de Eficiencia Energética en Escuelas en 2015, realizado por él (Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF, Banco Mundial), 2015), donde como resultado se espera identificar las características generales de la infraestructura escolar pública a nivel primaria y secundaria, su equipamiento, niveles de consumo, potencial de ahorro energético y medidas recomendadas para ahorrar energía. Con esta información será posible conocer la viabilidad técnica y financiera de instrumentar acciones de apoyo al uso eficiente de la energía en el sector educativo”.

“En este estudio se concluyó que los sistemas de acondicionamiento de aire son los mayores consumidores con 630,474 [kWh]. En segundo lugar, está el sistema de iluminación con un consumo de 593,072 [kWh]. Seguido están los equipos misceláneos con 66,840 [kWh]. Posteriormente están los sistemas de cómputo, con un consumo de 505,043 [kWh]” (Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF, Banco Mundial), 2015).

“En el escrito realizado por (RAVT, 2013), se hace un llamado para disminuir el consumo de energía en las instituciones educativas desde diferentes gobiernos de América Latina. Sumado a mediciones que indican que cerca del 50% de los gastos operativos del colegio son por concepto de energía cuando están en pleno funcionamiento”.

“Un estudio realizado por la Universidad Nacional Autónoma de México evaluó el impacto de la sustitución de luminarias convencionales por LED en varias escuelas secundarias, encontrando una reducción promedio del 50% en el consumo de energía destinado a iluminación” (UNAM).

1.3. Planteamiento del problema

La Secundaria Técnica 54, como muchas otras instituciones educativas en México, enfrenta retos considerables en términos de consumo energético. La falta de un diagnóstico energético preciso ha limitado la capacidad de la escuela para identificar áreas críticas de consumo y oportunidades de mejora en eficiencia energética. Esta situación no sólo eleva los costos operativos, sino que también incrementa el impacto ambiental asociado con un consumo energético ineficiente.

“Este diagnóstico permitirá identificar áreas de alto consumo energético, evaluar la eficiencia de los equipos instalados y proponer medidas concretas para mejorar la eficiencia energética en la escuela. Al implementar estas medidas, se espera no solo reducir los costos operativos, sino también fomentar un ambiente escolar más sostenible y promover la conciencia sobre el uso eficiente de la energía entre estudiantes y personal educativo” (Dirección General de Desarrollo de la Gestión e Innovación Educativa de la Subsecretaría de Educación Básica, 2010).

El uso de luminarias y equipos eléctricos en la escuela representa una parte importante del consumo total de energía. Sin embargo, no se ha realizado un estudio energético para identificar el consumo actual de energía, pues el recibo de energía esta domiciliado directamente a las oficinas centrales de SEIEM y no hay manera de saber el consumo que se tiene las áreas de mayor demanda y las oportunidades de mejora.

Esta carencia de información impide identificar las áreas de oportunidad para implementar medidas de eficiencia energética. Sin un diagnóstico adecuado, la escuela continúa con patrones de consumo que podrían ser ineficientes, incrementando innecesariamente los costos de energía y contribuyendo a un impacto ambiental negativo.

“Los edificios escolares sufren de una situación deficitaria en cuanto a eficiencia energética. Desde la crisis económica del 2001 hasta el año 2015, las tarifas pagadas por los usuarios no reflejaron los costos reales de producir la energía que consumían, lo cual generó descuido o falta de atención en cuestiones relacionadas a la eficiencia energética del edificio. El proceso de actualización del precio de las tarifas iniciado en los últimos tres años dio la señal para poner la atención en la energía y buscar estrategias para bajar el consumo, y así, disminuir gastos, contribuyendo además a la mitigación del impacto del efecto invernadero que los hidrocarburos fósiles producen, aumentando la temperatura ambiental” (Kralj, 2018).

1.4. Justificación

Realizar un diagnóstico energético en la Secundaria Técnica 54 es fundamental para entender y optimizar el consumo de energía. Este diagnóstico permitirá identificar entre otras cosas:

- Áreas con mayor consumo de energía.
- Equipos más significativos y de estos buscar cuales son los más ineficientes.
- Oportunidades para implementar tecnologías más eficientes y prácticas de ahorro energético.

“Además, los resultados de este diagnóstico pueden servir como una base para desarrollar un plan de acción para mejorar la eficiencia energética, reducir costos operativos y minimizar el impacto ambiental de la escuela” (Suazo, 2024).

“Paralelamente al interés por disminuir consumos de energía, las escuelas poseen la limitante de los presupuestos acotados. Las estrategias de altos costos son por lo tanto difíciles de implementar. Es necesario identificar medidas eficaces, y a su vez, de bajo costo y rápida implementación para aplicar en el corto plazo, identificando las medidas más costosas para cuando haya disponibilidad de mayores presupuestos o cuando las tarifas energéticas reflejen totalmente el costo de producción” (Kralj, 2018).

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Realizar un diagnóstico energético en la Secundaria Técnica 54, con el fin de identificar áreas de oportunidad en eficiencia energética y emitir recomendaciones para mejorar el consumo de energía eléctrica en el plantel.

1.5.2. Objetivos Específicos

1. Realizar una Auditoría Energética Nivel 1 en las instalaciones de la escuela secundaria Técnica 54 para identificar áreas de oportunidad en el consumo energético y establecer una línea base de eficiencia.
2. Aplicar la Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014 en los sistemas de alumbrado de la escuela secundaria Técnica 54 para verificar el cumplimiento con los estándares de eficiencia energética en edificios no residenciales.
3. Aplicar la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 en las instalaciones de la escuela secundaria Técnica 54 para asegurar que las condiciones de iluminación sean adecuadas para el entorno de trabajo escolar.
4. Identificar prácticas y equipos ineficientes que contribuyen al consumo excesivo de energía en la escuela para plantear soluciones que optimicen el uso de energía.
5. Proponer medidas y estrategias de mejora de la eficiencia energética para reducir el consumo de energía en la escuela secundaria Técnica 54 y promover el uso eficiente de los recursos.

Capítulo II. Marco teórico conceptual

2.1. Eficiencia Energética

“La Ley de Transición Energética (LTE) define la eficiencia energética como todas las acciones que conllevan a una reducción económica” (LIE, 2015).

“La eficiencia energética Se refiere a la capacidad de aprovechar al máximo la energía utilizada, obteniendo el rendimiento deseado con el menor consumo posible. En otras palabras, se trata de lograr que los procesos, equipos y sistemas funcionen de manera eficiente, minimizando las pérdidas y optimizando el uso de la energía” (EFENERGIA, 2025).

2.2. Diagnóstico Energético

“Un diagnóstico energético es una 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” (CALVA, 2020).

2.3. Tipos de Diagnósticos

“Como lo menciona (CALVA, 2020) en su escrito, 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. Estos se enlistan a continuación”:

Nivel 1

- “Representa el nivel mínimo de detalle, apto para organizaciones pequeñas, en 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 de consumo de energía”.
- “Análisis de 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 de 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 bajo costo y medidas de inversión considerables”.
- “Datos para propósitos de diagnóstico de desempeño energético”.

2.4. Normativa Mexicana

Es importante comprender que para este tipo de estudio es necesario conocer las normas mexicanas para realizar un buen diagnóstico energético, procurando dar mejoras de solución al problema, en caso de presentar incumplimiento, para generar o mejorar un confort visual (Anexo I) en el usuario y también, ayudar a reducir su factura de energía eléctrica. Estas normas esenciales por conocer son:

2.4.1. NOM-007-ENER-2014

“La norma oficial mexicana NOM-007-ENER-2014, eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificio no residenciales, tiene como objetivo establecer los niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para el Alumbrado (DPEA) con que deben de cumplir los sistemas de alumbrado para uso general en edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes; con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica y contribuir a la preservación de los recursos energéticos y ecológicos de la nación. Así mismo, esta norma puede ser aplicada en oficinas, escuelas, comercios, hospitales, hoteles, restaurantes, bodegas, recreación, cultura, talleres y central de pasajeros” (ANEXO I).

2.4.2. NOM-025-STPS-2008

“La Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 ,condiciones de iluminación en los centros de trabajo, tiene como objetivo establecer las características de

iluminación en los centros de trabajo, para que no sea un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al realizar las actividades, así mismo, obliga al patrón a informar al trabajador sobre los riesgos del exceso o deficiencia en los niveles de iluminación, dar mantenimiento al sistema e instalar iluminación eléctrica de emergencia “(ANEXO I).

2.5. Tarifa GDBT (Gran demanda baja tensión mayor a 25 kW-mes).

En el apartado de tarifas de la página electrónica (CFE, 2025) se proporciona información sobre la tarifa GDMT, la cual se desglosa en los siguientes apartados.

2.5.1. Aplicación.

“Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda de más de 25 kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa” (CFE, 2025).

2.5.2. Región tarifaria.

“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” (CFE, 2025).

2.5.3. Demanda por contratar.

“La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor de 60% de la carga total conectada ni menor de 25 kilowatts o de la capacidad del mayor motor o aparato instalado. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo” (CFE, 2025).

Capítulo III. Metodología

La metodología empleada en el desarrollo de este informe se divide en cuatro fases como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, las cuales son descritas a continuación:

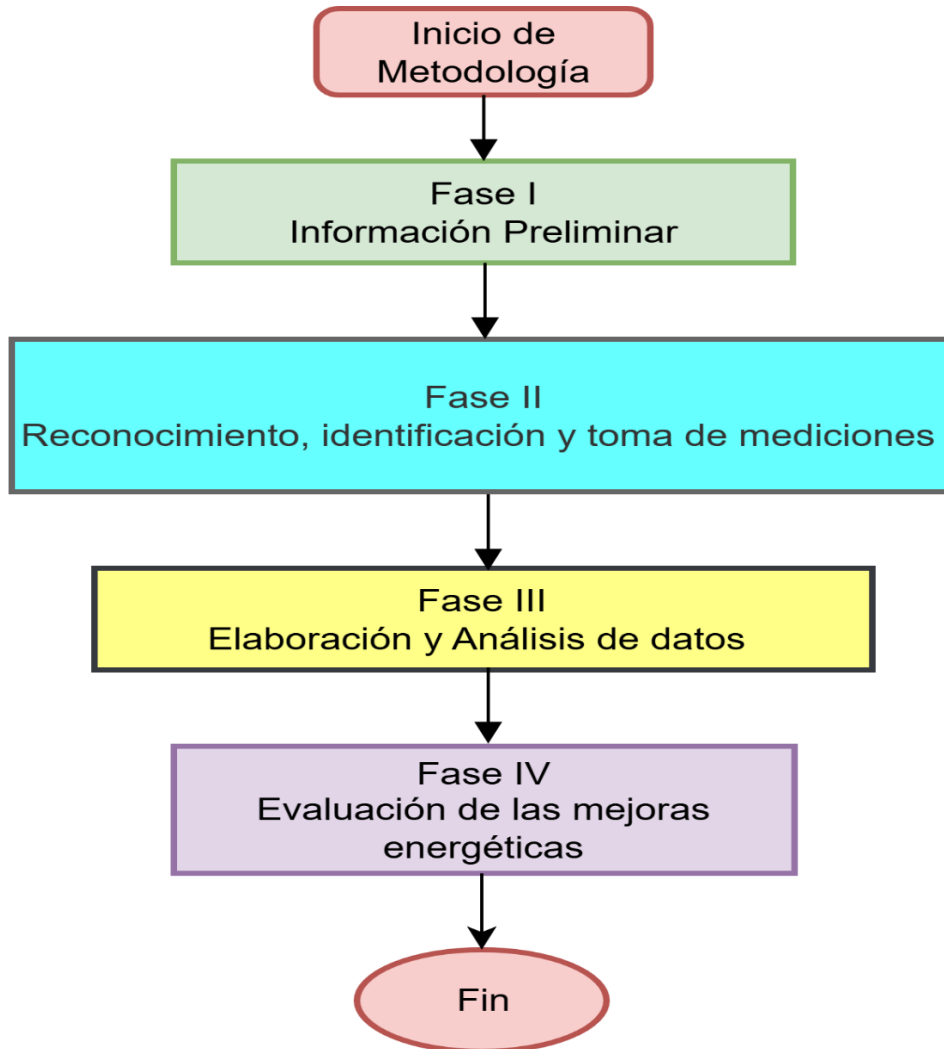


Figura 3 Metodología empleada en la elaboración de este informe. Fuente: Elaboración Propia.

Fase I: Información Preliminar.

Durante la fase inicial del proyecto se estudiaron las normas aplicables (NOM-007-ENER-2014 y NOM-025-STPS-2008). En esta etapa se definieron el objetivo y el alcance del diagnóstico energético, de acuerdo con los objetivos generales y específicos establecidos en esta tesis. Como parte de la información preliminar se recopilaban los recibos de facturación eléctrica, los horarios de operación, los

hábitos de consumo de energía y otros datos relevantes sobre el funcionamiento de la escuela secundaria objeto de estudio.

Fase II: Reconocimiento, Identificación y toma de mediciones.

En esta fase se realizó una visita al lugar de trabajo, en este caso el Plantel de la secundaria 54. La zona de estudio está compuesta por salones, áreas administrativas, académicas, y baños. Durante la visita, se observaron áreas específicas, ubicaciones de trabajo, colocación de iluminación, ubicaciones de fuentes de energía y colocación de equipos eléctricos/electrónicos.

A partir de la visita, se determinaron las áreas de trabajo prioritarias que requerían evaluación. Se recorrió completamente los 3 edificios que conforman a la secundaria, sin contar con planos de la unidad, identificando las áreas de iluminación, los equipos electrónicos, la maquinaria y otros equipos pertinentes.

Cabe mencionar que no fue posible realizar el censo completo de luminarias en los pasillos del plantel, debido a que una parte significativa de estas áreas no cuenta con luminarias instaladas o se encuentran fuera de servicio. Además, en los casos donde sí existen luminarias, se desconocen los interruptores que controlan su encendido, lo cual impidió determinar su potencia y estado operativo.

Se recopiló información valiosa para el diagnóstico, datos importantes como lo son los horarios de operación de las instalaciones, las cuales su horario de entrada es de 07:00 de la mañana y salida y termino de actividades a las 17:40 de la tarde, donde solo en este horario las instalaciones se encuentran con actividad, posterior a estos horarios, la escuela se encuentra desocupada.

Toda esta información recopilada es crucial para tener una idea clara de las condiciones y características de cada zona de trabajo evaluada en el edificio, para así iniciar con la aplicación de la NOM-025-STPS-2008.

Para definir las zonas de medición se tuvieron en cuenta los análisis y mediciones de las áreas de trabajo. Estos datos se utilizaron para determinar la ubicación de los puntos de medición. Los espacios de trabajo se dividieron en zonas de tamaño uniforme. El número mínimo de zonas de evaluación se estableció utilizando el índice de área (IC) (ecuación 1, figura 4). El número mínimo de zonas necesarias para la evaluación puede calcularse utilizando el parámetro del índice de área (IC) basado en el tamaño del área de trabajo.

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

Donde:

- x, y son las dimensiones del área (largo y ancho) en metros.

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

x es el valor de índice de área (IA) del lugar, redondeado al entero superior, excepto que para valores iguales o mayores a 3 el valor de x es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición, según la NOM-025-STPS-2008.

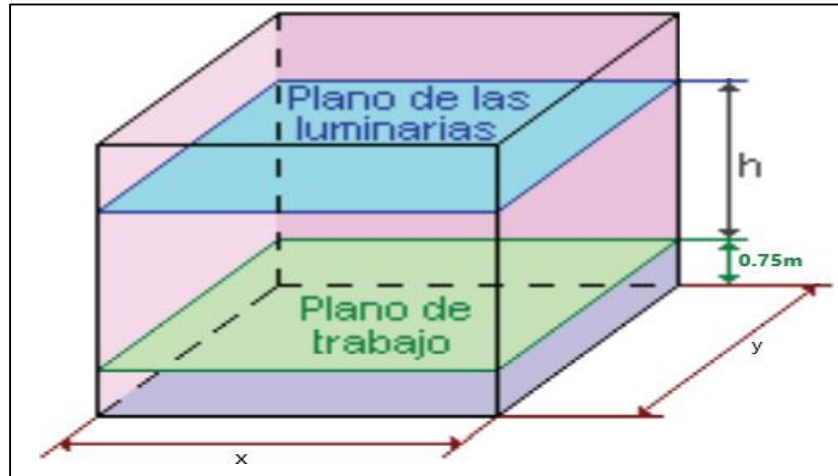


Figura 4 Índice de área, para establecer el número de zonas a evaluar (fuente: (Miranda, 2020).

Tabla 2 Numero de zonas mínimas a evaluar dependiendo del Índice del área.

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

Fuente: elaboración propia 2025.

En cada una de las zonas y lugares de trabajo se realizaron mediciones para determinar los niveles de iluminación y el factor de reflexión. La medición de los niveles de iluminación se realizó colocando el luxómetro sobre la superficie de trabajo para evitar cualquier interferencia en la lectura debida a la proyección de

reflejos o sombras, además de cerrar las persianas y cortinas de las aulas evaluadas para evitar la interferencia de la luz natural.

Por otra parte, el luxómetro se colocó junto a la superficie a una distancia constante de 10 ± 2 centímetros para medir el factor de reflexión de las superficies en cada zona y lugar de trabajo elegidos. Para obtener un valor fiable del factor de reflexión, se realizaron dos mediciones.

Es fundamental tener en cuenta que el factor de reflexión (ecuación 2), es un parámetro utilizado para evaluar la capacidad de las superficies para reflejar la luz.

$$Kf = \frac{E_1}{E_2}(100) \quad (2)$$

Donde :

E_1 , es la medición con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie
 E_2 , es la medición con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie.

Las mediciones se realizaron durante tres semanas del mes de octubre, de lunes a viernes, mayor mente en la salida de las actividades de la escuela secundaria, esto con la finalidad de no afectar dichas actividades académicas y obtener también así la menor interferencia de la luz natural.

Se instaló el analizador de redes proporcionado por la Universidad y se configuraron los parámetros correspondientes para realizar una semana completa de mediciones. Con la información obtenida, se procedió a realizar el análisis de los perfiles de carga y de los consumos de la Secundaria Técnica 54.

Posteriormente, se aplicó el procedimiento establecido y los pasos correspondientes para el cumplimiento de la NOM-007-ENER-2014.

Los sistemas de iluminación utilizados en edificios no residenciales deben cumplir con los niveles de eficiencia energética especificados en la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SENER-2004, específicamente en lo que se refiere a la "Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado" (DPEA), (ecuación 3). El objetivo principal de esta norma es reducir el uso de energía eléctrica y contribuir a la preservación de los recursos naturales. Es fundamental destacar que es obligatorio seguir esta norma.

La densidad de potencia eléctrica necesaria para la iluminación (DPEA) se calcula mediante una expresión general que determina la cantidad de potencia eléctrica necesaria en relación con el área del espacio iluminado. Esta expresión permite evaluar la eficiencia energética de los sistemas de iluminación empleados.

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

(3)

La densidad de potencia eléctrica para iluminación (DPEA), que se expresa en $[W/m^2]$, es una medida de la carga total conectada al sistema de iluminación, incluida toda su potencia. La potencia se mide en vatios, mientras que la superficie total iluminada se expresa en metros cuadrados.

Fase III: Elaboración y análisis de datos.

En esta fase se compilaron y analizaron todas las mediciones obtenidas, con el propósito de verificar el cumplimiento de las normas mexicanas aplicables, particularmente la NOM-025-STPS-2008 y la NOM-007-ENER-2014. Asimismo, se evaluó la eficiencia energética de cada una de las áreas estudiadas, considerando los niveles de iluminación, el consumo eléctrico y las condiciones de operación observadas.

Los resultados derivados de este análisis se presentan y discuten en el apartado correspondiente de Resultados, donde se sintetizan las conclusiones técnicas del diagnóstico energético.

Fase IV: Evaluación de las mejoras energéticas.

En esta fase se identificaron y evaluaron las oportunidades de mejora en las instalaciones del edificio, con base en los resultados obtenidos del diagnóstico energético. Aunque no se realizó un análisis económico detallado, se plantearon lineamientos generales para la implementación de acciones orientadas a optimizar la eficiencia energética del plantel.

Cabe destacar que el presente diagnóstico no contempló un estudio económico exhaustivo, ya que desde el inicio del proyecto se estableció que la principal necesidad del plantel radica en mejorar las condiciones de confort visual en las aulas y áreas de trabajo, en beneficio de los estudiantes y del personal docente.

En este sentido, el propósito fundamental fue verificar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, la cual establece los niveles mínimos de iluminación necesarios para garantizar un ambiente seguro, saludable y confortable.

Si bien la implementación de las medidas correctivas identificadas implicaría una inversión considerable, esta no representa un ahorro económico inmediato, sino una inversión en seguridad, bienestar y cumplimiento normativo. Por lo tanto, la rentabilidad del proyecto no se evaluó desde el punto de vista financiero, sino desde su impacto en la calidad de las condiciones laborales y académicas dentro de la institución.

Capítulo IV. Resultados

4.1. Descripción del sistema eléctrico nacional.

La escuela cuenta con el suministro de energía eléctrica en media tensión de la empresa suministradora de energía CFE. La tarifa de suministro eléctrico es Gran Demanda Baja Tensión (GDBT) con una carga contratada de 31 [kW], (Tabla 3).

Tabla 3 Esquema tarifario vigente.

Categoría tarifaria	Descripción	Tarifa anterior
GDBT	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Baja Tensión	3,6

Fuente: (CFE, 2025)

La escuela cuenta con un transformador trifásico con capacidad de 100Kva, 23000-220/127 V.

4.2. Análisis de la facturación eléctrica.

En el análisis de la facturación eléctrica se emplea 6 facturaciones (recibos de energía) proporcionados por el plantel para la verificación de las mismas. Estas facturas comprenden el periodo de julio 2024 a abril 2025, lo cual representa 9 periodos mensuales de facturación (ANEXO II).

Esta escuela se factura en Gran Demanda Baja Tensión (GDBT) y pertenece a la división Valle de México Zona Norte. Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda de más de 25 kilowatts, aunque en el recibo de energía tiene una demanda contratada de 31 [kW], y un histórico de entre 3 y 9 [kW] conectados.

Los cargos de las tarifas finales del suministro básico descritos para GDBT corresponden a la integración de los cargos por Transmisión, Distribución, operación del Centro de 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.

4.3. Historial de Facturación.

En la tabla 4 se presentan los consumos históricos de facturación pertenecientes a un año, que van del periodo noviembre 2023 a noviembre 2024.

Tabla 4 Historia de facturación, noviembre 2023 a noviembre 2024.

Periodo	Demanda kw	Consumo total kWh	Factor de potencia %	Factor de carga %	Precio medio(MXN)
nov-23	9	3167	98.97	31.72	4.1183
dic-23	9	2966	99.51	32.78	4.2083
ene-24	5	1539	99.57	19.43	4.5094
feb-24	9	3050	98.71	33.09	4.1239
mar-24	8	2815	98.04	32.58	4.092
abr-24	5	1619	98.24	19.38	4.4274
may-24	8	2791	98.83	25.96	4.1409
jun-24	9	2872	98.32	33.24	4.3056
jul-24	8	2544	98.60	33.23	4.333
ago-24	3	926	99.94	20.10	4.8427
sep-24	7	2304	99.28	26.67	4.3929
oct-24	8	2774	98.75	30.10	4.2591
nov-24	8	2710	98.81	31.37	4.3069
Promedio mensual	7.38	2467.46	98.89	28.43	4.3123
Máximo	9	3167	99.94	33.24	4.8427
Total		32077			

Fuente: elaboración propia 2025.

Se logra apreciar que el consumo de la escuela secundaria fue de 32,077 [kWh] del periodo noviembre 2023 a noviembre 2024.

Los datos mensuales de consumo y demanda presentados en la tabla 2, son presentados en la figura 5.

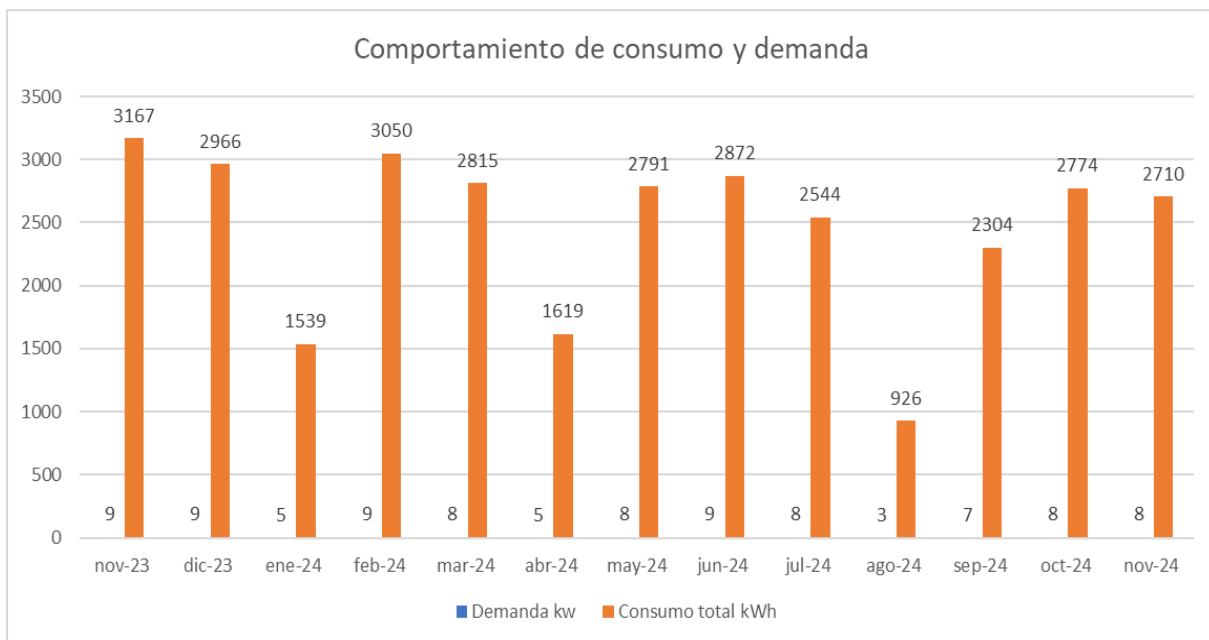


Figura 5 Gráfica del comportamiento de consumo y demanda mensual (fuente: Elaboración propia).

Con esta información se concluye lo siguiente:

- El mes con mayor consumo de facturación mensual es el mes de noviembre 2023 con un consumo mensual de 3167 [kWh].
- El mes con menor consumo de facturación mensual es el mes de agosto 2024 con un consumo mensual de 926 [kWh].
- El mes con mayor consumo de demanda mensual es registrada en los meses noviembre y diciembre en 2023, feb y junio en 2024 con 9 [kW] de demanda.
- El mes con menor consumo de demanda mensual es registrada en el mes de agosto 2024 con un valor de 3 [kW].

Con estas conclusiones vemos claramente que el servicio tiene una demanda contratada de 31 [kW], los cuales está muy por arriba de lo que realmente está consumiendo, esto podría ser un dato de alarma de conclusión en el diagnóstico vía la facturación eléctrica.

4.4. Factor de carga.

La tabla 5 muestra el factor de carga obtenido con los datos de la facturación del servicio. El factor de carga es el valor obtenido mediante los registros de medición de la Empresa Suministradora de Energía CFE, y este refleja cuanta de la carga es la que se está utilizando, y esto a su vez nos sirve para conocer las horas del día promedio en la que se está utilizando dicha carga.

Tabla 5 Factor de carga.

Periodo	Demanda [kw]	Consumo total [kWh]	Días de Periodo	Factor de potencia %	Factor de carga %	Horas al día promedio
nov-23	9	3167	30	98.97	31.72	11.73
dic-23	9	2966	31	99.51	32.78	10.63
ene-24	5	1539	31	99.57	19.43	9.93
feb-24	9	3050	29	98.71	33.09	11.69
mar-24	8	2815	31	98.04	32.58	11.35
abr-24	5	1619	30	98.24	19.38	10.79
may-24	8	2791	31	98.83	25.96	11.25
jun-24	9	2872	30	98.32	33.24	10.64
jul-24	8	2544	31	98.60	33.23	10.26
ago-24	3	926	31	99.94	20.10	9.96
sep-24	7	2304	30	99.28	26.67	10.97
oct-24	8	2774	31	98.75	30.10	11.19
nov-24	8	2710	30	98.81	31.37	11.29
Promedio	7.38	2467.46	30.46	98.89	28.43	10.90

Fuente: elaboración propia 2025.

En lo que respecta a los datos presentados en la Tabla 5, el factor de carga es de 28.43% de utilización en promedio a lo largo del año móvil (6 bimestres). Este valor indica que, de acuerdo con las mediciones tomadas por la empresa suministradora, la demanda presenta un promedio mensual de 7.38 kW, lo que corresponde a casi el 30% de uso. Explicado de otra manera, los datos de facturación proporcionados por CFE muestran que las instalaciones de la escuela secundaria operan un promedio de 10.90 horas al día, dentro del horario de clases de 7:00 a 17:20 para ambos turnos (matutino y vespertino), incluyendo los tiempos de receso. Este dato es consistente con el tiempo real de operación de la institución, lo que confirma que la medición realizada por la empresa suministradora de energía (CFE) es correcta.

4.5. Verificación de las facturas.

Como complemento a la parte del análisis de la facturación se realizó la verificación de cada una de las diez facturas con las que se cuentan, esto con la finalidad de corroborar que los cobros efectuados sean correctos.

En la tabla 6 se presentan los datos obtenidos tanto de los valores medidos por la empresa suministradora de energía CFE y los datos obtenidos como parte de la verificación, presentando las diferencias encontradas en ambos. El complemento de los recibos analizados se puede visualizar en el ANEXO III.

Tabla 6 Comparativa de valores de facturación de recibo contra facturación calculada

Mes de facturación	Demanda facturada[kW]	Consumo de Energía [kWh]	Energía Reactiva[kVAR]	Facturación de recibo[\$]	Facturación calculada[\$]	Diferencia[%]
JULIO	3	926	31	5,202	5,203	0.0
AGOSTO	7	2304	278	11,741	11,741	0.0
SEPTIEMBRE	8	2774	443	13,705	13,705	0.0
OCTUBRE	8	2710	422	13,359	13,360	0.0
NOVIEMBRE	7	2122	490	11,315	11,316	0.0
DICIEMBRE	4	1495	216	7,364	7,365	0.0
ENERO	8	2719	647	13,615	13,616	0.0
FEBRERO	8	2695	527	13,539	13,539	0.0
MARZO	8	2505	665	13,103	13,104	0.0
ABRIL	5	1852	562	9,195	9,195	0.0

Fuente: elaboración propia 2025.

En esta tabla 6 que concentra la comparativa de los análisis de los recibos de facturación, se puede concluir que las mediciones realizadas y censadas por la CFE son correctas y están siendo efectuados los cargos de manera correcta mensualmente, se tienen mínimas variaciones, pero esto es debido al redondeo de decimales y que esto a su vez representa cero por ciento de error.

4.6. 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 cero y uno. Para que un factor de potencia sea considerado adecuado debe estar por encima de 0.9, siendo 1 el mejor de los casos” (CALVA, 2020).

“Según lo establecido por la Empresa Sumistradora de Energía, para los casos en el que el valor del factor de potencia tenga un valor igual o mayor de 90%, la empresa suministradora de energía tiene la obligación de bonificar a dicho usuario con la cantidad que resulte de aplicar la fórmula de bonificación, caso contrario si el usuario se encuentra por debajo del 90%, a este se le aplicará un recargo. Los valores obtenidos se deberán redondear a un solo decimal y sólo se podrá bonificar hasta un 2.5%” (CFE, 2025).

Para este caso de estudio se tienen para todos los periodos de facturación valores superiores al 90%, por ende, sólo nos enfocaremos en la ecuación de bonificación siguiente.

$$\text{Bonificación} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{90}{\text{FP}} \right) * 100 \quad (4)$$

A continuación, se presentan los valores de factor de potencia (FP) de los recibos de energía de análisis, donde se presentan los valores de bonificación al tener en todos los meses valores de FP superiores al 90%, además de indicar lo que representa económicamente hablando este porcentaje de bonificación.

Tabla 7 Bonificaciones de factor de potencia para los periodos analizados

Mes de facturación	Factor de potencia facturado[%]	% de bonificación	Monto bonificado[\$]
JULIO	99.94	2.48	114.98
AGOSTO	99.28	2.33	238.27
SEPTIEMBRE	98.75	2.21	265.77
OCTUBRE	98.81	2.25	262.55
NOVIEMBRE	97.44	1.9	188.93
DICIEMBRE	98.97	2.26	149.45
ENERO	97.28	1.87	227.32
FEBRERO	98.14	2.07	250.35
MARZO	96.65	1.72	195.35
ABRIL	95.69	1.48	120.71
TOTAL			1898.7

Fuente: elaboración propia 2025.

4.7. Análisis de las mediciones eléctricas tomadas en la Subestación Eléctrica.

Se realizaron las mediciones eléctricas en la subestación de la escuela secundaria técnica. Para ello, se utilizó el analizador de redes eléctricas Power Quality Analyzer PQA 824 (ANEXO V), el cual se conectó en el lado de baja tensión del transformador (lado de carga del usuario final) durante una semana. El periodo de medición comenzó el 18 de octubre de 2024 a las 21:38 horas y finalizó el 25 de octubre de 2024 a las 21:44 horas, obteniéndose registros cada cinco minutos durante casi seis días completos, lo que equivale a un total de 149 horas y 5 minutos.

4.7.1. Frecuencia del sistema.

Para un funcionamiento correcto del sistema eléctrico de potencia se debe tener presente que la frecuencia sea de 60 Hz, con una tolerancia de 0.8 % en más o menos según lo estipulado en el Reglamento de la ley de Servicio Público de Energía Eléctrica (RLSPEE) en su Artículo 18 (REGLAMENTO DE LA LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, 2012).

En el caso de los registros obtenidos con el analizador de redes, se observa que la frecuencia en las instalaciones de la secundaria se mantiene dentro del parámetro ideal de 60 Hz, lo cual indica que el sistema eléctrico está operando de manera adecuada y estable.



The screenshot shows a power quality analyzer interface. At the top, it displays the date and time: 25/10/2024 21:45:18. Below this, the title is 'VALORES RMS TOTAL - Pág 1/7'. The main display area is divided into several rows of data:

V1N	V2N	V3N	VNPE	
140.7	129.5	133.1	5.1	V
V12	V23	V31		
233.1	232.5	232.3		V
NEG%	CERO%	SEC	Hz	
0.2	5.0	123	60.0	
I1	I2	I3	IN	
2.9	11.8	5.0	0.0	A

At the bottom of the screen, there are four menu options: PAG, SCOPE, ARMÓNICO, and VECTORES.

Figura 6 Registro de frecuencia del analizador de redes (fuente: elaboración propia).

Sin embargo, ya dentro del registro de los datos arrojados se presenta una frecuencia máxima de 60.11 Hz y una frecuencia mínima de 59.84 para el periodo mencionado de análisis y se puede visualizar de mejor manera en la gráfica de la figura 7, para los cuales son valores aceptables dentro de los rangos permitidos mencionados en (REGLAMENTO DE LA LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, 2012).

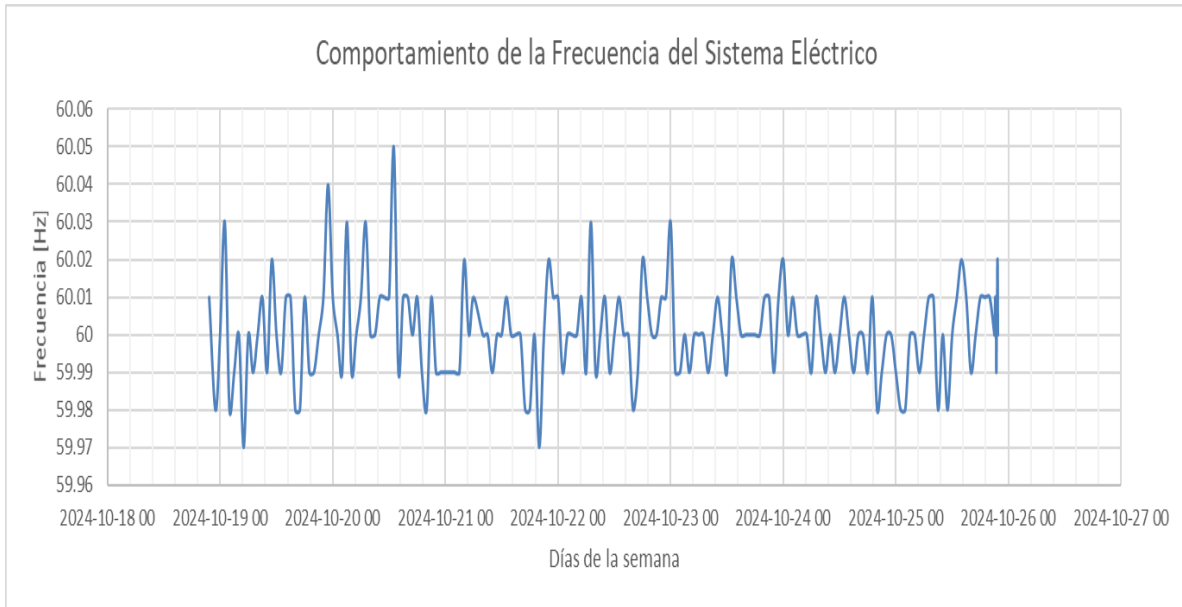


Figura 7 Comportamiento de la Frecuencia del Sistema Eléctrico (fuente: Elaboración propia).

4.7.2. Tensiones por fase.

Dichas mediciones se realizaron durante una semana, iniciando las mediciones el día 18 de octubre de 2024 a las 21:38 pm y finalizando el día 25 de octubre de 2024 a las 21:44.



Figura 8 Gráfica del comportamiento de voltajes por fase obtenidos del analizador de redes (fuente: Elaboración propia).

Descripción del comportamiento

Partiendo de que, para las tensiones por fase, las tolerancias de voltaje en alta, media o baja tensión no deben exceder de 10% en más o menos según lo estipulado en (REGLAMENTO DE LA LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, 2012).

Durante el periodo de registros de voltajes se logra visualizar que los voltajes se encuentran dentro de los valores permitidos de voltaje, aproximadamente entre 114 y 139 V, solo resaltando que la fase 1 es la que se encuentra consistentemente más elevado que las fases V2 y V3, lo cual puede ser un indicador de desbalance de voltajes ligeramente pronunciado.

Dentro de los eventos registrados y observados en la medición, destaca un evento registrado el día 23 de octubre alrededor de las 12:00 am se visualiza una caída abrupta en el voltaje de la fase V3, se desconoce la causa, pero puede ser debido a alguna perturbación directa en la red de la empresa Sumistradora de Energia CFE.A lo largo de los registros obtenidos durante esta semana, se observan fluctuaciones moderadas y típicas del sistema con cargas variables sin implicar afectaciones en el sistema de la escuela, se recomienda estar realizando monitores periódicos para descartar comportamientos anormales.

4.7.3. Corrientes por fase.

La gráfica de la figura 9 presenta la evolución de las corrientes promedio por fase (I1, I2 e I3) durante una semana, según los datos obtenidos con el analizador de redes eléctricas.

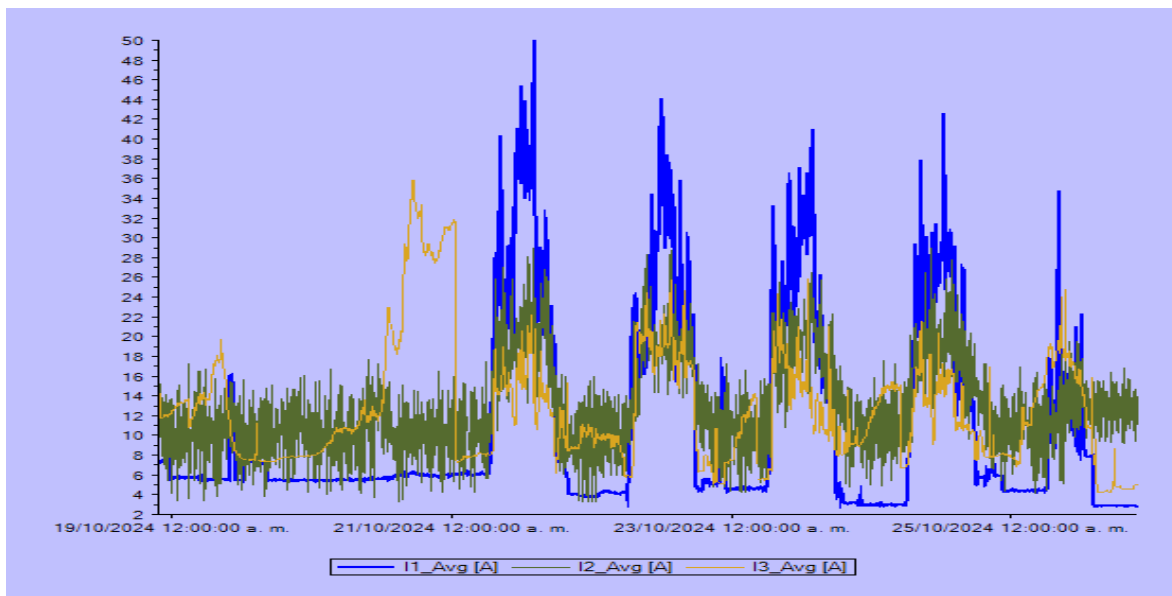


Figura 9 Gráfica del comportamiento de corrientes por fase obtenidos del analizador de redes (fuente: Elaboración propia).

Análisis del comportamiento

Se puede observar el comportamiento variable de corrientes donde los rangos van de 4 [A] y 48 [A], se aprecia que en la fase I1 presenta un desbalance notable respecto a las corrientes I2 e I3, que coincide con los problemas detectados en la fase V1 de voltaje del punto anterior. Es importante dar seguimiento a este desbalance y corregir, pues esto puede implicar por ejemplo sobrecalentamiento de conductores y esto a su vez reflejado en pérdidas eléctricas.

Se tiene un comportamiento de corriente muy marcado con el horario laboral de la secundaria, para lo cual es meramente evidente. Las fluctuaciones de corrientes se notan más marcadas en las horas de mayor consumo. Ante estos hallazgos, se recomienda corregir el desbalance evidente de cargas a la brevedad para evitar futuros eventos que afecten al sistema eléctrico de la escuela.

4.7.4. Perfil de carga general (Demanda)

La gráfica de la figura 10 muestra el comportamiento de del perfil de carga durante una semana.

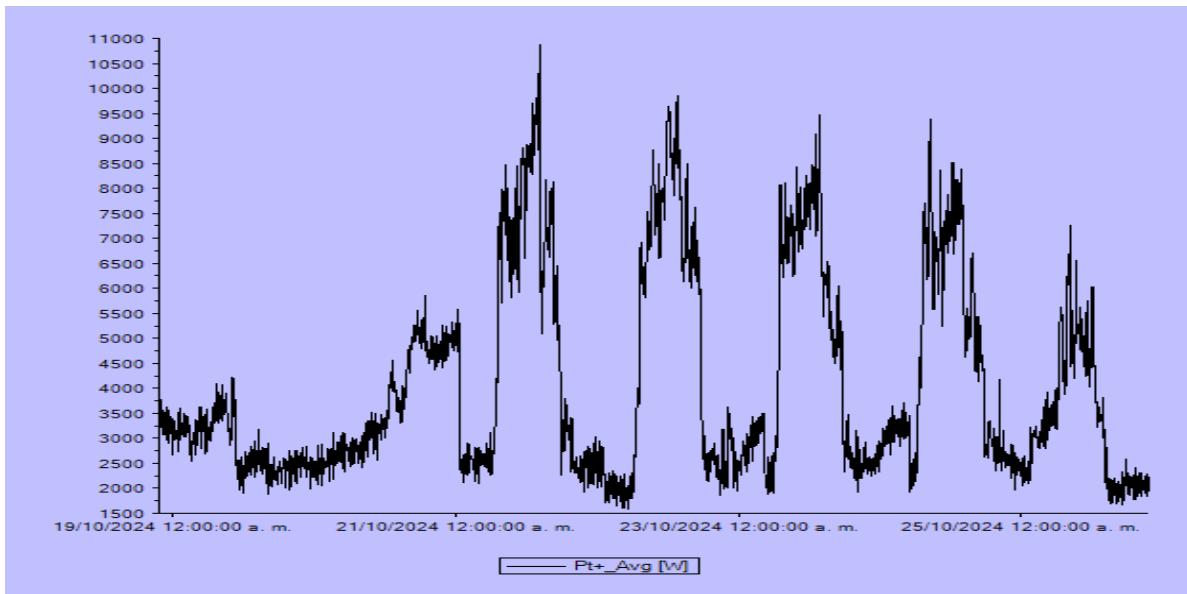


Figura 10 Gráfica del comportamiento del perfil de carga obtenidos del analizador de redes (fuente: Elaboración propia).

Análisis del comportamiento

El comportamiento arrojado por al grafica de la figura 10 muestra el patrón de la demanda eléctrica durante la semana de análisis ,en esta se puede observar que

el consumo comienza claramente a partir de las 7:00 am de la mañana, conforme el paso de las horas alcanza su consumo máximo entre las 10:00 am y las 13:00 pm, coincidiendo claramente con el periodo de mayores actividades en la secundaria, pues justo es el momento en que en ese periodo se tiene a ambos turnos en las instalaciones de la secundaria. Las horas pico de consumo están por el rango de los 10,500 [W], derivados al uso simultaneo de equipos.

Después del paso de las horas y llegando a las 17:00 pm, la demanda empieza a disminuir en forma considerable, lo cual refleja el termino de actividades escolares de la Secundaria con un consumo mínimo por la noche. Las oscilaciones de consumo están entre 5,000 [W] y 10,500 [W] durante el horario operativo, mientras que por la noche se mantiene una demanda baja y estable.

Se recomienda implementar estrategias que ayuden a la reducción de picos de consumo, modernizar luminarias por tecnología más eficiente, actualizar la instalación eléctrica y establecer un sistema de monitoreo continuo, considerando que actualmente no existe personal de mantenimiento asignado a esta tarea en la secundaria.

4.7.5. Factor de Potencia.

4.7.5.1. Factor de Potencia Inductivo.

La gráfica presentada en la figura 11 corresponde al parámetro “Factor de potencia inductivo” arrojado por el analizador de redes durante el monitoreo efectuado del 19 al 25 de octubre de 2024.

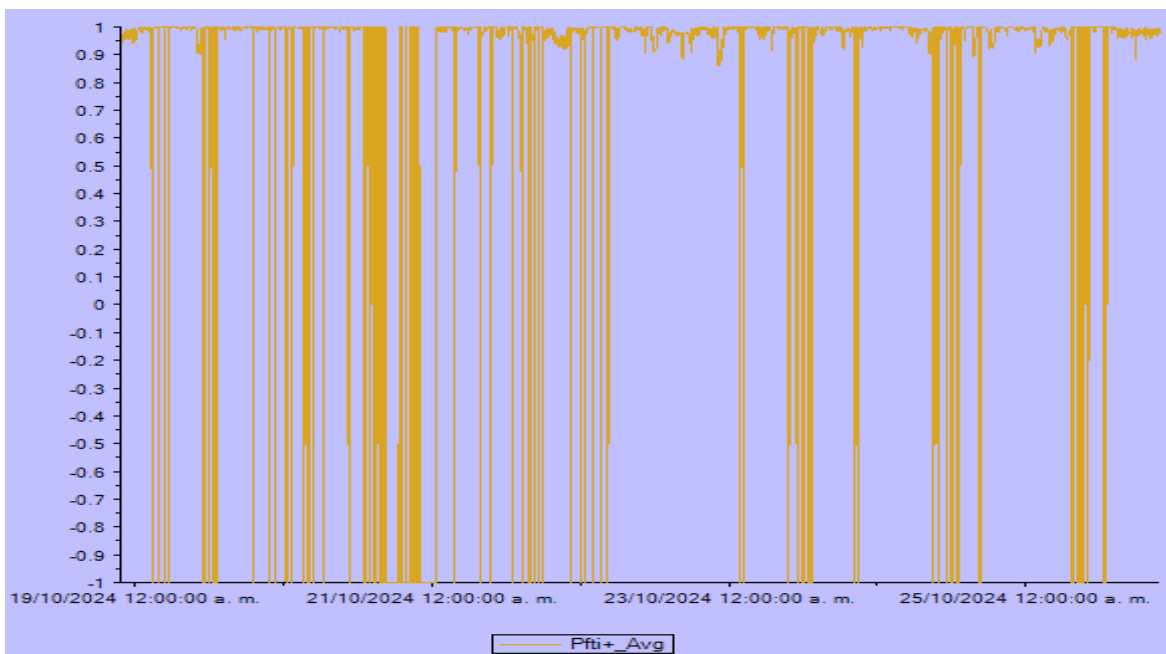


Figura 11 Gráfica de factor de potencia inductivo (fuente: elaboración propia).

Comportamiento del factor de potencia inductivo

Durante la semana de registros en base a la gráfica de la figura 11 se logra visualizar que el factor de potencia se mantuvo mayormente en el rango de 0.95 y 1, lo cual refleja una operación eficiente del sistema eléctrico bajo condiciones de carga inductiva. Las caídas esporádicas fueron breves y no son significativas en la medición, posiblemente ocasionadas por algún error en el algoritmo del medidor.

En la Secundaria se cuenta con 397 luminarias LED las cuales no generan carga inductiva y los equipos que, si la generan como los ventiladores, la bomba de agua, cafeteras no afectan significativamente el desempeño del sistema y por ende no afecta en el parámetro del FP, que se puede justificar de igual manera con el buen uso eficiente al obtener una bonificación siempre en la facturación por estar siempre por arriba de 0.9.

4.7.5.2. Factor de Potencia Capacitivo.

La gráfica presentada en la figura 12 corresponde al parámetro “Factor de potencia capacitivo” arrojado por el analizador de redes durante el monitoreo efectuado del 19 al 25 de octubre de 2024.

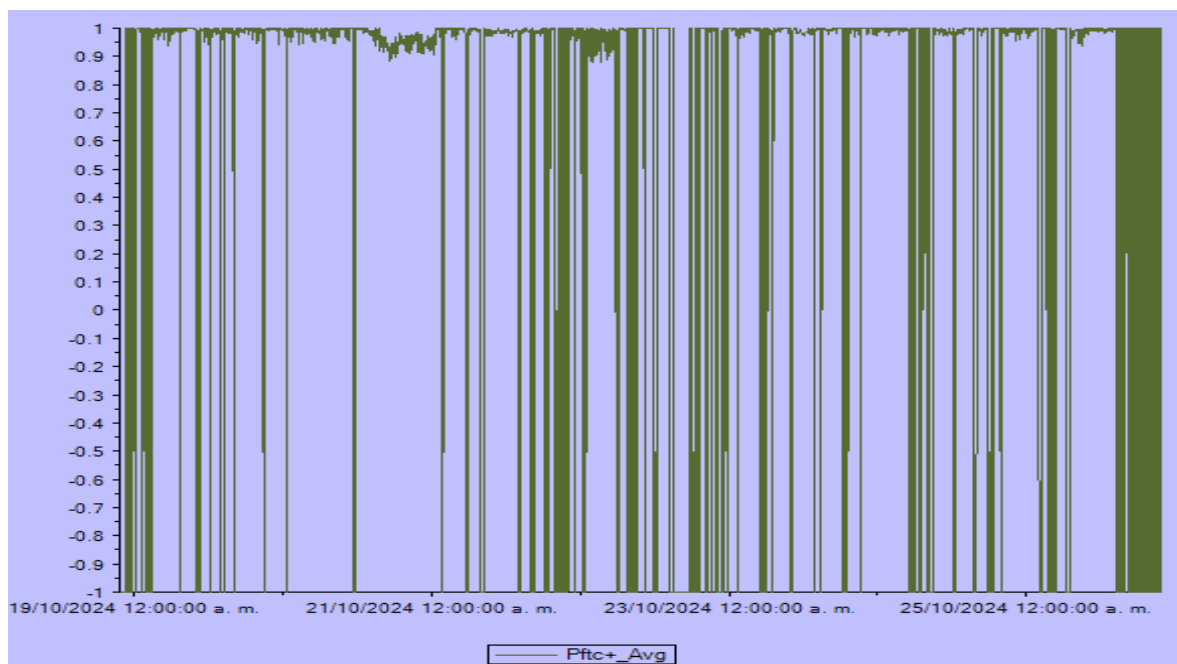


Figura 12 Gráfica de factor de potencia capacitivo (fuente: elaboración propia).

Comportamiento del factor de potencia capacitivo

Se considera de igual manera la revisión y análisis del factor de potencia capacitivo con los registros de la semana de mediciones, donde se puede observar un comportamiento inestable bajo condiciones capacitivas, con oscilaciones frecuentes del FP entre 1.0 y -1.0, especialmente durante las noches

y fines de semana. Estas variaciones se deben principalmente a la operación con cargas mínimas fuera del horario escolar, lo que genera lecturas erráticas o transitorios en el analizador de redes. No existen bancos de capacitores ni mecanismos activos de corrección, por lo que los valores negativos responden a un desequilibrio natural ante la baja presencia de carga inductiva. Durante el horario escolar, el factor de potencia se estabiliza cerca de 1.0 gracias al uso de luminarias LED y otros equipos de carga activa, las fluctuaciones no implican riesgos ni requieren intervención técnica directa, puesto que el sistema presenta siempre un valor por arriba de 0.9.

4.7.5.3. Comparación del Factor de Potencia medido contra el facturado.

En lo referente al factor de potencia, se pudo constatar un uso eficiente de la potencia activa en la instalación, lo cual indica que la mayor parte de la energía suministrada está siendo efectivamente transformada en trabajo útil. Esta condición se refleja tanto en las mediciones obtenidas mediante el analizador de redes instalado en el lado de carga, como en los valores registrados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en los recibos de facturación. El factor de potencia, definido como la relación entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA), sirve como indicador del aprovechamiento energético, y en este caso, los valores medidos en ambos métodos muestran una consistencia que confirma un comportamiento energético adecuado, con un bajo contenido de potencia reactiva en el sistema.

Dichos valores de factor de potencia se presentan en la tabla 8:

Tabla 8 Valores de factor de potencia medidos y facturados.

Factor de potencia	Valor de FP[%]
Factor de potencia medido	98.81
Factor de potencia facturado CFE	98.78

Fuente: Elaboración propia 2025.

Es importante señalar que el valor del factor de potencia analizado proviene de las mediciones obtenidas mediante el analizador de redes instalado en el lado de carga de la Escuela Secundaria Técnica, durante el periodo de monitoreo comprendido del 19 al 25 de octubre de 2024. Por otro lado, los valores del factor de potencia total considerados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) corresponden al promedio de los reportados en los recibos de facturación de los bimestres septiembre-octubre y octubre-noviembre, los cuales fueron de 98.75 % y 98.81 % respectivamente. El valor promedio de 98.78 %, calculado a partir de dichas cifras, se utiliza como referencia comparativa, ya que coincide temporalmente con el intervalo en el que se realizaron las mediciones con el

analizador de redes, permitiendo así una correlación más precisa entre ambos registros, presentando un margen de error entre el valor de factor de potencia medido y valor de factor de potencia facturado de 0.03%, para lo cual es un valor muy similar entre ambos datos.

4.7.6. Transformador suministrador de Energía.

Actualmente, la Escuela Secundaria Técnica No. 54 está abastecida por un transformador tipo poste propiedad de la CFE. Este servicio se encuentra bajo la tarifa GDBT, anteriormente conocida como tarifa 03.

Es importante señalar que, bajo esta tarifa, el transformador no está destinado exclusivamente a la escuela, sino que alimenta a varios servicios conectados al mismo equipo, lo cual es correcto y acorde con la normativa aplicable a esta tarifa.

El transformador es trifásico, tipo poste, con aislamiento en aceite, de 75 kVA de capacidad a 23 kV, y con una tensión de salida de 220/127 V. (Consultar el Anexo VI para referencia fotográfica).

4.7.7. Medición de la Energía Eléctrica

En la escuela secundaria técnica la medición la realiza la Empresa Suministradora de Energía a través de su equipo de medición, el cual se encuentra al límite de predio de la secundaria, para el cual CFE tiene acceso a la medición mes con mes. El medidor es un tipo KL28, el cual mide consumo, demanda y reactivos, y para la tarifa GDBT no considera diferentes escalones de demanda base, demanda intermedia y punta por la naturaleza de la misma tarifa que no es requerido tal lo cual lo menciona (CFE, 2025).

4.8. Censo de Cargas

Para el censo de cargas se realizó un levantamiento de los equipos presentes en las instalaciones de la escuela, incluyendo los equipos electrónicos ubicados en algunos salones de clases, como ventiladores y pantallas, así como la mayoría de los equipos en las oficinas de la dirección administrativa. Los consumos fueron obtenidos directamente de las etiquetas de cada equipo y, en los casos donde no se disponía de etiqueta, se consultaron referencias en línea según la marca y modelo correspondientes (ver Anexo VII). Además, se registraron las luminarias, que representan la mayor cantidad de elementos en el censo, tal como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9 Consumo energético mensual por tipo de carga.

Tipo de carga	Clasificación de carga	Consumo [KWh/mes]	Porcentaje [%]
Luminarias	Iluminación	987.224	35.79
Bomba de agua 1HP	Fuerza y motriz	49.236	1.78
Cafetera Oster	Misceláneos	33.264	1.21
Camara de seguridad	Misceláneos	76.877	2.79
Chicharra timbre	Misceláneos	0.194	0.01
Computadora All in One Lenovo C260	Cómputo y Oficina	603.680	21.88
Diversas herramientas	Fuerza y motriz	26.400	0.96
Horno Daewoo	Misceláneos	132.000	4.79
Laptop ASUS	Cómputo y Oficina	4.356	0.16
Modem de Internet	Cómputo y Oficina	4.752	0.17
Multifuncional Canon	Cómputo y Oficina	305.800	11.09
Multifuncional EPSON L5590	Cómputo y Oficina	8.976	0.33
Pantalla Sansui Smart TV 32"	Cómputo y Oficina	15.400	0.56
Reloj checador PIX3000x	Cómputo y Oficina	1.320	0.05
Telefono Panasonic	Cómputo y Oficina	0.008	0.00
Ventilador FAN STAR	Fuerza y motriz	508.948	18.45
Total		2758.435	100

Fuente: elaboración propia 2025.

Del censo de cargas se observa que el consumo estimado de los equipos y aparatos representa un total mensual de 2758.435 kWh/mes. Al compararlo con el consumo mensual facturado por CFE para el periodo de facturación septiembre-octubre 2024, que es de 2774 kWh/mes, se obtiene una diferencia de 15.565 kWh/mes, equivalente a un margen de diferencia del 0.56%. Esta diferencia mínima puede justificarse por las variaciones y apreciaciones propias de un censo de cargas realizado manualmente. Cabe recalcar que se tomó como referencia el periodo septiembre-octubre 2024, ya que el censo fue realizado entre el 19 y el 25 de octubre de 2024, buscando así una mejor correlación. Sin embargo, también hubiera sido válido comparar con el siguiente periodo de facturación, octubre-noviembre 2024, ya que este también coincide parcialmente con las fechas del censo.

En la gráfica de pastel mostrada en la figura 13 se observa la distribución porcentual de las cargas según la cantidad de equipos existentes en la secundaria. Se aprecia que los ventiladores y las computadoras de escritorio representan el mayor número de equipos, con un 33 % cada uno, mientras que las pantallas presentan una menor participación, con un 12 %.

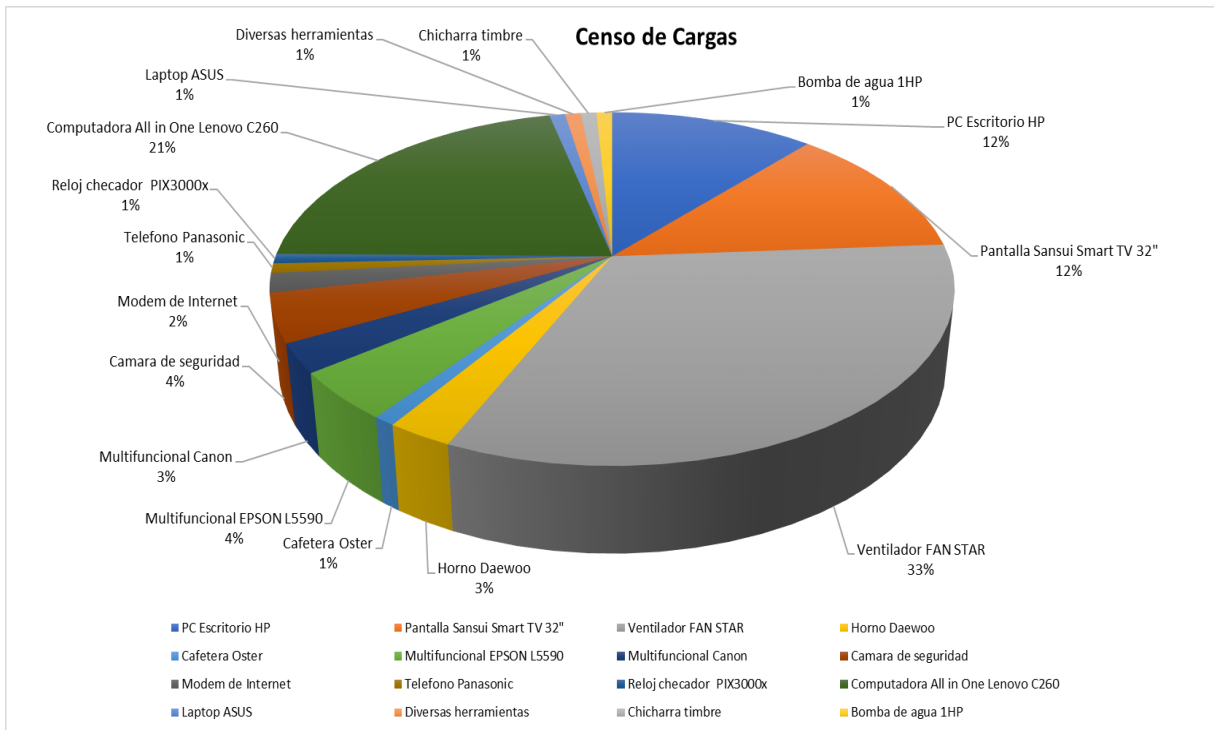


Figura 13 Censo de cargas totales por cantidad (fuente: elaboración propia).

Al analizar la matriz energética de cargas, se observa que las luminarias concentran el 36 % del consumo mensual, seguidas de las computadoras de escritorio con un 22 % y los ventiladores con un 18 %, siendo las cargas más representativas del plantel, como se muestra en la figura 14.

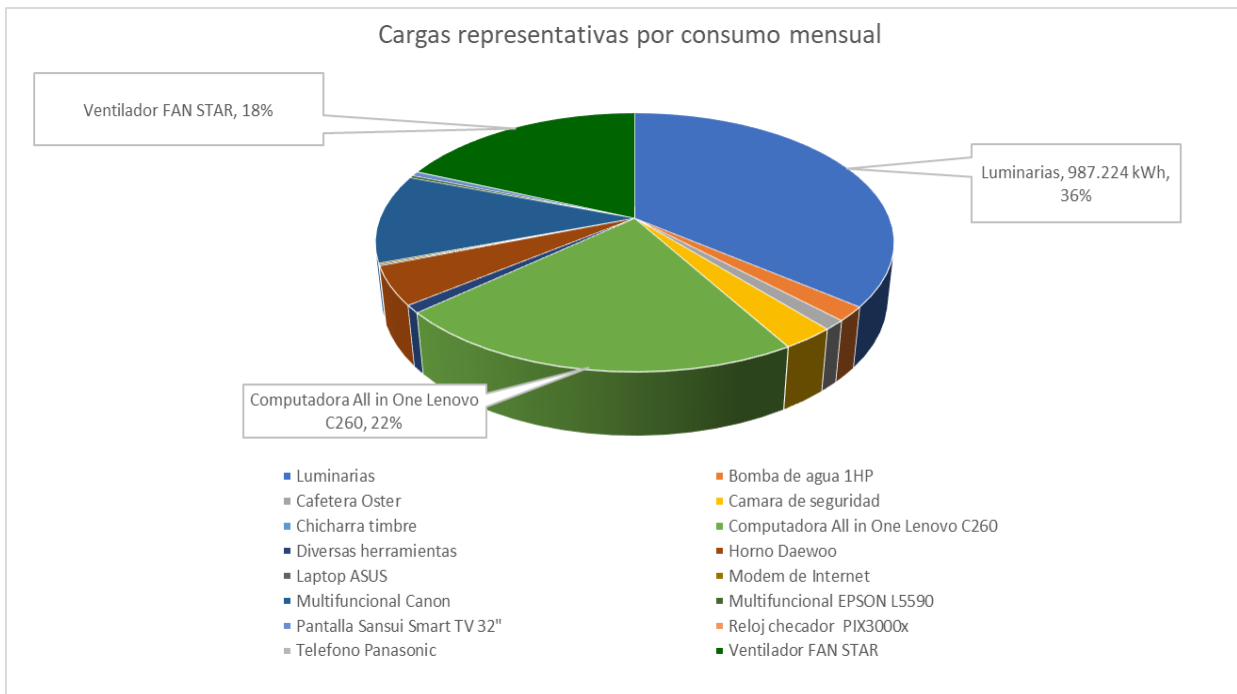


Figura 14 Matriz de cargas representativas por consumo mensual en kWh (fuente: elaboración propia).

Con el propósito de facilitar la comprensión de la matriz energética, en la figura 15 se presenta una gráfica de pastel que muestra la distribución del consumo mensual total, desglosado en cuatro categorías principales: Iluminación, Equipos de fuerza, Misceláneos y Cómputo y oficina. En ella se observa que las luminarias representan la carga más significativa con un 36% del consumo total, seguidas por los equipos de cómputo y de oficina con un 34%. Posteriormente se identifican los equipos de fuerza con un 21% y, finalmente, los equipos misceláneos con un 9%. Estos valores reflejan el comportamiento del consumo mensual según el tipo de carga.

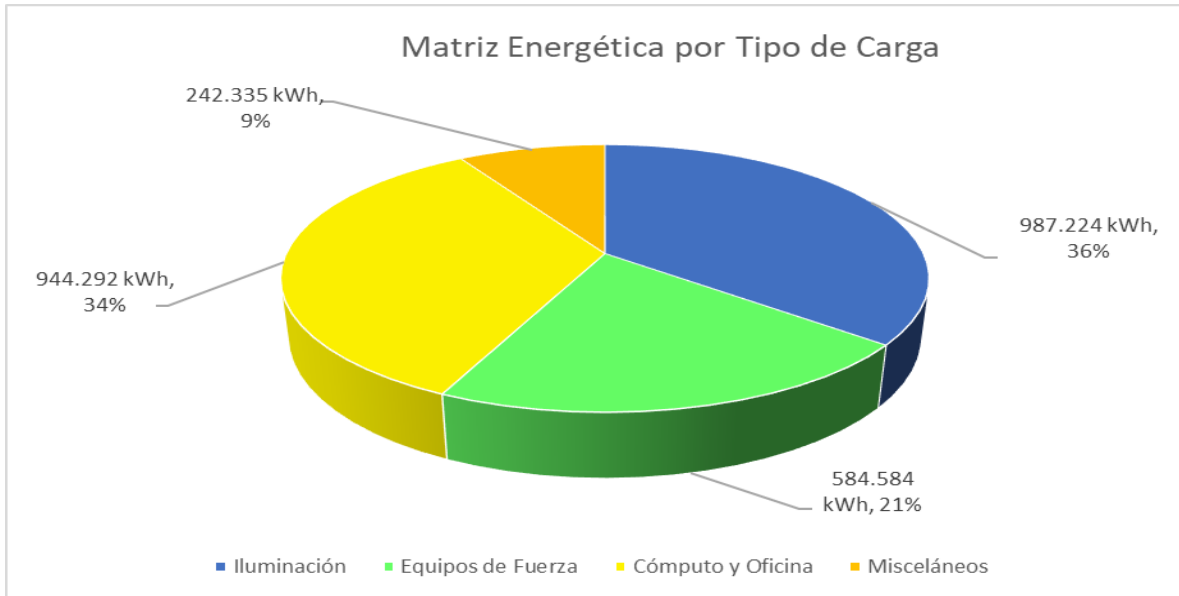


Figura 15 Gráfica de consumo mensual por categoría de carga (fuente: elaboración propia).

4.9. Censo de Luminarias

En el caso del sistema de iluminación de la Secundaria Técnica 54, el censo de luminarias identifica los tipos de tecnología utilizados y su porcentaje de uso. La Tabla 10 presenta el desglose del consumo energético mensual según el tipo de luminaria y tecnología.

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

Tipo de Tecnología	Cantidad de luminarias	Consumo [KWh/mes]	%
Foco LED tipo Espiral 16W	21	37.312	3.78
LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	363	937.152	94.93
LED-T12-2x20W Tubo Led	2	7.04	0.71
Reflector LED 30W	1	4.62	0.47
Reflector LED 50W	4	1.1	0.11
TOTAL	391	987.224	100

Fuente: elaboración propia 2025.

La tecnología predominante en el censo de luminarias es, sin duda, el modelo LA-LED-T8-2x18W Tubo LED, que representa el 94.93% del total. Esta categoría concentra un consumo mensual de 937.152 kWh sobre un consumo total de luminarias de 987.224 kWh al mes. Este predominio es fácilmente explicable, ya que estas luminarias fueron instaladas hace aproximadamente 5 a 8 años como parte de un programa implementado por el gobierno del Estado de México, según lo informado por el personal encargado del mantenimiento. Cabe mencionar que la escuela no cuenta con personal específicamente contratado para estas tareas; en su lugar, las actividades de mantenimiento se asignan según las necesidades, entre el personal docente disponible según lo comentado con el personal que acompaña en el censo.

Se puede observar de mejor manera en la gráfica de la figura 16 el comportamiento de las luminarias donde se encuentran divididas por tipo de tecnología.

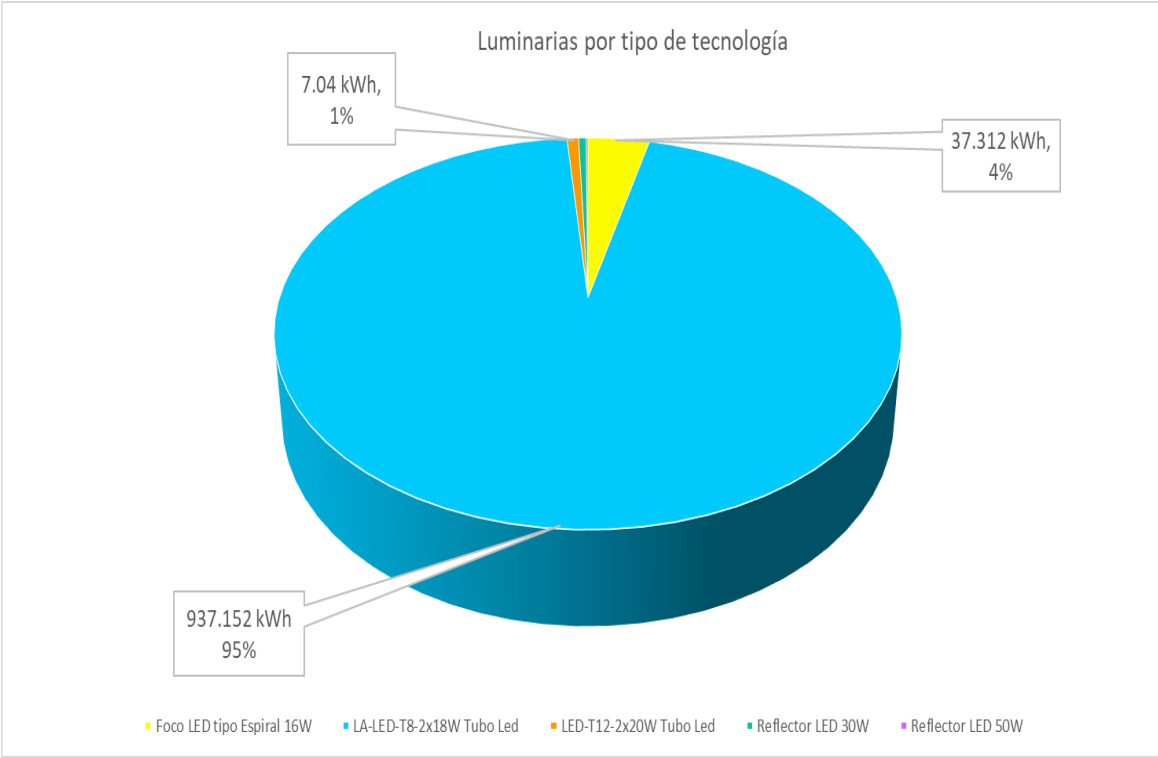


Figura 16 de luminarias por tipo de tecnología (fuente: elaboración propia).

Es importante destacar que la mayoría de las luminarias instaladas pertenecen a un solo tipo de tecnología (LA-LED-T8-2x18W Tubo Led), en su mayoría, dos tipos de tecnología que no son consideradas con etiqueta en dicha matriz por su despreciable valor. Estas luminarias LED que por diseño ya no requieren balastro electrónico y que en teoría, esto debería hacerlas más eficientes, sin embargo, la

eficiencia real también depende de la calidad de los equipos, y visualmente estas luminarias no parecen ser de alta calidad. Por ello, sería recomendable analizar en detalle este tipo de luminarias para tener mayor certeza sobre su desempeño y eficiencia. En el Anexo III se puede consultar la ficha técnica de la luminaria que predomina en las instalaciones: modelo LA-LED-T-18W.

Para la realización de este censo de luminarias, se completaron diversos apartados que permiten obtener una visión detallada del estado actual de las diferentes tecnologías de iluminación presentes en las instalaciones de la secundaria. A continuación, se presenta la información organizada por cada área evaluada.

En la tabla 11 se puede visualizar el levantamiento de luminarias y algunos aspectos importantes para el censo correspondientes al Edificio 1 planta baja.

Tabla 11 Censo de luminarias Edificio 1 planta baja.

Lugar			Tipo de equipo	Cantidad de equipos				Tiempo de operación (h/d)		Total	Carga instalada	Demanda	Consumo	
Edificio	Nivel	Zona	Descripción	Apagados	Falla	Encendido	Total	Horas de uso al día	Días a la semana	(h/mes)	(KW)	(KW)	(KWh/mes)	(KWh/año)
1	PB	Trabajo Social	Foco LED tipo Espiral 16W	0	0	2	2	10	5	220	0.032	0.032	7.040	84.480
1	PB	Laboratorio de Ciencias	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	11	12	6	5	132	0.216	0.198	26.136	313.632
1	PB	Salón 23	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	5	0	7	12	10	5	220	0.216	0.126	27.720	332.640
1	PB	Salón 22	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	6	0	6	12	10	5	200	0.216	0.108	21.600	259.200
1	PB	Salón 21	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	2	0	6	8	10	5	220	0.144	0.108	23.760	285.120
1	PB	Salón 20	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	11	12	10	5	220	0.216	0.198	43.560	522.720
1	PB	Salón 19	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	7	8	10	5	220	0.144	0.126	27.720	332.640
1	PB	Salón 18	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	2	0	6	8	10	5	220	0.144	0.108	23.760	285.120
1	PB	Salón 17	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	7	8	10	5	220	0.144	0.126	27.720	332.640
1	PB	Salón 16	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	7	8	10	5	220	0.144	0.126	27.720	332.640
1	PB	Salón 15	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	7	8	10	5	220	0.144	0.126	27.720	332.640
1	PB	Salón 25	Foco LED tipo Espiral 16W	0	0	5	5	10	5	220	0.090	0.080	17.600	211.200

Fuente: elaboración propia 2025.

En la tabla 12 se puede visualizar el levantamiento de luminarias correspondientes al Edificio 1 planta alta.

Tabla 12 Censo de luminarias Edificio 1 planta alta.

Lugar			Tipo de equipo	Cantidad de equipos				Tiempo de operación (h/d)		Total	Carga instalada	Demanda	Consumo	
Edificio	Nivel	Zona	Descripción	Apagados	Falla	Encendido	Total	Horas de uso al día	Días a la semana	(h/mes)	(KW)	(KW)	(KWh/mes)	(KWh/año)
1	PA	Salón 14	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	2	0	6	8	10	5	220	0.144	0.108	23.760	285.120
1	PA	Salón 13	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	0	0	8	8	10	5	220	0.144	0.144	31.680	380.160
1	PA	Salón 12	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	7	8	10	5	220	0.144	0.126	27.720	332.640
1	PA	Salón 11	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	7	8	10	5	220	0.144	0.126	27.720	332.640
1	PA	Salón 10	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	2	0	6	8	10	5	220	0.144	0.108	23.760	285.120
1	PA	Salón 9	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	7	8	10	5	220	0.144	0.126	27.720	332.640
1	PA	Taller de Electronica	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	2	0	4	6	6	5	132	0.108	0.072	9.504	114.048
1	PA	Salón 8	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	3	0	5	8	10	5	220	0.144	0.090	19.800	237.600
1	PA	Taller de Dibujo	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	0	0	9	9	6	5	132	0.162	0.162	21.384	256.608
1	PA	Salón 7	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	4	0	8	12	10	5	220	0.216	0.144	31.680	380.160
1	PA	Salón 6	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	7	8	10	5	220	0.144	0.126	27.720	332.640
1	PA	Salón 5	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	2	0	6	8	10	5	220	0.144	0.108	23.760	285.120

Fuente: elaboración propia 2025.

En la tabla 13 se puede visualizar el levantamiento de luminarias correspondientes al Edificio 2 planta baja.

Tabla 13 Censo de luminarias Edificio 2 planta baja.

Lugar			Tipo de equipo	Cantidad de equipos				Tiempo de operación (h/d)		Total	Carga instalada	Demanda	Consumo	
Edificio	Nivel	Zona	Descripción	Apagados	Falla	Encendido	Total	Horas de uso al día	Días a la semana	(h/mes)	(KW)	(KW)	(KWh/mes)	(KWh/año)
2	PB	Contabilidad	Foco LED tipo Espiral 16W	0	0	6	6	6	5	132	0.096	0.096	12.672	152.064
2	PB	Salón24	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	7	8	10	5	220	0.144	0.126	27.720	332.640
2	PB	Cooperativa	LED-T12-2x20W Tubo Led	0	0	2	2	8	5	176	0.040	0.040	7.040	84.480
2	PB	Baño Hombres	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	0	0	6	6	11	5	242	0.108	0.108	26.136	313.632
2	PB	Baño Mujeres	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	3	4	11	5	242	0.072	0.054	13.068	156.816

Fuente: elaboración propia 2025.

En la tabla 14 se puede visualizar el levantamiento de luminarias correspondientes al Edificio 2 planta alta.

Tabla 14 Censo de luminarias Edificio 2 planta alta.

Lugar			Tipo de equipo	Cantidad de equipos				Tiempo de operación (h/d)		Total	Carga instalada	Demanda	Consumo	
Edificio	Nivel	Zona	Descripción	Apagados	Falla	Encendido	Total	Horas de uso al día	Días a la semana	(h/mes)	(KW)	(KW)	(KWh/mes)	(KWh/año)
2	PA	Salón 1	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	3	0	9	12	10	5	220	0.216	0.162	35.640	427.680
2	PA	Salón 2	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	6	0	6	12	10	5	220	0.216	0.108	23.760	285.120
2	PA	Salón 3	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	3	0	9	12	10	5	220	0.216	0.162	35.640	427.680
2	PA	Salón 4	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	5	0	7	12	10	5	220	0.216	0.126	27.720	332.640

Fuente: elaboración propia 2025.

En la tabla 15 se puede visualizar el levantamiento de luminarias correspondientes al Edificio 3 planta baja.

Tabla 15 Censo de luminarias Edificio 3 planta baja.

Lugar			Tipo de equipo	Cantidad de equipos				Tiempo de operación (h/d)		Total	Carga instalada	Demanda	Consumo	
Edificio	Nivel	Zona	Descripción	Apagados	Falla	Encendido	Total	Horas de uso al día	Días a la semana	(h/mes)	(KW)	(KW)	(KWh/mes)	(KWh/año)
3	PB	Coordinación	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	1	2	10	5	220	0.036	0.018	3.960	47.520
3	PB	Dirección	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	9	0	7	16	11	5	242	0.288	0.126	30.492	365.904
3	PB	Baño Mujeres	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	0	0	2	2	1	5	22	0.036	0.036	0.792	9.504
3	PB	Baño Hombres	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	2	0	0	2	1	5	22	0.036	0.000	0.000	0.000
3	PB	Taller de secretariado	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	15	0	1	16	6	5	132	0.288	0.018	2.376	28.512

Fuente: elaboración propia 2025.

En la tabla 16 se puede visualizar el levantamiento de luminarias correspondientes al Edificio 3 planta alta.

Tabla 16 Censo de luminarias Edificio 3 planta alta.

Lugar			Tipo de equipo	Cantidad de equipos				Tiempo de operación (h/d)		Total	Carga instalada	Demanda	Consumo	
Edificio	Nivel	Zona	Descripción	Apagados	Falla	Encendido	Total	Horas de uso al día	Días a la semana	(h/mes)	(KW)	(KW)	(KWh/mes)	(KWh/año)
3	PA	Biblioteca	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	2	0	10	12	9	5	198	0.216	0.180	35.640	427.680
3	PA	Salón de Español	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	1	0	7	8	10	5	220	0.144	0.126	27.720	332.640
3	PA	Taller de informática	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	10	0	6	16	6	5	132	0.288	0.108	14.256	171.072

Fuente: elaboración propia 2025.

En la tabla 17 se puede visualizar el levantamiento de luminarias correspondientes al Edificio 4 planta baja.

Tabla 17 Censo de luminarias Edificio 4 planta baja.

Lugar			Tipo de equipo	Cantidad de equipos				Tiempo de operación (h/d)		Total	Carga instalada	Demanda	Consumo	
Edificio	Nivel	Zona	Descripción	Apagados	Falla	Encendido	Total	Horas de uso al día	Días a la semana	(h/mes)	(KW)	(KW)	(KWh/mes)	(KWh/año)
4	PB	Auditorio A1	Reflector LED 30W	0	0	1	1	7	5	154	0.030	0.030	4.620	55.440
4	PB	Auditorio A2	Foco LED tipo Espiral 16W	8	0	0	8	7	5	154	0.128	0.000	0.000	0.000
4	PB	Taller de Electricidad	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	2	0	18	20	6	5	132	0.360	0.324	42.768	513.216
4	PB	Salón 26	LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	4	0	4	8	10	5	220	0.144	0.072	15.840	190.080

Fuente: elaboración propia 2025.

En la tabla 18 se puede visualizar el levantamiento de luminarias correspondientes al patio.

Tabla 18 Censo de luminarias en Patio.

Lugar			Tipo de equipo	Cantidad de equipos				Tiempo de operación (h/d)		Total	Carga instalada	Demanda	Consumo	
Edificio	Nivel	Zona	Descripción	Apagados	Falla	Encendido	Total	Horas de uso al día	Días a la semana	(h/mes)	(KW)	(KW)	(KWh/mes)	(KWh/año)
PATIO	PB	Patio	Reflector LED 50W	3	0	1	4	1	5	22	0.200	0.050	1.100	13.200

Fuente: elaboración propia 2025.

4.10. Evaluación de índices energéticos

Si tomamos como referencia la tabla 19, generada a partir del recibo de facturación del periodo octubre-noviembre de 2024 (ver Anexo IV), donde se presenta el consumo medido por la CFE, se obtiene un consumo total anual de 32,077 kWh.

Tabla 19 Consumo anual total kWh facturado

Periodo	Demanda kw	Consumo total kWh	Factor de potencia %	Factor de carga %
nov-23	9	3167	98.97	31.72
dic-23	9	2966	99.51	32.78
ene-24	5	1539	99.57	19.43
feb-24	9	3050	98.71	33.09
mar-24	8	2815	98.04	32.58
abr-24	5	1619	98.24	19.38
may-24	8	2791	98.83	25.96
jun-24	9	2872	98.32	33.24
jul-24	8	2544	98.60	33.23
ago-24	3	926	99.94	20.10
sep-24	7	2304	99.28	26.67
oct-24	8	2774	98.75	30.10
nov-24	8	2710	98.81	31.37
Total		32077		

Fuente: elaboración propia (2025).

Además, para realizar la evaluación del Índice Energético, se considera un área aproximada de 3,555 m² correspondiente a las instalaciones de la secundaria, dato obtenido mediante medición en Google Maps. El número total de usuarios se determina según la información de la tabla 1. A continuación, se presentan en la siguiente tabla 20 los datos utilizados para el cálculo del IDEn.

Tabla 20 Datos para el cálculo del IDEn

Consumo de energía [kWh/año]	Superficie total de construcción [m ²]	Número de usuarios	Número de horas de trabajo al día
32077	3555	726	11

Fuente: elaboración propia (2025).

4.10.1. Índice de consumo de Energía Eléctrica (ICEE)

El ICEE 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 en (m²), expresada en kWh/m² - año para inmuebles de uso de oficina (CONUEE, 2025).

En la tabla 21 se presentan los valores de los límites máximos de ICEE por zona térmica.

Tabla 21 Límite máximo de ICEE de los inmuebles de oficina por zona térmica

Zona térmica	ICEE (kWh/m ² -año)	
	Con servicio de aire acondicionado	Sin servicio de are acondicionado
1	100	80
2	75	40
3A	70	55
3B	85	65
3C	75	50
4A	65	40

Fuente: (CONUEE, 2025).

En la página de la CONUEE (CONUEE, 2025) se presenta una herramienta llamada **Grados Día**, la cual proporciona la información necesaria para determinar en qué zona climática se ubican las instalaciones de la Secundaria Técnica 54. Estos datos se pueden consultar en la tabla 22, que muestra la información obtenida a través de la aplicación Grados Día, correspondiente a la zona de Ecatepec de Morelos, en el Estado de México.

Tabla 22 Datos de Zona Térmica de Ecatepec Edo.Mex.

Datos	Zona Térmica
Estado	México
Municipio	Ecatepec de Morelos
Localidad	Ecatepec de Morelos (Clave INEGI 150330001)
Zona Térmica	4A
Grados Día de Calefacción Anual a 65 Grados Fahrenheit	3,314
Grados Día de Calefacción Anual a 50 Grados Fahrenheit	4,279

Fuente: (Comisión Nacional par el uso Eficiente de la Energía, 2021), recuperado de: <https://a945717.fmphost.com/fmi/webd/GradosDia%2029062021>.

De esta tabla 22, obtenemos que para la localidad de Ecatepec de Morelos corresponde una zona térmica de 4A.

Ahora bien, para las instalaciones se identifica una zona térmica 4A y una zona sin acondicionamiento de aire; por lo tanto, según la tabla 21, les corresponde un

ICEE de 40 kWh/m²-año. Al realizar los cálculos para obtener el ICEE específico de las instalaciones, se obtiene el siguiente resultado.

$$\text{ICEE} = \frac{\text{energía consumida en un año (kWh/año)}}{\text{superficie construida(m}^2\text{)}} = \frac{32077 \text{ kWh/año}}{3555 \text{ m}^2} = 9 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$

Este valor de 9 kWh/m²-año, al compararse con el valor máximo permisible de 40 kWh/m²-año establecido en la tabla 19 para una zona térmica 4A, se encuentra muy por debajo del parámetro de referencia. En otras palabras, las instalaciones de la Secundaria Técnica 54 presentan un consumo energético eficiente. Estos resultados se presentan en la siguiente tabla 23, donde se muestran los valores obtenidos para una mejor comprensión. Cabe destacar que este valor de IDEn o ICEE (9 kWh/m²-año) representa el consumo energético por unidad de superficie.

Tabla 23 ICEE Secundaria Técnica 54

Consumo de energía [kWh/año]	Superficie total de construcción [m ²]	Consumo energético/Superficie de la Secundaria
32077	3555	9 kWh/m ² -año

Fuente: elaboración propia (2025).

4.10.2. Índice Energético por personas y horas de clases.

Para este IDEn energético se considera el consumo total de energía anual (en kWh) dividido entre el número total de personas en la secundaria. Es importante señalar que, para obtener este parámetro, se asume que todas las personas consumen la misma cantidad de energía, esto puede ser útil para futuras comparaciones o análisis estadísticos. Estos datos se presentan en la tabla 24.

Tabla 24 Consumo energético por persona (empleados y estudiantes)

Consumo de energía [kWh/año]	Número de personas	Consumo de energía/Número de personas
32077	726	44.18 kWh/año-persona

Fuente: elaboración propia (2025).

Para obtener el parámetro de consumo energético considerando las horas que el personal docente y los alumnos permanecen en la escuela, se realiza la división del consumo total de energía entre el número total de horas anuales que pasan en

las instalaciones. Este cálculo toma en cuenta únicamente los cinco días hábiles de clase por semana durante un año. Los resultados se presentan en la tabla 25.

Tabla 25 Consumo energético por horas en la escuela

Consumo de energía [kWh/año]	Número de horas en la escuela [h/año]	Consumo de energía/Número de horas en la escuela
32077	2860	11.21 kWh/h

Fuente: elaboración propia (2025).

4.11. Evaluación de las Condiciones de iluminación en centro de trabajo

Para evaluar este punto, se toma como referencia la NOM-025-STPS-2008, abordada a detalle en el capítulo 3 (metodología) y considerando lo ahí descrito, además lo descrito en el Anexo VIII. Esta norma establece los requerimientos mínimos de iluminación en las distintas áreas de los centros de trabajo, asegurando que cada actividad visual cuente con el nivel adecuado para garantizar un ambiente seguro y saludable (STPS, 2008).

Se recopilaron las mediciones realizadas en cada área, las cuales son fundamentales para determinar el grado de cumplimiento con lo establecido por la norma. Las mediciones detalladas se encuentran en el Anexo IX, y a partir de esos datos se construyó la tabla 26 resumen con los resultados de la evaluación.

Tabla 26 Concentrado de instalaciones totales y su cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008

Edificio	Número de instalaciones	Cumplimiento	Incumplimiento
1	24	0	24
2	9	2	7
3	8	1	7
4	3	0	3
Total	44	3	41

Fuente: elaboración propia (2025).

De esta evaluación en la tabla 26 se observa que de las 44 zonas evaluadas solo 3 áreas son las que se encuentran en cumplimiento a la aplicación de la NOM-025-STPS-2008 y 41 zonas no cumplen con la norma.

A continuación, se muestra un ejemplo representativo de las tablas generadas con la información recabada, mientras que el resto de los resultados completos se presenta en el ANEXO IX. En particular, la Tabla 27 contiene las mediciones correspondientes al Edificio 1, planta baja.

Tabla 27 Mediciones NOM-025-STPS-2008 Edificio 1 PB

Nombre del lugar	Lugar 1	Lugar 2	Lugar 3	Lugar 4	Lugar 5	Lugar 6	Lugar 7	Lugar 8	Lugar 9	Lugar 10	Lugar 11	Lugar 12
	Trabajo Social	Laboratorio de Ciencias	Salón 23	Salón 22	Salón 21	Salón 20	Salón 19	Salón 18	Salón 17	Salón 16	Salón 15	Salón 25
Largo (x) [m]	4.92	9.35	7.89	8.3	7.87	12.31	8.3	8.3	8.3	8.3	7.7	4.82
Ancho (y)[m]	3	7.87	9.4	5.8	6.2	4.89	5.8	5.9	5.8	5.8	9.4	7.91
Alto (h)[m]	2.16	2.91	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.4	2.16	2.16	2.16	2.4
IC	0.86	1.47	1.99	1.58	1.61	1.62	1.58	1.44	1.58	1.58	1.96	1.25
Zonas	4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Med 1	61	220	213	154	121	205	110	173	202	194	215	80
Med 2	48	244	37	115	134	232	113	142	98	80	256	135
Med 3	40	235	97	185	181	143	145	151	114	105	135	42
Med 4	21	187	45	124	102	170	97	56	102	86	167	86
Med 5		191	38	156	52	182	91	94	80	67	192	77
Med 6		195	32	98	60	254	95	71	165	75	276	84
Med 7		251	52	95	84	270	91	72	222	168	284	63
Med 8		201	194	109	86	255	86	78	138	126	255	60
Med 9		261	25	146	58	242	103	76	180	174	232	77
E Promedio [Luxes] =	42.5	220.5555556	81.44444	131.3333	97.55556	217	103.444444	101.4444444	144.5556	119.4444	223.5556	78.22222
Plano de trabajo												
E 2	57	155	45	113	123	208	96	147	190	132	207	72
E 1	10	105	20	70	24	100	38	47	87	25	140	34
k _i	17.54386	67.74193548	44.44444	61.9469	19.5122	48.07692	39.5833333	31.97278912	45.78947	18.93939	67.63285	47.22222
Pared												
E 2	55	88	77	113	62	78	32	58	75	93	87	55
E1	30	50	38	79	40	42	20	37	40	48	34	35
k _p	54.54545	56.81818182	49.35065	69.9115	64.51613	53.84615	62.5	63.79310345	53.33333	51.6129	39.08046	63.63636
Área[m ²]	14.76	73.5845	74.166	48.14	48.794	60.1959	48.14	48.97	48.14	48.14	72.38	38.1262

Fuente: elaboración propia (2025).

Se anexa esta tabla como ejemplo del llenado de información de mediciones realizadas y el resto de información de tablas se integra en el ANEXO IX.

En la tabla 28 se presenta el cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008 para el Edificio 1 planta baja.

Tabla 28 Cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008 por área evaluada.

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área	E Medición de Luxes promedio	F Valores de Norma	G Diferencia Medición/Norma	H ¿Cumple la norma?	I % de cumplimiento	J Medición de Luxes en muro	K Valores de norma en muro	L Mediciones de Luxes en plano de trabajo	M Valores de norma en plano de trabajo
1	PB	Trabajo Social	14.76	42.5	100	57.5	No cumple	42.50	54.54	60	17.54	50
1	PB	Laboratorio de Ciencias	73.58	220.55	300	79.45	No cumple	73.52	56.81	60	67.74	50
1	PB	Salón 23	74.16	81.44	300	218.56	No cumple	27.15	49.35	60	44.44	50
1	PB	Salón 22	48.14	131.33	300	168.67	No cumple	43.78	69.91	60	61.94	50
1	PB	Salón 21	48.79	97.55	300	202.45	No cumple	32.52	64.51	60	19.51	50
1	PB	Salón 20	60.19	217	300	83	No cumple	72.33	53.84	60	48.07	50
1	PB	Salón 19	48.14	103.44	300	196.56	No cumple	34.48	62.5	60	39.58	50
1	PB	Salón 18	48.97	101.44	300	198.56	No cumple	33.81	63.79	60	31.97	50
1	PB	Salón 17	48.14	144.55	300	155.45	No cumple	48.18	53.33	60	45.78	50
1	PB	Salón 16	48.14	119.44	300	180.56	No cumple	39.81	51.61	60	18.93	50
1	PB	Salón 15	72.38	223.55	300	76.45	No cumple	74.52	39.08	60	67.63	50
1	PB	Salón 25	38.12	78.22	300	221.78	No cumple	26.07	63.63	60	47.22	50

Fuente: elaboración propia (2025).

De esta tabla se obtiene datos valiosos para la evaluación, en la columna E se presenta el valor de la medición de los luxes promedio y a su vez en la columna H se presenta el cumplimiento de la norma.

También en la columna J y columna L se presentan las mediciones de luxes respecto a muros y a plano de trabajo respectivamente; el valor de la columna J y columna L resaltados en color rojo indican valores fuera de los parámetros máximos permitidos, lo cual significa que hay deslumbramiento en la zona.

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

La Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014 aplica a edificios no residenciales nuevos, así como a ampliaciones o remodelaciones con una carga conectada de alumbrado mayor o igual a 3 kW. Los tipos de edificios a los que se aplica incluyen oficinas, escuelas y centros docentes, hospitales, restaurantes, hoteles, entre otros (SENER, 2014). Tal es caso de estudio de la Escuela Secundaria 54.

Para la evaluación de esta norma y obtener el parámetro de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) para cada una de las áreas evaluadas de la secundaria técnica, se debe tener presente la potencia total de alumbrado instalado, los metros cuadrados de la instalación y el tipo de instalación a evaluar, con el fin de realizar la mejor aplicación de dicha norma.

Con estos valores obtenidos en las mediciones, se comparan con los parámetros establecidos por la norma tal cual se puede visualizar en el (ANEXO X). Recalcando que estos valores de la Norma, son valores máximos, es decir, que para que la instalación o aula evaluada cumpla con la Norma, la DPEA no puede exceder lo que se indica en la Norma NOM-007-ENER-2014.

En la tabla 29 se presenta el concentrado total de todas las áreas evaluadas con la NOM-007-ENER-2014 y su cumplimiento a la misma.

Tabla 29 Concentrado de instalaciones totales y su cumplimiento a la NOM-007-STPS-ENER-2014

Edificio	Número de instalaciones	Cumplimiento	Incumplimiento
1	24	24	0
2	9	9	0
3	8	8	0
4	3	3	0
Total	44	44	0

Fuente: elaboración propia (2025).

Tras el análisis realizado a las áreas evaluadas conforme al cumplimiento de la NOM-007-ENER-2014 se puede concluir que todas las áreas evaluadas cumplen con los niveles requeridos.

El sistema de alumbrado evaluado cumple con la NOM-007-ENER-2014, lo cual indica que el diseño original de las instalaciones es eficiente en términos energéticos y no requiere modificaciones estructurales. Sin embargo, este cumplimiento no garantiza una adecuada calidad de iluminación en los espacios,

ya que la revisión según la NOM-025-STPS-2008 muestra niveles de iluminación insuficientes y la presencia de luminarias de baja calidad en áreas críticas, como las aulas de la secundaria. Esto evidencia que, aunque el sistema cumple en términos de eficiencia energética, es necesario implementar mejoras para garantizar un nivel de iluminancia adecuado y un confort visual aceptable para alumnos y profesores.

En la tabla 30 se muestra un ejemplo de los valores permisibles según la evaluación a la NOM-007-ENER-2014 comparados con los valores censados en las instalaciones de la Secundaria Técnica 54, y en esta tabla se muestra la diferencia o comparativa entre ambos valores (valores de la Norma y valores medidos), así como la designación del parámetro de cumplimiento e incumplimiento de la misma.

Tabla 30 Evaluación de cumplimiento a la NOM-007-ENER-2014 para el edificio 1 PB

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área[m ²]	E Potencia Instalada [kW]	F Valores de Norma DPEA[W/m ²]	G Valores medidos	H Diferencia Medicion/ Norma	I ¿Cumple la norma?
1	PB	Trabajo Social	14.76	0.032	10.55	2.17	8.38	Cumple
1	PB	Laboratorio de Ciencias	73.58	0.216	13.78	2.94	10.84	Cumple
1	PB	Salón 23	74.16	0.216	13.35	2.91	10.44	Cumple
1	PB	Salón 22	48.14	0.216	13.35	4.49	8.86	Cumple
1	PB	Salón 21	48.79	0.144	13.35	2.95	10.40	Cumple
1	PB	Salón 20	60.19	0.216	13.35	3.59	9.76	Cumple
1	PB	Salón 19	48.14	0.144	13.35	2.99	10.36	Cumple
1	PB	Salón 18	48.97	0.144	13.35	2.94	10.41	Cumple
1	PB	Salón 17	48.14	0.144	13.35	2.99	10.36	Cumple
1	PB	Salón 16	48.14	0.144	13.35	2.99	10.36	Cumple
1	PB	Salón 15	72.38	0.144	13.35	1.99	11.36	Cumple
1	PB	Salón 25	38.12	0.09	13.35	2.36	10.99	Cumple

Fuente: elaboración propia (2025).

Este solo es un ejemplo de la forma en que se realizó la evaluación a la Norma, piso por piso de la DPEA, el complemento de tablas a esta evaluación se presenta en el Anexo XI.

Según la tabla 31 ,para obtener el DPEA total de las instalaciones de la Secundaria Técnica, considerando el valor de 3555 [m²] aproximado de la superficie total arrojada por la medición realizada por la herramienta de Google maps, se tiene un DPEA de 2.0 [W/m²],que es un valor muy por debajo a los valores máximos exigidos por la norma NOM-007-ENER-2014, lo cual indica dos cosas, que la escuela tiene luminarias de alta eficiencia o es posible que las instalaciones tengan niveles de iluminación bajos, y según lo percibido en las mediciones y físicamente, la escuela tiene niveles de iluminación bajos y luminarias de muy baja calidad.

Tabla 31 Índice de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado

Capacidad instalada [W]	Superficie total de construcción [m ²]	DPEA[W/m ²]
6950	3555	2.0

Fuente: elaboración propia (2025).

Capítulo V. Medidas de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía (AUEE)

5.1. Medida operativa: Evaluación de un cambio de tarifa GDBT a Tarifa PDBT

La Secundaria Técnica 54 opera actualmente bajo la tarifa GDBT, con una demanda contratada de 31 kW, cuyo límite aplica para demandas superiores a 25 kW. Sin embargo, el análisis de facturación (tabla 6) basado en las diez facturas mensuales disponibles muestra una demanda mínima de 3 kW y una máxima de 8 kW, lo que evidencia un sobredimensionamiento del servicio. Esta condición genera un gasto innecesario cada mes, ya' que la tarifa GDBT incluye cargos fijos por demanda contratada no utilizada y posibles penalizaciones por bajo factor de potencia. Por ello, se propone implementar esta medida de ahorro.

5.1.1. Simulación de cambio de tarifa GDBT a Tarifa PDBT

Considerando los precios de la energía vigentes de la (CFE, 2025) para cada mes de facturación, se realizó una simulación del cambio de tarifa de GDTB a PDBT. Como resultado, se obtiene un nuevo monto a pagar de \$101,698, que representa un ahorro por cambio de tarifa de \$10,620 anual. Esto se obtiene en base al mismo consumo mes a mes. Cabe mencionar que este ejercicio se efectuó con base en las diez facturaciones mensuales disponibles. En la tabla 32 se presenta el detalle del cálculo y comparación realizados para este cambio de tarifa y en el Anexo XII se presenta el detallado de los cálculos realizados.

Tabla " Comparativa cargos tarifa GDBT y PDBT

Mes	Consumo [kWh]	GDBT Facturado [\$]	Costo medio de la energía (\$/kWh)	PDBT Facturado [\$]	Costo medio de la energía (\$/kWh)	Ahorro Estimado [\$]
JULIO	926	5,202	5.62	4,274	4.62	928
AGOSTO	2,304	11,741	5.10	10,601	4.60	1,140
SEPTIEMBRE	2,774	13,705	4.94	12,751	4.60	954
OCTUBRE	2,710	13,539	5.00	12,458	4.60	1,081
NOVIEMBRE	2,122	11,315	5.33	9,769	4.60	1,546
DICIEMBRE	1,495	7,364	4.93	6,818	4.56	546
ENERO	2,719	13,615	5.01	12,511	4.60	1,104
FEBRERO	2,695	13,539	5.02	12,417	4.61	1,122
MARZO	2,505	13,103	5.23	11,546	4.61	1,557
ABRIL	1,852	9,195	4.96	8,553	4.62	642
TOTAL	22102	\$112,318	5.11	\$101,698	4.60	\$10,620

Fuente: elaboración propia (2025).

Conclusión de la evaluación de medida operativa.

Por la anterior simulación económica, podemos concluir que, si es viable y recomendable solicitar el cambio de tarifa por sobredimensionamiento de

demanda contrada, puesto que con este cambio a tarifa PDBT para los 10 meses que se tiene de información de recibos de energía, se estaría obteniendo un potencial de ahorro significativo de \$10,620.00 pesos, sin afectar la operación actual de las instalaciones de la Secundaria Técnica 54.

5.2. Medida operativa: Balanceo de fases

Durante en análisis arrojado por las gráficas del analizador de redes se pudo observar que la Fase A esta sobrecargada muy arriba a comparación de las otras dos fases, lo que esto su vez se traduce y da efecto a un aumento en la potencia activa en esa misma fase A, provocando un mayor consumo energético. Aunado a esta situación es recomendable realizar un análisis a fondo y realizar un balance adecuado de cargas entre fases del sistema de la Secundaria Técnica.

El desequilibrio en las cargas puede generar varios inconvenientes en el funcionamiento de la red eléctrica, entre ellos el sobrecalentamiento de los conductores, lo que provoca un mayor desgaste tanto en los equipos como en las instalaciones eléctricas. Esto reduce su vida útil, incrementa las pérdidas de energía y disminuye la eficiencia del sistema, lo cual, a largo plazo, puede reflejarse en un aumento en el costo del consumo eléctrico.

Conclusión de la evaluación de medida operativa.

Se recomienda la implementación de una revisión periódica y detallada para verificar el correcto balance de fases y la correcta distribución de las cargas conectadas en la Secundaria. Esta medida si bien contribuye significativamente en el uso eficiente de la energía y este a su vez aporta una mejor confiabilidad de la operación del sistema eléctrico, previniendo posibles fallas y cortes en la operación de las actividades de las instalaciones.

5.3. Medida operativa: Mantenimiento Preventivo (limpieza de luminarias y superficies).

Una medida sencilla y posible de aplicar incluso con el personal operativo o de limpieza de la secundaria al carecer de un personal de mantenimiento es la limpieza tanto de luminarias como las superficies del salón como paredes, techos y difusores (acrílicos), ya que con el paso del tiempo a estos se les va acumulando de polvo y suciedad lo cual disminuye significativamente el flujo luminoso de cada área de la Secundaria Técnica, lo que pudiera implicar un consumo mayor de energía.

Para ello se podrían implementar campañas programadas o llamadas faenas con personal docente de la secundaria o inclusive en esta secundaria a través del apoyo de los padres de familia realizar dicha actividad, para que estas áreas se

mantengan limpias periódicamente y puedan actuar como superficies reflectantes eficientes y se mejore el confort visual en cada espacio.

Estas acciones que no implican un costo económico, contribuyen en gran medida al aprovechamiento y uso eficiente de la energía en el lugar, promoviendo un entorno ordenado y saludablemente energéticamente hablando.

5.4. Medida Tecnológica: Cambio de tecnologías en luminarias

Con base en la matriz energética que se obtuvo, se identificó que el sistema de iluminación representa el 36% del consumo total de energía en la Secundaria Técnica, con un consumo mensual de 987.224 kWh. Al aplicar la NOM-025-STPS-2008, se encontró que solo tres áreas cumplen con los niveles mínimos de iluminación establecidos por la norma. Durante el recorrido y levantamiento de información, se puede ver que el modelo de luminaria que predomina en casi toda la escuela es el LA-LED-T8 2x18W Tubo Led, el cual representa aproximadamente el 94.93% del total de luminarias instaladas.

También me percaté de que este modelo, aunque es tipo LED, es de baja calidad y solo entrega 1650 lúmenes, lo cual resulta insuficiente para cubrir los requerimientos de iluminación que establece la norma. Esta deficiencia es una de las causas principales del incumplimiento, y que para su cumplimiento se propone el cambio de luminarias en las instalaciones de la Secundaria Técnica.

Por ello, a continuación, presento una tabla comparativa en el ANEXO XIII, donde se muestran los niveles de iluminación medidos durante la evaluación, junto con los valores mínimos que exige la norma, lo que permite visualizar claramente el grado de incumplimiento en cada área, además de presentar la propuesta de cambio de tecnología LED para cada zona evaluada, y precios obtenidos de cada tecnología propuesta vistas en el ANEXO XIV, y a continuación se presenta un resumen de dicha propuesta en la tabla 34.

Tabla 32 Concentrado de tecnologías propuestas a cambio.

Modelo propuesto de lamparas	Cantidad de luminarias a cambiar
Foco Led 12W tipo mini bala (T45LED12/LD)	2
Foco led 30w luz blanca 2500lm	2
Foco LED SS HW 37W/865 3700lm 100-240V	15
Philips T8 led universal 120cm UO 16w	17
T8 120 Duraled con Sensor 20W Alto Flujo	8
Tubo LED T8 36W,TECNOLED	6
Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	334
Totales	384

Fuente: elaboración propia (2025).

Conclusión de la evaluación de medida operativa.

El inmueble de la Secundaria Técnica 54 no se encuentra cumpliendo con la NOM-025-STPS-2008 casi en su totalidad, motivo por el cual se recomienda realizar el cambio de tecnologías para poder dar cumplimiento en las áreas donde no se está cumpliendo, para ello es pertinente realizar el cambio de 384 luminarias en el inmueble.

5.5. Evaluación Económica de las Medidas de AUEE

De las medidas de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía (AUEE) propuestas, la única que requiere una inversión adicional es el cambio de tecnología. Con el objetivo de evitar gastos derivados de modificaciones en las instalaciones, la propuesta se planteó bajo el esquema de sustitución directa 1 a 1 (una luminaria por otra), sin alteraciones en la infraestructura existente.

En algunos casos específicos, aunque no significativos, fue necesario seleccionar luminarias con un consumo ligeramente mayor para cumplir con los niveles de iluminación establecidos por la NOM-025-STPS-2008. No obstante, este ajuste no representa un impacto relevante en el consumo energético total de la secundaria, ya que dicha variación fue considerada al momento de elegir las nuevas luminarias, manteniendo prácticamente el mismo consumo de las luminarias actualmente instaladas. En total, se propone el reemplazo de 384 luminarias, según se detalla en la Tabla 34.

En base a la medida propuesta se realiza el siguiente análisis, en el cual se presenta el sistema actual de luminarias que se tienen en la Secundaria Técnica y el sistema propuesto como mejora a las medidas de AUEE (ver tabla 34).

Tabla 33 Evaluación económica de sustitución de luminarias.

SISTEMA ACTUAL			SISTEMA PROPUESTO		
Tipo de Tecnología	Cantidad de luminarias	Consumo [KWh/mes]	Tipo de Tecnología	Cantidad de luminarias	Consumo [KWh/mes]
Foco LED tipo Espiral 16W	21	37.312	Foco Led 12W tipo mini bala (T45LED12/LD)	2	7.04
LA-LED-T8-2x18W Tubo Led	363	937.152	Foco led 30w luz blanca 2500lm	2	17.6
LED-T12-2x20W Tubo Led	2	7.04	Foco LED SS HW 37W/865 3700lm 100-240	15	12.672
Reflector LED 30W	1	4.62	Tubo Philips T8 led universal 120cm UO 16w	17	49.104
Reflector LED 50W	4	1.1	T8 120 Duraled con Sensor 20W Alto Flujo	8	27.72
TOTAL	391	987.224	Tubo LED T8 36W,TECNOLED	6	9.504
			Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo 18W	334	857.864
			TOTALES	384	981.504
Tipo de ahorro	Mensual	Anual			
Ahorro Energético	5.72 kWh	68.64 kWh			
Ahorro Económico	\$29.25	\$351.00			

Fuente: elaboración propia (2025).

De la Tabla 34 se observa que la implementación del cambio de luminarias no representa un ahorro económico significativo, ya que el ahorro estimado es de

apenas \$351.00 MXN anuales, manteniendo prácticamente el mismo consumo energético (alrededor de 980 kWh). Esto se debe a que las nuevas luminarias seleccionadas tienen un consumo similar a las anteriores, aunque ofrecen una mayor luminosidad.

En otras palabras, esta medida no se justifica desde el punto de vista económico, sino por su impacto en la calidad del alumbrado y el cumplimiento normativo. La principal finalidad de esta medida radica en mejorar el confort visual de los usuarios y garantizar que las instalaciones cumplan con los niveles de iluminación exigidos por la NOM-025-STPS-2008.

El valor de inversión inicial del proyecto, estimado en \$155,217.98 MXN, se determinó mediante un estudio de mercado de precios, tomando como referencia lo realizado por (CALVA, 2020) y con base en las fichas técnicas de distintas luminarias (véase Anexo XV).

En conclusión, aunque el ahorro económico anual es mínimo, la aplicación de esta medida se justifica por el cumplimiento normativo y la mejora en las condiciones de iluminación dentro de la escuela secundaria. Desde el punto de vista económico, el periodo de recuperación del proyecto sería demasiado prolongado, y considerando el ritmo del avance tecnológico, es probable que surjan opciones más eficientes antes de recuperar la inversión.

Conclusión de la evaluación de medida operativa.

En conclusión, aunque el ahorro económico anual es mínimo, la aplicación de esta medida se justifica por el cumplimiento normativo y la mejora en las condiciones de iluminación dentro de la escuela secundaria. Desde el punto de vista económico, el periodo de recuperación del proyecto sería demasiado prolongado, y considerando el ritmo del avance tecnológico, es probable que surjan opciones más eficientes antes de recuperar la inversión.

Por otro lado, con la propuesta de cambio de luminarias se mantiene el mismo consumo energético de las luminarias actuales. Al implementar de forma conjunta las medidas de cambio de tarifa y sustitución de luminarias, se obtienen beneficios técnicos, normativos y sociales, entre los cuales destacan:

- Cumplimiento con la NOM-025-STPS-2008 y sus niveles mínimos para cada aula.
- Mejora significativa del confort visual para todos los integrantes de la Secundaria (estudiantes y docentes), reduciendo por ejemplo los errores en la lectura y mejorando la concentración.
- Optimización del sistema de iluminación al incrementar considerablemente el flujo luminoso sin modificar el consumo energético que ya se tiene.
- Conservar la infraestructura eléctrica ya existente, puesto que se trata de un diseño de propuesta orientada al cambio uno a uno (quitar y poner), sin

necesidad de realizar una inversión más por obra adicional, lo que se puede resumir en uso inteligente de la energía.

- El cambio de tarifa y la eficiencia del nuevo sistema logran un ahorro acumulado sustancial en el presupuesto de la Secundaria.

5.5.1. Medidas de AUÉE y su impacto ambiental

Se presenta la ficha técnica de las medidas de AUÉE con los datos necesarios y su evaluación de impacto ambiental.

Tabla 34 Ficha técnica con medidas AUÉE

Elemento	Valor
Descripción de la medida	Reemplazo de luminarias existentes: - 384 luminarias retiradas - Se sustituyen por luminarias LED de igual potencia pero mayor flujo luminoso
Beneficios energéticos	68.640 kWh/año
Beneficios económicos	\$350.99 MXN anuales
Beneficios ambientales	0.0304 tCO ₂ e anuales
Inversión	\$155,217.98 MXN

Fuente: elaboración propia (2025).

Para calcular los beneficios ambientales se consideró 0.0304 tCO₂e / MWh (ver ANEXO XVI).

Conclusiones y Recomendaciones

El diagnóstico energético realizado en las instalaciones de la Escuela Secundaria Técnica Núm. 54 permitió identificar diversas oportunidades de mejora, así como propuestas concretas de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía (AUÉE). También se logró evaluar el aprovechamiento actual de los recursos disponibles, centrándose en los aspectos más representativos del consumo energético del plantel.

Este diagnóstico se enfocó principalmente en los niveles de iluminación dentro de las aulas, tomando como referencia los criterios establecidos en las normas NOM-025-STPS-2008 y NOM-007-ENER-2014. La elección de estas áreas respondió a las condiciones reales observadas durante el levantamiento de campo, dado que la escuela opera únicamente en horario diurno, de 7:00 a.m. a 5:40 p.m., periodo en el que los pasillos y escaleras reciben suficiente luz natural. Estas zonas, además, presentan sistemas de iluminación deteriorados o en desuso, sin representar una prioridad para el funcionamiento cotidiano del plantel. Por este motivo, se decidió no incluirlas en el análisis detallado, ya que su evaluación no aportaría información significativa ni tendría un impacto relevante en la eficiencia energética general de la institución. Posteriormente sería conveniente realizar un estudio detallado para estas áreas que no fueron incluidas en el diagnóstico energético de la secundaria.

Por otro lado, el monitoreo realizado durante una semana con un analizador de redes fue clave para obtener datos precisos del comportamiento eléctrico. Gracias a esto, se pudo contrastar la información con las mediciones oficiales registradas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y se identificó una oportunidad importante: la escuela está siendo facturada bajo la tarifa GDBT, diseñada para servicios con demanda contratada superior a 25 kW. Sin embargo, aunque la demanda contratada es de 31 kW, el historial de facturación muestra que el consumo real rara vez supera los 8 kW, generando un gasto innecesario. Al simular un cambio a la tarifa PDBT, se estimó un ahorro de \$10,620.00 pesos anuales, al pasar de un gasto de \$112,138 pesos a uno de \$101,698.00 pesos, sin requerir modificaciones en las instalaciones ni inversión adicional, únicamente realizando el trámite correspondiente ante la empresa suministradora.

Durante la revisión de las facturas también se verificó que los cargos mensuales emitidos por la CFE son correctos y no presentan discrepancias con los montos calculados.

Otro hallazgo relevante fue la detección de un desbalance de carga en la fase 1, el cual impacta directamente en los niveles de voltaje y en el consumo del sistema. Esta condición puede derivar en fallas eléctricas, sobrecalentamiento de

conductores y pérdidas energéticas, por lo que se recomienda su pronta corrección.

En cuanto al factor de potencia, se comprobó que este parámetro se mantiene constantemente por encima de 0.9, tanto en las mediciones de CFE como en las obtenidas por el analizador de redes, lo que ha permitido que la escuela reciba bonificaciones mensuales de hasta el 2.5%. Durante las clases, el factor de potencia se mantiene cercano a la unidad, reflejando un uso eficiente de la energía activa. Sin embargo, por las noches y en fines de semana, las oscilaciones hacia valores negativos son frecuentes, aunque no representan un problema operativo, ni requieren intervención técnica, al tratarse de condiciones propias del funcionamiento con cargas mínimas.

Con respecto al cumplimiento normativo, se concluye que únicamente 3 de las 44 aulas evaluadas cumplen con la NOM-025-STPS-2008 en cuanto a niveles de iluminación, mientras que todas cumplen con la NOM-007-ENER-2014 en términos de eficiencia energética. El análisis de cargas indica que el sistema eléctrico de la secundaria está distribuido en un 36% para iluminación, 34% para cómputo y oficina, 21% para equipos de fuerza y 9% para misceláneos.

Uno de los principales enfoques del diagnóstico fue identificar soluciones para mejorar las condiciones de iluminación en las aulas. Se detectó la ausencia de un proyecto de modernización que garantizara niveles adecuados de confort visual, por lo que se propuso la implementación de una medida de AUÉE denominada "1 a 1", consistente en el reemplazo directo de las luminarias actuales por otras de tecnología más eficiente que cumplan con los niveles de iluminación requeridos por la normativa, sin aumentar el consumo ni requerir modificaciones en las instalaciones eléctricas.

En términos generales, la implementación del cambio de luminarias en la Secundaria Técnica se justifica principalmente por la necesidad de cumplir con la NOM-025-STPS-2008, garantizando los niveles mínimos de iluminación requeridos en cada aula y mejorando el confort visual tanto de los estudiantes como del personal docente. Si bien el ahorro económico anual derivado de esta medida es reducido y no representa un beneficio financiero considerable, su valor radica en los beneficios técnicos, normativos y sociales que aporta al entorno educativo. Con la sustitución de luminarias se mantiene prácticamente el mismo consumo energético, pero se obtiene una iluminación más eficiente, uniforme y adecuada para las actividades escolares, contribuyendo así a un ambiente visualmente confortable que favorece la concentración y el rendimiento académico. En este sentido, aunque la medida no se justifique económicamente por su periodo de recuperación, sí se considera plenamente válida desde la perspectiva del cumplimiento normativo y la mejora de las condiciones de iluminación dentro de la institución.

Este estudio demuestra que, incluso en escuelas públicas con recursos limitados, es posible avanzar hacia una gestión energética más eficiente si se cuenta con un diagnóstico preciso y una estrategia bien fundamentada. Además, resalta la importancia de fomentar una cultura de sostenibilidad en los centros educativos, no sólo mediante acciones técnicas, sino también involucrando activamente a la comunidad escolar en prácticas responsables con el medio ambiente.

Finalmente, se espera que este trabajo sirva como punto de partida para futuras iniciativas de eficiencia energética en el sector educativo, incentivando el diseño de políticas institucionales más conscientes y la adopción de tecnologías limpias que reduzcan el impacto ambiental, mejoren la infraestructura escolar y generen ahorros económicos sostenibles a largo plazo.

Bibliografía

- Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF, Banco Mundial). (2015). *Estudios en materia de Eficiencia Energética*. México.
- Barría, P. (s.f.). *ELECTRICISTAS.CL*. Recuperado el 28 de 04 de 2025, de Tubos fluorescentes T5, T8 y T12: Características y utilidades: <https://electricistas.cl/tubos-fluorescentes-t5-t8-y-t12-caracteristicas-y-utilidades/>
- CALVA, J. M. (2020). Diagnóstico Enegético en un Centro Educativo de la UACM. 132.
- CFE. (07 de 02 de 2025). *Tarifas*. Recuperado el 07 de 02 de 2025, de Tarifa GDBT: <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Tarifas/GranDemandaBT.aspx>
- CFE. (17 de 02 de 2025). *Tarifas*. Recuperado el 17 de 02 de 2025, de Esquema tarifario vigente: <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCREIndustria/Industria.aspx>
- CFE. (2025). *Tarifas*. Recuperado el 30 de 04 de 2025, de Factor de Potencia: <https://www.cfe.mx/industria/tarifas/Pages/disposiciones-complementariasant.aspx>
- CFE. (2025). *Tarifas*. Recuperado el 02 de 06 de 2025, de Factor de potencia: <https://www.cfe.gob.mx/industria/tarifas/Pages/disposiciones-complementariasant.aspx>
- CFE. (06 de 2025). *Tarifas*. Obtenido de PDBT: <https://app.cfe.mx/aplicaciones/ccfe/tarifas/tarifascrenegocio/tarifas/pequenademandabt.aspx>
- circutor*. (13 de 02 de 2025). Obtenido de ¿Cómo no tener cargos por Factor de Potencia en el recibo de luz?: [https://circutor.com/mx/noticias-mx/como-no-tener-cargos-por-factor-de-potencia-en-el-recibo-de-luz/#:~:text=La%20Comisi%C3%B3n%20Federal%20de%20Electricidad%20\(CFE\)%20est%C3%A1,los%20usuarios%20con%20menos%20de%201%20MW](https://circutor.com/mx/noticias-mx/como-no-tener-cargos-por-factor-de-potencia-en-el-recibo-de-luz/#:~:text=La%20Comisi%C3%B3n%20Federal%20de%20Electricidad%20(CFE)%20est%C3%A1,los%20usuarios%20con%20menos%20de%201%20MW)
- Comisión Nacional par el uso Eficiente de la Energía. (2021). *Aplicación*. Obtenido de Grados Día: <https://a945717.fmphost.com/fmi/webd/GradosDia%2029062021>

CONUEE. (2025). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS DE CARÁCTER GENERAL EN MATERIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN: <https://sidofqa.segob.gob.mx/notas/5751673>

Dirección General de Desarrollo de la Gestión e Innovación Educativa de la Subsecretaría de Educación Básica. (2010). *Modelo de Gestión Educativa Estratégica*. México.

Kralj, M. E. (2018). *Energía en Escuelas: Consumos y Potenciales Ahorros*. Universidad de Buenos Aires, 186. Recuperado el 16 de 09 de 2024

Miranda, M. (26 de Junio de 2020). Evaluación niveles de iluminación en interiores y cálculo para instalaciones de alumbrado. *Knowledge E*, 132.

Portillo Roper, S. (2024). *Ecología Verde*. Recuperado el 28 de 08 de 2024, de Qué es la eficiencia energética: definición y ejemplos: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-eficiencia-energetica-definicion-y-ejemplos-2804.html>

RAVT, R. S. (30 de 08 de 2013). *AVI LATINOAMÉRICA*. Recuperado el 28 de 08 de 2024, de Energía equivale al 50% de los gastos de colegios: <https://www.avilatinoamerica.com/201308302247/noticias/empresas/energia-equivale-al-50-de-los-gastos-de-colegios.html>

REGLAMENTO DE LA LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. (24 de 08 de 2012). *Artículo 18*.

SENER. (5 de 12 de 2014). *Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/693754/NOM-007.pdf>

STPS. (2008). *NOM-025-STPS-2008*. Obtenido de Condiciones de iluminación en los Centros de Trabajo: <https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/nom-025.pdf>

Suazo, L. (22 de 07 de 2024). *TRACTIAN*. Recuperado el 28 de 08 de 2024, de Gestión Energética: Claves para la Eficiencia y Sostenibilidad en México: <https://traction.com/es/blog/gestion-energetica-en-mexico>

TEquipment. (s.f.). Recuperado el 29 de 04 de 2025, de Analizador de calidad de energía HT Instruments PQA 824-HP30C3, paquete CAT IV con 4 transformadores de corriente HP30C3 (3000 A), 70 mm: <https://www.tequipment.net/HT-Instruments/PQA-824-HP30C3/>

UNAM. (s.f.). *LÁMPARAS DE TECNOLOGÍA LED, UN AHORRO ENERGÉTICO*. Recuperado el 22 de 06 de 2024, de

<https://vinculacion.dgire.unam.mx/vinculacion-1/Congreso-Trabajos-pagina/PDF/Congreso-Estudiantil-2014/Proyectos-2014-Area/Ciencias-Biologicas/medio%20ambiente/2.10%20CIN2014A10218-%20Medio%20Ambiente.pdf>

Anexos o apéndices

ANEXO I. Normas Oficiales Mexicanas (Caratulas).



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



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

1. Objetivo y campo de aplicación

Establecer niveles de eficiencia energética y el método de cálculo para la determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes. Comprende los sistemas con carga total conectada para alumbrado mayor o igual a 3 kW.

Excepciones.- La norma brinda una lista de los sistemas de alumbrado que quedarán exentos de la aplicación de esta norma, por ejemplo: Centros de baile, discotecas y centros de recreación con efectos especiales de alumbrado, Interiores de cámaras frigoríficas; Estudios de grabación cinematográficos y similares; etc.

2 y 3. Clasificación y especificaciones

Para efectos de aplicación de esta NOM, el DPEA que deberán cumplir de acuerdo a su clasificación por el tipo de ocupación es el siguiente:

Tipo de edificio	DPEA (W/m²)
Oficinas	
Oficinas	12
Escuelas y centros docentes	
Escuelas o instituciones educativas	14
Bibliotecas	15
Establecimientos comerciales	
Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades	13
Hospitales	
Hospitales, sanatorios y clínicas	14
Hoteles	
Hoteles	12
Moteles	14
Restaurantes	
Barres	14
Cafeterías y venta de comida rápida	15
Restaurantes	14

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

La DPEA para las áreas exteriores restantes, contemplados en esta norma, no debe ser mayor de 1.3 W/m².

Para los estacionamientos cubiertos, cerrados o techados, la DPEA debe cumplir con lo especificado en el inciso 6.2 de la NOM-013-ENER-2013, Eficiencia energética en vialidades, vigente o la que la sustituya.

4. Método de prueba

La DPEA del sistema debe ser calculada a partir de la carga total conectada de alumbrado y el área total por iluminar de acuerdo a lo siguiente:

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

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

Se permite para algunas áreas o espacios del edificio, en función de las actividades y tareas específicas que en su interior se desarrollen, se obtengan valores de DPEA **mayores** a los límites establecidos.

Para edificios de uso mixto se determinan y reportan en forma separada las DPEA para cada uso.



5. Datos importantes de esta regulación.

Primera publicación en el DOF: 01 - septiembre - 1995	En vigor desde: 01 - septiembre - 1996
Actualizaciones realizadas: dos	
Publicación que se encuentra vigente: 07 - agosto - 2014	Entrada en vigor: 05 - diciembre - 2014

Figura 17 Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL

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

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

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

CONSIDERANDO

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

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

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

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

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

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

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

INDICE

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

Figura 18 Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo.

ANEXO II.I. Facturación de energía periodo comprendido JUL 24-AGO 24

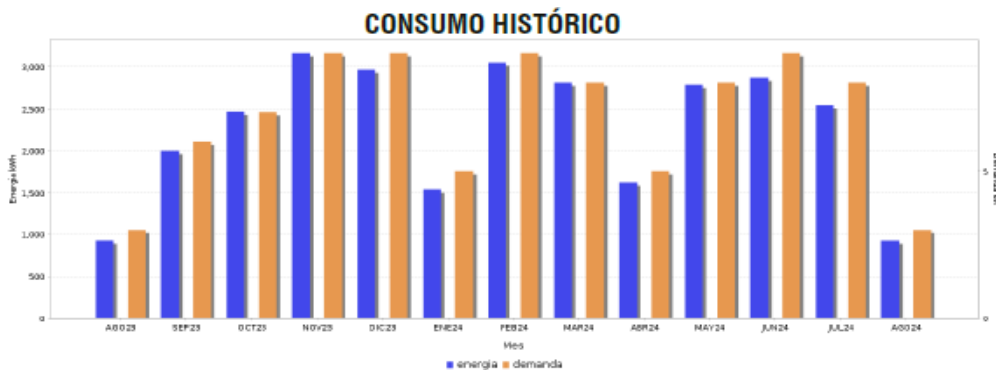


CFE Suministrador de Servicios Básicos
Río Ródano No. 14, colonia Cuauhtémoc,
Alcaldía Cuauhtémoc, Código Postal 06500,
Ciudad de México. RFC: CSS160330CP7

SEIEM SEC TEC 54 BLVD INSURGENTES S N ESQ E ZAP 15DST0062X ATA SAN CRISTO SAN CRISTOBAL CENTRO C.P.55000 ECATEPEC DE MORELOS,MEX.			TOTAL A PAGAR: \$5,202 (CINCO MIL DOSCIENTOS DOS PESOS M.N.)		
NO. DE SERVICIO:516851002371 RMU:55000 85-10-21 SEI9-20604 001 CFE CUENTA:69DL60E018650180			PERIODO FACTURADO:12 JUL 24-13 AGO 24		
TARIFA:GDBT	NO. MEDIDOR:MX237C	MULTIPLICADOR:1 NO HILOS:3	FECHA LÍMITE DE PAGO:30 AGO 2024		
CARGA CONECTADA kW:31	DEMANDA CONTRATADA kW:31	CORTE A PARTIR:31 AGO 2024			

Concepto	No. medidor	Lectura actual Medida X Estimada	Lectura anterior Medida X Estimada	Diferencia	Totales
kWh	MX237C	78,085	77,159	926	926
kW	MX237C	6	0	6	6
kVArh	MX237C	11,558	11,527	31	31
Mes	Días de mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precios \$/kWh	
Mes	Factor de proporción	Demanda máxima \$/kW	Precios \$/kW	Importe (MXN)	Factor de potencia
					99.94

Costos de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)	Concepto	Importe (MXN)
Suministro	569	0.00	0.00	568.65	Cargo Fijo(*)	568.65
Distribución	0	969.84	0.00	969.84	Energía	4,030.65
Transmisión	0	0.00	163.81	163.81	Bonificación Factor de Potencia(*)	-114.96
CENACE	0	0.00	6.02	6.02	Subtotal	4,484.32
Energía	0	0.00	1,925.15	1,925.15	IVA 16%	717.49
Capacidad	0	960.09	0.00	960.09	Facturación del Periodo	5,201.81
SCnMEM(1)	0	0.00	5.74	5.74	Diferencia por redondeo	0.87
TOTAL	569	1,929.93	2,100.72	4,599.30	Total	5,202.68



Periodo	Demanda kW	Consumo total kWh	Factor potencia %	Factor carga %	Precio medio (MXN)
AGO 23	3	927	99.84	15.09	4.8777
SEP 23	6	1,995	98.36	27.71	4.3686
OCT 23	7	2,469	97.51	31.17	4.1817
NOV 23	9	3,167	98.97	31.72	4.1183
DIC 23	9	2,966	99.51	32.78	4.2083
ENE 24	5	1,539	99.57	19.43	4.5094
FEB 24	9	3,050	98.71	33.09	4.1239
MAR 24	8	2,815	98.04	32.58	4.0920
ABR 24	5	1,619	98.24	19.38	4.4274
MAY 24	8	2,791	98.83	25.96	4.1409
JUN 24	9	2,872	98.32	33.24	4.3066
JUL 24	8	2,544	98.80	33.23	4.3330
AGO 24	3	926	99.94	20.10	4.8427

Figura 19 Recibo de facturación de energía CFE.

ANEXO II.II. Facturación de energía periodo comprendido AGO 24-SEP 24



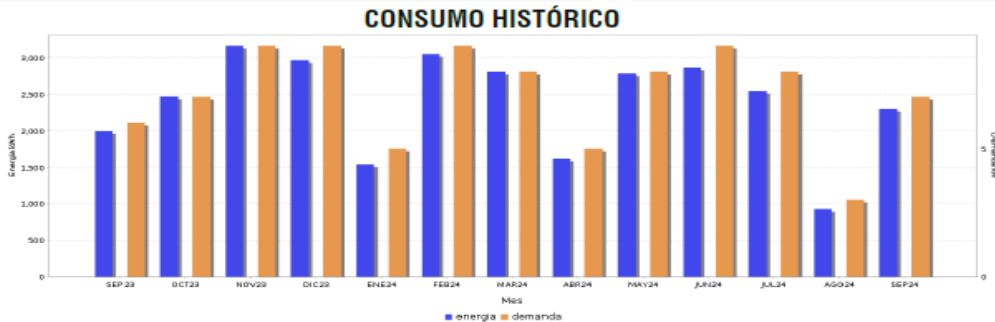
Comisión Federal de Electricidad®

CFE Suministrador de Servicios Básicos
Río Rodano No. 14, colonia Cuauhtémoc,
Alcaldía Cuauhtémoc, Código Postal 06500,
Ciudad de México. RFC: CSS160330CP7

SEIEM SEC TEC 54 BLVD INSURGENTES S N ESQ E ZAP 15DST0062X.ATA SAN CRISTO SAN CRISTOBAL CENTRO C.P.55000 ECATEPEC DE MORELOS, MEX.			TOTAL A PAGAR: \$11,741 (ONCE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y UN PESOS M.N.)		
NO. DE SERVICIO:516851002371 RMU:55000 85-10-21 SE19-20604 001 CFE CUENTA:69DL60E018650180			PERIODO FACTURADO:13 AGO 24-12 SEP 24		
TARIFA:GDBT	NO. MEDIDOR:MX237C	MULTIPLICADOR:1 NO HILOS:3	FECHA LÍMITE DE PAGO:30 SEP 2024		
CARGA CONECTADA kW:31	DEMANDA CONTRATADA kW:31	CORTE A PARTIR:01 OCT 2024			

Concepto	No. medidor	Lectura actual Medida X Estimada	Lectura anterior Medida X Estimada	Diferencia	Totales
kWh	MX237C	80,389	78,085	2,304	2,304
kW	MX237C	12	0	12	12
kVArh	MX237C	11,836	11,568	278	278
Mes	Días de mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precios \$/kWh	
Mes	Factor de proporción	Demanda máxima \$/kW	Precios \$/kW	Importe (MXN)	Factor de potencia
					99.28

Costos de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)	Concepto	Importe (MXN)
Suministro	569	0.00	0.00	568.65	Cargo Fijo(*)	568.65
Distribución	0	2,262.96	0.00	2,262.96	Energía	9,790.89
Transmisión	0	0.00	407.58	407.58	Bonificación Factor de Potencia(*)	-238.27
CENACE	0	0.00	14.98	14.98	Subtotal	10,121.27
Energía	0	0.00	4,831.49	4,831.49	IVA 16%	1,619.40
Capacidad	0	2,259.60	0.00	2,259.60	Facturación del Periodo	11,740.67
SCnMEM(1)	0	0.00	14.28	14.28	Diferencia por redondeo	0.68
TOTAL	569	4,522.55	5,268.33	10,359.54	Total	11,741.35



Periodo	Demanda kW	Consumo total kWh	Factor potencia %	Factor carga %	Precio medio (MXN)
SEP 23	6	1,995	98.36	27.71	4.3686
OCT 23	7	2,469	97.51	31.17	4.1817
NOV 23	9	3,167	98.97	31.72	4.1183
DIC 23	9	2,966	99.51	32.78	4.2083
ENE 24	5	1,539	99.57	19.43	4.5094
FEB 24	9	3,050	98.71	33.09	4.1239
MAR 24	8	2,815	98.04	32.58	4.0620
ABR 24	5	1,619	98.24	19.38	4.4274
MAY 24	8	2,791	98.83	25.96	4.1409
JUN 24	9	2,872	98.32	33.24	4.3056
JUL 24	8	2,544	98.60	33.23	4.3330
AGO 24	3	928	99.94	20.10	4.8427
SEP 24	7	2,304	99.28	26.67	4.3929

Figura 20 Recibo de facturación de energía CFE.

ANEXO II.III. Facturación de energía periodo comprendido SEP 24-OCT 24

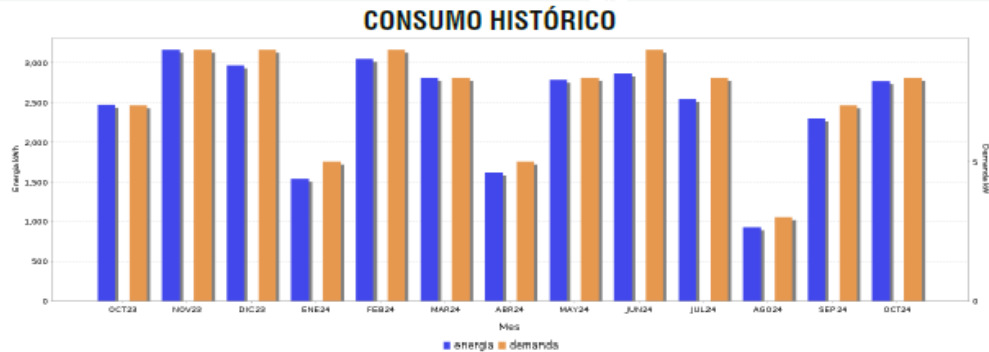


CFE Suministrador de Servicios Básicos
Río Ródano No. 14, colonia Cuauhtémoc,
Alcaldía Cuauhtémoc, Código Postal 06500,
Ciudad de México. RFC: CSS160330CP7

SEIEM SEC TEC 54 BLVD INSURGENTES S N ESQ E ZAP 15DST0062X ATA SAN CRISTO SAN CRISTOBAL CENTRO C.P.55000 ECATEPEC DE MORELOS,MEX.			TOTAL A PAGAR: \$13,705 (TRECE MIL SETECIENTOS CINCO PESOS M.N.)	
NO. DE SERVICIO: 516851002371 RMU: 55000 85-10-21 SE9-20604 001 CFE CUENTA: 69DL60E016650180			PERIODO FACTURADO: 12 SEP 24-14 OCT 24	
TARIFA: GDBT	NO. MEDIDOR: MX237C	MULTIPLICADOR: 1 NO HILOS: 3	FECHA LÍMITE DE PAGO: 31 OCT 2024	
CARGA CONECTADA kW: 31	DEMANDA CONTRATADA kW: 31	CORTE A PARTIR: 01 NOV 2024		

Concepto	No. medidor	Lectura actual Medida X Estimado	Lectura anterior Medida X Estimado	Diferencia	Totales
kWh	MX237C	83,163	80,389	2,774	2,774
kW	MX237C	12	0	12	12
kVArh	MX237C	12,279	11,836	443	443
Mes	Días de mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precios \$/kWh	
Mes	Factor de proporción	Demanda máxima \$/kW	Precios \$/kW	Importe (MXN)	Factor de potencia
					98.75

Costos de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)	Concepto	Importe (MXN)
Suministro	568.65	0.00	0.00	568.65	Cargo Fijo(*)	568.65
Distribución	0.00	2,586.24	0.00	2,586.24	Energía	11,511.83
Transmisión	0.00	0.00	490.72	490.72	Bonificación Factor de Potencia(*)	-255.77
CENACE	0.00	0.00	18.03	18.03	Subtotal	11,814.71
Energía	0.00	0.00	5,817.08	5,817.08	IVA 16%	1,890.35
Capacidad	0.00	2,582.56	0.00	2,582.56	Facturación del Periodo	13,705.06
SCnMEM(1)	0.00	0.00	17.20	17.20	Diferencia por redondeo	0.35
					Total	13,705.41



Período	Demanda kW	Consumo total kWh	Factor potencia %	Factor carga %	Precio medio (MXN)
OCT 23	7	2,469	97.51	31.17	4.1817
NOV 23	9	3,167	98.97	31.72	4.1183
DIC 23	9	2,966	99.51	32.78	4.2083
ENE 24	5	1,539	99.57	19.43	4.5094
FEB 24	9	3,060	98.71	33.09	4.1239
MAR 24	8	2,815	98.04	32.58	4.0920
ABR 24	5	1,619	98.24	19.38	4.4274
MAY 24	8	2,791	98.83	25.96	4.1409
JUN 24	9	2,872	98.32	33.24	4.3066
JUL 24	8	2,544	98.60	33.23	4.3330
AGO 24	3	926	99.94	20.10	4.8427
SEP 24	7	2,304	99.28	28.67	4.3929
OCT 24	8	2,774	98.75	30.10	4.2591

Figura 21 Recibo de facturación de energía CFE.

ANEXO II.IV. Facturación de energía periodo comprendido OCT 24-NOV 24



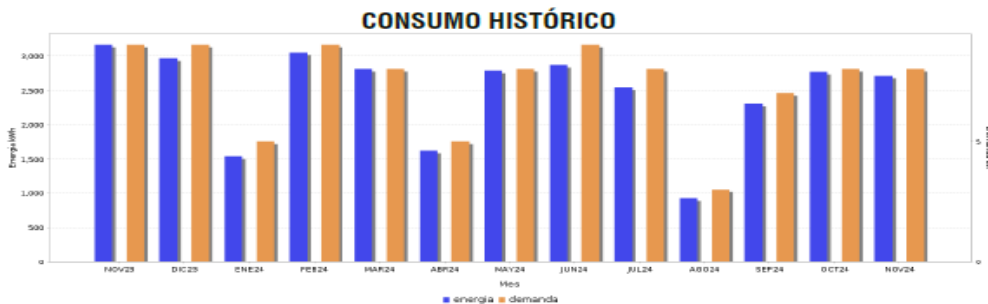
CFE Suministrador de Servicios Básicos
Río Ródano No. 14, colonia Cuauhtémoc,
Alcaldía Cuauhtémoc, Código Postal 06500,
Ciudad de México. RFC: CSS160330CP7

SEIEM SEC TEC 54 BLVD INSURGENTES S N ESQ E ZAP 15DST0062X ATA SAN CRISTO SAN CRISTOBAL CENTRO C.P.55000 ECATEPEC DE MORELOS,MEX.			TOTAL A PAGAR: \$13,539 (TRECE MIL QUINIENTOS TREINTA Y NUEVE PESOS M.N.)
NO. DE SERVICIO:516851002371 RMU:55000 85-10-21 SEI9-20604 001 CFE			PERIODO FACTURADO: 14 OCT 24-13 NOV 24
CUENTA:69DL60E016650180	TARIFA:GDBT	NO. MEDIDOR:MX237C	FECHA LÍMITE DE PAGO: 01 DIC 2024
		MULTIPLICADOR:1 NO HILOS:3	
CARGA CONECTADA kW: 31	DEMANDA CONTRATADA kW: 31	CORTE A PARTIR: 02 DIC 2024	

Concepto	No. medidor	Lectura actual Medida X Estimada	Lectura anterior Medida X Estimada	Diferencia	Totales
kWh	MX237C	85,873	83,163	2,710	2,710
kW	MX237C	12	0	12	12
kVArh	MX237C	12,701	12,279	422	422

Mes	Días de mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precios \$/kWh	
Mes	Factor de proporción	Demanda máxima \$/kW	Precios \$/kW	Importe (MXN)	Factor de potencia
					98.81

Costos de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)	Concepto	Importe (MXN)
Suministro	568.65	0.00	0.00	568.65	Cargo Fijo(?)	568.65
Distribución	0.00	2,586.24	0.00	2,586.24	Energía	11,365.57
Transmisión	0.00	0.00	479.40	479.40	Bonificación Factor de Potencia(?)	-262.55
CENACE	0.00	0.00	17.62	17.62	Subtotal	11,671.67
Energía	0.00	0.00	5,682.87	5,682.87	IVA 16%	1,867.47
Capacidad	0.00	2,582.64	0.00	2,582.64	Facturación del Periodo	13,539.14
SCnMEM(1)	0.00	0.00	16.80	16.80	Diferencia por redondeo	0.41
					Total	13,539.55



Periodo	Demanda kW	Consumo total kWh	Factor potencia %	Factor carga %	Precio medio (MXN)
NOV 23	9	3,167	98.97	31.72	4.1183
DIC 23	9	2,966	99.51	32.78	4.2083
ENE 24	5	1,539	99.57	19.43	4.5094
FEB 24	9	3,050	98.71	33.09	4.1239
MAR 24	8	2,815	98.04	32.58	4.0920
ABR 24	5	1,619	98.24	19.38	4.4274
MAY 24	8	2,791	98.83	25.96	4.1409
JUN 24	9	2,872	98.32	33.24	4.3056
JUL 24	8	2,544	98.60	33.23	4.3330
AGO 24	3	926	99.94	20.10	4.8427
SEP 24	7	2,304	99.28	26.67	4.3929
OCT 24	8	2,774	98.75	30.10	4.2591
NOV 24	8	2,710	98.81	31.37	4.3069

Figura 22 Recibo de facturación de energía CFE.

ANEXO II.V. Facturación de energía periodo comprendido NOV 24-DIC 24

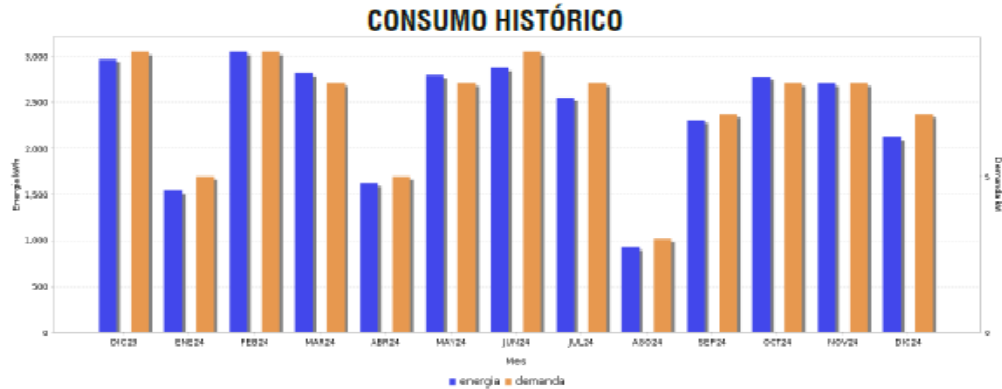


CFE Suministrador de Servicios Básicos
Río Ródano No. 14, colonia Cuauhtémoc,
Alcaldía Cuauhtémoc, Código Postal 06500,
Ciudad de México. RFC: CSS160330CP7

SEIEM SEC TEC 54 BLVD INSURGENTES S N ESQ E ZAP 15DST0062X ATA SAN CRISTO SAN CRISTOBAL CENTRO C.P.55000 ECATEPEC DE MORELOS,MEX.			TOTAL A PAGAR: \$11,315 (ONCE MIL TRESCIENTOS QUINCE PESOS M.N.)
NO. DE SERVICIO: 516851002371 RMU: 55000 85-10-21 SE9-20604 001 CFE CUENTA: 69DL60E016650180 TARIFA: GDBT			PERIODO FACTURADO: 13 NOV 24-12 DIC 24
NO. MEDIDOR: MX237C	MULTIPLICADOR: 1 NO HILOS: 3	FECHA LÍMITE DE PAGO: 29 DIC 2024	
CARGA CONECTADA kW: 31	DEMANDA CONTRATADA kW: 31	CORTE A PARTIR: 30 DIC 2024	

Concepto	No. medidor	Lectura actual Medida X Estimada	Lectura anterior Medida X Estimada	Diferencia	Totales
kWh	MX237C	87,996	85,873	2,122	2,122
kW	MX237C	11	0	11	11
kVArh	MX237C	13,191	12,701	490	490
Mes	Días de mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precios \$/kWh	
Mes	Factor de proporción	Demanda máxima \$/kW	Precios \$/kW	Importe (MXN)	Factor de potencia
					97.44

Costos de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)	Concepto	Importe (MXN)
Suministro	568.65	0.00	0.00	568.65	Cargo Fijo(*)	568.65
Distribución	0.00	2,262.96	0.00	2,262.96	Energía	9,374.86
Transmisión	0.00	0.00	375.38	375.38	Bonificación Factor de Potencia(*)	-188.93
CENACE	0.00	0.00	13.79	13.79	Subtotal	9,754.58
Energía	0.00	0.00	4,449.83	4,449.83	IVA 16%	1,560.73
Capacidad	0.00	2,259.74	0.00	2,259.74	Facturación del Periodo	11,315.31
SCnMEM(1)	0.00	0.00	13.16	13.16	Diferencia por redondeo	0.55
					Total	11,315.86



Periodo	Demanda kW	Consumo total kWh	Factor potencia %	Factor carga %	Precio medio (MXN)
DIC 23	9	2,966	99.51	32.78	4,2083
ENE 24	5	1,539	99.57	19.43	4,5094
FEB 24	9	3,050	98.71	33.09	4,1299
MAR 24	8	2,815	98.04	32.58	4,0920
ABR 24	5	1,619	98.24	19.38	4,4274
MAY 24	8	2,791	98.83	25.96	4,1409
JUN 24	9	2,872	98.32	33.24	4,3096
JUL 24	8	2,544	98.60	33.23	4,3330
AGO 24	3	926	99.94	20.10	4,8427
SEP 24	7	2,304	99.28	26.67	4,3929
OCT 24	8	2,774	98.75	30.10	4,2591
NOV 24	8	2,710	98.81	31.37	4,3069
DIC 24	7	2,122	97.44	27.72	4,5969

Figura 23 Recibo de facturación de energía CFE.

ANEXO II.VI. Facturación de energía periodo comprendido DIC 24-ENE 25

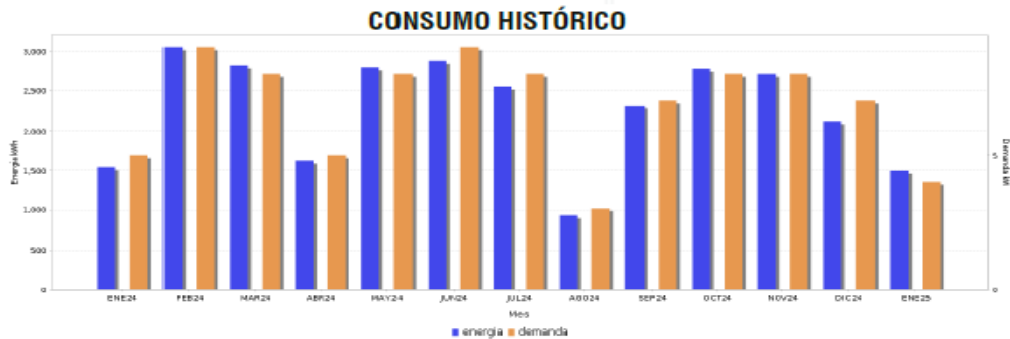


CFE Suministrador de Servicios Básicos
Río Ródano No. 14, colonia Cuauhtémoc,
Alcaldía Cuauhtémoc, Código Postal 06500,
Ciudad de México. RFC: CSS160330CP7

SEIEM SEC TEC 54 BLVD INSURGENTES S N ESQ E ZAP 15DST0062X ATA SAN CRISTO SAN CRISTOBAL CENTRO C.P.55000 ECATEPEC DE MORELOS,MEX.			TOTAL A PAGAR: \$7,364 (SIETE MIL TRESCIENTOS SESENTA Y CUATRO PESOS M.N.)
NO. DE SERVICIO:516851002371 RMU:55000 B5-10-21 SEI9-20604 001 CFE			PERIODO FACTURADO:12 DIC 24-13 ENE 25
CUENTA:69DL60E016650180	TARIFA:GDBT	NO. MEDIDOR:MX237C	MULTIPLICADOR:1 NO HILOS:3
CARGA CONECTADA kW:31		DEMANDA CONTRATADA kW:31	CORTE A PARTIR:31 ENE 2025

Concepto	No. medidor	Lectura actual		Lectura anterior		Diferencia	Totales
		Medida X	Estimada	Medida X	Estimada		
kWh	MX237C	89,490		87,995		1,495	1,495
kW	MX237C	10		0		10	10
kVArh	MX237C	13,407		13,191		216	216
Mes	Días de mes	Consumo prom. diario		Energía kWh	Precios \$/kWh		
Mes	Factor de proporción	Demanda máxima \$/kW		Precios \$/kW	Importe (MXN)	Factor de potencia	
						98.97	

Costos de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)	Concepto	Importe (MXN)
Suministro	568.65	0.00	0.00	568.65	Cargo Fijo(*)	568.65
Distribución	0.00	1,293.12	0.00	1,293.12	Energía	5,929.03
Transmisión	0.00	0.00	264.47	264.47	Bonificación Factor de Potencia(*)	-149.45
CENACE	0.00	0.00	9.72	9.72	Subtotal	6,348.23
Energía	0.00	0.00	3,082.69	3,082.69	IVA 16%	1,015.72
Capacidad	0.00	1,269.76	0.00	1,269.76	Facturación del Periodo	7,363.95
SCnMEM(1)	0.00	0.00	9.27	9.27	Diferencia por redondeo	0.86
					Total	7,364.81



Periodo	Demanda kW	Consumo total kWh	Factor potencia %	Factor carga %	Precio medio (MXN)
ENE 24	5	1,539	99.57	19.43	4.5094
FEB 24	9	3,050	98.71	33.09	4.1239
MAR 24	8	2,815	98.04	32.58	4.0920
ABR 24	5	1,619	98.24	19.38	4.4274
MAY 24	8	2,791	98.83	25.96	4.1409
JUN 24	9	2,872	98.32	33.24	4.3056
JUL 24	8	2,544	98.60	33.23	4.3330
AGO 24	3	926	99.94	20.10	4.8427
SEP 24	7	2,304	99.28	26.67	4.3929
OCT 24	8	2,774	98.75	30.10	4.2591
NOV 24	8	2,710	98.81	31.37	4.3069
DIC 24	7	2,122	97.44	27.72	4.5969
ENE 25	4	1,495	98.97	19.47	4.2463

Figura 24 Recibo de facturación de energía CFE.

ANEXO II.VII. Facturación de energía periodo comprendido ENE 25-FEB 25

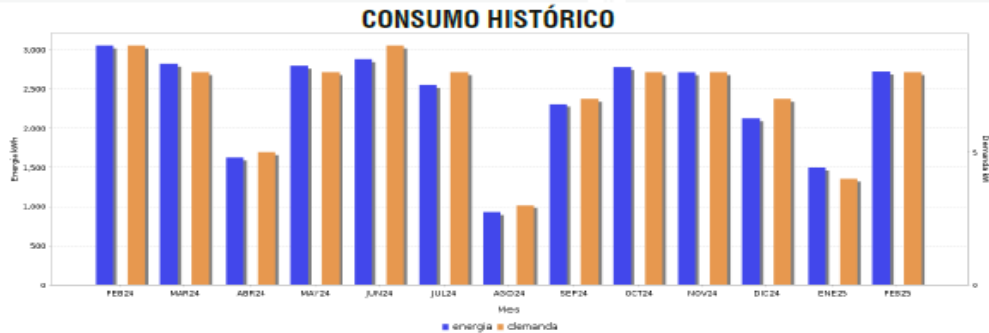


CFE Suministrador de Servicios Básicos
Río Ródano No. 14, colonia Cuauhtimoc,
Alcaldía Cuauhtimoc, Código Postal 06500,
Ciudad de México. RFC: CSS160330CF7

SEIEM SEC TEC 54 BLVD INSURGENTES S N ESQ E ZAP 15DST0062X ATA SAN CRISTO SAN CRISTOBAL CENTRO C.P.55000 ECATEPEC DE MORELOS,MEX.			TOTAL A PAGAR: \$13,615 (TRECE MIL SEISCIENTOS QUINCE PESOS M.N.)
NO. DE SERVICIO: 516851002371 RMU: 55000 85-10-21 SEI9-20604 001 CFE CUENTA: 69DL60E016650180 TARIFA: GDBT NO. MEDIDOR: MX237C MULTIPLICADOR: 1 NO HILOS: 3			PERIODO FACTURADO: 13 ENE 25-13 FEB 25
CARGA CONECTADA kW: 31 DEMANDA CONTRATADA kW: 31			FECHA LÍMITE DE PAGO: 02 MAR 2025
			CORTE A PARTIR: 03 MAR 2025

Concepto	No. medidor	Lectura actual Medido X Estimado	Lectura anterior Medido X Estimado	Diferencia	Totales
kWh	MX237C	92,209	89,490	2,719	2,719
kW	MX237C	12	0	12	12
kVArh	MX237C	14,054	13,407	647	647
Mes	Días de mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precios \$/kWh	
Mes	Factor de proporción	Demanda máxima \$/kW	Precios \$/kW	Importe (MXN)	Factor de potencia
					97.28

Costos de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)	Concepto	Importe (MXN)
Suministro	563.57	0.00	0.00	563.57	Cargo Fijo(*)	563.57
Distribución	0.00	2,633.36	0.00	2,633.36	Energía	11,400.55
Transmisión	0.00	0.00	491.87	491.87	Bonificación Factor de Potencia(*)	-227.32
CENACE	0.00	0.00	17.67	17.67	Subtotal	11,736.80
Energía	0.00	0.00	5,671.83	5,671.83	IVA 16%	1,877.89
Capacidad	0.00	2,568.96	0.00	2,568.96	Facturación del Periodo	13,614.69
SCnMEM(1)	0.00	0.00	16.86	16.86	Diferencia por redondeo	0.81
					Total	13,615.50



Periodo	Demanda kW	Consumo total kWh	Factor potencia %	Factor carga %	Precio medio (MXN)
FEB 24	9	3,050	98.71	33.09	4.1239
MAR 24	8	2,815	98.04	32.58	4.0920
ABR 24	5	1,619	98.24	19.38	4.4274
MAY 24	8	2,791	98.83	25.96	4.1409
JUN 24	9	2,872	98.32	33.24	4.3066
JUL 24	8	2,544	98.60	33.23	4.3330
AGO 24	3	926	99.94	20.10	4.8427
SEP 24	7	2,304	99.28	26.67	4.3929
OCT 24	8	2,774	98.75	30.10	4.2591
NOV 24	8	2,710	98.81	31.37	4.3009
DIC 24	7	2,122	97.44	27.72	4.5969
ENE 25	4	1,495	98.97	19.47	4.2463
FEB 25	8	2,719	97.28	30.45	4.3166

Figura 25 Recibo de facturación de energía CFE.

ANEXO II.VIII. Facturación de energía periodo comprendido FEB 25-MAR 25

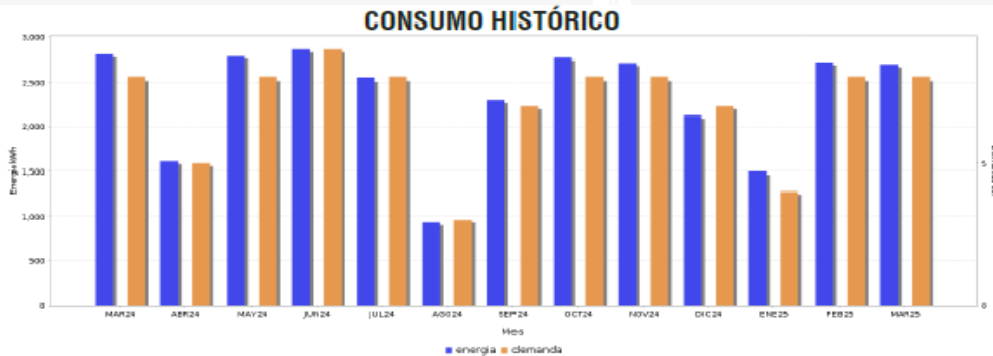


Comisión Federal de Electricidad
Av. Paseo de la Reforma 164, Col. Juárez,
Alcaldía: Cuauhtémoc, Código Postal: 06600,
Ciudad de México. RFC: CFE370814Q10

SEIEM SEC TEC 54 BLVD INSURGENTES S N ESQ E ZAP 15DST0062X ATA SAN CRISTO SAN CRISTOBAL CENTRO C.P.55000 ECATEPEC DE MORELOS,MEX.			TOTAL A PAGAR: \$13,539 (TRECE MIL QUINIENTOS TREINTA Y NUEVE PESOS M.N.)
NO. DE SERVICIO: 516851002371 RMU: 55000 85-10-21 SEI9-20604 001 CFE CUENTA: 69DL60E016650180 TARIFA: GDBT			PERIODO FACTURADO: 13 FEB 25-14 MAR 25
NO. MEDIDOR: MX237C	MULTIPLICADOR: 1 NO HILOS: 3	FECHA LÍMITE DE PAGO: 03 ABR 2025	
CARGA CONECTADA kW: 31	DEMANDA CONTRATADA kW: 31	CORTE A PARTIR: 04 ABR 2025	

Concepto	No. medidor	Lectura actual Medida <input checked="" type="checkbox"/> Estimada <input type="checkbox"/>	Lectura anterior Medida <input checked="" type="checkbox"/> Estimada <input type="checkbox"/>	Diferencia	Totales
kWh	MX237C	94,904	92,209	2,695	2,695
kW	MX237C	12	0	12	12
kVArh	MX237C	14,581	14,054	527	527
Mes	Días de mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precios \$/kWh	
Mes	Factor de proporción	Demanda máxima \$/kW	Precios \$/kW	Importe (MXN)	Factor de potencia
					98.14

Costos de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)	Concepto	Importe (MXN)
Suministro	563.57	0.00	0.00	563.57	Cargo Fijo(*)	563.57
Distribución	0.00	2,633.36	0.00	2,633.36	Energía	11,358.02
Transmisión	0.00	0.00	487.53	487.53	Bonificación Factor de Potencia(*)	-250.35
CENACE	0.00	0.00	17.52	17.52	Subtotal	11,671.24
Energía	0.00	0.00	5,629.86	5,629.86	IVA 16%	1,867.40
Capacidad	0.00	2,573.04	0.00	2,573.04	Facturación del Periodo	13,538.64
SCnMEM(1)	0.00	0.00	16.71	16.71	Diferencia por redondeo	0.50
					Total	13,539.14



Periodo	Demanda kW	Consumo total kWh	Factor potencia %	Factor carga %	Precio medio (MXN)
MAR 24	8	2,815	98.04	32.58	4.0920
ABR 24	5	1,619	98.24	19.38	4.4274
MAY 24	8	2,791	98.83	25.96	4.1409
JUN 24	9	2,672	98.32	33.24	4.3056
JUL 24	6	2,544	98.60	33.23	4.3330
AGO 24	3	926	99.94	20.10	4.8427
SEP 24	7	2,304	99.28	26.67	4.3929
OCT 24	8	2,774	98.75	30.10	4.2591
NOV 24	8	2,710	98.81	31.37	4.3069
DIC 24	7	2,122	97.44	27.72	4.5969
ENE 25	4	1,495	98.57	19.47	4.2463
FEB 25	8	2,719	97.28	30.45	4.3166
MAR 25	8	2,695	98.14	32.27	4.3307

Figura 26 Recibo de facturación de energía CFE.

ANEXO II.IX. Facturación de energía periodo comprendido MAR 25-ABR 25

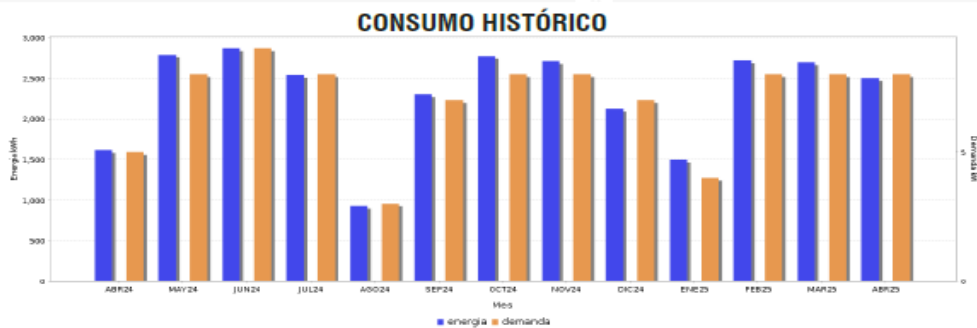


Comisión Federal de Electricidad
Av. Paseo de la Reforma 164, Col. Juárez,
Alcaldía: Cuauhtémoc, Código Postal: 06600,
Ciudad de México. RFC: CFE370814010

SEIEM SEC TEC 54 BLVD INSURGENTES S N ESQ E ZAP 15DST0062X ATA SAN CRISTO SAN CRISTOBAL CENTRO C.P.55000 ECATEPEC DE MORELOS,MEX.			TOTAL A PAGAR: \$13,103 (TRECE MIL CIENTO TRES PESOS M.N.)
NO. DE SERVICIO: 516851002371 RMU: 55000 85-10-21 SEI9-20804 001 CFE CUENTA: 69DL60E016650180			PERIODO FACTURADO: 14 MAR 25-11 ABR 25
TARIFA: GDBT	NO. MEDIDOR: MX237C	MULTIPLICADOR: 1 NO HILOS: 3	FECHA LÍMITE DE PAGO: 02 MAY 2025
CARGA CONECTADA kW: 31	DEMANDA CONTRATADA kW: 31	CORTE A PARTIR: 03 MAY 2025	

Concepto	No. medidor	Lectura actual Medida <input checked="" type="checkbox"/> Estimada <input type="checkbox"/>	Lectura anterior Medida <input checked="" type="checkbox"/> Estimada <input type="checkbox"/>	Diferencia	Totales
kWh	MX237C	97,409	94,904	2,505	2,505
kW	MX237C	13	0	13	13
kVArh	MX237C	15,246	14,581	665	665
Mes	Días de mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precios \$/kWh	
Mes	Factor de proporción	Demanda máxima \$/kW	Precios \$/kW	Importe (MXN)	Factor de potencia
					96.65

Costos de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)	Concepto	Importe (MXN)
Suministro	563.57	0.00	0.00	563.57	Cargo Fijo(*)	563.57
Distribución	0.00	2,633.36	0.00	2,633.36	Energía	10,927.85
Transmisión	0.00	0.00	453.15	453.15	Bonificación Factor de Potencia(*)	-195.35
CEÑACE	0.00	0.00	16.28	16.28	Subtotal	11,296.07
Energía	0.00	0.00	5,235.45	5,235.45	IVA 16%	1,807.37
Capacidad	0.00	2,574.08	0.00	2,574.08	Facturación del Periodo	13,103.44
SCnMEM(1)	0.00	0.00	15.53	15.53	Diferencia por redondeo	0.14
					Total	13,103.58



Periodo	Demanda kW	Consumo total kWh	Factor potencia %	Factor carga %	Precio medio (MXN)
ABR 24	5	1,619	98.24	19.38	4.4274
MAY 24	8	2,791	98.53	25.96	4.1409
JUN 24	9	2,872	98.32	33.24	4.3066
JUL 24	8	2,544	98.60	33.23	4.3330
AGO 24	3	926	99.94	20.10	4.8427
SEP 24	7	2,304	99.28	26.67	4.3929
OCT 24	8	2,774	98.75	30.10	4.2591
NOV 24	8	2,710	98.51	31.37	4.3009
DIC 24	7	2,122	97.44	27.72	4.5969
ENE 25	4	1,495	98.97	19.47	4.2463
FEB 25	8	2,719	97.28	30.45	4.3166
MAR 25	8	2,695	98.14	32.27	4.3307
ABR 25	8	2,505	96.65	28.67	4.5094

Figura 27 Recibo de facturación de energía CFE.

ANEXO II.X. Facturación de energía periodo comprendido ABR 25-MAY 25



Comisión Federal de Electricidad
Av. Paseo de la Reforma 164, Col. Juárez,
Alcaldía: Cuauhtémoc, Código Postal: 06600,
Ciudad de México. RFC: CFE370814QI0

SEIEM SEC TEC 54

BLVD INSURGENTES S N ESQ E ZAP
15DST0062X ATA SAN CRISTO
SAN CRISTOBAL CENTRO
C.P.55000

ECATEPEC DE MORELOS,MEX.

NO. DE SERVICIO:516851002371

RMU:55000 85-10-21 SEI9-20604 001 CFE

CUENTA:69DL60E016850180

TARIFA:GDBT

NO. MEDIDOR:MX237C

MULTIPLICADOR:1
NO HILOS:3

CARGA CONECTADA kW:31

DEMANDA CONTRATADA kW:31

TOTAL A PAGAR:

\$9,195

(NUEVE MIL CIENTO NOVENTA Y CINCO PESOS M.N.)

PERIODO FACTURADO:11 ABR 25-14 MAY 25

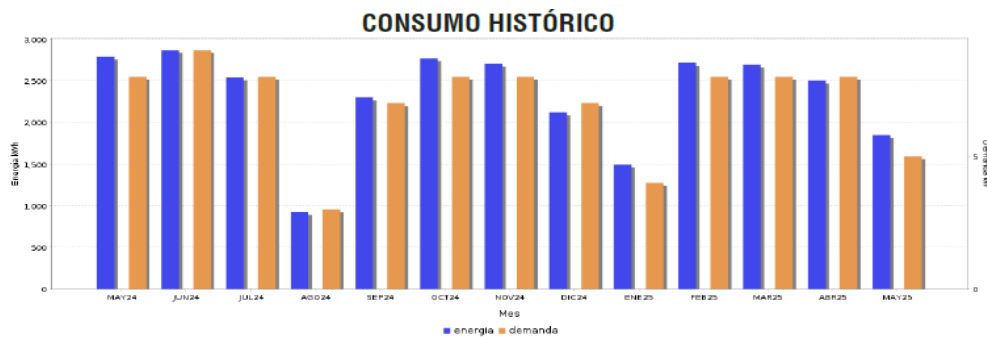
FECHA LÍMITE DE PAGO:31 MAY 2025

CORTE A PARTIR:01 JUN 2025

Concepto	No. medidor	Lectura actual Medida <input checked="" type="checkbox"/> Estimada <input type="checkbox"/>	Lectura anterior Medida <input checked="" type="checkbox"/> Estimada <input type="checkbox"/>	Diferencia	Totales
kWh	MX237C	99,261	97,409	1,852	1,852
kW	MX237C	12	0	12	12
kVArh	MX237C	15,808	15,246	562	562

Mes	Días de mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precios \$/kWh	Factor de potencia
Mes	Factor de proporción	Demanda máxima \$/kW	Precios \$/kW	Importe (MXN)	Factor de potencia
					95.69

Costos de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglos del importe a pagar	
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)	Concepto	Importe (MXN)
Suministro	563.57	0.00	0.00	563.57	Cargo Fijo(?)	563.57
Distribución	0.00	1,645.65	0.00	1,645.85	Energía	7,483.88
Transmisión	0.00	0.00	335.03	335.03	Bonificación Factor de Potencia(?)	-120.71
CENACE	0.00	0.00	12.04	12.04	Subtotal	7,926.74
Energía	0.00	0.00	3,870.68	3,870.68	IVA 16%	1,268.28
Capacidad	0.00	1,608.80	0.00	1,608.80	Facturación del Periodo	9,195.02
SCrMEM(1)	0.00	0.00	11.48	11.48	Diferencia por redondeo	0.58
					Total	9,195.60



Periodo	Demanda kW	Consumo total kWh	Factor potencia %	Factor carga %	Precio medio (MXN)
MAY 24	8	2,791	98.83	25.98	4.1409
JUN 24	9	2,872	98.32	33.24	4.3056
JUL 24	8	2,544	98.60	33.23	4.3330
AGO 24	3	926	99.94	20.10	4.8427
SEP 24	7	2,304	99.28	26.67	4.3929
OCT 24	8	2,774	98.75	30.10	4.2591
NOV 24	8	2,710	98.81	31.37	4.3069
DIC 24	7	2,122	97.44	27.72	4.5969
ENE 25	4	1,495	98.97	19.47	4.2463
FEB 25	8	2,719	97.28	30.45	4.3166
MAR 25	8	2,695	98.14	32.27	4.3307
ABR 25	8	2,505	96.65	28.67	4.5094
MAY 25	5	1,852	95.69	19.49	4.2801

Figura 28 Recibo de facturación de energía CFE.

ANEXO III. Recibos de Energía facturación calculada

Datos del Servicio					Total a pagar			
Tarifa	GDBT				\$5,202			
División	VALLE DE MEXICO NORTE							
Periodo	Inicio	12/07/2024						
	Fin de mes	13/08/2024						
	Días del periodo	32						
<hr/>								
Concepto	Unidades	lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia	Totales	Demanda facturada		
Consumo	kWh	78085	77159	926	926	3	kW	
Demanda	kW	6	0	6	6	Factor de potencia		
Reactivos	KVArh	11558	11527	31	31	99.94		
<hr/>								
Costo de la energía en el Mercado Electrico Mayorista					Desglose del Importe a pagar			
Conceptos	\$	\$kW	\$kWh	Importe	Concepto	Importe		
Suministro	568.65	0.00	0.00	568.65	Cargo fijo	568.65		
Distribución	0.00	969.84	0.00	969.84	Energía	4030.65		
Transmisión	0.00	0.00	163.81	163.81	Bonificación F.P.	-114.98		
CENACE	0.00	0.00	6.02	6.02	Subtotal	4484.32		
Energía	0.00	0.00	1925.15	1925.15	IVA 16%	717.49		
Capacidad	0.00	960.09	0.00	960.09	Facturación del Periodo	5201.81		
Scn MEM	0.00	0.00	5.74	5.74	Diferencia por redondeo	0.87		
Total	568.65	1929.93	2100.72	4599.30	Total	\$ 5,202.68		
<hr/>								
Tarifa	Precios(Fuente:Oficio CRE SE-300/63657/2024 (Acuerdo A/074/2024) TFSB julio 2024)							
GDBT	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnNEM	Energía	Capacidad
Octubre	\$/mes				568.65			
	\$/kWh	0.1769		0.0065		0.0062	2.079	
	\$/kW		323.28					320.03

Figura 29 Recibo de facturación calculada julio 2024(fuente: elaboración propia).

Datos del Servicio					Total a pagar			
Tarifa	GDBT				\$11,741			
División	VALLE DE MEXICO NORTE							
Periodo	Inicio	13/08/2024						
	Fin de mes	12/09/2024						
	Días del periodo	30						
<hr/>								
Concepto	Unidades	lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia	Totales	Demanda facturada		
Consumo	kWh	80389	78085	2304	2304	7	kW	
Demanda	kW	12	0	12	12	Factor de potencia		
Reactivos	KVArh	11836	11558	278	278	99.28		
<hr/>								
Costo de la energía en el Mercado Electrico Mayorista					Desglose del Importe a pagar			
Conceptos	\$	\$kW	\$kWh	Importe	Concepto	Importe		
Suministro	568.65	0.00	0.00	568.65	Cargo fijo	568.65		
Distribución	0.00	2262.96	0.00	2262.96	Energía	9790.89		
Transmisión	0.00	0.00	407.58	407.58	Bonificación F.P.	-238.27		
CENACE	0.00	0.00	14.98	14.98	Subtotal	10121.27		
Energía	0.00	0.00	4831.49	4831.49	IVA 16%	1619.40		
Capacidad	0.00	2259.60	0.00	2259.60	Facturación del Periodo	11740.67		
Scn MEM	0.00	0.00	14.28	14.28	Diferencia por redondeo	0.68		
Total	568.65	4522.56	5268.33	10359.54	Total	\$ 11,741.35		
<hr/>								
Tarifa	Precios(Fuente:Oficio CRE SE-300/69720/2024 (Acuerdo A/088/2024) TFSB agosto 2024)							
GDBT	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnNEM	Energía	Capacidad
Octubre	\$/mes				568.65			
	\$/kWh	0.1769		0.0065		0.0062	2.097	
	\$/kW		323.28					322.8

Figura 30 Recibo de facturación calculada agosto 2024(fuente: elaboración propia).

Datos del Servicio						Total a pagar			
Tarifa	GDBT					\$13,705			
División	VALLE DE MEXICO NORTE								
Periodo	Inicio	12/09/2024							
	Fin de mes	14/10/2024							
	Días del periodo	32							
Concepto	Unidades	lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia	Totales	Demanda facturada			
Consumo	kWh	83163	80389	2774	2774	8	kW		
Demanda	kW	12	0	12	12	Factor de potencia			
Reactivos	KVArh	12279	11836	443	443	98.75			
Costo de la energía en el Mercado Electrico Mayorista					Desglose del Importe a pagar				
Conceptos	\$	\$kW	\$kWh	Importe	Concepto	Importe			
Suministro	568.65	0.00	0.00	568.65	Cargo fijo	568.65			
Distribución	0.00	2586.24	0.00	2586.24	Energía	11511.83			
Transmisión	0.00	0.00	490.72	490.72	Bonificación F.P.	-265.77			
CENACE	0.00	0.00	18.03	18.03	Subtotal	11814.71			
Energía	0.00	0.00	5817.08	5817.08	IVA 16%	1890.35			
Capacidad	0.00	2582.56	0.00	2582.56	Facturación del Periodo	13705.06			
Scn MEM	0.00	0.00	17.20	17.20	Diferencia por redondeo	0.35			
Total	568.65	5168.80	6343.03	12080.48	Total	\$13,705.41			
Precios(Fuente:Oficio CRE SE-300/80083/2024 (Acuerdo A/106/2024) TFSB septiembre 2024)									
Tarifa	GDBT	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	ScnNEM	Energía	Capacidad
Octubre		\$/mes				568.65			
		\$/kWh	0.1769		0.0065		0.0062	2.097	
		\$/kW		323.28					322.83

Figura 31 Recibo de facturación calculada septiembre 2024(fuente: elaboración propia).

Datos del Servicio						Total a pagar			
Tarifa	GDBT					\$13,359			
División	VALLE DE MEXICO NORTE								
Periodo	Inicio	14/10/2024							
	Fin de mes	13/11/2024							
	Días del periodo	30							
Concepto	Unidades	lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia	Totales	Demanda facturada			
Consumo	kWh	85873	83163	2710	2710	8	kW		
Demanda	kW	12	0	12	12	Factor de potencia			
Reactivos	KVArh	12701	12279	422	422	98.81			
Costo de la energía en el Mercado Electrico Mayorista					Desglose del Importe a pagar				
Conceptos	\$	\$kW	\$kWh	Importe	Concepto	Importe			
Suministro	568.65	0.00	0.00	568.65	Cargo fijo	568.65			
Distribución	0.00	2586.24	0.00	2586.24	Energía	11365.57			
Transmisión	0.00	0.00	479.40	479.40	Bonificación F.P.	-262.55			
CENACE	0.00	0.00	17.62	17.62	Subtotal	11671.66			
Energía	0.00	0.00	5682.87	5682.87	IVA 16%	1867.47			
Capacidad	0.00	2582.64	0.00	2582.64	Facturación del Periodo	13539.13			
Scn MEM	0.00	0.00	16.80	16.80	Diferencia por redondeo	0.41			
Total	568.65	5168.88	6196.69	11934.22	Total	\$13,539.54			
Precios(Fuente:Oficio CRE SE-300/87329/2024 (Acuerdo A/112/2024) TFSB octubre 2024)									
Tarifa	GDBT	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	ScnNEM	Energía	Capacidad
Octubre		\$/mes				568.65			
		\$/kWh	0.1769		0.0065		0.0062	2.097	
		\$/kW		323.28					322.83

Figura 32 Recibo de facturación calculada octubre 2024(fuente: elaboración propia).

Datos del Servicio					Total a pagar			
Tarifa	GDBT				\$11,315			
División	VALLE DE MEXICO NORTE							
Periodo	Inicio	13/11/2024						
	Fin de mes	12/12/2024						
	Días del periodo	29						
Concepto	Unidades	lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia	Totales	Demanda facturada		
Consumo	kWh	87995	85873	2122	2122	7	kW	
Demanda	kW	11	0	11	11	Factor de potencia		
Reactivos	KVArh	13191	12701	490	490	97.44		
Costo de la energía en el Mercado Electrico Mayorista					Desglose del Importe a pagar			
Conceptos	\$	\$kW	\$kWh	Importe	Concepto	Importe		
Suministro	568.65	0.00	0.00	568.65	Cargo fijo	568.65		
Distribución	0.00	2262.96	0.00	2262.96	Energía	9374.87		
Transmisión	0.00	0.00	375.38	375.38	Bonificación F.P.	-188.93		
CENACE	0.00	0.00	13.79	13.79	Subtotal	9754.59		
Energía	0.00	0.00	4449.83	4449.83	IVA 16%	1560.73		
Capacidad	0.00	2259.74	0.00	2259.74	Facturación del Periodo	11315.32		
Scn MEM	0.00	0.00	13.16	13.16	Diferencia por redondeo	0.55		
Total	568.65	4522.70	4852.17	9943.52	Total	\$ 11,315.87		
Tarifa	Precios(Fuente:Oficio CRE SE-300/91664/2024 (Acuerdo A/132/2024) TFSB noviembre 2024)							
GDBT	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnNEM	Energía	Capacidad
Octubre	\$/mes				568.65			
	\$/kWh	0.1769		0.0065		0.0062	2.097	
	\$/kW		323.28					322.82

Figura 33 Recibo de facturación calculada noviembre 2024(fuente: elaboración propia).

Datos del Servicio					Total a pagar			
Tarifa	GDBT				\$7,364			
División	VALLE DE MEXICO NORTE							
Periodo	Inicio	12/12/2024						
	Fin de mes	13/01/2025						
	Días del periodo	32						
Concepto	Unidades	lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia	Totales	Demanda facturada		
Consumo	kWh	89490	87995	1495	1495	4	kW	
Demanda	kW	10	0	10	10	Factor de potencia		
Reactivos	KVArh	13407	13191	216	216	98.97		
Costo de la energía en el Mercado Electrico Mayorista					Desglose del Importe a pagar			
Conceptos	\$	\$kW	\$kWh	Importe	Concepto	Importe		
Suministro	568.65	0.00	0.00	568.65	Cargo fijo	568.65		
Distribución	0.00	1293.12	0.00	1293.12	Energía	5929.02		
Transmisión	0.00	0.00	264.47	264.47	Bonificación F.P.	-149.45		
CENACE	0.00	0.00	9.72	9.72	Subtotal	6348.23		
Energía	0.00	0.00	3082.69	3082.69	IVA 16%	1015.72		
Capacidad	0.00	1269.76	0.00	1269.76	Facturación del Periodo	7363.94		
Scn MEM	0.00	0.00	9.27	9.27	Diferencia por redondeo	0.86		
Total	568.65	2562.88	3366.14	6497.67	Total	\$ 7,364.80		
Tarifa	Precios(Fuente:Oficio CRE SE-300/97491/2024 (Acuerdo A/149/2024) TFSB diciembre 2024)							
GDBT	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnNEM	Energía	Capacidad
Octubre	\$/mes				568.65			
	\$/kWh	0.1769		0.0065		0.0062	2.062	
	\$/kW		323.28					317.44

Figura 34 Recibo de facturación calculada diciembre 2024(fuente: elaboración propia).

Datos del Servicio						Total a pagar			
Tarifa	GDBT					\$13,615			
División	VALLE DE MEXICO NORTE								
Periodo	Inicio	13/01/2025							
	Fin de mes	13/02/2025							
	Días del periodo	31							
<hr/>									
Concepto	Unidades	lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia	Totales	Demanda facturada			
Consumo	kWh	92209	89490	2719	2719	8	kW		
Demanda	kW	12	0	12	12	Factor de potencia			
Reactivos	KVArh	14054	13407	647	647	97.28			
<hr/>									
Costo de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglose del Importe a pagar				
Conceptos	\$	\$kW	\$kWh	Importe	Concepto	Importe			
Suministro	563.57	0.00	0.00	563.57	Cargo fijo	563.57			
Distribución	0.00	2633.36	0.00	2633.36	Energía	11400.55			
Transmisión	0.00	0.00	491.87	491.87	Bonificación F.P.	-227.32			
CENACE	0.00	0.00	17.67	17.67	Subtotal	11736.80			
Energía	0.00	0.00	5671.83	5671.83	IVA 16%	1877.89			
Capacidad	0.00	2568.96	0.00	2568.96	Facturación del Periodo	13614.69			
Scn MEM	0.00	0.00	16.86	16.86	Diferencia por redondeo	0.81			
Total	563.57	5202.32	6198.23	11964.12	Total	\$13,615.50			
<hr/>									
Precios(Fuente:Oficio CRE SE-300/100506/2024 (Acuerdo A/166/2024) TFSB enero 2025)									
Tarifa	GDBT	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnNEM	Energía	Capacidad
Octubre	\$ /mes					563.57			
	\$/kWh	0.1809			0.0065		0.0062	2.086	
	\$/kW			329.17					321.12

Figura 35 Recibo de facturación calculada enero 2025(fuente: elaboración propia).

Datos del Servicio						Total a pagar			
Tarifa	GDBT					\$13,539			
División	VALLE DE MEXICO NORTE								
Periodo	Inicio	13/02/2025							
	Fin de mes	14/03/2025							
	Días del periodo	29							
<hr/>									
Concepto	Unidades	lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia	Totales	Demanda facturada			
Consumo	kWh	94904	92209	2695	2695	8	kW		
Demanda	kW	12	0	12	12	Factor de potencia			
Reactivos	KVArh	14581	14054	527	527	98.14			
<hr/>									
Costo de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglose del Importe a pagar				
Conceptos	\$	\$kW	\$kWh	Importe	Concepto	Importe			
Suministro	563.57	0.00	0.00	563.57	Cargo fijo	563.57			
Distribución	0.00	2633.36	0.00	2633.36	Energía	11358.01			
Transmisión	0.00	0.00	487.53	487.53	Bonificación F.P.	-250.35			
CENACE	0.00	0.00	17.52	17.52	Subtotal	11671.22			
Energía	0.00	0.00	5629.86	5629.86	IVA 16%	1867.40			
Capacidad	0.00	2573.04	0.00	2573.04	Facturación del Periodo	13538.62			
Scn MEM	0.00	0.00	16.71	16.71	Diferencia por redondeo	0.50			
Total	563.57	5206.40	6151.61	11921.58	Total	\$13,539.12			
<hr/>									
Precios(Fuente:Oficio CRE SE-300/4279/2025 (Acuerdo A/013/2025) TFSB febrero 2025)									
Tarifa	GDBT	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	SCnNEM	Energía	Capacidad
Octubre	\$ /mes					563.57			
	\$/kWh	0.1809			0.0065		0.0062	2.089	
	\$/kW			329.17					321.63

Figura 36 Recibo de facturación calculada febrero 2025(fuente: elaboración propia).

Datos del Servicio					Total a pagar			
Tarifa	GDBT				\$13,103			
División	VALLE DE MEXICO NORTE							
Periodo	Inicio	14/03/2025						
	Fin de mes	11/04/2025						
	Dias del periodo	28						
<hr/>								
Concepto	Unidades	lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia	Totales	Demanda facturada		
Consumo	kWh	97409	94904	2505	2505	8	kW	
Demanda	kW	13	0	13	13	Factor de potencia		
Reactivos	KVArh	15246	14581	665	665	96.65		
<hr/>								
Costo de la energía en el Mercado Electrico Mayorista					Desglose del Importe a pagar			
Conceptos	\$	\$kW	\$kWh	Importe	Concepto	Importe		
Suministro	563.57	0.00	0.00	563.57	Cargo fijo	563.57		
Distribución	0.00	2633.36	0.00	2633.36	Energía	10927.86		
Transmisión	0.00	0.00	453.15	453.15	Bonificación F.P.	-195.35		
CENACE	0.00	0.00	16.28	16.28	Subtotal	11296.07		
Energía	0.00	0.00	5235.45	5235.45	IVA 16%	1807.37		
Capacidad	0.00	2574.08	0.00	2574.08	Facturación del Periodo	13103.45		
Scn MEM	0.00	0.00	15.53	15.53	Diferencia por redondeo	0.14		
Total	563.57	5207.44	5720.42	11491.43	Total	\$ 13,103.59		
<hr/>								
Tarifa	Precios(Fuente:Oficio CRE SE-300/12396/2025 (Acuerdo A/021/2025) TFSB marzo 2025)							
GDBT	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	ScnNEM	Energía	Capacidad
Octubre	\$/mes				563.57			
	\$/kWh	0.1809		0.0065		0.0062	2.090	
	\$/kW		329.17					321.76

Figura 37 Recibo de facturación calculada marzo 2025(fuente: elaboración propia).

Datos del Servicio					Total a pagar			
Tarifa	GDBT				\$9,195			
División	VALLE DE MEXICO NORTE							
Periodo	Inicio	11/04/2025						
	Fin de mes	14/05/2025						
	Dias del periodo	33						
<hr/>								
Concepto	Unidades	lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia	Totales	Demanda facturada		
Consumo	kWh	99261	97409	1852	1852	5	kW	
Demanda	kW	12	0	12	12	Factor de potencia		
Reactivos	KVArh	15808	15246	562	562	95.69		
<hr/>								
Costo de la energía en el Mercado Electrico Mayorista					Desglose del Importe a pagar			
Conceptos	\$	\$kW	\$kWh	Importe	Concepto	Importe		
Suministro	563.57	0.00	0.00	563.57	Cargo fijo	563.57		
Distribución	0.00	1645.85	0.00	1645.85	Energía	7483.88		
Transmisión	0.00	0.00	335.03	335.03	Bonificación F.P.	-120.71		
CENACE	0.00	0.00	12.04	12.04	Subtotal	7926.74		
Energía	0.00	0.00	3870.68	3870.68	IVA 16%	1268.28		
Capacidad	0.00	1608.80	0.00	1608.80	Facturación del Periodo	9195.01		
Scn MEM	0.00	0.00	11.48	11.48	Diferencia por redondeo	0.14		
Total	563.57	3254.65	4229.23	8047.45	Total	\$ 9,195.15		
<hr/>								
Tarifa	Precios(Fuente:Oficio CRE SE-300/12396/2025 (Acuerdo A/021/2025) TFSB marzo 2025)							
GDBT	Unidades	Transmisión	Distribución	CENACE	Suministro	ScnNEM	Energía	Capacidad
Octubre	\$/mes				563.57			
	\$/kWh	0.1809		0.0065		0.0062	2.090	
	\$/kW		329.17					321.76

Figura 38 Recibo de facturación calculada abril 2025(fuente: elaboración propia).

ANEXO IV. Ficha técnica de luminaria LA-LED-T-18W



LA-LED-T/18W
TUBO LED

CARACTERÍSTICAS

APLICACIÓN:	Iluminación de interiores
MATERIAL DE LA CARCASA:	Cristal + PVC
TERMINADO:	Transparente
ÍNDICE DE PROTECCIÓN (IP):	IP 22
DIMENSIONES (mm)	1200mm x 28mm
TIPO DE ENCENDIDO:	Manual

PARÁMETROS ELÉCTRICOS

TIPO DE LÁMPARA:	Iluminación led
POTENCIA (W):	18W
TENSIÓN (V~):	100 - 240 VAC
FRECUENCIA (Hz):	50/60 Hz
FACTOR DE POTENCIA [F.P.]:	>0.8
FLUJO LUMINOSO [LM]:	1 650lm
TEMPERATURA DE COLOR (K):	6 500K
HORAS DE VIDA (H):	30 000hrs
COLOR DE LA LUZ:	Luz de día
TEMPERATURA DE OPERACIÓN :	-20°C a 40°C
ÁNGULO DE APERTURA(°):	120°
IRC:	>70

BENEFICIOS:

ATENUABLE:	NO
GARANTÍA:	3 Años
PAÍS DE ORIGEN:	CHINA
CERTIFICACIÓN:	NOM-003

NOTA:

Empaque Individual (1pz)
Empaque Master (30pzs)

Plano Mecánico / Dimensiones



Figura 39 Ficha técnica luminaria instalada.

ANEXO IV.I. Tabla Comparativa: Tubos Fluorescentes T5, T8 y T12

Tabla 35 Comparativa tubos Fluorescentes T5, T8 y T12.

Característica	T5	T8	T12
Diámetro	5/8" (15.9 mm)	1" (25.4 mm)	1½" (38.1 mm)
Longitud típica	549 mm, 849 mm, 1149 mm, 1449 mm	590 mm, 1200 mm, 1500 mm	1200 mm, 1500 mm
Potencia común (W)	14W, 28W, 35W, 54W	18W, 36W, 58W	20W, 40W, 65W
Flujo luminoso (lm)	1350–4900 lm	1350–5240 lm	1200–4800 lm
Eficiencia (lm/W)	Hasta 105 lm/W	Hasta 92 lm/W	Hasta 78 lm/W
CRI (Índice de color)	85–90	85	62
Balastro requerido	Electrónico	Electrónico	Magnético
Vida útil estimada	20,000–30,000 horas	15,000–20,000 horas	12,000–20,000 horas
Mercurio (mg)	<1.4 mg	3.5–5 mg	6–12 mg
Aplicaciones comunes	Oficinas, hospitales, escuelas	Comercios, industrias, oficinas	Instalaciones antiguas
Ventajas principales	Alta eficiencia, tamaño compacto	Buena eficiencia, costo moderado	Bajo costo inicial
Desventajas	Costo más alto, requiere adaptador	Menor eficiencia que T5	Alta contaminación por mercurio

Fuente: elaboración propia con información recuperada de: (Barría, s.f.).

ANEXO V. Ficha técnica del analizador POWER QUALITY ANALYZER PQA 824.



Paquete analizador de calidad de energía CAT IV con 4 CT HP30C3 (3000 A) 70 mm

- Paquete de analizador de calidad de energía PQA 824-HP30C3 CAT IV con 4 transformadores de corriente HP30C3 (3000 A) de 70 mm
- Medida de frecuencia
- Máximo 251 parámetros seleccionados al mismo tiempo
- Periodo integrado seleccionable de 1 s a 60 min
- Análisis armónico de tensión y corriente hasta el componente 49
- Anomalías de tensión (caídas, subidas) con una resolución de 10 ms
- Visualización numérica y gráfica (formas de onda)
- Visualización de histograma del análisis armónico
- Diagrama vectorial de tensiones y corrientes
- Análisis de parpadeo (Pst, Plt) conforme a la norma EN50160
- Desequilibrio de tensión según EN50160

[Ver detalles del producto](#)

Figura 40 Ficha técnica del analizador POWER QUALITY ANALYZER PQA 824 (TEquipment, s.f.).

ANEXO VI. Transformador Tipo poste suministrador de Energía a la Secundaria Técnica 54.



Figura 41 Transformador tipo poste (fuente: elaboración propia).

ANEXO VII. Valores de consumo de equipos.

Tabla 36 Consumo de equipos Electrónicos

Tipo de equipo	Nombre/Modelo	Potencia (W)	Fuente / Referencia
Computadora de escritorio	HP	10	Placa de datos
Pantalla Smart TV 32"	Sansui	56	KeepServices
Ventilador	Fan Star	86	Liftor
Horno	Daewoo	1500	Walmart
Cafetera	Oster	1008	Walmart
Multifuncional	Epson	12	Epson
Multifuncional	Canon	1390	Abasteo
Cámara de seguridad	Hikvisión	8	TotalEnergies
Módem de internet	Telmex	4.5	RedesZone
Teléfono	Panasonic	3.8	Panasonic
Reloj checador PIX3000x	Amano	6	TimeParking
Computadora de escritorio	Lenovo	10	Placa de datos
Laptop	Asus L210MA	33	Amazon
Chicharra/timbre eléctrico	Volteck	17.6	Ferrekasa
Bomba	Truper	746	Truper

Fuente: elaboración propia (2025).

ANEXO VIII. Niveles de Iluminación NOM-025-STPS-2008

Tarea Visual	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso;almacén.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores.	200
Ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500

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

ANEXO IX. Evaluación de la NOM-025-STPS-2008 por edificio

Tabla AIX.I Mediciones NOM-025-STPS-2008 Edificio 1 Planta alta PA

Nombre del lugar	Lugar 1	Lugar 2	Lugar 3	Lugar 4	Lugar 5	Lugar 6	Lugar 7	Lugar 8	Lugar 9	Lugar 10	Lugar 11	Lugar 12
	Salón 14	Salón 13	Salón 12	Salón 11	Salón 10	Salón 9	Taller de Electronica	Salón 8	Taller de Dibujo	Salón 7	Salón 6	Salón 5
Largo (x) [m]	8.4	8.4	8.38	8.38	8.44	8.43	12.29	7.7	7.5	7.83	7.82	7.54
Ancho (y)[m]	5.9	5.8	5.84	5.7	5.98	6	5.3	6.25	9.43	9.41	6.23	6.26
Alto (h)[m]	2.16	2.16	2	2	2.16	2.1	2.4	2.16	2.4	2.2	2.88	2.16
IC	1.60	1.59	1.72	1.70	1.62	1.67	1.54	1.60	1.74	1.94	1.20	1.58
Zonas	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Med 1	77	152	300	158	163	247	119	134	96	106	145	166
Med 2	106	115	194	148	65	132	52	153	96	130	75	262
Med 3	122	196	142	140	237	130	20	207	118	257	105	182
Med 4	90	166	250	127	114	140	106	80	35	119	102	93
Med 5	173	167	208	132	59	129	113	74	49	114	81	115
Med 6	109	169	161	136	205	104	132	93	67	212	229	133
Med 7	172	192	171	130	92	138	58	69	54	67	56	78
Med 8	123	157	159	112	73	151	52	38	55	110	60	84
Med 9	86	256	200	151	215	265	16	40	90	153	140	142
E Promedio [Luxes] =	117.5556	174.4444	198.3333	137.1111	135.8889	159.5556	74.22222222	98.66667	73.33333	140.8889	110.3333	139.4444
Plano de trabajo												
E2	133	234	189	113	95	220	86	80	120	124	105	99
E1	30	29	22	35	36	32	55	27	45	67	37	41
k _f	22.55639	12.39316	11.64021	30.97345	37.89474	14.54545	63.95348837	33.75	37.5	54.03226	35.2381	41.41414
Pared												
E2	112	97	115	65	44	84	52	55	28	119	43	108
E1	58	37	65	40	27	67	32	34	20	71	26	75
k _f	51.78571	38.14433	56.52174	61.53846	61.36364	79.7619	61.53846154	61.81818	71.42857	59.66387	60.46512	69.44444
Área[m ²]	49.56	48.72	48.9392	47.766	50.4712	50.58	65.137	48.125	70.725	73.6803	48.7186	47.2004

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AIX.II Mediciones NOM-025-STPS-2008 Edificio 2 Planta baja PB

Nombre del lugar	Lugar 1	Lugar 2	Lugar 3	Lugar 4	Lugar 5
	Contabilidad	Salón 24	Cooperativa	Baño Hombres	Baño Mujeres
Largo (x) [m]	9.38	7.83	2.94	7.87	7.87
Ancho (y)[m]	7.85	6.25	4	2.48	2.48
Alto (h)[m]	2.19	2.16	2.16	2	2.16
IC	1.95	1.61	0.78	0.94	0.87
Zonas	9	9	4	4	4
Med 1	76	156	196	230	125
Med 2	36	155	201	243	105
Med 3	50	217	180	227	148
Med 4	60	172	211	197	184
Med 5	70	183			
Med 6	61	149			
Med 7	92	276			
Med 8	131	306			
Med 9	62	370			
E Promedio [Luxes] =	70.88888889	220.4444	197	224.25	140.5
Plano de trabajo					
E 2	81	158	216	200	106
E 1	21	25	39	130	55
k _f	25.92592593	15.82278	18.05555556	65	51.88679
Pared					
E 2	58	63	144	92	61
E 1	30	31	67	29	34
k _f	51.72413793	49.20635	46.52777778	31.52174	55.7377
Área[m ²]	73.633	48.9375	11.76	19.5176	19.5176

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AIX.III Mediciones NOM-025-STPS-2008 Edificio 2 Planta alta PA

Nombre del lugar	Lugar 1	Lugar 2	Lugar 3	Lugar 4
	Salón 1	Salón 2	Salón 3	Salón 4
Largo (x) [m]	7.54	7.49	7.41	7.9
Ancho (y)[m]	7.77	7.82	7.18	7.9
Alto (h)[m]	2.16	2.2	2.16	2.16
IC	1.77	1.74	1.69	1.83
Zonas	9	9	9	9
Med 1	380	318	105	302
Med 2	181	289	203	52
Med 3	329	301	112	133
Med 4	187	200	128	156
Med 5	162	300	123	101
Med 6	164	215	60	122
Med 7	184	355	163	71
Med 8	175	314	120	54
Med 9	241	411	172	176
[Luxes] =	222.5556	300.3333	131.7778	129.6667
trabajo				
E 2	208	212	75	88
E 1	102	135	35	21
k _r	49.03846	63.67925	46.66667	23.86364
Pared				
E 2	163	196	100	71
E 1	92	90	70	55
k _r	56.44172	45.91837	70	77.46479
Área[m ²]	58.5858	58.5718	53.2038	62.41

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AIX.IV Mediciones NOM-025-STPS-2008 Edificio 3 Planta baja PB

Nombre del lugar	Lugar 1	Lugar 2	Lugar 3	Lugar 4	Lugar 5
	Coordinación	Dirección	Baños Mujeres	Baños Hombres	Taller de secretariado
Largo (x) [m]	2.95	12.59	2.96	2.98	12
Ancho (y)[m]	3	4.74	1.39	1.39	7.27
Alto (h)[m]	2.2	2.16	2	2	2.16
IC	0.68	1.59	0.47	0.47	2.10
Zonas	4	9	4	4	16
Med 1	99	82	325	0	120
Med 2	99	107	313	0	54
Med 3	89	81	266	0	42
Med 4	72	22	299	0	54
Med 5		43			50
Med 6		24			47
Med 7		97			50
Med 8		68			49
Med 9		29			38
Med 10					49
Med 11					69
Med 12					55
Med 13					17
Med 14					68
Med 15					139
Med 16					132
[Luxes] =	89.75	61.44444	300.75	0	64.5625
Plano de trabajo					
E 2	82	78	200	0	47
E 1	45	32	73	0	41
k _f	54.87804878	41.02564	36.5	0	87.23404255
Pared					
E 2	55	82	126	0	148
E1	38	60	88	0	74
k _f	69.09090909	73.17073	69.84127	0	50
Área[m ²]	8.85	59.6766	4.1144	4.1422	87.24

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AIX.V Mediciones NOM-025-STPS-2008 Edificio 3 Planta alta PA

Nombre del lugar	Lugar 1	Lugar 2	Lugar 3
	Biblioteca	Salón de Español	Taller de informática
Largo (x) [m]	8.62	12.3	11.83
Ancho (y)[m]	7.86	5.4	7.35
Alto (h)[m]	2.16	2.3	2.13
IC	1.90	1.63	2.13
Zonas	9	9	16
Med 1	162	200	72
Med 2	263	156	123
Med 3	363	54	198
Med 4	175	106	129
Med 5	209	117	68
Med 6	366	143	135
Med 7	236	67	126
Med 8	241	45	159
Med 9	302	98	136
Med 10			209
Med 11			192
Med 12			133
Med 13			132
Med 14			260
Med 15			155
Med 16			282
[Luxes] =	257.4444444	109.5555556	156.8125
Plano de trabajo			
E 2	186	115	212
E 1	20	45	37
k _r	10.75268817	39.13043478	17.45283019
Pared			
E 2	155	100	76
E1	85	55	55
k _r	54.83870968	55	72.36842105
Área[m ²]	67.7532	66.42	86.9505

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AIX.VI Mediciones NOM-025-STPS-2008 Edificio 4 Planta baja PB

Nombre del lugar	Lugar 1	Lugar 2	Lugar 3
	Auditorio	Taller de electricidad	Salón 26
Largo (x) [m]	13.36	7.84	7.13
Ancho (y)[m]	7.99	15.81	6.24
Alto (h)[m]	3.25	2	2.16
IC	1.54	2.62	1.54
Zonas	9	16	9
Med 1	110	97	234
Med 2	150	199	88
Med 3	129	104	61
Med 4	89	123	130
Med 5	98	80	51
Med 6	70	236	30
Med 7	62	189	59
Med 8	43	150	81
Med 9	39	82	124
Med 10		82	
Med 11		152	
Med 12		173	
Med 13		120	
Med 14		125	
Med 15		252	
Med 16		225	
[Luxes] =	87.77778	149.3125	95.33333
Plano de trabajo			
E 2	122	104	49
E 1	40	35	12
k _f	32.78689	33.65384615	24.4898
Pared			
E 2	57	76	61
E1	35	33	41
k _f	61.40351	43.42105263	67.21311
Área[m ²]	106.7464	123.9504	44.4912

Fuente: elaboración propia (2025).

En la Tabla AIX.VII se presenta el cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008 para cada área del edificio evaluado.

Tabla AIX.VII Cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008 para el edificio 1 planta alta

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área	E Medición de Luxes promedio	F Valores de Norma	G Diferencia Medición/Norma	H ¿Cumple la norma?	I % de cumplimiento	J Medición de Luxes en muro	K Valores de norma en muro	L Mediciones de Luxes en plano de trabajo	M Valores de norma en plano de trabajo
1	PA	Salón 14	49.56	117.55	300	182.45	No cumple	39.18	51.78	60	22.55	50
1	PA	Salón 13	48.72	174.44	300	125.56	No cumple	58.15	38.14	60	12.39	50
1	PA	Salón 12	48.93	198.33	300	101.67	No cumple	66.11	56.52	60	11.64	50
1	PA	Salón 11	47.76	137.11	300	162.89	No cumple	45.70	61.53	60	30.97	50
1	PA	Salón 10	50.47	135.88	300	164.12	No cumple	45.29	61.36	60	37.89	50
1	PA	Salón 9	50.58	159.55	300	140.45	No cumple	53.18	79.76	60	14.54	50
1	PA	Taller de Electrónica	65.13	74.22	300	225.78	No cumple	24.74	61.53	60	63.95	50
1	PA	Salón 8	48.12	98.66	300	201.34	No cumple	32.89	61.81	60	33.75	50
1	PA	Taller de Dibujo	70.72	73.33	300	226.67	No cumple	24.44	71.42	60	37.5	50
1	PA	Salón 7	73.68	140.88	300	159.12	No cumple	46.96	59.66	60	54.03	50
1	PA	Salón 6	48.71	110.33	300	189.67	No cumple	36.78	60.46	60	35.23	50
1	PA	Salón 5	47.2	139.44	300	160.56	No cumple	46.48	69.44	60	41.41	50

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AIX.VIII Cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008 para el edificio 2 planta alta

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área	E Medición de Luxes promedio	F Valores de Norma	G Diferencia Medición/Norma	H ¿Cumple la norma?	I % de cumplimiento	J Medición de Luxes en muro	K Valores de norma en muro	L Mediciones de Luxes en plano de trabajo	M Valores de norma en plano de trabajo
2	PA	Salón 1	58.58	222.55	300	77.45	No cumple	74.18	56.44	60	49.03	50
2	PA	Salón 2	58.57	300.33	300	-0.33	Cumple	100.11	45.91	60	63.67	50
2	PA	Salón 3	53.2	131.77	300	168.23	No cumple	43.92	70	60	46.66	50
2	PA	Salón 4	62.41	129.66	300	170.34	No cumple	43.22	77.46	60	23.86	50

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AIX.IX Cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008 para el edificio 2 planta baja

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área	E Medición de Luxes promedio	F Valores de Norma	G Diferencia Medición/Norma	H ¿Cumple la norma?	I % de cumplimiento	J Medición de Luxes en muro	K Valores de norma en muro	L Mediciones de Luxes en plano de trabajo	M Valores de norma en plano de trabajo
2	PB	Contabilidad	73.63	70.88	300	229.12	No cumple	23.63	51.72	60	25.92	50
2	PB	Salón24	48.93	220.44	300	79.56	No cumple	73.48	49.2	60	15.82	50
2	PB	Cooperativa	11.76	197	100	-97	Cumple	197.00	46.52	60	18.05	50
2	PB	Baño Hombres	19.51	224.25	300	75.75	No cumple	74.75	31.52	60	65	50
2	PB	Baño Mujeres	19.51	140.5	300	159.5	No cumple	46.83	55.73	60	51.88	50

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AIX.X Cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008 para el edificio 3 planta baja

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área	E Medición de Luxes promedio	F Valores de Norma	G Diferencia Medición/Norma	H ¿Cumple la norma?	I % de cumplimiento	J Medición de Luxes en muro	K Valores de norma en muro	L Mediciones de Luxes en plano de trabajo	M Valores de norma en plano de trabajo
3	PB	Coordinación	8.85	89.75	100	10.25	No cumple	89.75	69.09	60	54.87	50
3	PB	Dirección	59.67	61.44	300	238.56	No cumple	20.48	73.17	60	41.02	50
3	PB	Baño Mujeres	4.11	300.75	300	-0.75	Cumple	100.25	69.84	60	36.5	50
3	PB	Baño Hombres	4.14	0	300	300	No cumple	0.00	0	60	0	50
3	PB	Taller de secretariado	87.24	64.56	300	235.44	No cumple	21.52	50	60	87.23	50

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AIX.XI Cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008 para el edificio 3 planta alta

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área	E Medición de Luxes promedio	F Valores de Norma	G Diferencia Medición/Norma	H ¿Cumple la norma?	I % de cumplimiento	J Medición de Luxes en muro	K Valores de norma en muro	L Mediciones de Luxes en plano de trabajo	M Valores de norma en plano de trabajo
3	PA	Biblioteca	67.75	257.44	300	42.56	No cumple	85.81	54.83	60	10.75	50
3	PA	Salon de Español	66.42	109.55	300	190.45	No cumple	36.52	55	60	39.13	50
3	PA	Taller de informática	86.95	156.81	300	143.19	No cumple	52.27	72.36	60	17.45	50

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AIX.XII Cumplimiento a la NOM-025-STPS-2008 para el edificio 4 planta baja

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área	E Medición de Luxes promedio	F Valores de Norma	G Diferencia Medición/Norma	H ¿Cumple la norma?	I % de cumplimiento	J Medición de Luxes en muro	K Valores de norma en muro	L Mediciones de Luxes en plano de trabajo	M Valores de norma en plano de trabajo
4	PB	Auditorio	106.74	87.87	300	212.13	No cumple	29.29	61.4	60	32.78	50
4	PB	Taller de Electricidad	123.95	149.31	300	150.69	No cumple	49.77	43.42	60	33.65	50
4	PB	Salón 26	44.49	95.33	300	204.67	No cumple	31.78	67.21	60	24.98	50

Fuente: elaboración propia (2025).

ANEXO X. Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

Tipo de edificio	DPEA (W/m ²)
Oficinas	12
Escuelas o instituciones educativas	14
Bibliotecas	15
Área de lectura (biblioteca)	10.01
Aulas	13.35
Oficina abierta	10.55
Oficina abierta	11.95
Laboratorio escolar	13.78
Área de exhibición (centro de convenciones)	15.61

Fuente: (SENER, 2014) NOM-007-ENER-2014, Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

ANEXO XI. Evaluación de la NOM-007-ENER-2014 por edificio

Tabla AXI.I Mediciones NOM-007-ENER-2014 Edificio 1 Planta alta PA

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área[m ²]	E Potencia Instalada [kW]	F Valores de Norma DPEA[W/m ²]	G Valores medidos	H Diferencia Medicion/ Norma	I ¿Cumple la norma?
1	PA	Salón 14	49.56	0.144	13.35	2.91	10.44	Cumple
1	PA	Salón 13	48.72	0.144	13.35	2.96	10.39	Cumple
1	PA	Salón 12	48.93	0.144	13.35	2.94	10.41	Cumple
1	PA	Salón 11	47.76	0.144	13.35	3.02	10.33	Cumple
1	PA	Salón 10	50.47	0.144	13.35	2.85	10.50	Cumple
1	PA	Salón 9	50.58	0.144	13.35	2.85	10.50	Cumple
1	PA	Taller de Electrónica	65.13	0.108	13.78	1.66	12.12	Cumple
1	PA	Salón 8	48.12	0.144	13.35	2.99	10.36	Cumple
1	PA	Taller de Dibujo	70.72	0.162	13.78	2.29	11.49	Cumple
1	PA	Salón 7	73.68	0.216	13.35	2.93	10.42	Cumple
1	PA	Salón 6	48.71	0.144	13.35	2.96	10.39	Cumple
1	PA	Salón 5	47.2	0.144	13.35	3.05	10.30	Cumple

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AXI.II Mediciones NOM-007-ENER-2014 Edificio 2 Planta alta PA

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área[m ²]	E Potencia Instalada [kW]	F Valores de Norma DPEA[W/m ²]	G Valores medidos	H Diferencia Medicion/ Norma	I ¿Cumple la norma?
2	PA	Salón 1	58.58	0.216	13.35	3.69	9.66	Cumple
2	PA	Salón 2	58.57	0.216	13.35	3.69	9.66	Cumple
2	PA	Salón 3	53.2	0.216	13.35	4.06	9.29	Cumple
2	PA	Salón 4	62.41	0.216	13.35	3.46	9.89	Cumple

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AXI.III Mediciones NOM-007-ENER-2014 Edificio 2 Planta alta PB

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área[m ²]	E Potencia Instalada [kW]	F Valores de Norma DPEA[W/m ²]	G Valores medidos	H Diferencia Medicion/ Norma	I ¿Cumple la norma?
2	PB	Contabilidad	73.63	0.096	13.78	1.30	12.48	Cumple
2	PB	Salón24	48.93	0.144	13.35	2.94	10.41	Cumple
2	PB	Cooperativa	11.76	0.04	10.55	3.40	7.15	Cumple
2	PB	Baño Hombres	19.51	0.108	10.55	5.54	5.01	Cumple
2	PB	Baño Mujeres	19.51	0.072	10.55	3.69	6.86	Cumple

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AXI.IV Mediciones NOM-007-ENER-2014 Edificio 3 Planta alta PB

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área[m ²]	E Potencia Instalada [kW]	F Valores de Norma DPEA[W/m ²]	G Valores medidos	H Diferencia Medicion/ Norma	I ¿Cumple la norma?
3	PB	Coordinación	8.85	0.036	10.55	4.07	6.48	Cumple
3	PB	Dirección	59.67	0.288	10.55	4.83	5.72	Cumple
3	PB	Baño Mujeres	4.11	0.036	10.55	8.76	1.79	Cumple
3	PB	Baño Hombres	4.14	0.036	10.55	8.70	1.85	Cumple
3	PB	Taller de secretariado	87.24	0.288	13.78	3.30	10.48	Cumple

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AXI.V Mediciones NOM-007-ENER-2014 Edificio 3 Planta alta PB

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área[m ²]	E Potencia Instalada [kW]	F Valores de Norma DPEA[W/m ²]	G Valores medidos	H Diferencia Medicion/ Norma	I ¿Cumple la norma?
3	PA	Biblioteca	67.75	0.216	15	3.19	11.81	Cumple
3	PA	Salon de Español	66.42	0.144	13.35	2.17	11.18	Cumple
3	PA	Taller de informática	86.95	0.288	13.78	3.31	10.47	Cumple

Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla AXI.VI Mediciones NOM-007-ENER-2014 Edificio 3 Planta alta PB

A Edificio	B Nivel	C Zona	D Área[m ²]	E Potencia Instalada [kW]	F Valores de Norma DPEA[W/m ²]	G Valores medidos	H Diferencia Medicion/ Norma	I ¿Cumple la norma?
4	PB	Auditorio	106.74	0.158	15.61	1.48	14.13	Cumple
4	PB	Taller de Electricidad	123.95	0.36	13.78	2.90	10.88	Cumple
4	PB	Salón 26	44.49	0.144	13.35	3.24	10.11	Cumple

Fuente: elaboración propia (2025).

ANEXO XII. Cálculos de propuesta de cambio de tarifa de GDBT a PDBT

Tarifa GDBT	jul-24	ago-24	sep-24	oct-24	nov-24	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25
Concepto	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe
Cargo fijo	568.65	568.65	568.65	568.65	568.65	568.65	563.57	563.57	563.57	563.57
Energía	4,030.65	9,790.89	11,511.83	11,365.57	9,374.87	5,929.02	11,400.55	11,358.01	10,927.86	7,483.88
Bonificación F.P.	-114.98	-238.27	-265.77	-262.55	-188.93	-149.45	-227.32	-250.35	-195.35	-120.71
Subtotal	4,484.32	10,121.27	11,814.71	11,671.66	9,754.59	6,348.23	11,736.80	11,671.22	11,296.07	7,926.74
IVA 16%	717.49	1,619.40	1,890.35	1,867.47	1,560.73	1,015.72	1,877.89	1,867.40	1,807.37	1,268.28
Facturación del Periodo	5,201.81	11,740.67	13,705.06	13,539.13	11,315.32	7,363.94	13,614.69	13,538.62	13,103.45	9,195.01
Diferencia por redondeo	0.87	0.68	0.35	0.41	0.55	0.86	0.81	0.50	0.14	0.14
Total	\$ 5,202.68	\$ 11,741.35	\$ 13,705.41	\$ 13,539.54	\$ 11,315.87	\$ 7,364.80	\$ 13,615.50	\$ 13,539.12	\$ 13,103.59	\$ 9,195.15
Facturado	\$ 5,202.00	\$ 11,741.00	\$ 13,705.00	\$ 13,539.00	\$ 11,315.00	\$ 7,364.00	\$ 13,615.00	\$ 13,539.00	\$ 13,103.00	\$ 9,195.00
Concepto	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Consumo	926	2,304	2,774	2,710	2,122	1,495	2,719	2,695	2,505	1,852
Tarifa PDBT	Valle de México Norte									
Cargo	jul-24	ago-24	sep-24	oct-24	nov-24	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25
Fijo (\$/mes)	56.86	56.86	56.86	56.86	56.86	56.86	56.36	56.36	56.36	56.36
Variable - Energía (\$/kWh)	3.917	3.942	3.942	3.942	3.942	3.893	3.946	3.951	3.951	3.951
Concepto	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe
Cargo fijo	56.86	56.86	56.86	56.86	56.86	56.86	56.36	56.36	56.36	56.36
Energía	3,627.14	9,082.37	10,935.11	10,682.82	8,364.92	5,820.04	10,729.17	10,647.95	9,897.26	7,317.25
Subtotal	3,684.00	9,139.23	10,991.97	10,739.68	8,421.78	5,876.90	10,785.53	10,704.31	9,953.62	7,373.61
IVA 16%	589.44	1,462.28	1,758.71	1,718.35	1,347.49	940.30	1,725.69	1,712.69	1,592.58	1,179.78
Facturación del Periodo	4,273.44	10,601.50	12,750.68	12,458.03	9,769.27	6,817.20	12,511.22	12,416.99	11,546.19	8,553.39
Diferencia por redondeo	0.87	0.31	0.82	0.50	0.53	0.80	0.00	0.22	0.21	0.41
Total	\$ 4,274.31	\$ 10,601.82	\$ 12,751.50	\$ 12,458.53	\$ 9,769.80	\$ 6,818.00	\$ 12,511.22	\$ 12,417.21	\$ 11,546.41	\$ 8,553.80
Facturado	\$ 4,274.00	\$ 10,601.00	\$ 12,751.00	\$ 12,458.00	\$ 9,769.00	\$ 6,818.00	\$ 12,511.00	\$ 12,417.00	\$ 11,546.00	\$ 8,553.00
Ahorro	\$ 928.00	\$ 1,140.00	\$ 954.00	\$ 1,081.00	\$ 1,546.00	\$ 546.00	\$ 1,104.00	\$ 1,122.00	\$ 1,557.00	\$ 642.00

Fuente: elaboración propia (2025).

ANEXO XIII. Propuesta de nuevas luminarias por edificio

Edificio	Nivel	Zona	Área	Medición de Luxes promedio	Valores de Norma	Lúmenes actuales	Lúmenes requeridos	Lúmenes requeridos por luminaria (nuevas)	Tipo de Tecnología propuesta	Modelo de luminaria propuesta	Lumenes por cada luminaria propuesta	Tubos/Focos
1	PB	Trabajo Social	14.76	42.5	100	3300	1476	738	LED	Foco Led 12W tipo mini bala (T45LED12/LD)	1000	2
1	PB	Laboratorio de Ciencias	73.58	220.55	300	19800	22074	1840	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	12
1	PB	Salón 23	74.16	81.44	300	19800	22248	1854	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	12
1	PB	Salón 22	48.14	131.33	300	19800	14442	1204	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	12
1	PB	Salón 21	48.79	97.55	300	13200	14637	1830	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PB	Salón 20	60.19	217	300	19800	18057	1505	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	12
1	PB	Salón 19	48.14	103.44	300	13200	14442	1805	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PB	Salón 18	48.97	101.44	300	13200	14691	1836	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PB	Salón 17	48.14	144.55	300	13200	14442	1805	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PB	Salón 16	48.14	119.44	300	13200	14442	1805	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PB	Salón 15	72.38	223.55	300	13200	21714	2714	LED	T8 120 Duraled con Sensor 20W Alto Flujo	3000	8
1	PB	Salón 25	38.12	78.22	300	8250	11436	2287	LED	Foco led 30w luz blanca 2500lm	2500	5
1	PA	Salón 14	49.56	117.55	300	13200	14868	1859	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PA	Salón 13	48.72	174.44	300	13200	14616	1827	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PA	Salón 12	48.93	198.33	300	13200	14679	1835	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PA	Salón 11	47.76	137.11	300	13200	14328	1791	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PA	Salón 10	50.47	135.88	300	13200	15141	1893	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PA	Salón 9	50.58	159.55	300	13200	15174	1897	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PA	Taller de Electronica	65.13	74.22	300	9900	19539	3257	LED	Tubo LED T8 36W,TECNOLED	3600	6
1	PA	Salón 8	48.12	98.66	300	13200	14436	1805	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PA	Taller de Dibujo	70.72	73.33	300	14850	21216	2357	LED	Philips T8 led universal 120cm UO 16w	2500	9
1	PA	Salón 7	73.68	140.88	300	19800	22104	1842	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	12
1	PA	Salón 6	48.71	110.33	300	13200	14613	1827	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
1	PA	Salón 5	47.2	139.44	300	13200	14160	1770	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
2	PB	Contabilidad	73.63	70.88	300	9900	22089	3682	LED	LED SS HW 37W/865 3700lm 100-240V	3700	6
2	PB	Salón24	48.93	220.44	300	13200	14679	1835	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8
2	PB	Cooperativa	11.76	197	100	3300	1176	588	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	2
2	PB	Baño Hombres	19.51	224.25	300	9900	5853	976	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	6
2	PB	Baño Mujeres	19.51	140.5	300	6600	5853	1463	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	4
2	PA	Salón 1	58.58	222.55	300	19800	17574	1465	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	12
2	PA	Salón 2	58.57	300.33	300	19800	17571	1464	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	12
2	PA	Salón 3	53.2	131.77	300	19800	15960	1330	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	12
2	PA	Salón 4	62.41	129.66	300	19800	18723	1560	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	12
3	PB	Coordinación	8.85	89.75	100	3300	885	443	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	2
3	PB	Dirección	59.67	61.44	300	26400	17901	1119	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	16
3	PB	Baño Mujeres	4.11	300.75	300	3300	1233	617	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	2
3	PB	Baño Hombres	4.14	0	300	3300	1242	621	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	2
3	PB	Taller de secretariado	87.24	64.56	300	26400	26172	1636	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	16
3	PA	Biblioteca	67.75	257.44	300	19800	20325	1694	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	12
3	PA	Salon de Español	66.42	109.55	300	13200	19926	2491	LED	Philips T8 led universal 120cm UO 16w	2500	8
3	PA	Taller de informática	86.95	156.81	300	26400	26085	1630	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	16
4	PB	Auditorio	106.74	87.87	300	14850	32022	3558	LED	LED SS HW 37W/865 3700lm 100-240V	3700	9
4	PB	Taller de Electricidad	123.95	149.31	300	33000	37185	1859	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	20
4	PB	Salón 26	44.49	95.33	300	13200	13347	1668	LED	Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo	1900	8

Fuente: elaboración propia (2025).

ANEXO XIV. Costo de luminarias propuestas

Tipo de Tecnología	Cantidad de luminarias	Precio PZ	PRECIO TOTAL
Foco Led 12W tipo mini bala (T45LED12/LD)	2	51	102
Foco led 30w luz blanca 2500lm	2	8	16
Foco LED SS HW 37W/865 3700lm 100-240V	15	357	5355
Tubo Philips T8 led universal 120cm UO 16w	17	271	4607
T8 120 Duraled con Sensor 20W Alto Flujo	8	599	4792
Tubo LED T8 36W,TECNOLED	6	346.92	2081.52
Tubo LED T8 Evertube II de alto flujo 18W	334	57	19038
Totales	384		\$35,991.52

Fuente: elaboración propia (2025).

ANEXO XV. Costos Unitarios para cambio de luminarias

PART.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	INSTALACIÓN DE LUMINARIAS				
1.01	Proyecto	lote	1	\$35,991.52	\$35,991.52
1.02	Retiro de luminarias existentes (quitar foco o tubo y poner nuevo, sin modificación)	pza	384	\$180.78	\$69,419.52
1.03	Acarreo de luminarias nuevas y residuos fuera del sitio	pza	384	\$126.22	\$48,468.48
1.04	Misceláneos	lote	1	\$1,338.46	\$1,338.46
	IMPORTE TOTAL SISTEMA DE ILUMINACIÓN, SIN IVA				\$155,217.98

Fuente: elaboración propia (2025).

ANEXO XVI. Factor de emisión eléctrico en México para el año 2025



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



Ciudad de México, a 28 DE FEBRERO DE 2025

AVISO

FACTOR DE EMISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2024

A todos los Establecimientos Sujetos a Reporte, (ESR), Organismos de Certificación, Validación y Verificación de Gases de Efecto Invernadero, OC-VV-GEI, público en general.

Por este medio, se hace de su conocimiento que la Comisión Reguladora de Energía ha notificado a esta Secretaría que el factor de emisión del Sistema Eléctrico Nacional para el cálculo de las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero por consumo de electricidad correspondiente al año 2024, es:

0.444 tCO₂e / MWh

Dicho factor se deberá 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 con lo estipulado en la fracción XLIV del Artículo 3 de la Ley de la Industria Eléctrica.

ANEXO XVII. Instalación de equipos de medición

Instalación de Analizador de Redes en lado carga de la Secundaria 54.

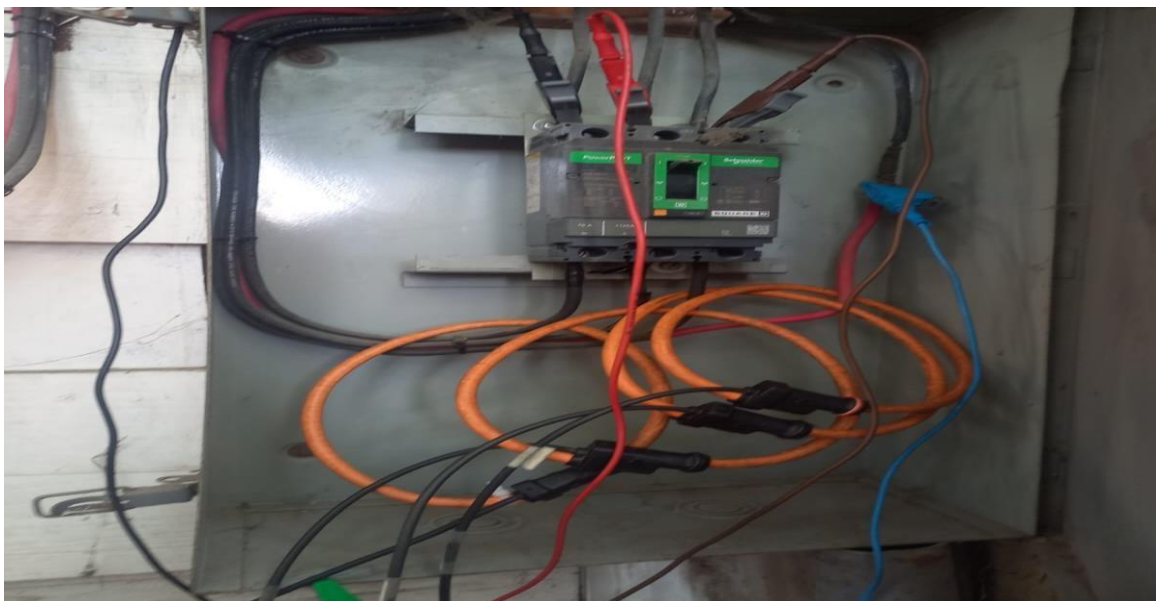


Figura 42 Instalación de Analizador de redes (fuente: elaboración propia).

Instalación de Analizador de redes PQA 824 POWER QUALITY ANALYZER.



Figura 43 Analizador de redes PQA 824 POWER QUALITY ANALYZER (fuente: elaboración propia).

ANEXO XVIII. Registro Fotográfico de luminarias en algunas aulas de la Secundaria Técnica 54

Este tipo de luminarias LA-LED-T-18W son las que predominan en casi toda la instalación de la Secundaria.



Figura 44 Luminaria modelo LA-LED-T-18W (fuente: elaboración propia).

Tubo de LED marca GEOPOWER modelo LA-LED-T-18W.

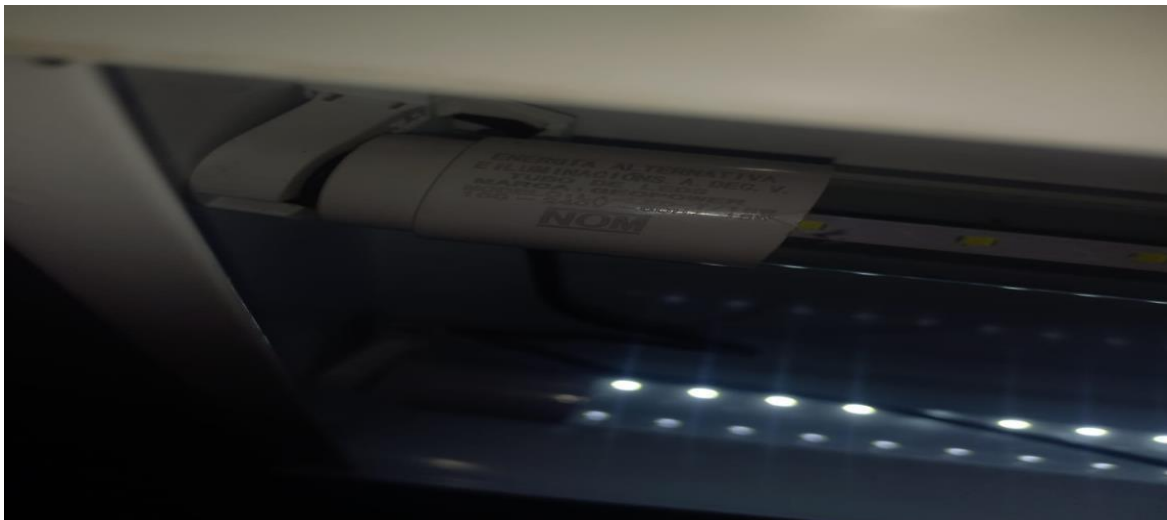


Figura 45 Tubo de LED marca GEOPOWER modelo LA-LED-T-18W (fuente: elaboración propia).

En esta imagen se puede visualizar el modelo de luminaria o tecnología mas usada en las instalaciones, esta imagen corresponde al taller de dibujo.



Figura 46 Taller de dibujo (fuente: elaboración propia).

La imagen de un salón de clases donde podemos visualizar que hay muy poca iluminación y por ende no cumple con los parametros de iluminación requeridos al haber luminarias fundidas.



Figura 47 Salón de clases con luminarias dañadas y bajo flujo luminoso (fuente: elaboración propia).

En esta imagen se presenta una aula de clases donde tiene una mezcla de diferentes modelos de tecnologías .



Figura 48 Aula con diferentes tecnologías (fuente: elaboración propia).

En esta imagen se presenta el auditorio que carece de iluminación y es utilizado como aula normal de clases.



Figura 49 Auditorio con poca iluminación (fuente: elaboración propia).

ANEXO XIX. Equipos Utilizados para las mediciones



Figura 50 Luxómetro SK PRECISION LIGHT METER (fuente: elaboración propia).



Figura 51 Distanciómetro digital (fuente: elaboración propia).