



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Diagnóstico energético en un edificio de la función pública

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero mecánico

P R E S E N T A

Jorge Ortega González

DIRECTOR DE TESIS

Dr. José Luis Fernández Zayas



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

AGRADECIMIENTOS.

Todo esfuerzo es la suma de pedacitos de esperanza, consejos, ánimos y tendidas de mano de todas aquellas personas que van plasmando sus voluntades en uno. Mi madre que no conoce el alfabeto pero guarda una sabiduría que en todo momento impulsó a que no desistiera en cualquiera de mis travesías. Mi padre marcando el ejemplo con su duro andar. A mi hermano Zósimo; que se adelantó; siendo pionero en la familia y que marco el siempre dar más de lo normal y ese cariño a Xuman Li. Fausto, actuando con esa naturalidad bravía que lo caracteriza y mostrando ternura a su modo. Hermanita gracias por haber hecho el papel que no te correspondía pero aquí está a quien cuidaste; siempre seré tu niño. Raúl, marcaste un parteaguas en la familia, duro y silencioso cuidando de los de atrás a través de los Guerreros. Arturo, mi carnal y amigo soñando bajo las cobijas a manejar un avión y haciendo posibles los sueños.

Mau, Liz, Belén, Marcos, Lalo, Rafa, Omar, Xime, Angelito, Neto, Mateo, Félix y Gemelas: el camino es duro, pero tengan en cuenta que a nuestra condición social y como indígenas el esfuerzo es doble, pero tienen la capacidad de eso y más, no desistan en el camino, recuerden a los de atrás cuando miren adelante.

Tío Félix y Evaristo, Leo, Eva, Rufis, Primo Emeterio, Manuel y Toña, son el plus en la familia, cuidando de los que quiero y de mí, continuemos formando el sueño que nos dejó ese gran hombre que todos sabemos quién es.

Amigos que he encontrado al andar, dando empujoncitos y dejando experiencias en mí, conocimiento y muchos momentos felices.

PUIC, luchando la larga batalla de más de 500 años con las herramientas que disponen y haciendo cumplir sueños que se nos han querido arrebatar, de una manera sabemos que no estamos solos en este utópico camino.

Xuman Li, mi pueblito, con su gente que mira hacia abajo para no pisar a nadie, siempre vuelvo donde las nubes se miran hacia abajo.

A la UNAM que me dio el cobijo y el honor de ser parte de esta comunidad a quien le estoy eternamente agradecido y no tengo con qué pagar lo más noble que se puede transmitir, “el conocimiento”, gracias a todos los profesores que tuve en la FI y a lo largo de toda mi trayectoria académica.

Nayeli, te has convertido en mi más grande compañera, siendo responsable de mis sonrisas y alegrías, parte de este escrito fue pensando en ti.

Gracias a cada uno de ustedes y de muchos amigos más que no logre mencionar, pero que son parte esencial de esta travesía, que no concluye aquí, pero que a este periodo deja un gran sabor de boca. He aquí el trabajo de todos.

Gracias.

DEDICATORIA.

A mis padres y hermanos que depositaron su confianza en mí.

A mis sobrinos, que han aportado alegrías en todo momento.

A Nayeli que ha llenado de suspiros y felicidad a mi ser.

A Zósimo Ortega siempre presente en mí andar.

Gracias.

ÍNDICE

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS	11
ESTADO DEL ARTE.....	12
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	15
I.1 DATOS BÁSICOS DEL INMUEBLE.....	17
I.2 UBICACIÓN DEL INMUEBLE.....	20
CAPÍTULO II. MEDIDAS RENTABLES A IMPLEMENTAR.	21
II.1 AHORROS POR MEDIDAS OPERATIVAS.	21
II.2 AHORROS POR CAMBIO TECNOLÓGICO.....	22
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA.....	26
III.1. DATOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	26
III.2. ÍNDICES ENERGÉTICOS.....	34
CAPÍTULO IV. CENSO DE CARGAS	35
IV.1 ILUMINACIÓN	35
IV.1.1. CARGAS DE LUMINARIAS	36
IV.1. 2. EVALUCIÓN DE LAS NORMAS EN ILUMINACIÓN.....	40
IV.2. AIRE ACONDICIONADO	43
IV.2.1. CANTIDAD DE EQUIPOS Y CONSUMO ELÉCTRICO POR CADA TECNOLOGÍA	43
IV.2.2. EVALUACIÓN DE LA NOM-023-ENER-2010.....	44
IV.3 MISCELÁNEOS	47
IV.3.1 CANTIDAD DE EQUIPOS Y CONSUMO ELÉCTRICO.....	47
IV.4 FUERZA (MOTORES Y BOMBAS ELÉCTRICAS)	47
CAPÍTULO V. BALANCE DE ENERGÍA	49
CAPÍTULO VI. POTENCIALES DE AHORRO DE ENERGÍA	51
VI.1 ILUMINACIÓN. REDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN .	51
VI.1.1 MÉTODO DE LAS CAVIDADES ZONALES	51
VI.1.2 CÁLCULO DEL MÉTODO DE LAS CAVIDADES ZONALES APLICADA A UNA OFICINA DE TRABAJO.....	56

VI.2 AIRE ACONDICIONADO	65
VI.3 FUERZA	68
VI.4 ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES	68
VI.4.1 MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	68
CAPÍTULO VII. ANÁLISIS DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS MEDIDOS	70
VII.1 CORRIENTES DE LÍNEA	70
VII.2. TENSIÓN DE LÍNEA.....	72
VII.3. DISTORSIÓN ARMÓNICA.....	74
VII.4. POTENCIA ACTIVA Y APARENTE.....	75
VII.5. FACTOR DE POTENCIA	77
VII.6. CONSUMO DE ENERGÍA	78
CONCLUSIONES.	80
ANEXOS	86
ANEXO 1. FACTURACIÓN ELÉCTRICA.	86
ANEXO 2. CUESTIONARIO DE INFORMACIÓN GENERAL	88
ANEXO 3. LEVANTAMIENTO DE ILUMINACIÓN	89
ANEXO 4. LEVANTAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	95
ANEXO 5. LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS MISCELÁNEOS	96
ANEXO 6. LEVANTAMIENTO DE MOTORES Y BOMBAS ELÉCTRICAS.	101
ANEXO 7. PROPUESTA DE ILUMINACIÓN.....	102
ANEXO 8. PROPUESTA DE AIRE ACONDICIONADO	107
BIBLIOGRAFÍA	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumos actuales y estimados.....	25
Figura 2. Lectura básica del recibo emitido por la CFE.....	27
Figura 3. Recibo de consumo de energía eléctrica.....	28
Figura 4. Registros de la demanda máxima	30
Figura 5. Medidor de consumo de energía eléctrica	31
Figura 6, Registro del consumo de energía eléctrica	31
Figura 7. Registro del consumo de energía eléctrica	33
Figura 8. Facturación mensual	33
Figura 9. Equipos de iluminación existentes en el inmueble	36
Figura 10. Lámpara fluorescente lineal.....	37
Figura 11. Lámpara fluorescente compacta	38
Figura 12. Lámpara incandescente convencional	39
Figura 13. Toma de niveles de iluminación	41
Figura 14. Medición en equipos de refrigeración	46
Figura 15. SmartForm TBS T 5 2*28[W].....	53
Figura 16. SmartForm TBS460 T5 3*14[W].....	53
Figura 17. Dimensiones del área de trabajo	56
Figura 18. Método de interpolación lineal	58
Figura 19. Sustitución de variables para el cálculo del factor de utilización	58
Figura 20. Conexión del analizador de redes eléctricas	68
Figura 21. Corriente de línea en transformadores	70
Figura 22. Tensión de línea en transformador	72
Figura 23. THDI en las líneas del transformador.....	74
Figura 24. Potencia activa trifásica en el transformador.....	75
Figura 25. Potencia aparente trifásica en el transformador	76

Figura 26. Factor de potencia en el transformador.....	77
Figura 27. Consumo de energía en el transformador	78
Figura 28. Comparación de consumos	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas rentables a implementar.....	22
Tabla 2. Medidas a implementar que necesitan inversión.....	23
Tabla 3. Ahorros totales mensuales.....	24
Tabla 4. Resumen de facturación eléctrica, promedios mensuales	29
Tabla 5. Carga de iluminación	36
Tabla 6. Niveles de iluminación.....	41
Tabla 7. Censo y cargas de aire acondicionado.....	44
Tabla 8. Nivel mínimo de Relación de Eficiencia Energética (REE), en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire (tipo minisplit y multisplit)	45
Tabla 9. Evaluación de eficiencia energética	46
Tabla 10. Censo de equipos misceláneos	47
Tabla 11. Censo de equipos de motores y bombas eléctricos	48
Tabla 12. Balance de energía de equipos existentes	49
Tabla 13. Datos para obtener el coeficiente de utilización de la T5 2*28[W] a través del índice local K y reflectancias.....	53
Tabla 14. Datos para el cálculo del coeficiente de utilización T5 3*14[W] a través del índice local K	53
Tabla 15. Dimensiones de la oficina a calcular.....	57
Tabla 16. Datos necesarios para el cálculo del factor de utilización de luminarias T5 de 28[W].....	57
Tabla 17. Datos necesarios para el cálculo del flujo	59
Tabla 18. Cálculo del número de luminarias necesarias para una oficina.....	59
Tabla 19. Recopilación de datos para el cálculo de luminarias.....	60
Tabla 20. Propuesta de ahorro en iluminación.....	61
Tabla 21. Ahorro económico en iluminación.....	62
Tabla 22. Costos de cambio de iluminación.....	63

Tabla 23. Reflectancias de algunos materiales.....	64
Tabla 24. Consumo económico actual en aire acondicionado	66
Tabla 25. Propuesta de ahorro económico en aire acondicionado	66
Tabla 26. Costos de cambio de tecnología en aire acondicionado	67
Tabla 27. Corriente RMS de línea en transformador	71
Tabla 28. Tensión RMS de línea en transformador.....	73
Tabla 29. THDI en las líneas del transformador	74
Tabla 30. Valores registrados en el transformador.....	76
Tabla 31. Factor de potencia en el transformador	77

INTRODUCCIÓN

El sector eléctrico ha tenido un crecimiento en su demanda de manera natural, debido a los procesos de electrificación que van de la mano con la economía, ya que el aumento de infraestructura y de nuevas tecnologías conlleva a un creciente número de usuarios tanto en el sector doméstico como en el industrial.

En el año de 1996 se inició en México la aplicación del horario de verano¹ y entraron en vigor las primeras Normas Oficiales Mexicanas (NOM) referentes al sector residencial, particularmente aplicables a equipos de refrigeración y aire acondicionado de ventana. Al igual que ya estaban en funcionamiento dos programas operados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE): el programa de aislamiento de viviendas en Mexicali y el proyecto Ilumex, orientado a la iluminación residencial. Por su parte y a partir de 1997, el Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica continuó con el proceso de lámparas iniciado en Ilumex. En 2002 se estableció la tarifa Doméstica de Alto Consumo (DAC) que elevó significativamente el precio medio. Asimismo, en la segunda parte de la década del siglo XX se iniciaron dos programas orientados al cambio de refrigeradores y lámparas fluorescentes.²

En el año 2013 la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) supervisó el consumo de energía de inmuebles de la función pública cumpliendo con la “Disposición Administrativa de carácter en materia de eficiencia energética en los

¹ Horario de verano. 15 de diciembre de 2016, de FIDE Sitio web:
http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=102&Itemid=190

² De Buen R. Odón, Hernández P.2 Fernando., y Navarrete B. Juan I. Análisis de la evolución del consumo eléctrico del sector residencial entre 1982 y 2014 e impactos de ahorro de energía por políticas públicas, Número 1, Enero 2016.

inmuebles e instalaciones industriales de la Administración Pública Federal”, publicadas en el Diario Oficial de la Federación, el 23 de julio de 2013.³

Una de las actividades fundamentales de la CONUEE es la de apoyar a que la transformación y el consumo final de energía en los equipos e instalaciones a cargo de la Administración Pública Federal (APF) se lleven a cabo con los mayores niveles de eficiencia energética posibles. Ésta es una actividad que ha llevado a cabo desde hace ya más de una década, cuando la entonces Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) estableció las obligaciones de registro de instalaciones y de reporte de consumos de energía en edificios públicos.

Sin embargo, es a partir de la creación de la CONUEE que se han definido mecanismos (como protocolos, disposiciones y/o lineamientos), mediante los cuales se obliga a que los operadores de edificios, flotas vehiculares e instalaciones industriales integren comités internos, reporten los consumos de equipos e instalaciones y cumplan con metas anuales de ahorro de energía. Una referencia importante es que, como parte de los requerimientos solicitados por la CONUEE para el ejercicio fiscal 2012, se implantó la obligación de llevar a cabo diagnósticos energéticos con el objetivo de identificar y cuantificar las oportunidades de ahorro para cada uno de los usuarios de energía, lo cual ha permitido definir potenciales de ahorro de energía en la APF.

De acuerdo a los requerimientos solicitados por la CONUEE la Comisión de Seguridad Nuclear y Salvaguardas (CNSNS) solicitó un diagnóstico energético en el inmueble ubicado en Dr. José María Barragán #779, Col. Narvarte, Benito Juárez, C.P. 03020,

³ Disposiciones administrativas de carácter general en materia de eficiencia energética en los inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones industriales de la administración pública federal. Ciudad de México, 27 de julio de 2013.

México D.F., por consiguiente, se desarrolla el proyecto de ahorro de energía con base en los parámetros y normatividad establecidos por la CONUEE.

El estudio tiene como objetivo observar áreas de oportunidad en las cuales se pueda disminuir el consumo de energía eléctrica. Iniciando con áreas en las que la inversión sea nula y con políticas de sensibilidad de ahorro de energía por parte del personal que labora en dicha institución.

Por otro lado, se encuentra el estudio que requiere inversión y que a un definido plazo puede mostrar las retribuciones económicas que el cambio de equipos por los de mayor eficiencia puede mostrar después del periodo de recuperación de la inversión.

El estudio lo conforman equipos de medición de iluminación, temperatura, flujo de aire, multímetros y el analizador de redes eléctricas.

Dicho estudio tiene como primera actividad la instalación del analizador de redes eléctricas en la subestación alrededor de una semana, ya que el monitoreo de días laborales y de descanso son importantes para idealizar el comportamiento del consumo de energía, ya que dicho dispositivo arrojará mediciones de: potencia aparente, potencia activa, tensión, corriente, factor de potencia, distorsión armónica y energía. De tal manera que las mediciones serán el comportamiento real del consumo de energía en el inmueble.

En la siguiente actividad se elabora un inventario de los equipos que consumen energía eléctrica, que se pueden desglosar en las áreas de iluminación, aire acondicionado, motores, bombas eléctricas y equipos de oficina (misceláneos).

Teniendo los datos correspondientes al consumo de los equipos se obtiene un consumo ideal estimado, por otro lado, el tiempo de uso suele ser estimado de acuerdo a las actividades y horarios que se manejan en la dependencia. El consumo real será mostrado

por medio del analizador de redes eléctricas conectado en la subestación, y el tercer dato lo proporciona la CFE por medio de los recibos de consumo de energía eléctrica.

A partir del conocimiento generado por el consumo de energía eléctrica se profundiza en la generación de áreas de oportunidad en las que se pueda indagar de acuerdo a las tecnologías de los equipos existentes en el inmueble en sus distintas áreas.

La eficiencia de los equipos existentes será comparada con equipos de mayor tecnología, con base en la disminución del consumo de energía eléctrica, que es el objetivo del proyecto, considerando las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y la diversidad de métodos que contribuyan a analizar los distintos parámetros.

Finalmente se hará la comparación del cambio tecnológico y el tiempo en el cual la recuperación económica puede suceder debido a la disminución del pago de energía eléctrica.

OBJETIVOS

Identificar áreas de oportunidad de ahorro de energía, en un edificio de uso administrativo construido en el año de 1966. Involucrando criterios de eficiencia eléctrica a través de distintos métodos y en cumplimiento de las normas oficiales vigentes. Teniendo como punto de partida actividades que no incluyan el factor económico, en segundo término, se involucra la sustitución de equipos existentes de baja eficiencia por equipos de mayor eficiencia energética y rediseños.

Contemplando el factor económico y el tiempo de recuperación del ahorro facturable ante la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

ESTADO DEL ARTE

La necesidad de mayores niveles de eficiencia energética en la sociedad nunca ha sido tan incuestionable como en la actualidad. Factores como la reducción de los recursos no renovables, la creciente preocupación por el medio ambiente, los daños provocados por la emisión de gases de efecto invernadero, contribuyen a una creciente conciencia de la necesidad de una mayor eficiencia energética. En la industria de la distribución de electricidad, se ha centrado en la implementación de medidas de regulación o incentivos para frenar el crecimiento de la demanda de la energía.

Se comprende por eficiencia energética al conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos.

La reducción del consumo de energía en los usuarios responde a estímulos económicos. A nivel internacional se hacen diversos esfuerzos para la reducción del consumo, estudios de las maneras de uso hasta programas de ahorro de energía, recomendaciones y retroalimentación de consumos.

El principal desafío en materia de uso eficiente y ahorro de energía en el mundo es el reducir los costos de nuevas tecnologías. Actualmente, usar energías alternativas puede resultar no rentable, desde el punto de vista económico, por los tiempos de recuperación de la inversión. Sin embargo, son las alternativas a largo plazo más viables para el uso eficiente de la energía con cero emisiones.

Los recursos energéticos fósiles (petróleo, gas y carbón) no son inagotables. Hay que administrarlos bien y desarrollar otros nuevos. Europa consume e importa cada vez más energía. Los países europeos han comprendido bien que conviene actuar de manera

coherente en dicho sector. Con normas comunes, pueden avanzar en la misma dirección para disponer de la energía suficiente, a un precio asequible y contaminando lo menos posible.

La energía ocupa un sector estratégico debido a que un gran porcentaje de las actividades comunes hoy en día la requieren. Es indispensable para la iluminación, para proteger del frío y para transportar personas y mercancías, pero también es la base de todos los sectores económicos (agricultura, industria y servicios), además del progreso científico.

“Si no se empieza a hacer algo desde ahora para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, el cambio climático acarreará costos exorbitantes. El sector de la energía se ve afectado directamente, ya que depende en más de un 80 % de los combustibles fósiles, que durante su combustión emiten CO₂, el principal gas con efecto invernadero. El futuro del sector energético europeo pasa por la disminución del uso de combustibles fósiles y por el aumento de la utilización de las fuentes de energía hipocarbónicas”.⁴

Estados Unidos es el mayor productor y consumidor de energía del mundo. La energía se importa principalmente en forma de petróleo. La Política Energética Nacional, promulgada en mayo de 2001, hace hincapié en la producción nacional de energía eléctrica.⁵ En ella se identifican las necesidades fundamentales de inversión en centrales eléctricas, refinerías de petróleo, redes de transmisión de gas y electricidad y se aboga por la adopción de medidas para mejorar la eficiencia energética y fomentar la energía renovable. Las políticas energéticas difieren considerablemente de un estado a otro.

⁴Reducción de los gases de efecto invernadero, Eurolex, (04/05/2015), <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=URISERV:em0045>

⁵ National Energy Policy Development Group, Report of the National Energy Policy Development Group, (2001).

El régimen fiscal aplicado a la energía tiene la finalidad de otorgar incentivos al suministro de combustibles alternativos y renovables. La Ley de Política Energética de 2005, promulgada en agosto del mismo año, establece la concesión durante 11 años de incentivos fiscales para la producción nacional de energía y la eficiencia energética valorados en unos 15,000 millones de dólares EE.UU.⁶

⁶ Lazzari Salvatore, (2006), Energy Tax Policy.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

La eficiencia energética es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad.

Mejorar la eficiencia energética es una de las formas más simples de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, aumentar la estabilidad del suministro de energía y garantizar su seguridad. La eficiencia energética contribuye al desarrollo económico y a la creación de empleo; también permite que los particulares y las empresas gasten menos en energía.

Cuando se habla de eficiencia energética comúnmente se piensa en ahorro de electricidad, pero la definición de eficiencia y de energía desde una perspectiva ecológica global involucra mucho más que eso.

La eficiencia es la relación entre los recursos invertidos en realizar una acción y el producto obtenido. A menor cantidad de recursos invertidos para lograr el mismo objetivo, mayor es la eficiencia de esa acción, proceso o sistema. La energía, por su parte, se define de distintas maneras según la disciplina desde la que se aborda.

Por tanto, ser eficientes en el uso de la energía significa utilizar la menor fuerza de acción para conseguir el objetivo, logrando así una relación óptima.

La eficiencia energética es un combate al derroche poniendo atención al ciclo completo de un producto, proceso o acción, promoviendo el uso inteligente de los recursos en un

mundo finito, de recursos limitados. Esa es la base de la sustentabilidad y camino para poder pasar de una economía lineal a una circular.

Por ello, la CONUEE publicó el 12 de enero de 2012 en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el “protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la administración pública federal”, que deberán observar las dependencias y entidades para la elaboración de sus programas anuales de eficiencia energética.⁷

El punto 10 del protocolo hace referencia al programa, el cual indica que sin carácter limitativo, las dependencias y entidades deberán considerar dentro de su programa específico, los siguientes elementos:

Diagnósticos energéticos: elaborar un diagnóstico energético preliminar en cada uno de sus inmuebles, flotas vehiculares y/o instalaciones, a fin de conocer su situación energética actual y las oportunidades de mejora operacional y tecnológica, así como para determinar los potenciales de ahorro de energía e inversiones requeridas. El diagnóstico podrá ser realizado por personal propio de la dependencia y/o entidad o ser encargado a consultores externos.

Por todo lo anterior, el diagnóstico energético se realizará en las instalaciones de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS). En cumplimiento a las acciones de eficiencia energética en inmuebles e instalaciones de la administración pública federal.

⁷ PROTOCOLO de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal, (2012), http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/protocolo_actividades_integral.

I.1 DATOS BÁSICOS DEL INMUEBLE

La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía, con funciones asignadas por la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear que la crea. Además de responder a compromisos y requerimientos internacionales en las áreas de seguridad nuclear, radiológica y física, así como salvaguardias. Con las siguientes atribuciones:

- Vigilar la aplicación de las normas de seguridad nuclear, radiológica, física y las salvaguardias para que el funcionamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas se lleven a cabo con la máxima seguridad para los habitantes del país.
- Vigilar que en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos se cumpla con las disposiciones legales y los tratados internacionales de los que México sea signatario, en materia de seguridad nuclear, radiológica, física y de salvaguardias.
- Revisar, evaluar y autorizar las bases para el emplazamiento, diseño, construcción, operación, modificación, cese de operaciones, cierre definitivo y desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas; así como todo lo relativo a la fabricación, uso, manejo, almacenamiento, reprocesamiento y transporte de materiales y combustibles nucleares, materiales radiactivos y equipos que los contengan; procesamiento, acondicionamiento, vertimiento y almacenamiento de desechos radiactivos y cualquier disposición que de ellos se haga.
- Emitir opinión, previamente a la autorización que otorgue el Secretario de Energía, Minas e Industria Paraestatal, sobre el emplazamiento, diseño, construcción, operación, modificación, cese de operaciones, cierre definitivo y desmantelamiento de instalaciones nucleares.

- Expedir, revalidar, reponer, modificar, suspender y revocar, los permisos y licencias requeridas para las instalaciones radiactivas de acuerdo con las disposiciones legales, así como recoger y retirar en su caso los utensilios, equipos, materiales existentes y en general, cualquier bien mueble contaminado, en dichas instalaciones.
- Recomendar y asesorar respecto de las medidas de seguridad nuclear, radiológica, física, de salvaguardias y administrativas que procedan en condiciones anómalas o de emergencia, tratándose de instalaciones nucleares y radiactivas; así como determinar y ejecutar en estos casos, cuando técnicamente sea recomendable la retención, aseguramiento o depósito de fuentes de radiación ionizante o equipos que las contengan, o la clausura parcial o total, temporal o definitiva, del lugar en que se encuentren o aquellos otros que hayan sido afectados, sin perjuicio de las medidas que adopten otras autoridades competentes.
- Previamente al inicio de operaciones, revisar, evaluar y autorizar los planes que para el manejo de condiciones anómalas o de emergencia deben establecerse en las instalaciones nucleares y radiactivas.
- Establecer y manejar el sistema nacional de registro y control de materiales y combustibles nucleares.
- Emitir opinión previa a la autorización de importaciones y exportaciones de materiales radiactivos y equipos que los contengan, así como materiales y combustibles nucleares, para los efectos de seguridad, registro y control.
- Proponer las normas, revisar, evaluar y en su caso, autorizar las bases para el diseño, la construcción, adaptación, preparación, operación, modificación y cese de

operaciones de instalaciones para la extracción y tratamiento de minerales radiactivos, así como fijar los criterios de interpretación de las normas aludidas.

- Proponer las normas, fijar los criterios de interpretación relativos a la seguridad nuclear, radiológica, física y las salvaguardias, en lo concerniente a las actividades a que se refiere la fracción III anterior; así como proponer criterios de seguridad, registro y control que regulen la importación y exportación de los materiales y combustibles nucleares.
- Ordenar y practicar auditorías, inspecciones, verificaciones y reconocimientos para comprobar el cumplimiento y observancia de las disposiciones legales en materia de seguridad nuclear, radiológica, física y de salvaguardias; así como imponer las medidas de apremio y las sanciones administrativas que procedan de acuerdo con las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos.
- Requerir y verificar la información y documentación que estime pertinente para el ejercicio de las atribuciones que esta Ley le confiere, en los términos de las disposiciones aplicables.
- Intervenir en la celebración de los convenios o acuerdos de cooperación que se realicen por la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, con otras entidades nacionales en materia de seguridad nuclear, radiológica, física y de salvaguardias.
- Establecer los requisitos que deberán satisfacer los programas de capacitación técnica sobre aspectos relacionados con la seguridad nuclear, radiológica, física, las salvaguardias y asesorar en los mismos.

- Auxiliar a las autoridades encargadas de la prevención, procuración y administración de justicia, en los casos en que los materiales y combustibles nucleares o materiales radiactivos, sean objeto de delito, sufran pérdidas o extravío o se vean envueltos en incidentes, así como a las autoridades aduaneras en los términos de la Ley respectiva.
- Pedir el auxilio de la fuerza pública cuando fuese necesario para hacer cumplir sus determinaciones, en los términos de Ley y las demás que se le confieran en esta Ley y en las disposiciones legales en vigor.

I.2 UBICACIÓN DEL INMUEBLE

La auditoría energética corresponde al inmueble ubicado en Dr. José María Barragán #779, Col. Narvarte, Benito Juárez, C.P. 03020, México D.F.

El personal activo es de 201 personas con horarios laborales que comprenden el periodo de las 8:00 a las 17:00 horas. Estas actividades se realizan de lunes a viernes, el inmueble y las instalaciones se encuentran bajo vigilancia las 24 horas del día, 7 días a la semana. El uso que se le da al inmueble es administrativo.

Las instalaciones en mención tienen una superficie de 5,660 [m²]. El inmueble fue construido en el año de 1966. La información anteriormente mencionada se puede consultar en el Anexo 2.

CAPÍTULO II. MEDIDAS RENTABLES A IMPLEMENTAR.

Dentro de la elaboración del diagnóstico energético se contemplan acciones que requieren inversión económica cuando se realizan propuestas ya sea de rediseño o de cambio tecnológico de los equipos existentes en el inmueble. Al igual que medidas que no requieren inversión como se muestra en las siguientes secciones.

II.1 AHORROS POR MEDIDAS OPERATIVAS.

Las medidas de nula inversión son referidas a las mejores prácticas que se enfocan en el uso adecuado y consciente de la energía eléctrica. Es decir, se compromete al personal que labora en la dependencia a utilizar la energía eléctrica sólo cuando sea necesaria, sin derrocharla y utilizar los recursos naturales cuando las condiciones lo permitan como lo es la luz natural.

En la tabla 1 se realiza un ejercicio enfocado en mantener apagados los equipos de cómputo e iluminación durante una hora alrededor de un mes laboral. Partiendo de la idea de que en los horarios de consumo de alimentos el personal no se encuentra utilizando dichos recursos. Con la finalidad de observar el comportamiento de la reducción de energía eléctrica en el inmueble.

Tabla 1. Medidas rentables a implementar

MEDIDAS OPERATIVAS A IMPLEMENTAR					
Actividad	Demanda [kW]	Consumo [kWh/mes]	Económico mensual [\$]	Inversión [\$]	Periodo simple de recuperación
<p>Verificar que los equipos de cómputo se encuentren apagados en horarios de comida al igual que cuando no se encuentren operando. Para las computadoras de escritorio, se puede recurrir al apagado del monitor cuando no se requiera la utilización, al igual que se puede utilizar el modo de ahorro de energía</p>	62.1	1242	1925.1	0	Inmediato
<p>En iluminación, el uso de la luz natural es una medida de ahorro de energía. Cuando se concluya la jornada laboral se debe verificar que la iluminación permanezca apagada y que sólo se utilice la necesaria para cuestiones de seguridad. Desconectar los aparatos eléctricos y cargadores cuando no los utilicen y al terminar la jornada laboral.</p>	72.021	1440.42	2232.651	0	Inmediato
Total	134.131	2,682.62	4,158.06	0	Inmediato

II.2 AHORROS POR CAMBIO TECNOLÓGICO

La propuesta de cambios tecnológicos fue sustentada por el método de las cavidades zonales para el sector de iluminación, dicha metodología será explicada en el capítulo VI.

En lo que respecta a los equipos de aire acondicionado fue por medio de la eficiencia que se muestra en las fichas técnicas tanto en los existentes como en los de tecnología *invertir* que serán explicados en la sección VI.2.

Tabla 2. Medidas a implementar que necesitan inversión

AHORROS POR CAMBIO TECNOLÓGICO						
Actividad		Demanda [kW]	Consumo [kWh/mes]	Económico [\$] mensual	Inversión [\$]	Periodo simple de recuperación [Meses]
Iluminación						
➤ Rediseño de iluminación	de	72.031	12,332.60	11,676.11	614,477.24	53
Aire acondicionado						
➤ Cambio de equipos estándar de mayor eficiencia eléctrica	de	33.40	4,621.63	2,304.34	186,000.00	81
Total		105.431	16,954.23	13,980.45	800,477.24	57

En la tabla 2, se hace referencia a variables como:

Demanda [kW]: es el consumo puntual de energía eléctrica.

Consumo [kWh/mes]: es el consumo de energía eléctrica en un periodo de tiempo.

Económico mensual [\$]: se refiere al ahorro económico que existe después de realizar el cambio tecnológico. La inversión es un costo aproximado del cambio de los equipos sin tomar en cuenta la mano de obra ni demás materiales que se puedan utilizar.

Periodo simple de recuperación: el valor es obtenido realizado operaciones entre el gasto inicial de la inversión económica en la adquisición de nuevos equipos y el ahorro que se da al reducir el consumo de energía con la sustitución de los equipos de mayor eficiencia.

Tabla 3. Ahorros totales mensuales

AHORROS TOTALES MENSUALES						
Actividad	Demanda [kW]	Consumo actual [kWh/mes]	Consumo propuesto [kWh/mes]	Económico [\$] mensual	Inversión [\$]	Periodo simple de recuperación [Meses]
Iluminación	72.031	12,332.60	4799.62	11,676.12	614,477.24	52.6268394
Aire acondicionado	33.4	4,621.63	3134.96	2,304.34	186,000	80.7173078
Medidas operativas	134.131	2,682.62	0	4,158.06	0	Inmediato
Total	167.531	18,196.23	7934.58	18,138.52	800,477.24	44.1313462

En la tabla 3 se observan los consumos totales de las medidas implementadas y se nota hasta cierto punto un periodo de recuperación relativamente aceptable.

Las medidas operativas fueron explicadas en la tabla 1 “medidas rentables a implementar”.

En la figura 1 se muestra el consumo de energía de las tecnologías actuales y de las medidas implementadas. Se observa que la iluminación es un factor de gran importancia en el estudio, ya que es donde se puede implementar el mayor porcentaje del ahorro en el diagnóstico energético.

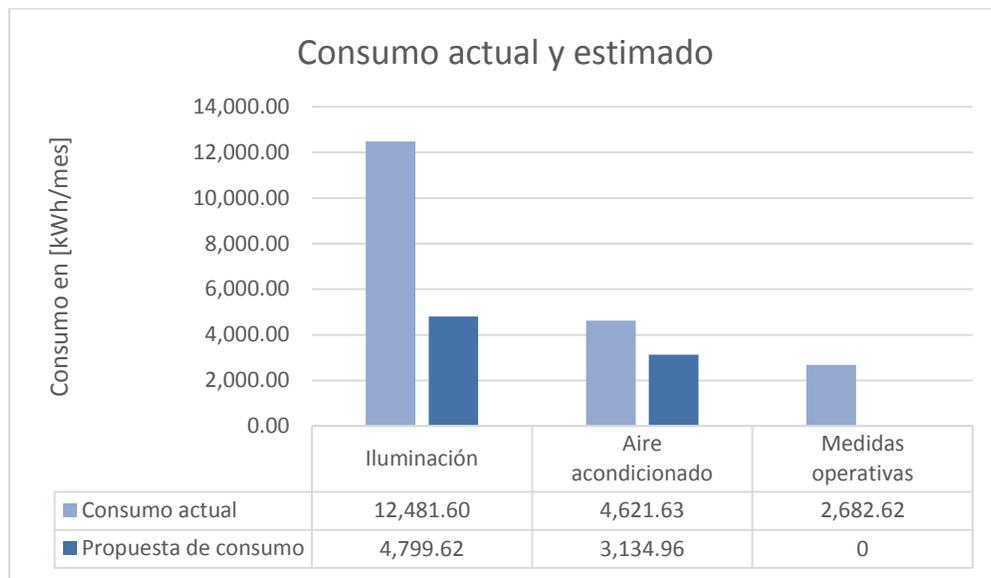


Figura 1. Consumos actuales y estimados

CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA

La facturación eléctrica asocia variables como: el tipo de tarifa contratada, la demanda facturable, factor de potencia que tiene mucha importancia debido a las bonificaciones y penalizaciones que lo asocian, el costo integrado de energía que representa al costo por unidad de [kWh] , la facturación mensual y los consumos históricos.

III.1. DATOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El proveedor de energía eléctrica es la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la cual suministra en media tensión con una acometida de 23,000 [V]. El voltaje que utiliza la dependencia varía entre 110 y 220 [V].

El inmueble cuenta con tarifa contratada HM que es la tarifa horaria en media tensión, designada a usuarios que cuentan con un transformador propio con una demanda de 100 [kW] o más.

En la figura 2 se hace referencia a los datos que se proporcionan en el recibo emitido por la CFE.

1. Periodo de facturación y número de medidor.
2. Consumo de energía: punta, intermedia y base
3. Demandas medidas.
4. Factor de potencia.
5. Tipo de tarifa contratada.
6. Carga conectada.
7. Demanda contratada.

8. Multiplicador: es un factor de conversión entre las lecturas del medidor y el dato real.
9. Demanda facturable: es la demanda utilizada.
10. Datos históricos.
11. Estado de cuenta.⁸



Figura 2. Lectura básica del recibo emitido por la CFE

⁸ Consultado en <http://fotosintesis.mx/cargos-recibo-industrial2.php> el 24/09/2017

Número de Servicio:

970 920 600 891

Total a pagar:

\$73,690.00

(SETENTA Y TRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA PESOS 00/100 M.N.)

Fecha límite de pago:

15 JUL 2012

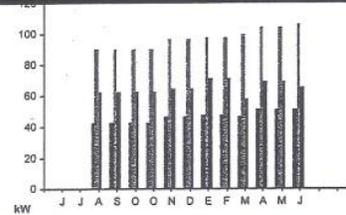
Nombre y Domicilio:
SEMIP COM. NAL. SEG. NUC. Y S.
DR BARRAGAN 779 COLL NARVARTE
ZEMPOALA Y LA QUEMADA
DISTRITO FEDERAL, D.F.
C.P. 0302

Ruta: 82DM22A010070290 Período: 31 MAY 12 A 30 JUN 12 No. Medidor: A020151

Tarifa	Carga conectada kW	Demanda contratada kW	Multiplicador
HM	285	255	600

Función y período	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh base				9,950
kWh intermedia				29,940
kWh punta				2,340
kW base				51
kW intermedia				107
kW punta				66
kVAh				8,040

Datos Históricos



Conceptos	Totales	Precios unitarios
Energía en base kWh	9,950	1,00410
Energía en intermedia kWh	29,940	1,20130
Energía en punta kWh	2,340	2,04690
Demanda facturable kW	79	178.88000

Mes	Demanda máxima kW	Consumo total kWh	F.P. %	F.C. %	Precio medio
JUN 11	69	37,500	98.35	53	1,4753
JUL 11	66	35,340	98.69	52	1,4992
AGO 11	64	37,390	98.81	53	1,4387
SEP 11	65	34,380	98.69	51	1,5041
OCT 11	65	34,320	98.58	51	1,4754
NOV 11	73	34,440	98.69	51	1,6197
DIC 11	72	34,380	98.70	47	1,7074
ENE 12	72	38,400	98.76	57	1,6541
FEB 12	75	36,600	98.58	54	1,6841
MAR 12	80	39,540	98.33	54	1,5855
ABR 12	71	37,440	98.40	52	0,0000
MAY 12	80	40,260	98.17	55	1,6070
JUN 12	79	42,240	98.24	55	1,5039

Avisos Importantes

- Nos transformamos para servirte mejor.
- Servicio a Clientes Teléfono 071.
- El aprovechamiento de las energías renovables en los procesos genera mayor competitividad en la empresa... ¡Ahorrate una luz!

Domicilio fiscal

CNS7901282Y0

Factura: MA
Folio: 000016767822
No. aprobación: 164641
Año de aprobación: 2012
No. certificado: 00001000000104150052

[Handwritten signature]
PORTE PAGADO
CARTAS
C499-1597
AUTORIZADO POR SEPOMEX

Estado de cuenta

Conceptos	Importe \$
Energía	50,757.49
Demanda Facturable	14,131.52
Bonificación Factor de Potencia	-1,362.66
Subtotal	63,526.35
IVA 16%	10,164.21
Facturación del Período	73,690.56
Adeudo Anterior	75,120.22
Su Pago	-75,120.00
Total	\$73,690.78

Handwritten notes: 473, 31101, 6-7-12

Este documento es una representación impresa de un CFD

Cadena original: 12 29A0000197678222012-07-04T13:03:101646412012099501Pago en una sola exhibición63526 35736907No IdentificadoEugenia.197_narvarte del benito juarez del benito juarez d.f. mexico.03022CFE370814Q00Comision Federal de ElectricidadAv. Paseo de la Reforma164JuarezMexico D.F.D.F.[Mexico]06000TTTTULO II DEL REGIMEN DE LAS PERSONAS MORALES CON FINES NO LUCRATIVOS(CNS7901282Y0)SEMIP COM. NAL. SEG. NUC. Y S. 3_IDIREC R[NOM]POB[R]NOMESTR[Mexico]42240[kwh]ENERGIA[63526.35]63526.35[IVA]16[10164.21]

Sello Digital: INX4pQ0eAvkqMRP9SY5dk8vqHuTH6to3jKf51g4TLdLUPHeumJz8Z0TEK2pHevU8UR0sb2v5Eort1D8ugZUIP8NF+4AZCV4DUEjMqAGpGCHUZI897TmdXCvWFW0kyYbKEmYUJN1CWd9KUsug50FAmJGRXbmk= Fecha, hora y lugar de impresión: 05 JUL 12 17:57:10 hrs. Eugenia 197_narvarte del benito juarez del benito juarez

970920600891
01 970920600891 120715 000073690 1



Cuenta:

Clave de envío:

51

Total a pagar:

\$73,690.00
(SETENTA Y TRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA PESOS 00/100 M.N.)

Figura 3. Recibo de consumo de energía eléctrica

En la figura 3 representa un recibo de consumo de energía eléctrica emitido por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Se observa que el inmueble tiene una tarifa HM.

El análisis se realizó con los recibos que tenían los registros de mediciones, se consideraron 12 meses que comprenden el periodo mayo 2012 a abril 2013, con el fin de poder establecer un patrón de comportamiento del consumo en la instalación (ver anexo 1).

Los parámetros más significativos que inciden directamente en el cobro por parte del suministrador, arrojaron los siguientes valores: demanda facturable promedio mensual de 80 [kW], consumo promedio mensual de energía de 41,475 [kWh] y factor de potencia promedio mensual de 0.9865. Cabe señalar que el costo integrado de energía y la facturación mensual presentadas en la tabla 4 son históricos y no representan el costo actual de energía para la dependencia.

A continuación se muestra la tabla 4 resumen del servicio contratado.⁹

Los datos recabados en la tabla 4 son el promedio del consumo de energía eléctrica y demás parámetros a lo largo de un año natural. Datos como el Costo integrado de energía serán de utilidad en cálculos posteriores.

Tabla 4. Resumen de facturación eléctrica, promedios mensuales

Tarifa	Demanda Facturable [kW]	Energía consumida [kWh]	Factor de Potencia	Costo integrado de energía [\$/kWh]	Facturación mensual [\$]
HM	80	41,475	.9865	1.55	64,109

La tarifa aplica las siguientes cuotas: costo por demanda, bonificación o penalización dependiendo del valor de factor de potencia, más un cargo adicional por cada [kWh] consumido, es importante señalar que cada uno de estos cargos varían mes con mes.

⁹Tarifas Eléctricas, (01/09/2015), <http://www.sme.org.mx/actividades/2013/2013-09-12derechoalaenergia/06-complementarios/documentos/tarifas%20vf.pdf>

En la figura 4 se muestra el comportamiento de la demanda requerida durante el periodo de 12 meses, el principal objetivo es indicarnos los periodos mensuales en los cuales la demanda cobra las mayores diferencias a través del periodo de estudio.

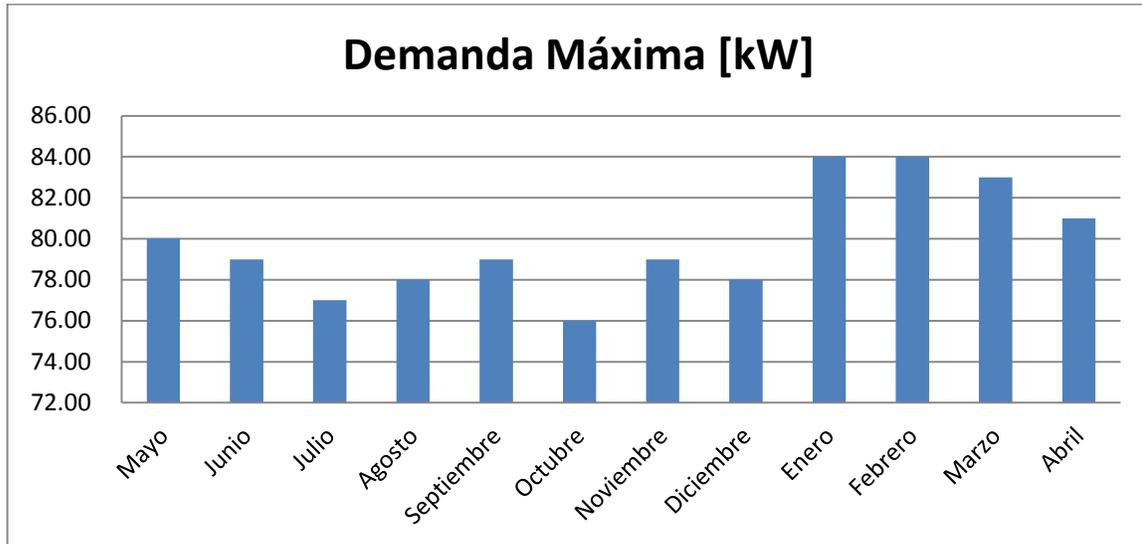


Figura 4. Registros de la demanda máxima

De acuerdo con la figura 4, se observa que no se mantiene una demanda de energía constante, por lo cual se intuye que hay diversos factores que pueden contribuir a dichos cambios, tales como la temperatura, la carga de trabajo, el número de empleados, etc.

La demanda máxima se puede definir como la máxima coincidencia de cargas en un intervalo de tiempo. El medidor de energía almacena la lectura correspondiente al máximo valor registrado de demanda [kW] en intervalos de 15 minutos del periodo de facturación. La figura 5 muestra el medidor de energía eléctrica.



Figura 5. Medidor de consumo de energía eléctrica

En la figura 6 se muestra el comportamiento del consumo de energía eléctrica en la dependencia. Los datos fueron recabados a partir de los recibos de consumo de energía eléctrica que emite la CFE.

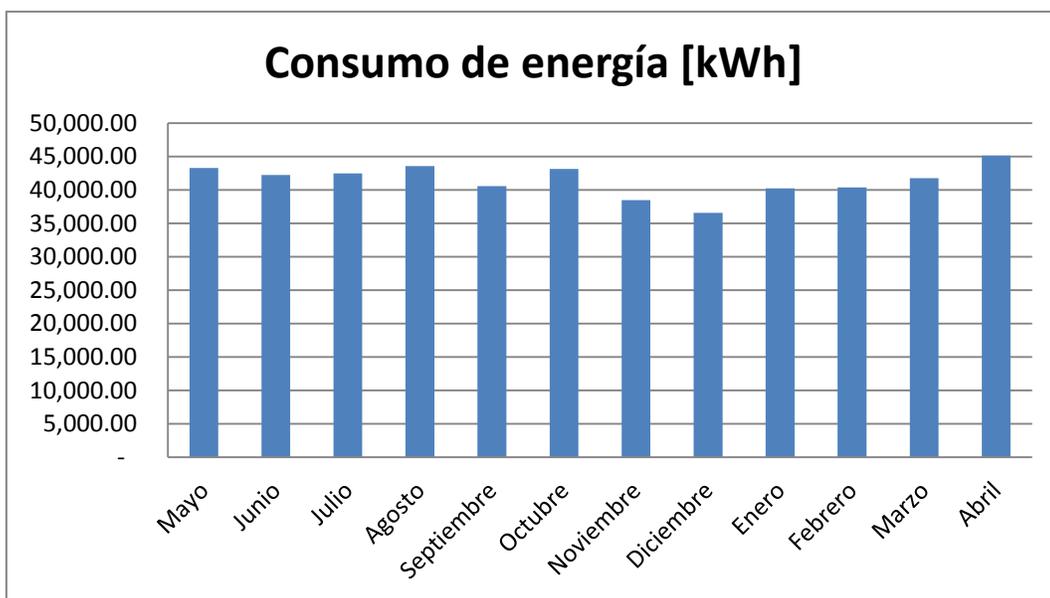


Figura 6. Registro del consumo de energía eléctrica

El usuario procurará mantener un factor de potencia tan aproximado a 100% como sea posible, en el caso de que dicho parámetro durante cualquier periodo de facturación se encuentre por debajo del 90%, el suministrador tendrá derecho a cobrar al usuario la

cantidad que resulte de aplicar al monto de la facturación el porcentaje de recargo, con un valor máximo del 120%, según la siguiente fórmula:

$$Penalización(\%) = \frac{3}{5} * \left[\frac{0.9}{FP} - 1 \right] * 100$$

En el caso de que el factor de potencia tenga un valor mayor o igual a 90%, el suministrador tendrá la obligación de bonificar al usuario la cantidad que resulte de aplicar a la facturación el porcentaje de bonificación, con un valor máximo de 2.5%, según la siguiente fórmula:¹⁰

$$Bonificación(\%) = \frac{1}{4} * \left[1 - \frac{0.9}{FP} \right] * 100$$

La CNSNS presenta un historial de factor de potencia que se muestra en la figura 7, con valores que se encuentran en el promedio de .98, valor por encima del establecido por CFE para no generar penalización al consumidor. El valor de .98 presentado por el inmueble ha generado una bonificación mensual promedio del 2.19%. Las bonificaciones obtenidas debidas a este factor de potencia durante el periodo de análisis lograron un acumulado de 17,186.0 pesos en 12 meses en la facturación (ver anexo 1 Facturación eléctrica).

¹⁰Factor de Potencia, (04/04/2015)
<http://www.cfe.gob.mx/Industria/AhorroEnergia/Lists/Ahorro%20de%20energia/Attachments/3/Factordepotencial.pdf>

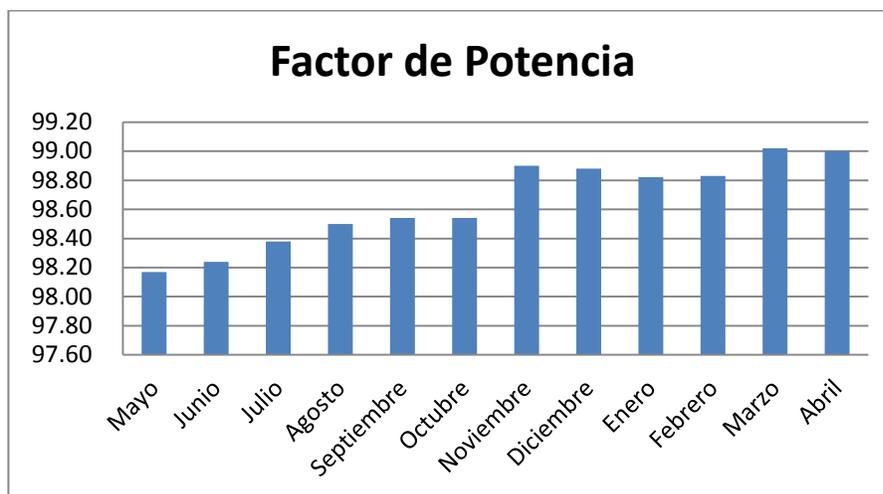


Figura 7. Registro del consumo de energía eléctrica

La figura 8 muestra el importe de facturación mensual a lo largo de un año, a pesar de que no se visualiza una variación significativa se logra observar un pequeño índice de incremento en ciertos meses.

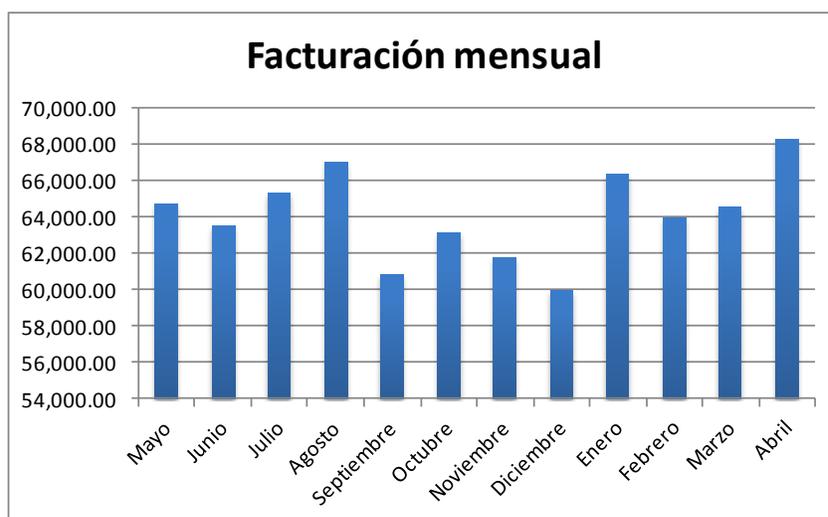


Figura 8. Facturación mensual

III.2. ÍNDICES ENERGÉTICOS

Durante el periodo de análisis, el costo integrado promedio fue de 1.55 [\$/kWh], éste es el costo que involucra los parámetros facturados en el recibo e indica lo que cuesta consumir un [kWh] bajo las condiciones históricas de operación. El *índice de consumo de energía eléctrica* (ICEE) anual por unidad de superficie construida durante el último periodo de análisis, resultó de 88 [kWh/m²-año] valor por debajo del Índice Máximo de Consumo de Energía Eléctrica (IMCEE) establecido en 100 para oficinas con aire acondicionado.¹¹

¹¹ Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la administración pública federal, (30/01/2009), http://www.normateca.gob.mx/Archivos/13_D_2029_28-04-2009.pdf.

CAPÍTULO IV. CENSO DE CARGAS

El censo de cargas tiene como función estimar el consumo de energía eléctrica a partir del levantamiento de datos de los distintos equipos existentes en el inmueble. Una manera de hacerlo más eficiente es dividiéndolo por rubros, como lo son: iluminación, aire acondicionado, motores y bombas eléctricas y equipos misceláneos. A partir de los datos recabados se puede estimar el consumo total.

IV.1 ILUMINACIÓN

Es de gran importancia la utilización de iluminación eficiente, a través de equipos de bajo consumo y luminarias de alta relación [lumen/Watt]. Unidas al uso de sistemas de regulación y control adecuado a las necesidades del local a iluminar, lo que permite contar con un excelente confort visual.

El correcto alumbrado en un edificio será aquel que proporcione la iluminación durante el tiempo y en el lugar adecuado. Ya que hará que los empleados puedan realizar sus actividades eficientemente y sin grandes esfuerzos o fatigas visuales. Además, un buen alumbrado realza un ambiente y contribuye a la creación de atmósferas adecuadas a las múltiples funciones que se llevan a cabo en las oficinas.

La iluminación en las oficinas a estudiar es parte fundamental en el desarrollo del diagnóstico energético, debido a que suele acaparar gran parte del consumo energético en el inmueble. Por tal motivo es necesario enfocar mayor atención a este rubro, debido a que el porcentaje de ahorro de energía será considerable. En la figura 9 se muestran imágenes de los diferentes tipos de luminarias con que cuenta el inmueble.



Figura 9. Equipos de iluminación existentes en el inmueble

IV.1.1. CARGAS DE LUMINARIAS

En la tabla 5 se muestra explícitamente las cantidades y tipos de luminaria con los cuales cuenta el inmueble, al igual que la carga instalada y consumos mensuales y anuales.

Tabla 5. Carga de iluminación

ILUMINACIÓN					
Tipo de Sistema	Cantidad	Carga instalada [kW]	Consumo actual [kWh/mes]	Consumo actual [kWh/año]	Porcentaje de consumo anual
T12 2x75	10	1.500	292	3504	2.37%
T8 2x17	38	1.292	313.204762	3,758.46	2.54%
T8 2x59	443.5	52.333	9201.59786	110,419.17	74.61%
T8 2x32	250	16.000	2361.02857	28,332.34	19.14%
T12 2x39	6	0.468	81.3428571	976.114286	0.66%
42W	4	0.168	36.5	438	0.30%
20W	1	0.020	3.47619048	41.7142857	0.03%
250W	1	0.250	43.452381	521.428571	0.35%
Total		72.031	12332.6026	147,991.23	100%

Características de las lámparas con que cuenta el inmueble.

Las lámparas fluorescentes son de forma tubular como se muestra en la figura 10. Al igual que tienen una gran variedad de características, como la potencia con respecto a las distintas longitudes y diámetros.

Las principales características que las engloban son las siguientes:

- Tipo de encendido

- Pre calentamiento
- Encendido rápido
- Encendido instantáneo
- Por el color
 - Blanco cálido
 - Blanco frío
 - Luz de día
- Eficacia luminosa: es muy variada debido a la gran cantidad de equipos que existe en el mercado.
- Condiciones de utilización: el número y forma de encendido influye en gran medida en la vida útil de las lámparas.

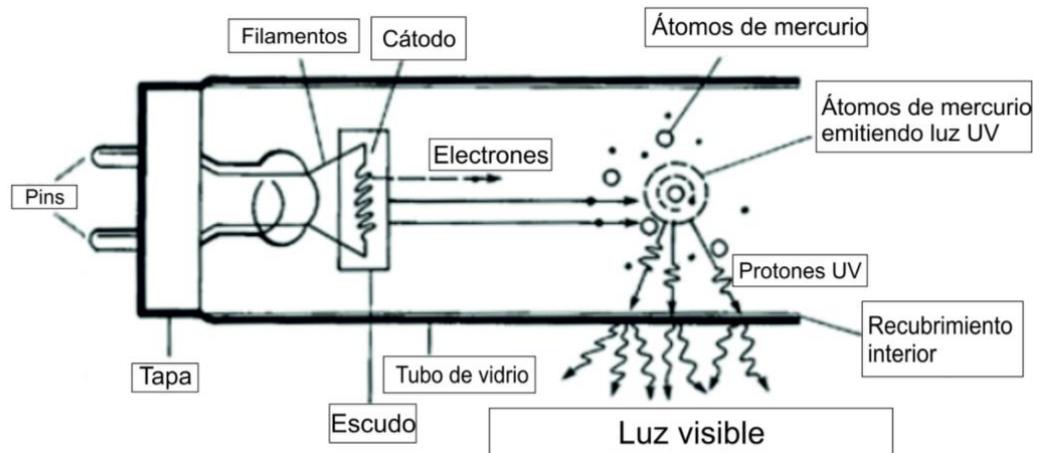


Figura 10. Lámpara fluorescente lineal

Lámparas fluorescentes compactas: en general se conocen como lámparas ahorradoras y principalmente son el sustituto de las lámparas incandescentes debido al diseño de los casquillos que es semejante al de las incandescentes. Se encuentran en varios modelos, por

citar algunos (E14, E27 y tipo bayoneta B22). Al igual se encuentran disponibles en distintas potencias y modelos. (Ver figura 11).

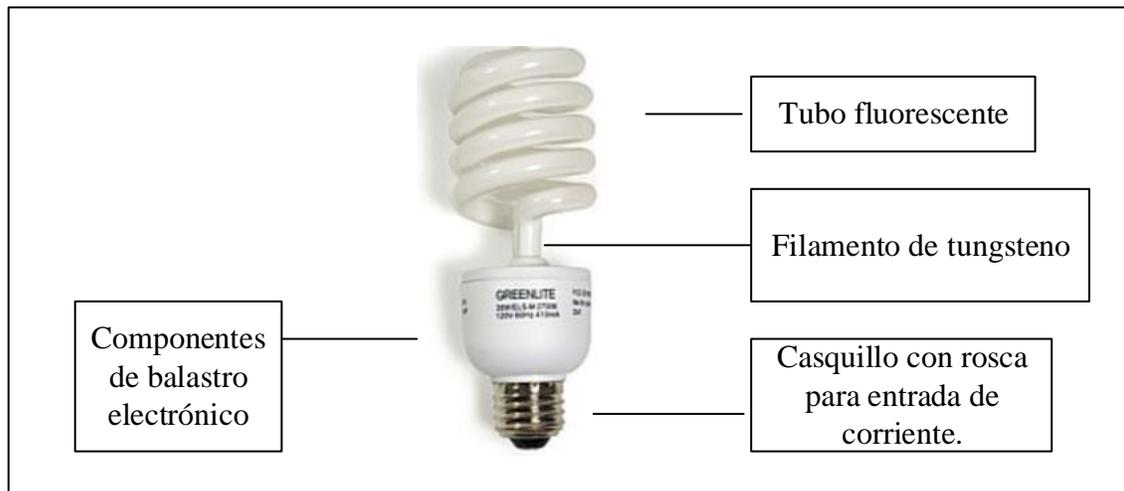


Figura 11. Lámpara fluorescente compacta

La lámpara incandescente está formada por un filamento de tungsteno que se calienta por efecto Joule a alta temperatura capaz de producir luz. Para evitar que el filamento se quemara en contacto con el aire, se rodea con una ampolla de vidrio a la que se le ha hecho un vacío. El conjunto se completa con unos elementos con funciones de soporte y conducción de la corriente eléctrica y un casquillo normalizado como se muestra en la figura 12. La Nom-028-Ener actualizada hace referencia en la eficacia con la que deben contar este tipo de lámparas para continuar siendo comercializadas.

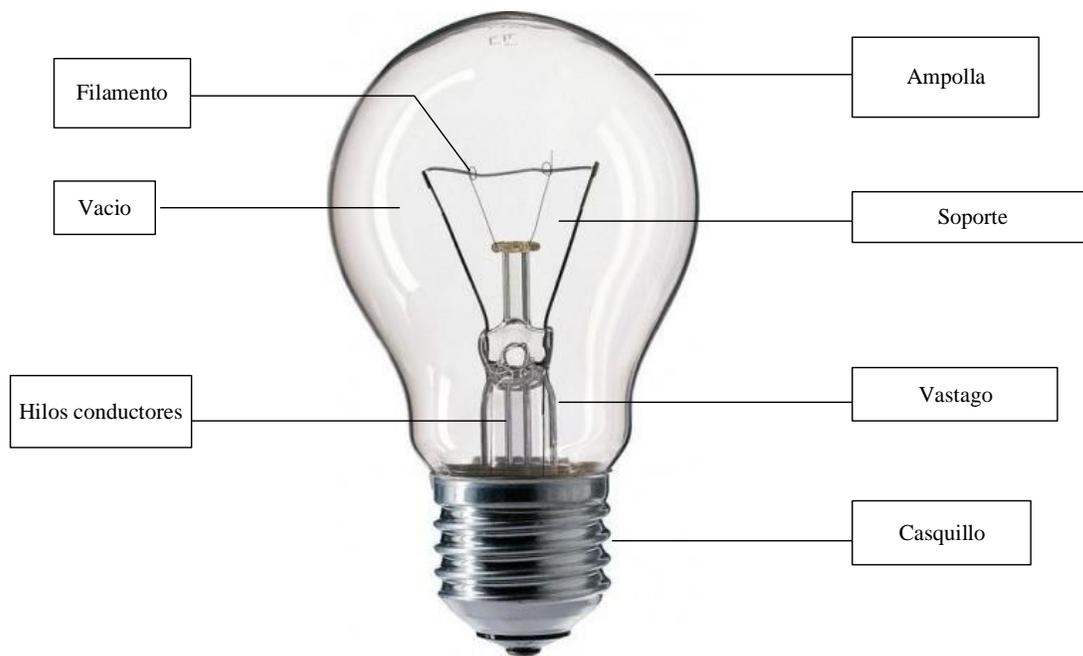


Figura 12. Lámpara incandescente convencional

De acuerdo con la Tabla 5 se observa que los sistemas de iluminación predominantes en el inmueble son los que corresponden a las luminarias del tipo T8 de 59 y 32 [W]. Por lo tanto, se puede realizar una implementación que logre reducir el consumo de energía al igual que permita obtener un mayor nivel de iluminación. Por consiguiente se logra notar que es posible sustituir los sistemas actuales por equipos de iluminación de alta eficiencia y de un diseño mejorado que logre una optimización en la distribución del flujo luminoso.

A continuación, se mencionan las especificaciones recomendadas que se deben tomar en cuenta en la adquisición del alumbrado fluorescente, de acuerdo al tipo de luminaria que se pretende instalar que son las del tipo T5.

- Tipo de lámpara: Fluorescente T5.
- Bulbo: Tubular recto con un diámetro de 5 u 8 octavos de pulgada.
- Potencias disponibles: 14, 28 y 35 [W] en T5.
- Temperatura de color: 4,100 K \pm 200 K en oficinas.

- Valor mínimo de índice de rendimiento de color (IRC): 82
- Eficacia (lm/W): >75
- Tipo de arranque: Rápido T5
- Vida nominal promedio mínima 20,000 horas
- Sello de eficiencia energética: Sello Fide
- Marcas: (Con carácter enunciativo no limitativo)
- Balastro: Electrónico con circuito integrado multivoltaje 120 a 277 V, 60 Hz, encendido rápido, factor de balastro mínimo de 0.85, factor de potencia mayor de .95, THDI máxima de 10%, sello de garantía de cumplimiento con NOM-058-SCFI-vigente, sello de eficiencia energética FIDE y garantía de fabricante 5 años. Marcas: Phillips, Osram, ISB, SLI, Advance, Lumicom entre otras.

IV.1. 2. EVALUCIÓN DE LAS NORMAS EN ILUMINACIÓN

Aunque en la tabla 6 se aprecia que los niveles de iluminación se encuentran por encima de lo establecido por la Nom-025-STPS-2008, no implica que los tipos de lámparas sean los adecuados, como se puede observar ese tipo de lámpara aún tiene ciertas deficiencias con respecto a la nueva tecnología que se recomienda instalar que son las del tipo T5. Una de las grandes diferencias entre las lámparas es el consumo de energía eléctrica.¹²

¹²“Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”. NOM-025-STPS-2008, Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2014

Tabla 6. Niveles de iluminación

Concepto	Zona			
	Descripción	Pasillos	Recepción, cabinas de audio	Oficinas, bibliotecas
Luxes promedio medidos	310.22222	250.33333	432.03333	745
NOM – 025-STPS vigente	100	200	300	500
Cumple NOM – 025-STPS-vigente	Si	Si	Si	Si

De acuerdo a la NOM-007-ENER-2014 existen áreas en que éstas exceden los valores de Densidad de Potencia Eléctrica Para Alumbrado (DPEA) a lo cual en el Anexo 7 se encuentra la evidencia, aunque como la norma lo dicta *“Para ampliaciones o modificaciones de edificios no residenciales ya existentes, la aplicación a esta norma queda restringida a los sistemas de alumbrado de dicha ampliación y modificación y no a las áreas construidas con anterioridad”*.¹³



Figura 13. Toma de niveles de iluminación

¹³ NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales. 06/03/17

Los niveles de iluminación y reflectancias con respecto al piso, pared y techo fueron tomados por medio de un luxómetro como el que se muestra en la figura 13. En cumplimiento a la Nom-025-STPS- vigente, como se describe a continuación:

“EVALUACION DEL FACTOR DE REFLEXION”

B.1 Objetivo

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

B.2 Metodología

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

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

a) Se efectúa una primera medición (E1), con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de 10 cm ± 2 cm, hasta que la lectura permanezca constante;

b) La segunda medición (E2), se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente, y

c) El factor de reflexión de la superficie (Kf) se determina con la ecuación siguiente:¹⁴

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

¹⁴ Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.Nom-025-STPS-vigente, consultada el 24/09/2017

IV.2. AIRE ACONDICIONADO

El edificio cuenta con 9 equipos de aire acondicionado instalados. En la tabla 7 se muestran los parámetros recabados. De los cuales sólo se encontraban operando los de 5 [Tr] (Toneladas de refrigeración), aunque hicieron mención que los otros equipos trabajan esporádicamente.

El consumo de energía eléctrica a través de los equipos de aire acondicionado es alrededor de 4,621 [kWh/mes], como se muestra en la tabla 7. Los equipos que tienen el mayor consumo de energía eléctrica es el conjunto de 5 [Tr], que acondicionan el centro de cómputo. Debido a que se cuenta con dos equipos que trabajan de manera redundante durante todo el día. Es decir si uno tiene una falla el otro comienza a operar de tal forma que en todo momento se acondicione la habitación y evitar daños en los equipos de comunicación.

IV.2.1. CANTIDAD DE EQUIPOS Y CONSUMO ELÉCTRICO POR CADA TECNOLOGÍA

Los equipos que se encuentran en la dependencia están en buen estado desde una perspectiva visual, al igual que utilizan refrigerante del tipo R-22. Características como eficiencia serán mostradas en la tabla 9.

Tabla 7. Censo y cargas de aire acondicionado

TIPO	Capacidad [Tr]	Cantidad	Capacidad total [Tr]	Capacidad por unidad [kW]	Capacidad total [kW]	Horas de uso al día	Consumo mensual [kWh]/mes	Porcentaje del total de consumo [%]
Minisplit	1.5	1	1.5	1.87	1.87	2	74.84	1.62%
Minisplit	2	6	12	2.62	15.72	2.4	754.79	16.33%
Minisplit	5	2	10	7.90	15.80	12	3,792.00	82.05%
Total		9	23.5		33.40		4,621.63	100.00%

En la tabla 7 se muestra el consumo de energía eléctrica por cada equipo con el cual cuenta la dependencia, las horas que se manejan son horas promedio. La información fue proporcionada por personal a cargo del mantenimiento y de las distintas áreas en las cuales se encuentran presentes.

IV.2.2. EVALUACIÓN DE LA NOM-023-ENER-2010

“Esta norma oficial mexicana establece la Relación de Eficiencia Energética (REE) mínima que deben cumplir los acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire (conocidos como minisplit y multisplit), de ciclo simple (solo frío) o con ciclo reversible (bomba de calor), que utilizan condensadores enfriados por aire.

Establece, además, el método de prueba que debe aplicarse para verificar dicho cumplimiento y define los requisitos que se deben incluir en la etiqueta de información al público.

Especificaciones

6.1 Límites de valor de Relación de Eficiencia Energética (REE)

La eficiencia energética de los acondicionadores de aire objeto de esta norma oficial mexicana, se especifica por su valor de la Relación de Eficiencia Energética (REE).

Los aparatos sujetos al cumplimiento de esta norma oficial mexicana, deben tener un valor de REE mayor o igual que los valores especificados en la tabla 8. El fabricante debe marcar en la etiqueta el valor de la REE en W_t/W_e , el cual no debe ser menor del valor especificado en la tabla 8 correspondiente a la clase del aparato.

Tabla 8. Nivel mínimo de Relación de Eficiencia Energética (REE), en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire (tipo minisplit y multisplit)

Capacidad de Enfriamiento		Relación de eficiencias Energéticas	
Watts	BTU/h	W_t/W_e	BTU/Wh
Menor o igual a 19 050	De 3 413 hasta 65 001	2,72	9,3

Donde W_e = Watt eléctrico y W_t = Watt térmico”.¹⁵

En la tabla 9 se realiza un análisis para observar el comportamiento de los equipos instalados en el inmueble y validar si cumplen con lo establecido en la NOM-023-ENER vigente en materia de eficiencia.

¹⁵ Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado. NOM-023-ENER-2010, Diario Oficial de la Federación, 20 de diciembre de 2010. Consultada el 06/03/2017

Tabla 9. Evaluación de eficiencia energética

Marca del equipo	Modelo	Cap. [Tr]	Potencia [kWe]	Factor de conversión Tr-kW	Potencia térmica [kWt]	REE Calculada	Índice de la Nom-023-Ener vigente	Cumple con la Nom-023-Ener vigente
Carrier	3900E11322	1.5	2.0384	3.517	5.2755	2.588	2.72	No
Carrier	42046L794	2	2.6208	3.517	7.034	2.683	2.72	No
Carrier	42046L795	2	2.6208	3.517	7.034	2.683	2.72	No
Carrier	430JE36936	5	3.6192	3.517	17.585	4.858	2.72	Si
Carrier	430JE36937	5	3.6192	3.517	17.585	4.858	2.72	Si
Sin marca	Sin dato	2	2.6208	3.517	7.034	2.683	2.72	No
Sin marca	Sin dato	2	2.6208	3.517	7.034	2.683	2.72	No
Carrier	420E39382	2	2.6208	3.517	7.034	2.683	2.72	No
Carrier	4105M18169	2	2.6208	3.517	7.034	2.683	2.72	No

Donde kW_e es potencia eléctrica y kW_t es potencia térmica.

En la figura 14 se muestra la toma de parámetros eléctricos y de presión, por medio de multímetro y manómetro, respectivamente. En el anexo 4 a través de la tabla se observaran los parámetros medidos.



Figura 14. Medición en equipos de refrigeración

IV.3 MISCELÁNEOS

Se considera equipos misceláneos a todos los aparatos eléctricos que consuman energía eléctrica que no entren en el rubro de aire acondicionado, motores eléctricos e iluminación.

La toma de datos en los equipos es parecida a un censo, ya que se toman datos de placa de cada equipo. Se recabó información por parte de los usuarios para tener idea del consumo diario y poder realizar los cálculos correspondientes en [kWh].

IV.3.1 CANTIDAD DE EQUIPOS Y CONSUMO ELÉCTRICO

Los equipos mayormente registrados son correspondientes a equipos de oficina, como computadoras e impresoras así como se observa en la tabla 10. Las variables son enfocadas al consumo de energía eléctrica.

Tabla 10. Censo de equipos misceláneos

Equipo	Cantidad	Carga instalada [kW]	Horas de uso diaria	Consumo [kWh/mes]	Consumo en [kWh/año]	Porcentaje del consumo en [%]	del total
PC Y Laptop	207	62.1	8.16666667	10,143.00	121,716.00	49.03%	
Impresoras	29	17.6258	5.23888889	1,846.79	22,161.51	8.93%	
Otros	114	79.8	5.45	8,698.20	104,378.40	42.04%	
Total	350	159.5258		20,687.99	248,255.91	100.00%	

IV.4 FUERZA (MOTORES Y BOMBAS ELÉCTRICAS)

Los equipos de fuerza, son considerados como motores y bombas hidráulicas. Los parámetros considerados son los datos de placa, al igual que la toma de datos reales como: voltaje [V], corriente [A] y Potencia [W]. Los datos medidos puntualmente se encuentran en el Anexo 6. El tiempo de utilización promedio es informado a través del personal que labora en la dependencia.

Tabla 11. Censo de equipos de motores y bombas eléctricos

Carga que maneja	Cap. [HP]	Potencia mec. Individual [kW]	Cant.	Potencia mec. total [kW]	Horas de uso al día [h]	Consumo mensual [kWh/mes]	Consumo anual [kWh/año]	Porcentaje de consumo [%]
Bomba de Agua	5	6.6	1	6.6	2	264	3168	21%
Bomba de Agua	8	10.6	1	10.6	2	424	5088	34%
Elevador	9.375	7.11	2	14.22	2	568.8	6825.6	45%
Total	22.375	24.31	4	31.42		1256.8	15081.6	100%

En la Tabla 11 se observa que el consumo de energía eléctrica tiene mayor auge en lo que respecta al elevador, seguido de la bomba de 8 hp.

CAPÍTULO V. BALANCE DE ENERGÍA

El balance de energía tiene como función recopilar la información obtenida en el censo de cargas eléctricas en sus distintos rubros Con el objetivo de mostrar de manera sintetizada la información obtenida y mostrar el consumo de energía eléctrica para observar las áreas de mayor oportunidad para reducir el consumo de energía eléctrica.

En la tabla 12 se muestra la recopilación de los consumos de energía eléctrica por rubros y se hace una sumatoria total del consumo de energía eléctrica, cabe destacar que el total es un consumo ideal, ya que va encaminado a los datos de placa de cada equipo, en consecuencia será diferente al gasto real, ya que no todos los equipos se encuentran encendidos al momento de realizar el censo.

Tabla 12. Balance de energía de equipos existentes

Carga eléctrica	Capacidad instalada [kW]	Capacidad instalada [TR]	Consumo mensual [kWh/mes]	Consumo anual [kWh/año]	Porcentajes de consumo
Iluminación	72.021		12,481.0	149,771.9	31.96%
PC Y Laptop	62.1		10,143	121,716	25.98%
Impresoras	17.6258		1,846.79	22,161.51	4.73%
Otros	79.8		8,698.92	104,378.40	22.28%
Aire acondicionado	33.40	23.5	4,621.63	55,460	11.84%
Motores	31.42		1,256.8	15,081.6	3.22%
Total	296.3626	23.5	39,616.93	473,622.48	100.00%

En el censo de consumo de energía se observa que el rubro perteneciente a la iluminación es el que representa una mayor demanda en el consumo de energía eléctrica, seguida de equipos de cómputo. Por otra parte, también se observa que existen equipos de aire acondicionado y motores eléctricos, pero en comparación con los rubros de mayor consumo tienen un consumo mínimo.

Por ende, a partir del balance de energía se comienza a identificar las áreas de oportunidad donde se puede realizar el mayor ahorro de energía eléctrica a través de los datos recabados.

CAPÍTULO VI. POTENCIALES DE AHORRO DE ENERGÍA

El ahorro de energía es el objetivo central de este Diagnóstico, por lo que las áreas de oportunidad que se visualizan que pueden contribuir a la reducción del consumo de energía eléctrica son las áreas de iluminación en primer instancia seguida del área de aire acondicionado, por lo que se mostrara en las siguientes secciones los ahorros obtenido en ambas áreas.

VI.1 ILUMINACIÓN. REDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación con el cual cuenta la dependencia puede mejorarse radicalmente ya que al tomar en cuenta la NOM-025-STPS-2008 y realizando cálculos por el método de cavidades zonales (ver anexo 7, Propuesta de iluminación) se observa que de acuerdo a las propuestas de cambio de luminarias existentes por unas de mayor eficiencia va a existir un cambio en el consumo de energía muy significativo. Al mismo tiempo se realiza el cálculo de Densidades de Potencia Eléctrica Para Alumbrado (DPEA) para verificar que el cambio de iluminación propuesto cumpla con los valores que la NOM-007-ENER-2014 propone.

VI.1.1 MÉTODO DE LAS CAVIDADES ZONALES

“El Método de las cavidades zonales asume que cada local lo constituyen tres diferentes zonas o cavidades”. Las cuales son; cavidad techo, piso y local.

Cavidad de Techo: es el área medida desde el plano de las luminarias al techo. Para luminarias colgantes existirá una cavidad de techo; para luminarias colocadas directamente en el techo o empotradas en el mismo, no existirá cavidad de techo.

Cavidad de Local: es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte inferior de la luminaria; el plano de trabajo se encuentra localizado normalmente

arriaba del nivel del piso. En algunos casos, donde el plano de trabajo es considerado a nivel del piso, el espacio desde la luminaria al piso se considera como cavidad del local. En el lenguaje de iluminación la distancia desde el plano de trabajo a la parte inferior de la luminaria es llamada altura de montaje de la luminaria.

Cavidad de Piso: se considera desde el piso a la parte superior del plano de trabajo o bien el nivel donde se realiza la tarea específica. Para áreas de oficina la distancia es aproximadamente de $0.75[m] \pm 0.1[m]$. Para bancos de trabajo de tareas difíciles en industrias deberán considerarse 92 centímetros aproximadamente. Si el trabajo se realizara directamente en el piso, no existe cavidad de piso.¹⁶

Las consideraciones para la zona de trabajo y las tareas a realizar, están enfocadas de acuerdo con la Nom-025-STPS-2008 que tiene como fin determinar los niveles de iluminación adecuados para la realización de dichas actividades de tal manera que el ambiente de trabajo se centre en el mayor confort visual.

Otros factores importantes a considerar para realizar el método de las cavidades zonales, son las dimensiones del recinto, el tipo y el número de luminarias existentes, el tipo de colocación, la altura con respecto al piso, los niveles de iluminación [lux] y las reflectancias con respecto al techo, piso y pared, etc.

Al igual que es necesario tomar en cuenta la altura del plano de trabajo que para oficinas en distintos textos se indica que es alrededor de $0.75[m] \pm 0.1[m]$ ¹⁷. Para pasillos se indica que el plano de trabajo es a nivel de piso.

Para el cálculo del factor de utilización [Fu] que otros textos lo mencionan como coeficiente de utilización se hace uso del índice local K previamente ya calculado, ya que

¹⁶ Harper, Gilberto Enríquez, Manual de instalaciones electromecánicas en casas y edificios, p. 340

¹⁷ Harper, Gilberto Enríquez, Manual de instalaciones electromecánicas en casas y edificios. p. 366

será el punto de partida, al igual se hará uso de las reflectancias calculadas en el levantamiento, con respecto al piso, pared y techo.

Para el cálculo del coeficiente de utilización se hace referencia a la tabla 13 y 14 para luminarias del tipo T5 de 28[W] (ver figura 15) y 14 [W] (ver figura 16) respectivamente. Por medio del índice local K previamente calculado al igual las reflectancias con respecto al techo, pared y piso de cada área de trabajo.

Tabla 13. Datos para obtener el coeficiente de utilización de la T5 2*28[W] a través del índice local K y reflectancias

Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80 0.80		0.70 0.70 0.70 0.70				0.50 0.50		0.30 0.30		0.00	
	0.50 0.50		0.50 0.50 0.50 0.30				0.30 0.10		0.30 0.10		0.00	
	0.30 0.10		0.30 0.20 0.10 0.10				0.10 0.10		0.10 0.10		0.00	
0.60	0.50	0.48	0.49	0.48	0.47	0.43	0.42	0.39	0.42	0.39	0.38	
0.80	0.59	0.55	0.58	0.56	0.55	0.50	0.50	0.47	0.49	0.47	0.45	
1.00	0.66	0.61	0.65	0.62	0.60	0.56	0.56	0.53	0.55	0.53	0.51	
1.25	0.72	0.66	0.71	0.68	0.65	0.62	0.61	0.58	0.60	0.58	0.57	
1.50	0.76	0.69	0.75	0.72	0.69	0.65	0.65	0.62	0.64	0.62	0.60	
2.00	0.83	0.74	0.81	0.77	0.73	0.71	0.70	0.68	0.69	0.67	0.66	
2.50	0.87	0.77	0.85	0.80	0.76	0.74	0.73	0.71	0.72	0.70	0.69	
3.00	0.90	0.79	0.87	0.82	0.78	0.76	0.75	0.74	0.74	0.73	0.71	
4.00	0.93	0.80	0.90	0.85	0.80	0.78	0.77	0.76	0.76	0.75	0.73	
5.00	0.95	0.81	0.92	0.86	0.80	0.79	0.78	0.77	0.77	0.76	0.74	

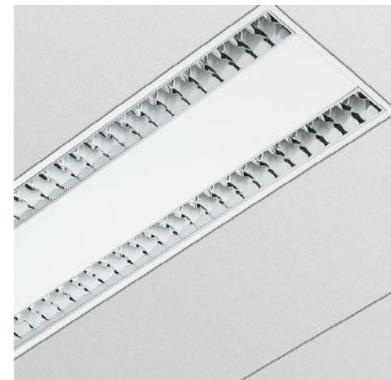


Figura 15. SmartForm TBS T5 2*28[W]

Tabla 14. Datos para el cálculo del coeficiente de utilización T5 3*14[W] a través del índice local K

Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80 0.80		0.70 0.70 0.70 0.70				0.50 0.50		0.30 0.30		0.00	
	0.50 0.50		0.50 0.50 0.50 0.30				0.30 0.10		0.30 0.10		0.00	
	0.30 0.10		0.30 0.20 0.10 0.10				0.10 0.10		0.10 0.10		0.00	
0.60	0.50	0.48	0.49	0.48	0.47	0.43	0.42	0.39	0.42	0.39	0.38	
0.80	0.59	0.55	0.58	0.56	0.55	0.50	0.50	0.47	0.49	0.47	0.45	
1.00	0.66	0.61	0.65	0.62	0.60	0.56	0.56	0.53	0.55	0.53	0.51	
1.25	0.72	0.66	0.71	0.68	0.65	0.62	0.61	0.58	0.60	0.58	0.57	
1.50	0.76	0.69	0.75	0.72	0.69	0.65	0.65	0.62	0.64	0.62	0.60	
2.00	0.83	0.74	0.81	0.77	0.73	0.71	0.70	0.68	0.69	0.67	0.66	
2.50	0.87	0.77	0.85	0.80	0.76	0.74	0.73	0.71	0.72	0.70	0.69	
3.00	0.90	0.79	0.87	0.82	0.78	0.76	0.75	0.74	0.74	0.73	0.71	
4.00	0.93	0.80	0.90	0.85	0.80	0.78	0.77	0.76	0.76	0.75	0.73	
5.00	0.95	0.81	0.92	0.86	0.80	0.79	0.78	0.77	0.77	0.76	0.74	

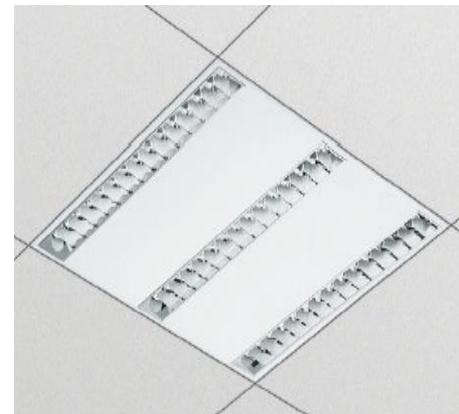


Figura 16. SmartForm TBS460 T5 3*14[W]

El factor de mantenimiento:

Corresponde al estado de mantenimiento de las unidades de iluminación que para el presente estudio se encontraban en buen estado por lo que se les asignó el valor de 0.8.¹⁸

La NOM-025-STPS-2008 refiere consideraciones al factor de mantenimiento lo siguiente:

“Mantenimiento

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

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

El flujo se calcula, teniendo en cuenta los valores de los niveles de iluminación en luxes propuestos por la NOM-025-STPS-2008, lo indica para un recinto en especial, por ejemplo, para oficinas es de 300[lux], se utiliza el área del recinto, al igual que el factor de mantenimiento y el de utilización.

$$\phi = \frac{(lux)(area)}{(fm)(fu)}$$

¹⁸ Harper, Gilberto Enríquez, Manual de instalaciones electromecánicas en casas y edificios, 2003.

Las luminarias desprenden un flujo luminoso, el dato lo otorga el fabricante. Para el ejercicio se tienen valores de 2x2625 para las luminarias que respectan a las lámparas del tipo T5 de 2x28[W] y 3x1250 para las T5 de 3x14[W].

Para calcular el número de luminarias que necesitamos para un área específica se necesitan los valores que respectan al flujo y al flujo luminoso otorgado por el fabricante.

Para el cálculo del número de luminarias es necesario identificar el valor del factor de mantenimiento, calcular el factor de utilización, el valor de los niveles de iluminación es de acuerdo a la NOM-025-STPS. Teniendo los valores mencionados se procede al cálculo del flujo requerido, el flujo de la luminaria lo otorga el fabricante, finalmente se calcula el número de luminarias

$$NL = \frac{\phi}{FL}$$

Donde:

NL: Número de luminarias

ϕ : Flujo requerido.

FL: Flujo luminoso

VI.1.2 CÁLCULO DEL MÉTODO DE LAS CAVIDADES ZONALES APLICADO A UNA OFICINA DE TRABAJO

DIMENSIONES DEL AREA DE TRABAJO.

En la figura 17 se muestra un esquemático de las dimensiones consideradas para realizar el cálculo del índice local K. Nos será de utilidad para obtener el número de luminarias necesarias para iluminar el área de trabajo a través del método de las cavidades zonales.

Se muestran altura de plano de trabajo, ancho y largo del recinto.

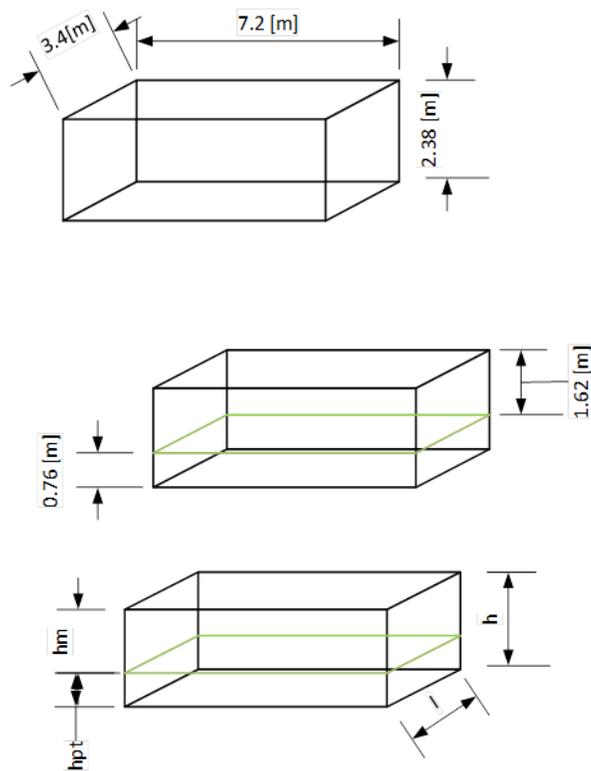


Figura 17. Dimensiones del área de trabajo

En la tabla 15 se sintetizan los datos que serán de utilidad en el cálculo del índice local K.

Tabla 15. Dimensiones de la oficina a calcular

Datos dimensionales	
a	7.2 [m]
l	3.4 [m]
h	2.38 [m]
hpt	.76 [m]
hm	1.62[m]

La siguiente ecuación se utiliza para el cálculo del índice local K. Donde los valores a considerar se muestran en la tabla 15.

$$K = 5(hm) \left[\frac{a+l}{a*l} \right]$$

$$K = 5(1.62[m]) \left[\frac{7.2[m] + 3.4[m]}{[7.2[m] * 3.4[m]]} \right]$$

$$K = 3.5$$

De la tabla 13 “Utilisation factor table”.

Tabla 16. Datos necesarios para el cálculo del factor de utilización de luminarias T5 de 28[W]

Utilisation factor table

Room index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
0.30	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
0.60	0.66	0.61	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.50	0.48	0.49	0.48	0.47	0.43	0.42	0.39	0.42	0.39	0.38
0.80	0.59	0.55	0.58	0.56	0.55	0.50	0.50	0.47	0.49	0.47	0.45
1.00	0.66	0.61	0.65	0.62	0.60	0.56	0.56	0.53	0.55	0.53	0.51
1.25	0.72	0.66	0.71	0.68	0.65	0.62	0.61	0.58	0.60	0.58	0.57
1.50	0.76	0.69	0.75	0.72	0.69	0.65	0.65	0.62	0.64	0.62	0.60
2.00	0.83	0.74	0.81	0.77	0.73	0.71	0.70	0.68	0.69	0.67	0.66
2.50	0.87	0.77	0.85	0.80	0.76	0.74	0.73	0.71	0.72	0.70	0.69
3.00	0.90	0.79	0.87	0.82	0.78	0.76	0.75	0.74	0.74	0.73	0.71
4.00	0.93	0.80	0.90	0.85	0.80	0.78	0.77	0.76	0.76	0.75	0.73
5.00	0.95	0.81	0.92	0.86	0.80	0.79	0.78	0.77	0.77	0.76	0.74

Reflectancias medidas

techo

pared

piso

K=3.5

A través del método de interpolación lineal se calcula el factor de utilización con los datos de reflectancias e índice local K.

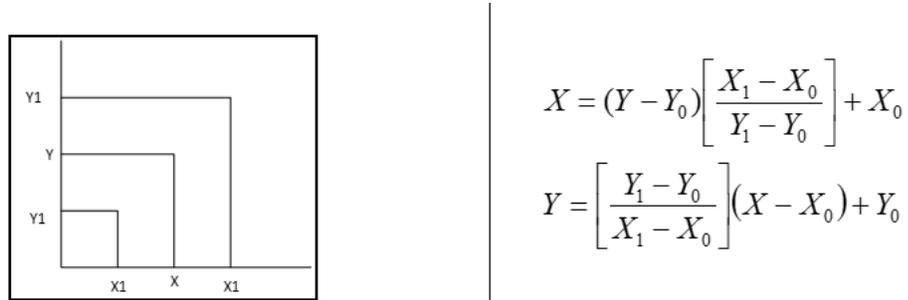


Figura 18. Método de interpolación lineal

Dadas las variables que se obtienen de la tabla 16 a través del método de interpolación lineal establecido en la figura 18 se realiza la sustitución en la figura 19. Para la obtención del factor de utilización f_u .

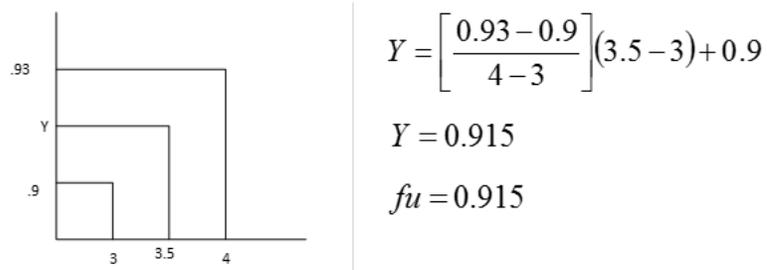


Figura 19. Sustitución de variables para el cálculo del factor de utilización

La tabla 17 alberga los datos que serán de utilidad para calcular el flujo requerido. El valor de niveles de iluminación corresponde a los luxes necesarios en el área de trabajo, dicho valor se estipula en la NOM-025-STPS-vigente.

El factor de mantenimiento tiene que ver principalmente con el estado en que se encuentra la luminaria, al igual que factores como los difusores, el polvo y los tipos de mantenimiento que se le dan.

Tabla 17. Datos necesarios para el cálculo del flujo

CÁLCULO DEL FLUJO	
fm	0.8
lux	300
área	24.48 [m2]
fu	0.915

$$\phi = \frac{(lux)(area)}{(fm)(fu)}$$

$$\phi = \frac{(300)(24.28)}{(.8)(0.915)}$$

$$\phi = 10,032.78$$

El número de luminarias se puede calcular a través de los datos proporcionados en la tabla 17 y con la fórmula que se presenta a continuación, los valores se deben igualar a valores enteros.

Tabla 18. Cálculo del número de luminarias necesarias para una oficina

CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIAS	
flujo	10,032.78
flujo de luminarias	5250

$$NL = \frac{\phi}{FL}$$

$$NL = \frac{10,032.78}{5250}$$

$$NL = 1.91 \approx 2$$

Los datos fueron tomados de la oficina 5 de la planta alta, dichos valores de ahorro se pueden visualizar en el Anexo 7. Sólo se involucraron los datos del número de luminarias necesarias. La recopilación de los datos utilizados se muestra en la tabla 18.

Tabla 19. Recopilación de datos para el cálculo de luminarias

DATOS NECESARIOS PARA EL USO DEL METODO DE LAS CAVIDADES ZONALES				
CAVIDADES ZONALES		ÍNDICE LOCAL K		
ZONA DE TRABAJO	CD. MX.	CÁLCULO DEL COEFICIENTE LOCAL K	K=3.5	
DIMENSIONES DEL RECINTO	24.48 [m ²]			
FUNCIONES DEL RECINTO	OF			
CANTIDAD DE LUMINARIAS	2			
TIPO DE SISTEMA	2X75[W]	LARGO DEL RECINTO [m]	3.4 [m]	
TIPO DE COLOCACIÓN (EMPOTRADO, SOBREPUESTO, SUSPENDIDO)	Sobrepuesto	ANCHO DEL RECINTO [m]	7.2 [m]	
DIMENSIONES DE LA LUMINARIA	1.464 [m ²]	ALTURA DEL RECINTO [m]	2.38 [m]	
ALTURA DE LA LUMINARIA	2.38 [m]	ALTURA DEL PLANO DE TRABAJO (hpt)	.75 [m]	
REFLECTANCIAS	PISO			0.38
	MURO			0.59
	TECHO	0.86		
ILUMINACIÓN PROMEDIO REQUERIDAS	300 [lux]	(hm) luminarias [m]	1.62 [m]	
HORAS DE OPERACIÓN SEMANAL	40 [h]			

En la tabla 19 se observa el consumo actual por tipo de luminaria a lo largo de un año. Al igual que el consumo de las luminarias propuestas para el mismo periodo. La cantidad de luminarias en lo que respecta a la propuesta es fundamentada por medio del método de cavidades zonales y de datos técnicos recabados en fichas técnicas de las luminarias propuestas.

Tabla 20. Propuesta de ahorro en iluminación

Tecnología actual				Propuesta					
Tipo de Sist.	Cant.	Cons. actual [kW]	Consumo [kWh/año]	Tipo de Sist.	Cant.	Cons. [kW]	Consumo [kWh/año]	Ahorro en kW	Ahorro [kWh/año]
T12 2x75[W]	10	1.5	3,504.00	T5 2x28[W]	12	0.67	1,401.60	0.83	2,102.40
T8 2x17[W]	38	1.292	3,758.46	T5 2x28[W]	26	1.46	4,158.08	-0.16	-399.62
T8 2x59[W]	443.5	52.687	110,419.17	T5 2x28[W]/ T5 3x14[W]	321	17.6	36,121.80	35.4	74,297.31
T8 2x32[W]	250	15.636	30,455.60	T5 2x28[W]/T5 3x14[W]	155	7.78	15,213.20	7.85	15,242.40
T12 2x39[W]	6	0.468	976.11	T5 2x28[W]	6	0.34	700.8	0.13	275.31
42W	4	0.168	525.6		0	0	0	0.17	525.6
20W	1	0.02	41.71		0	0	0	0.02	41.71
250	1	0.25	91.25		0	0	0	0.25	91.25
Total		72.021	149,771.90			27.51	57,595.54	44.51	92,176.37

Como se observa en la Tabla 20 existe un número negativo en la sustitución de las luminarias T8 de 2x17[W]. Es debido a que las luminarias se encuentran principalmente en el sótano del inmueble. Porque existen diferentes tipos de luminarias en el estacionamiento por lo que no hay ninguna suma total de la potencia eléctrica en el área. Por lo que al hacer el cálculo nos muestra un número negativo. Se verá reflejado en el anexo 7 y se realizará el ejercicio que contemple la mejor propuesta de una forma más desglosada.

Realizando la sumatoria total del ahorro se observa que existe una disminución radical en la energía requerida por lo que se verá reflejado en la cuestión económica. Ahora bien, esta propuesta conlleva a un gasto inicial de la sustitución de nuevas luminarias.

Tabla 21. Ahorro económico en iluminación

Tecnología actual					Propuesta					
Tipo de sist.	Cant	Consumo actual anual [kWh]	Costo integrado de energía [\$/kWh]	Costo anual [\$]	Tipo de Sistema	Cant.	Consumo anual en [kWh]	Costo integrado de energía [\$/kWh]	Costo anual [\$]	Ahorro anual [\$]
T12 2x75W /Osram/Gabinete tipo industrial con difusor tipo acrílico	10	3,504.00	1.55	5,431.20	T5 2x28W	12	1,401.60	1.55	2,172.48	3,258.72
T8 2x17W/Osram/Sin difusor	38	3,758.46	1.55	5,825.61	T5 2x28W	26	4,158.08	1.55	6,445.02	-619.42
T8 2x59W/Osram/ Gabinete tipo industrial sin difusor	443.5	110,419.17	1.55	171,149.7	T5 2x28w/T 5 3x14W	321	36,121.86	1.55	55,988.8	115,160.8
T8 2x32W/Osram/ Gabinete tipo industrial con difusor tipo acrílico	250	30,455.60	1.55	47,206.1	T5 2x28w/T 5 3x14W	155	15,213.20	1.55	23,580.4	23,625.72
T12 2x39W/Osram/ Gabinete tipo industrial con difusor tipo acrílico	6	976.11	1.55	1,512.98	T5 2x28W	6	700.80	1.55	1,086.24	426.74
42W	4	525.60	1.55	814.68		0	0.00	1.55	0.00	814.68
20W	1	41.71	1.55	64.66		0	0.00	1.55	0.00	64.66
250	1	91.25	1.55	141.44		0	0.00	1.55	0.00	141.44
Total		149,771.91		232,146.46			57,595.54		89,272.94	142,873.3

En la tabla 21 se realiza la comparación de gasto anual que se tiene con las luminarias existentes contra la propuesta de iluminación, dichos valores muestran una gran diferencia, por lo que el cambio de luminarias se visualiza recomendable, aunque los gastos de instalación y materiales necesarios para el rediseño de iluminación no se contemplan en el presente estudio como se observa en la tabla 22.

Tabla 22. Costos de cambio de iluminación

Tecnología actual			Propuesta				
Tipo de SISTEMA	CANT.	Costo anual [\$]	Tipo de Sistema	Cantidad	Costo anual [\$]	Ahorro anual [\$]	Costos
T12 2x75w	10	5,431.20	T5 2x28w	12.00	2,172.48	3,258.72	13,868.40
T8 2x17w	38	5,825.61	T5 2x28w	26.00	6,445.02	-619.42	30,048.20
T8 2x59w	443.5	171,149.72	T5 2x28w/ T5 3x14w	321.00	55,988.88	115,160.84	364,434.85
T8 2x32w	250	47,206.18	T5 2x28w/T5 3x14w	155.00	23,580.46	23,625.72	199,191.59
T12 2x39w	6	1,512.98	T5 2x28w	6.00	1,086.24	426.74	6,934.20
42W	4	814.68		0.00	0.00	814.68	0.00
20W	1	64.66		0.00	0.00	64.66	0.00
250	1	141.44		0.00	0.00	141.44	0.00
Total		232,146.46			89,273.09	142,873.37	614,477.24

Observaciones.

En el levantamiento de equipos de iluminación se observa que en distintas áreas no se cuenta con un interruptor para cada oficina, sino que hay interruptores generales, una implementación recomendable es la colocación de interruptores ya sea por oficina o por

áreas más pequeñas, para controlar la iluminación en los puntos donde sea necesaria la iluminación.

Realizando el levantamiento se observa que se puede contribuir con mejoras, debido a que los niveles de iluminación tomados son distintos en cada una de las áreas (ver anexo 3; Niveles de iluminación), por lo que es necesario tomar de una manera adecuada este factor, ya que es una variable necesaria en los cálculos a realizar.

Por otro lado, las reflectancias toman un papel muy importante, en textos consultados se pueden encontrar niveles de reflexión ya establecidos como se muestra el tabla 23. Por ende aquí existe una cuestión en saber si es correcto hacer las mediciones o tomar los datos que se encuentran en tablas enfocadas al tipo de material y color con que cuenta el recinto.¹⁹

Tabla 23. Reflectancias de algunos materiales

Color	Refl. %	Material	Refl. %
Blanco	70-75	Revoque claro	35-55
Crema claro	70-80	Revoque oscuro	20-30
Amarillo claro	50-70	Hormigón claro	30-50
Verde claro	45-70	Hormigón oscuro	15-25
Gris claro	45-70	Ladrillo claro	30-40
Celeste claro	50-70	Ladrillo oscuro	15-25
Rosa claro	45-70	Marmol blanco	60-70
Marrón claro	30-50	Granito	15-25
Negro	4-6	Madera clara	30-50

¹⁹ Manual de luminotecnia para interiores, Carlos lazo, p. 21, consultado en http://www.laszlo.com.ar/Items/ManLumi/issue/Manual_de_Luminotecnia.PDF

Otra cuestión a considerar es el factor de mantenimiento, pareciera más que nada un factor que se da visualmente, ya que en los levantamientos realizados no se tomaba como tal, sino que se tomó de acuerdo al archivo fotográfico que se tiene y haciendo un balance visual.

VI.2 AIRE ACONDICIONADO

En lo que respecta al aire acondicionado existe una propuesta rentable pero a muy largo plazo. Principalmente por el comportamiento ambiental que prevalece en el centro del país, ya que no suele ser de primera necesidad en el inmueble debido a que los cambios de temperatura no se presentan con cambios muy abruptos como en otros puntos de la república mexicana. Sin embargo, no se deja a un lado la propuesta técnica del cambio de unidades una a una por unidades con mayor eficiencia como la que se ha desarrollado con una nueva tecnología de mini split del tipo *inverter*, o por equipos de mayor eficiencia como se observa en la tabla 24.

La principal diferencia entre los equipos convencionales y los del tipo *inverter* es que los equipos convencionales operan bajo un *set point* de temperatura y un rango de banda muerta de +/- ciertos grados de temperatura. Al ser detectada la máxima temperatura por el sensor ocasionará que el compresor comience a operar al cien por ciento de su capacidad y en cuanto detecte que la temperatura disminuye al *set point* programado se apagará automáticamente. Es decir, el compresor en cada ocasión que opere lo hará a su máxima capacidad.

Con respecto al minisplit *inverter*, se convertirá la corriente alterna (CA) a corriente continua (CC), por medio de un rectificador e inversor respectivamente con la finalidad de proporcionar la capacidad de poder variar la frecuencia del motor del compresor que

normalmente en México con la CA se maneja un valor de 60Hz. Por lo que al realizar estas modificaciones se cuenta con un variador de frecuencia para que el compresor pueda operar bajo distintas velocidades con respecto a la capacidad de enfriamiento que le sea solicitada.

En la tabla 24 se observa el comportamiento del consumo eléctrico y económico de las unidades existentes en el inmueble.

Tabla 24. Consumo económico actual en aire acondicionado

Consumo actual									
TIPO	Capacidad	Cant.	Capacidad total [Tr]	Capacidad por unidad [kW]	Consumo mensual [kWh/mes]	Costo [\$ /kWh]	Uso al día [h]	Consumo \$ mensual	Consumo \$ anual
Minisplit	1.5	1	1.5	1.87	74.84	1.55	2	116	1,392.02
Minisplit	2	6	12	2.62	754.79	1.55	2.4	1,169.93	14,039.10
Minisplit	5	2	10	7.9	3,792.00	1.55	12	5,877.60	70,531.20
Total		9	23.5		4,621.63			7,163.53	85,962.33

Por otro lado, en la tabla 25 se visualiza el comportamiento que se puede mostrar utilizando unidades de mayor eficiencia o del tipo inverter. Y haciendo la comparación entre las unidades existentes y las de la propuesta.

Tabla 25. Propuesta de ahorro económico en aire acondicionado

Propuesta						
Tipo	Capacidad total [kW]	Consumo mensual [kWh/mes]	Consumo \$ mensual	Consumo \$ anual	Ahorro mensual \$	Ahorro anual \$
Mini split inverter	1.55	62.00	96.10	1,153.20	19.90	238.82
Mini split inverter	1.92	552.96	857.09	10,285.06	312.84	3,754.05
Mini split mayor eficiencia	5.25	2,520.00	3,906.00	46,872.00	1,971.60	23,659.20
TOTAL		3,134.96	4,859.19	58,310.26	2,304.34	27,652.07

Finalmente, se realiza el cálculo que involucra a la cuestión económica que conlleva la sustitución de las unidades existentes por las de la propuesta. De acuerdo al ahorro teórico que puede generar el cambio de unidades y visualizando los totales. Tanto del ahorro, como

del gasto inicial al adquirir las nuevas unidades que podría tener frutos en aproximadamente 7 años.

Tabla 26. Costos de cambio de tecnología en aire acondicionado

Tecnología actual					Propuesta				
Tipo	Cap.	Cant.	Consumo mensual [kWh/mes]	Consumo anual \$	Tipo	Consumo mensual [kWh/mes]	Consumo anual \$	Costos de minisplit propuesto por unidad	Costo total
Minisplit	1.5	1	74.84	1,392.02	Minisplit inverter	62	1,153.20	14,000.00	14,000.00
Minisplit	2	6	754.79	14,039.10	Minisplit inverter	552.96	10,285.06	16,000.00	96,000.00
Minisplit	5	2	3,792.00	70,531.20	Mini split mayor eficiencia	2,520.00	46,872.00	38,000.00	76,000.00
Total		9	4,621.63	85,962.33		3,134.96	58,310.26		186,000.00

Los gastos plasmados en la tabla 26 reflejan el costo de las unidades sin tomar en cuenta la instalación, y gastos extra que se presenten. Al igual que los costos de las unidades propuestas pueden variar, de acuerdo con el lugar y compañía en que se adquieran. Sin embargo, son costos promedio que se encuentran en el mercado.

Observaciones.

El cambio de unidades se visualiza no rentable por el tiempo en que la inversión inicial es recuperada, sin embargo, los equipos de aire acondicionado que se encuentran en el área de cómputo son indispensable para generar aire frío y preservar en buen estado el servicio de los equipos ahí albergados, debido a la gran cantidad de calor que emiten al ambiente y poder abatir la carga térmica generada.

VI.3 FUERZA

En lo que respecta a la sección de motores, se puede expresar que existe un gran potencial en el ahorro de energía eléctrica, aunque los equipos contabilizados son de una cantidad inferior con respecto a los otros rubros que se manejan en el diagnóstico.

La falta de datos para realizar cálculos referentes a eficiencia eléctrica, hacen complicado inmiscuirse con mayor profundidad en el tema.

VI.4 ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES

VI.4.1 MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Para observar el comportamiento energético de los circuitos que alimentan a todos los niveles de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, se obtuvieron del perfil de carga real, información medida en voltaje, corriente, potencia y consumo de energía, para lo cual se instaló un equipo de medición en los puntos principales de las derivaciones que alimentan los circuitos de la Comisión como se muestra en la figura 20.



Figura 20. Conexión del analizador de redes eléctricas

El equipo instalado es un analizador de redes eléctricas marca Circutor Modelo CIR-e³ cuenta con cables de conexión a tensión; 3 destinadas para las diferentes fases de voltaje, una para el neutro y una más para tierra física. Cuenta también con 3 donas de corriente con capacidad de hasta 20 [kA].

El monitoreo se realizó en intervalos de 1 minuto, durante 7 días, con medición y registro simultáneo en tiempo real de manera monofásica, trifásica y sus formas de onda.

Los parámetros medidos fueron:

- Potencia aparente [kVA]
- Potencia activa [kW]
- Tensión [V]
- Corriente [A]
- Factor de potencia
- Energía [kWh]
- Distorsión Armónica [%]

El periodo de monitoreo fue del día 15 al 22 de Julio de 2013 con lo que se pudo observar el comportamiento durante 7 días de labores incluyendo fin de semana.

CAPÍTULO VII. ANÁLISIS DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

MEDIDOS

A continuación se incluye el análisis de los parámetros con los gráficos correspondientes a los días de monitoreo para el transformador con tarifa HM.

VII.1 CORRIENTES DE LÍNEA

El comportamiento del consumo de la corriente eléctrica a lo largo de la semana tiene cierta similitud a lo largo de los días laborales, es decir no se observa un exceso de consumo por alguna actividad diferente que se realice esporádicamente como se muestra en la figura 21.

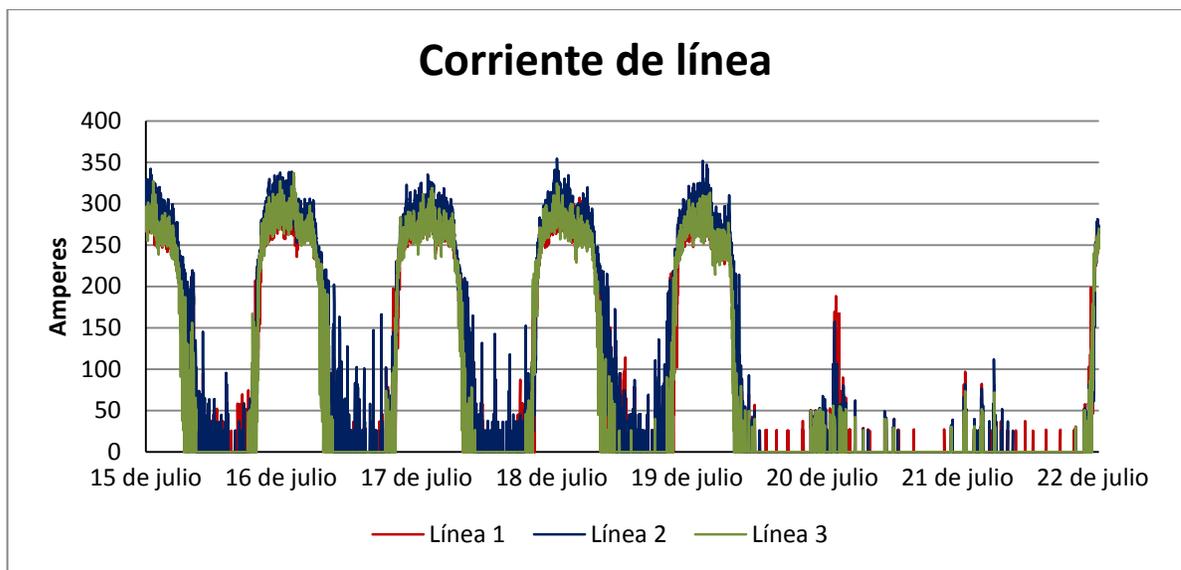


Figura 21. Corriente de línea en transformadores

De acuerdo a la tabla 27 se tiene que el valor promedio máximo es de 100 [A], y el máximo valor registrado es de 354 [A], sin embargo los valores del consumo de corriente

eléctrica varían generalmente de acuerdo al uso de la energía eléctrica en los distintos horarios por las distintas actividades que se realizan en el inmueble.

Tabla 27. Corriente RMS de línea en transformador

	Mínimo [A]	Promedio [A]	Máximo [A]
Corriente línea 1	0	92	327
Corriente línea 2	0	100	354
Corriente línea 3	0	85	337

Observaciones:

La corriente medida entre las líneas oscila entre 85 y 100 [A]. El desbalance de corriente entre líneas es del 8% respecto a los valores de corriente medidos, se encuentra dentro de los valores permitidos. El perfil que se observa es constante y forma un patrón similar durante los 7 días que se realizó la medición.

La corriente máxima registrada durante el periodo de monitoreo fue de 354 [A], es recomendable realizar una revisión del calibre en los conductores principales con el fin de verificar si la sección transversal de dicho conductor de energía es la indicada para manejar los valores de corriente presentes.

Otro factor a considerar es que la figura 21 tiene un comportamiento constante en los días laborales, aunque no hay ningún factor con respecto al tiempo visual podemos intuir que el comportamiento por día va encaminado de acuerdo con el avance de las horas del mismo. Por tanto se observa que el comportamiento de la curva comienza en un punto inferior esto podría indicar que el menor uso de la energía, tiene un nivel bajo a las primeras horas del día y va en ascenso, hasta llegar a un punto máximo que se puede intuir que es a la hora de la comida, y hasta finalizar la jornada laboral vuelve a estar en un punto

inferior. Sin embargo el detalle consiste en que no existe un decremento a la mitad del día, hora que las personas que laboran en el inmueble salen a comer. Lo anterior hace entender que el consumo de energía eléctrica no cesa en este periodo de tiempo, es decir que a pesar de que no hay labores el consumo de energía continúa. Si se apagaran los equipos de cómputo y la iluminación podría haber un ahorro de energía tal vez insignificante, pero todo ahorro es de gran importancia.

VII.2. TENSION DE LÍNEA

La tensión promedio de las tres líneas en el transformador es de 129 [V] con respecto a los valores medidos en el periodo. El desbalance de tensión entre líneas es del 0.4% respecto a los valores de voltaje medidos, lo que hace aceptable el desbalance entre líneas como se muestra en la figura 22 y tabla 28.

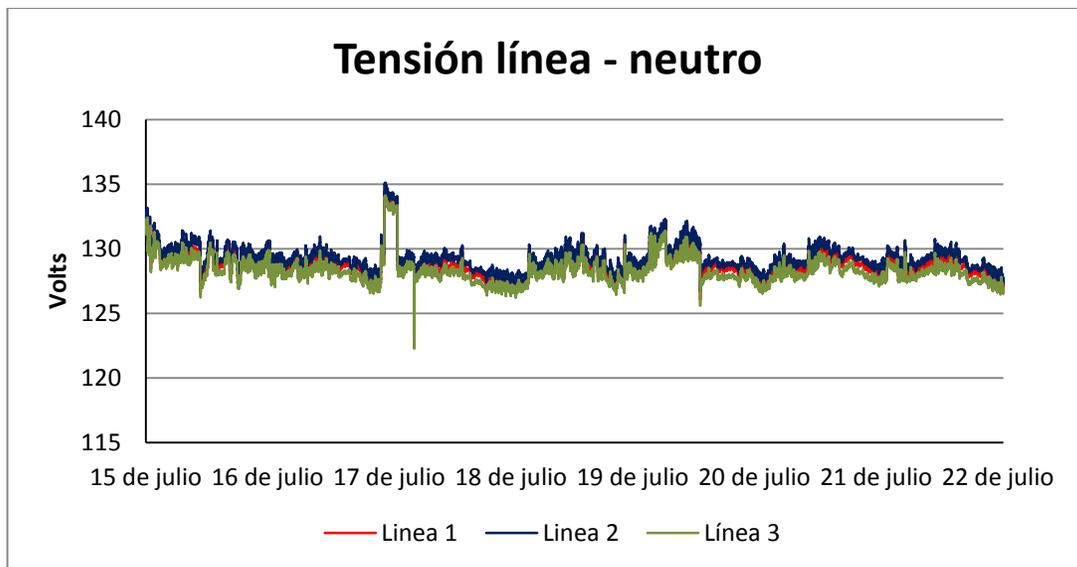


Figura 22. Tensión de línea en transformador

Tabla 28. Tensión RMS de línea en transformador

	Mínimo [V]	Promedio [V]	Máximo [V]
Tensión línea 1	122	129	136
Tensión línea 2	123	129	138
Tensión línea 3	122	128	134

Observaciones:

En la norma NOM-001-SEDE-2012²⁰ no se menciona el valor permisible del desbalance de energía, sin embargo, consultando en diferentes textos se hace referencia que por convención se ha optado por un +/- 10 %. Lo que queda claro es que mientras el desbalance entre fases sea menor, el desbalance en la corriente en el neutro disminuirá y no se contribuirá al aumento de la caída de tensión entre los conductores. En la práctica es complicado realizar un balance perfecto, pero con las buenas prácticas se puede realizar una correcta distribución.

El perfil que se observa es constante y forma un patrón similar durante los días que se realizó la medición. Aunque se observa una sobretensión transitoria en la figura 22, esto puede ser a causa de un aumento de voltaje debido a alguna conmutación entre los conductores, una conexión a banco de capacitores, Aunque el valor no excede el 10 % permisible.

²⁰Instalaciones eléctricas , NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012

VII.3. DISTORSIÓN ARMÓNICA

La distorsión armónica generalmente es producto de dispositivos ferro magnéticos, convertidores estáticos de potencia y aquellos que funcionan con arco eléctrico, provocan distorsión de la corriente respecto a la tensión, las cuales en su forma original son sinusoidales a una frecuencia de 60 Hz, dichos dispositivos demandan corrientes que no son proporcionales a la tensión aplicada. En las lecturas arrojadas por el analizador no se muestran valores correspondientes a distorsión armónica como lo muestra la figura 23 y la tabla 29.

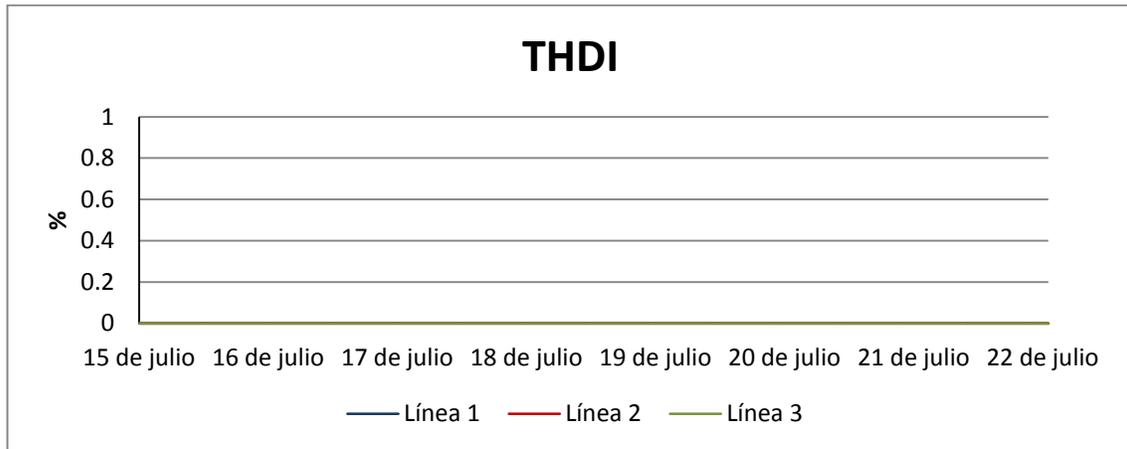


Figura 23. THDI en las líneas del transformador

Tabla 29. THDI en las líneas del transformador

	Mínimo [A]	Promedio [A]	Máximo [A]
THD corriente línea 1	0	0	10
THD corriente línea 2	0	0	0
THD corriente línea 3	0	0	0

Repercusiones técnicas producidas por un alto porcentaje de THDI:

- Aumento en la resistencia efectiva de los conductores con el aumento en la frecuencia de la corriente alterna, como consecuencia se incrementan las pérdidas por efecto Joule.
- Disminución en la capacidad e incremento de pérdidas en transformadores.

Observaciones.

La THDI máxima en corriente medida para los alimentadores principales fue de 0% (ver figura 23 y tabla 29) valor por debajo del 15% que recomienda la norma IEEE-519. “métodos recomendados y requisitos para el control de armónicos en sistemas eléctricos”.²¹

VII.4. POTENCIA ACTIVA Y APARENTE

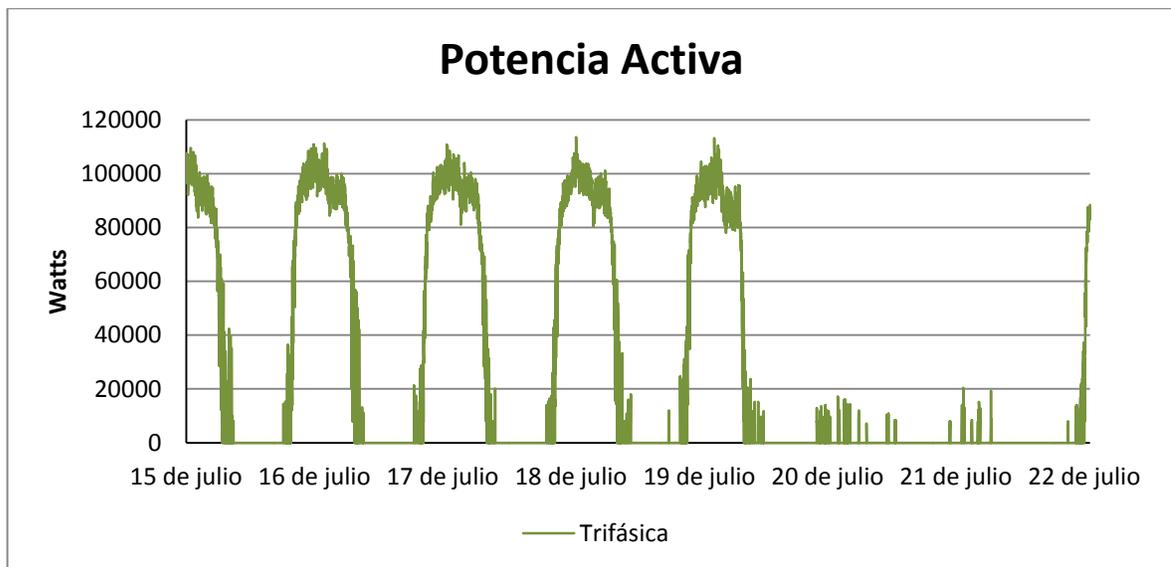


Figura 24. Potencia activa trifásica en el transformador

²¹ “Recomendaciones Prácticas y Requerimientos de la IEEE para el Control de Armónicos en Sistemas Eléctricos de Potencia”, (2015)

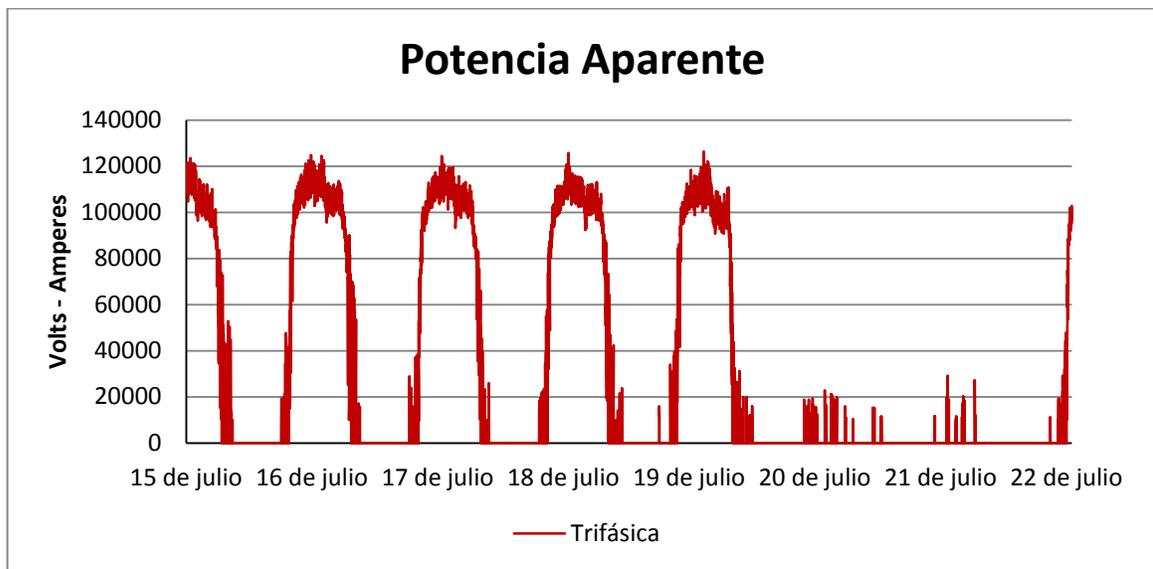


Figura 25. Potencia aparente trifásica en el transformador

Tabla 30. Valores registrados en el transformador

	Mínimo	Promedio	Máximo
Potencia activa [kW]	0	28.5	113.6
Potencia aparente [kVA]	0	41.2	126.4

Observaciones:

La potencia activa máxima en el periodo de medición fue de 113 [kW] (ver figura 24 y tabla 29) y la aparente de 126 [kVA], (ver figura 25 y tabla 30). La diferencia entre ambos valores se debe a cargas reactivas en el inmueble. Lo cual se verá también reflejado en el factor de potencia.

VII.5. FACTOR DE POTENCIA

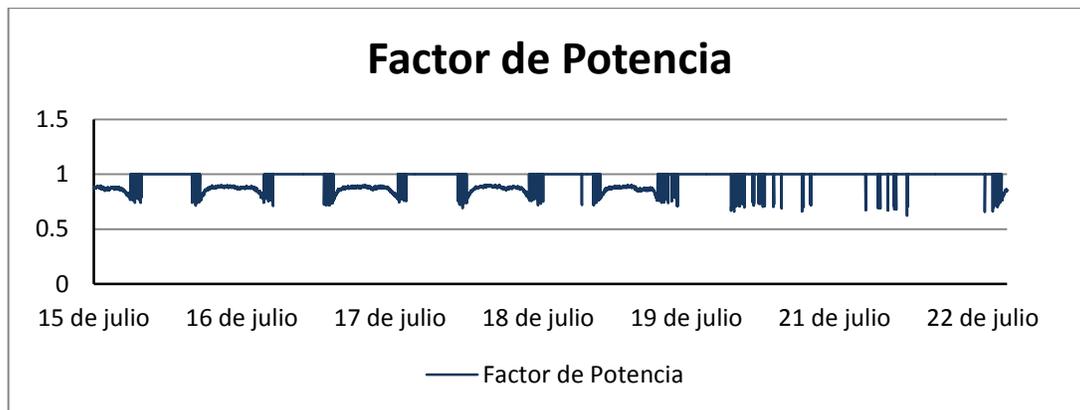


Figura 26. Factor de potencia en el transformador

Tabla 31. Factor de potencia en el transformador

	Mínimo	Promedio	Máximo
Factor de potencia trifásico	0.62	0.95	1

El factor de potencia se define como la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, es un indicador de cuanta energía se aprovecha como trabajo. La diferencia entre dichas potencias se debe a la presencia de cargas reactivas en el sistema, las cuales producen un desfaseamiento entre la tensión y la corriente además de que no tienen la capacidad de transformarse en trabajo. Mientras mayor sea dicha diferencia, menor será el valor del factor de potencia.

Repercusiones técnicas y económicas producidas por un bajo factor de potencia:

- Mayores pérdidas por efecto Joule y caídas de tensión en los conductores debido al incremento de corriente demandada.
- Disminución de la capacidad en transformadores.
- Penalización por parte de la empresa suministradora.

Observaciones:

El promedio del factor de potencia es de 0.95 (ver figura 26 y tabla 31). El valor mínimo que solicita CFE para no generar penalizaciones es de 0.90.

VII.6. CONSUMO DE ENERGÍA

La figura 27 muestra el comportamiento del consumo de energía eléctrica en el periodo de los 7 días de medición, partiendo de 0 en el momento en que el analizador de redes eléctricas es puesto en marcha hasta concluir las mediciones.

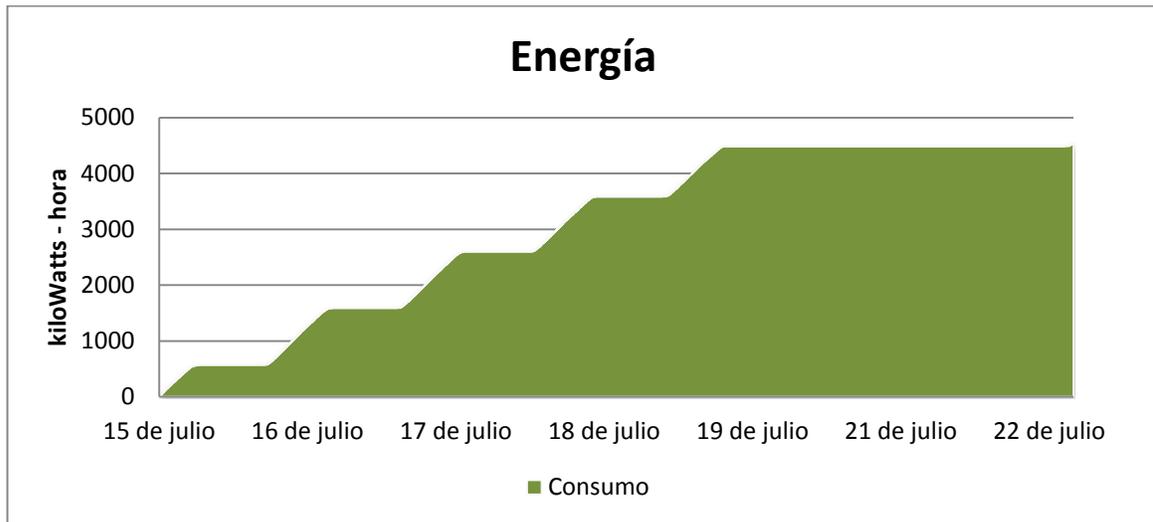


Figura 27. Consumo de energía en el transformador

Observaciones:

El consumo de energía durante las mediciones eléctricas fue de 4,550 [kWh]. Este valor extrapolado a una medición mensual nos arroja un valor de 19,500 [kWh]

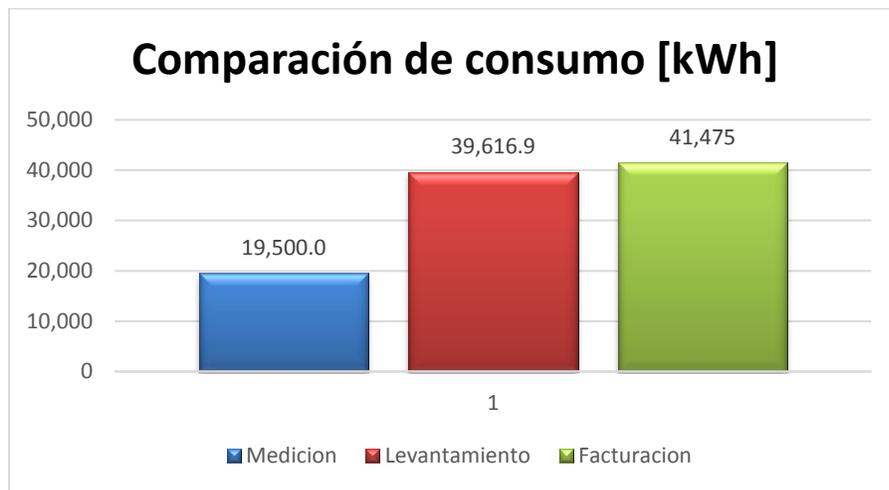


Figura 28. Comparación de consumos

La figura 28 muestra la diferencia entre el consumo histórico de los recibos de CFE, el obtenido de la medición realizada con el analizador de redes y el calculado en base al censo de cargas.

Las mediciones fueron efectuadas de acuerdo al valor obtenido del consumo de energía eléctrica a través del analizador de redes eléctricas, dicho valor varía por la razón de que los inmuebles no consumen la misma energía en sus distintos periodos a lo largo del mes, por tal no es parecido al histórico de consumo de energía eléctrica que nos proporcionó la CNSNS.

El valor proporcionado por el levantamiento es referente al total de energía eléctrica que se obtiene sumando las capacidades nominales que se tiene en datos de placa de cada equipo eléctrico existente en el inmueble.

En tanto al valor de la facturación, es el consumo promedio a lo largo de un año natural, dichos valores fueron proporcionados por la CNSNS a través del consumo histórico por medio de los recibos emitidos por la CFE, ver tabla 4.

CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio realizado, se denota la importancia de comenzar a mostrar mayor interés en el ahorro y uso eficiente de energía, ya que es un tema de interés mundial. A su vez los estudios de ahorro de energía son necesarios para abundar el tema con mayor conocimiento enfocado a cuestiones técnicas, de cómo, porqué, dónde y para qué se utiliza la energía.

Por esta razón se hacen cada vez más necesarios para comenzar a brindar planteamientos técnicos que puedan contribuir al ahorro y uso eficiente de energía, desde sus distintas áreas como lo son: iluminación, aire acondicionado, motores y bombas eléctricas y de más equipo que consuma energía eléctrica.

Como lo son luminarias de menor consumo y con niveles de iluminación adecuados para el área de trabajo. Los equipos de aire acondicionado que proporcionen la temperatura solicitada con el menor uso de energía, igual que con la sustitución del tipo de refrigerante que es menos nocivo para el ambiente. En la cuestión de motores y bombas eléctricas y equipos de oficina es muy necesario utilizar equipos de mayor eficiencia que contribuyan a un mejor desempeño con el menor uso de energía eléctrica.

De acuerdo al consumo de energía eléctrica el rubro de la iluminación tiene un porcentaje del 31% de la facturación que se obtiene en el inmueble. Por lo que el análisis de la iluminación y la indagación en áreas de oportunidad para generar un uso eficiente y ahorro de energía se vuelven muy necesario en el presente estudio.

APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL

La iluminación natural dentro del inmueble es muy importante debido a que existen diferentes tipos de técnicas que proporcionan un mayor confort visual.

Por tal motivo la utilización de luz natural no debe causar un deterioro en la iluminación y comenzar a afectar la visión del personal que labora en las distintas áreas, por esta razón es importante la colocación de iluminación artificial y hacer uso de ella cuando sea necesaria.

MEDIDAS A IMPLEMENTAR SIN INVERSIÓN ECONÓMICA

El personal juega el papel más importante en este rubro debido a que serán los actores intelectuales del cuidado y uso racional de la energía eléctrica, por ello la necesidad de concientizar a los mismos hacia una cultura de la eficiencia energética. La disminución de la huella ecológica, el impacto ambiental que conlleva la generación de energía eléctrica y las mejores prácticas hacia el uso de la energía eléctrica tales como:

- Apagado de iluminación cuando no sea necesario tenerla encendida.
- Aprovechamiento de la luz natural.
- Reportar imperfectos en las áreas correspondientes para realizar mejoras en la iluminación.

De acuerdo a lo anterior en la tabla 1, realizando el ejercicio de mantener los equipos de iluminación y de computo apagados durante una hora se observa una disminución de 2,682.62 [kWh/mes] y un ahorro económico de 4,158.06 [\$/mensuales]. Dichos valores representan el 6% del consumo total con respecto al valor considerado en el levantamiento de datos.

CARACTERÍSTICAS A CONSIDERAR EN LA ELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ILUMINACIÓN EN LAS DISTINTAS ÁREAS DEL INMUEBLE

Instalación de reguladores de intensidad de iluminación e interruptores de presencia.

El tipo de luminaria debe ser la adecuada para cada área:

- Se deben considerar variables como temperatura del color de la luminaria (cálida y fría medida en grados Kelvin).
- Potencia de la luminaria.
- Modelo de la lámpara (T5, T8, curvalum, incandescente etc.)
- Tamaño de la luminaria.
- Tipos de difusores.

La colocación de interruptores que controlen distintas áreas es importante debido a que en muchas ocasiones controlan áreas muy grandes por lo que es necesario que se encuentren divididas de manera razonable de acuerdo a las funciones que se desarrollen en las áreas, tomando como referencia los horarios que se manejan, al igual la aportación de luz natural.

El mantenimiento a la iluminación debe programarse periódicamente, para realizar limpieza y el flujo luminoso sea proporcionado con la mayor intensidad calculada. Esto traerá consigo que las distintas áreas se mantengan en las mejores condiciones en el rubro de la iluminación.

Por otro lado, los sistemas de automatización pueden contribuir al ahorro de energía a través de la colocación de sensores de presencia, debido a que al no detectar movimiento durante un lapso de tiempo determinado pueden apagarse automáticamente.

El cambio de luminarias existentes por las de la tecnología recomendada contribuyo a un ahorro significativo. Siendo de 149,771.91 [kWh/año] el consumo anual con la tecnología existente disminuyendo a 57, 595.54 [kWh/año] con la tecnología recomendada. Teniendo un ahorro de casi el 60% de energía eléctrica (59.6%). Por lo que es muy viable el cambio de tecnología en iluminación.

AIRE ACONDICIONADO

En lo que respecta al aire acondicionado se observa que el área de cómputo es donde se cuenta con dos *minisplit* de 5 [Tr], que trabajan simultáneamente. En las observaciones notamos que son equipos en buen estado, sin embargo existen equipos de mayor eficiencia energética y de mejor tecnología, que tienen un menor consumo de energía eléctrica por ejemplo los del tipo *Inverter*. En la tabla 25 y 26 se muestran los datos correspondientes al consumo mensual del equipo de una tonelada de refrigeración existente en el inmueble de 74.84 [kWh/mes] contra 62 [kWh/mes] que consume el equipo propuesto del tipo *invertir*, teniendo una reducción del 18%.

Mientras que el equipo de 5 [tr] existente tiene un consumo de 3,972 [kWh/mes] contra el de mayor tecnología que es de 2,520 [kWh/mes], teniendo una reducción de 36%.

Por lo que es importante considerar la eficiencia y el consumo de los equipos que se logren adquirir para reducir el consumo de energía eléctrica al igual que identificar que contribuyan a una mayor eficiencia eléctrica.

Para que las condiciones del equipo sean las mejores y proporcione la mayor eficiencia se recomienda:

- Aislar las tuberías de distribución para minimizar pérdidas térmicas al igual el correcto aislamiento del *site* permitirá que no halla fugaz del aire frio.

- Se recomienda que no exista ventanas en el *site*, ya que éstas provocan la entrada de calor mediante la radiación.
- La correcta instalación de los servidores, provocará un mejor flujo de aire frío hacia estos, por esta razón es importante la correcta ubicación del evaporador, para que no halla mezclas de aire frío y los equipos se distribuyan con respecto a pasillos fríos y calientes.

MOTORES Y BOMBAS ELÉCTRICAS.

En el inmueble en cuestión se observó que el número de bombas y motores eléctricos es muy reducido, por lo que no tiene una repercusión muy notable en el consumo; sin embargo, pueden contribuir a un ahorro, aunque parezca insignificante.

Es importante elegir correctamente la potencia de los motores, debido a que el rendimiento máximo se obtiene cuando se opera entre el 75 y el 95 % de su potencia nominal.

Con respecto a la tensión, se debe considerar que una tensión reducida en las terminales del motor genera un incremento en la corriente, sobrecalentamiento y disminución de su eficiencia. Para ello es muy importante utilizar conductores correctamente dimensionados.

Debe contemplarse un cambio de equipos por otros de mayor tecnología debido a que las bombas hidráulicas existentes en el inmueble físicamente se observan que ya llevan un periodo significativo de uso, al igual que su eficiencia es menor a los equipos actuales.

Aunque parezca que el periodo de recuperación sea largo puede considerarse que es un cambio necesario debido a la vida útil de los equipos y que mejor hacerlo por equipos de mayor tecnología y mejor eficiencia energética.

Verificar periódicamente la alineación y buenas condiciones del motor. Ya que una alineación defectuosa puede incrementar las pérdidas por rozamiento y ocasionar daños el motor y en la carga.

MISCELÁNEOS.

En el caso de los equipos de oficina que abarca a las computadoras, impresoras, escáner y demás equipo necesarios en la oficina, se observó que existen muchas mejoras que no requieren inversión como son.

- El apagado de equipos cuando estos no sean utilizados.
- Desconectar los equipos eléctricos para evitar fugas de energía eléctrica como lo demuestra el fenómeno “stand by”
- Poner los equipos de cómputo en modo invernación cuando estos así lo requieran.
- Utilización adecuada de los equipos de impresión.

En las medidas que requieren inversión una de las propuestas sugeridas es cambiar los equipos que ya llevan un tiempo considerable y que tienen un consumo alto de energía eléctrica, por equipos de mayor eficiencia eléctrica.

ANEXOS

ANEXO 1. FACTURACIÓN ELÉCTRICA.

Los datos contenidos en la siguiente tabla son los recabados en la facturación eléctrica en lo que respecta a un año, dichos datos son necesarios al momento de realizar ciertos cálculos en el diagnóstico energético.

Mes	Inicio	Fin	Demanda Máxima [kW]			Facturable	Consumo de energía [kWh]			
			Base	Intermedio	Punta		Base	Intermedia	Punta	Total
Mayo	30-abr-12	31-may-12	51.00	105.00	69.00	80.00	10,680.00	30,240.00	2,340.00	43,260
Junio	31-may-12	30-jun-12	51.00	107.00	66.00	79.00	9,960.00	29,940.00	2,340.00	42,240.00
Julio	30-jun-12	31-jul-12	49.00	105.00	64.00	77.00	10,140.00	30,060.00	2,280.00	42,480.00
Agosto	31-jul-12	31-ago-12	50.00	106.00	66.00	78.00	9,780.00	31,440.00	2,340.00	43,560.00
Septiembre	31-ago-12	30-sep-12	51.00	107.00	66.00	79.00	9,900.00	28,560.00	2,100.00	40,560.00
Octubre	30-sep-12	31-oct-12	45.00	101.00	65.00	76.00	9,720.00	30,540.00	2,880.00	43,140.00
Noviembre	31-oct-12	30-nov-12	47.00	102.00	69.00	79.00	9,600.00	24,300.00	4,560.00	38,460.00
Diciembre	30-nov-12	31-dic-12	49.00	102.00	67.00	78.00	10,500.00	21,840.00	4,200.00	36,540.00
Enero	31-dic-12	31-ene-13	51.00	102.00	76.00	84.00	9,900.00	25,380.00	4,920.00	40,200.00
Febrero	31-ene-13	28-feb-13	53.00	109.00	73.00	84.00	9,960.00	25,800.00	4,620.00	40,380.00
Marzo	28-feb-13	31-mar-13	51.00	110.00	71.00	83.00	11,340.00	25,680.00	4,740.00	41,760.00
Abril	31-mar-13	30-abr-13	55.00	113.00	66.00	81.00	10,800.00	31,200.00	3,120.00	45,120.00
Promedio			50.25	105.75	68.17	79.83	10,190.00	27,915.00	3,370.00	41,475.00

		Importes			Cálculo	
F.P	Energía	Demanda	F.P.	TOTAL	Bonificación/ Penalización FP	
.9817	51,861.04	14,286.40	- 1,389.09	64,758.35	2.08%	1347.929216
.9824	50,750.49	14,131.52	- 1,362.66	63,519.35	2.10%	1332.526681
.9838	52,861.73	13,833.05	- 1,400.59	65,294.19	2.13%	1391.069199
.9850	54,435.14	14,085.24	- 1,507.44	67,012.94	2.16%	1446.383811
.9854	48,074.93	14,114.93	- 1,368.17	60,821.69	2.17%	1318.401606
.9854	50,365.22	14,144.11	- 1,419.20	63,090.13	2.17%	1367.573455
.9890	49,114.98	14,050.15	- 1,389.63	61,775.50	2.25%	1390.496374
.9888	47,427.78	13,866.84	- 1,348.48	59,946.14	2.25%	1346.556899
.9882	52,835.66	15,025.92	- 1,492.95	66,368.63	2.23%	1481.64063
.9883	50,415.31	14,979.72	- 1,438.69	63,956.34	2.23%	1429.26332
.9902	51,282.22	14,754.08	- 1,518.83	64,517.47	2.28%	1470.030156
.9900	55,291.17	14,514.35	- 1,550.65	68,254.87	2.27%	1552.048724
.9865	51,226.31	14,315.53	- 1,432.20	64,109.63	2.19%	1406.265969

ANEXO 2. CUESTIONARIO DE INFORMACIÓN GENERAL

La información recabada en la institución cobra importancia en el estudio con las distintas variables que nos proporcionan, como la ubicación del inmueble, la utilidad que se le da, el número de personas, los horarios que se manejan, las áreas utilizadas, las capacidades tanto de la subestación como de la planta de emergencia, al igual que se plasman datos como el número de equipos de cómputo, la capacidad instalada de aire acondicionado, iluminación y motores eléctricos, etc.

Cuestionario de Información General	
Nombre de la dependencia:	Clasificación del inmueble:
Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardia	Tipo B
Nombre del inmueble: CNSNS	Número de edificios: 1
Contacto del inmueble: Ing. Andrés Rocha Barajas	Número de niveles: 7
Año de construcción: 1966	Área construida [m ²]: 5660.63
Dirección: Dr. José María Barragán No 779, Col Narvarte	Área construida de estacionamiento [m ²]: 1200
Número de personas: 201	Superficie de terreno [m ²]: 1267.2
Horario de trabajo: 8:00-17:00	Áreas verdes [m ²]: 0
Número de computadoras: 207	Capacidad total de la subestación eléctrica [kVA]: 500
Capacidad instalada de aire acondicionado [Tr]: 23.5	Capacidad total de planta de emergencia [kW]: 175
Capacidad instalada de iluminación exterior [kW]: 0	Carga instalada de iluminación interior [kW]: 110.176
Capacidad instalada en equipos de fuerza [Hp]: 31.75	Detalle de transformadores (cantidad, capacidad, tipo, tensión de acometida y tensión de uso): Un transformador de 500 [kVA], tipo pedestal, acometida a 220/127[V]

ANEXO 3. LEVANTAMIENTO DE ILUMINACIÓN

Los datos recabados son el tipo de luminaria, la capacidad instalada, reflectancias, áreas que iluminan, entre otros.

UBICACIÓN	Zona	Dimensiones del recinto [m ²]	Función del recinto	CANT	TIPO DE LUMINARIO	Tipo de SISTEMA/Marca/Temperatura de color/balastro	Empotrado/Suspendido/Sobrepuesto	Dimensiones luminaria [m ²]	Altura [m]	Piso [%]	Muro [%]	Techo [%]	Iluminancia promedio [luxes]	L-V	SAB	DOM	Observaciones	x [m]	y [m]
Zotano	Zotano	980	Estacionan	2	Fluorescen	T12 2x75/C	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86		12	2	2		28	35
Zotano	Zotano	980	Estacionan	25	Fluorescen	T8 2x17/O	Sobrepues	0.36	2.4	38.18182	59.45946	86		12	2	2		28	35
Zotano	Zotano	980	Estacionan	2	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86		12	2	2		28	35
Zotano	Taller/Ofici	30	Taller	2	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732		38.18182	59.45946	86		12	2	2		6	5
Entrepiso Z	Entrepiso		Escaleras	2	Fluorescen	42W/Osrrar	Sobrepuesto			38.18182	59.45946	86		12	0	0			
Planta Baja	Oficina 1	14	Oficina	2	Fluorescen	T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		2.8	5
	Oficina 2	17	Oficina	1	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		3.4	5
	Recepcion	40	Recepcion	8	Fluorescen	T8 2x17/O	Sobrepues	0.36	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		8	5
	Pasillo	30	Pasillo	4	Fluorescen	T8 2x17/O	Sobrepues	0.36	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		6	5
	Oficina 5	24.48	Oficina	2	Fluorescen	T12 2x75/C	Sobrepues	1.464	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		3.4	7.2
	Oficina 6	11.76	Oficina	2	Fluorescen	T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		4.2	2.8
	Oficina 7	23.52	Oficina	4	Fluorescen	T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		4.2	5.6
	Oficina 9	36	Oficina	6	Fluorescen	T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		5	7.2
	Oficina 10	15.64	Copiado	2	Fluorescen	T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		3.4	4.6
	Oficina 11	9.2	Oficina	2	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		2	4.6
	Oficina 12	47.95	Almacen	10	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		13.7	3.5
	Oficina 13	50.14	Oficina	6	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		10.9	4.6
	Oficina 14	19.95	Oficina	3	Fluorescen	T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		5.7	3.5
	Oficina 15	16.87	Oficina	6	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		3.5	4.82
	Oficina 16	104.718	Oficina	12	Fluorescen	T12 1x75/C	Sobrepuesto		2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		5.63	18.6
	Oficina 16	104.718	Oficina	3	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		5.63	18.6
	Oficina 17	16.89	Oficina	1	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		5.63	3
	Oficina 18	23.464	Oficina	2	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		4.19	5.6
	Oficina 19	6.93	Oficina	1	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		4.2	1.65
	Oficina 20	15.6	Archivo	2	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		5.2	3
	Oficina 21	20.72	Oficina	3	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		5.6	3.7
	Oficinas co	87.36	Oficinas co	11	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		15.6	5.6
	Oficina 23	18.3376	Oficina	2	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		5.84	3.14
	Oficina 24	7.77	Oficina	1	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		4.44	1.75
	Oficina 25	24.1425	Oficina	2	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		5.55	4.35
	Oficina 26	49.2	Oficina	8	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		6	8.2
	Oficina 26	49.2	Oficina	1	Fluorescen	T8 2x17/O	Sobrepues	0.36	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		6	8.2
	Oficina 26	49.2	Oficina	1	Fluorescen	20W/Osrrar	Sobrepuesto		2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		6	8.2
	Oficina 27	23.865	Oficina	2	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		5.55	4.3
	Oficina 28	16.095	Oficina	1	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		5.55	2.9
	Oficina 30	8.28	Oficina	1	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		4.6	1.8
	Pasillo	97.8	Pasillo	6	Fluorescen	T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.38	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0		16.6	6

UBICACIÓN	Zona	Dimensiones del recinto [m ²]	Función del recinto	CANT	TIPO DE LUMINARIO	Tipo de SISTEMA/Marca/Temperatura de color/balastro	Empotrado/Suspendido/Sobrepuesto	Dimensiones luminaria [m ²]	Reflectancias				Horas de operación				Dimensiones	
									Altura [m]	Piso [%]	Muro [%]	Techo [%]	Iluminancia promedio [luxes]	L-V	SAB	DOM	Observaciones	x [m]
PISO 1																		
	Pasillo 1	38.78	Pasillo	3	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	2	19.39
	Pasillo 2	33	Pasillo	3	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	15	2.2
	Oficina 3	31.08	Oficina	3	Fluorescen T8 2x59/O	Empotrado	0.732	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	4.2	7.4
	Oficina 4	51.8	Oficina	3	Fluorescen T8 2x59/O	Empotrado	0.732	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	7	7.4
	Oficina 5	15.502	Oficina	1	Fluorescen T8 2x59/O	Empotrado	0.732	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	3.37	4.6
	Oficina 6	48.76	Oficina	3	Fluorescen T8 2x59/O	Empotrado	0.732	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.3	9.2
	Cocina 7	8.639	Cocina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.3	1.63
	Oficina 8	12.838	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.62	4.9
	Oficina 9	11.515	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.35	4.9
	Oficina 10	17.15	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	3.5	4.9
	Sala de coi	92.0345	Sala de coi	3	Fluorescen T8 2x59/O	Empotrado	0.732	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	12.19	7.55
	Sala de coi	92.0345	Sala de coi	2	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	12.19	7.55
	Sala de jun	38.841	Sala de jun	4	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	7.26	5.35
	Baño 13	18.147	Baño	2	Fluorescen 42W/Osra	Sobrepuesto			22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	6.9	2.63
	Pasillo 14	42.7144	Pasillo	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	19.96	2.14
	Pasillo 14	42.7144	Pasillo	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	19.96	2.14
	Oficina 15	11.3751	Oficina	1	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.97	3.83
	Oficina 16	9.6516	Oficina	1	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.52	3.83
	Oficina 17	9.4218	Oficina	1	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.46	3.83
	Oficina 18	9.8431	Oficina	1	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.57	3.83
	Comedor 1	105.74	Comedor	4	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.36	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	6.22	17
	Oficina 20	18.975	Cocina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.36	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.75	3.3
	Oficina 21	31.824	Oficina	6	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.2	6.12
	Oficina 22	13.52	Oficina	1	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.2	2.6
	Laboratoric	58.9897	Laboratoric	5	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.41	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.17	11.41
	Laboratoric	28.8486	Laboratoric	3	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.41	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.17	5.58
	Laboratoric	171.15	Laboratoric	10	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.41	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	15	11.41
	Oficina 26	32.8104	Oficina	6	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.41	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.88	5.58
	Oficina 27	13.5594	Oficina	1	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.41	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.43	5.58
	Oficina 28	17.6328	Bodega	4	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	3.41	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	3.16	5.58
	Oficina 29	42.7056	Oficina	5	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.732	3.41	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.74	7.44
	Oficina 30	37.1952	Laboratoric	5	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.732	3.41	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.74	6.48
	Oficina 30	37.1952	Laboratoric	1	Incandesce 250W	Sobrepuesto		3.41	22.334	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.74	6.48
PISO 2																		
	Oficina 1	25	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5	5
	Oficina 2	10.92	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.73	4
	Oficina 3	12	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.4	5
	Oficina 4	13.85	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.77	5

UBICACIÓN	Zona	Dimensiones del recinto [m²]	Función del recinto	CANT	TIPO DE LUMINARIO	Tipo de SISTEMA/Marca/Temperatura de color/balastro	Empotrado/Suspendido/Sobrepuesto	Dimensiones luminaria [m²]	Altura [m]	Reflectancias			Iluminancia promedio [luxes]	Horas de operación				Dimensiones	
										Piso [%]	Muro [%]	Techo [%]		L-V	SAB	DOM	Observaciones	x [m]	y [m]
PISO 3	Oficina 5	13.95	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.79	5	
	Archivo 6	109.6647	Archivo	8	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.19	21.13	
	Oficina 7	20.56	Oficina	1	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	4	5.14	
	Oficina 8	12	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	4	3	
	Oficina 9	30.508	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.26	5.8	
	Oficina 10	31.668	Oficina	4	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.46	5.8	
	Oficina 11	15.66	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.7	5.8	
	Oficina 12	19.72	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	3.4	5.8	
	Oficina 13	33.176	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.72	5.8	
	Archivo 14	9	Archivo	1	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	1.5	6	
	Cocina 15	9	Cocina	1	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	1.5	6	
	Oficinas co	360	Oficinas co	36	Fluorescen T8 4x59/O	Sobrepues	1.464	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	15	24	
	Oficinas co	360	Oficinas co	15	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	15	24	
	Oficinas co	360	Oficinas co	1	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.32	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	15	24	
	Oficina 1	32.4	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	6	5.4	
	Oficina 2	9.99	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.7	3.7	
	Oficina 4	28.62	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.3	5.4	
	Oficina 5	38.064	Oficina	3	Fluorescen T12 2x39/C	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.2	7.32	
	Oficina 5	38.064	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.2	7.32	
Oficina 5	38.064	Oficina	1	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.2	7.32		
Oficina 6	11.2	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	3.5	3.2		
Oficina 7	67.8	Oficina	6	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	6	11.3		
Oficina 7	67.8	Oficina	4	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	6	11.3		
Oficina 8	22.656	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	3.84	5.9		
Oficina 9	29.96	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.35	5.6		
Oficina 10	31.668	Oficina	4	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.46	5.8		
Oficina 11	15.66	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.7	5.8		
Oficina 12	19.72	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	3.4	5.8		
Oficina 13	33.176	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.72	5.8		
Archivo 14	9	Archivo	1	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	1.5	6		
Cocina 15	9	Cocina	1	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	1.5	6		
Oficinas co	360	Oficinas co	36	Fluorescen T8 4x59/O	Sobrepues	1.464	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	15	24		
Oficinas co	360	Oficinas co	15	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	15	24		
Oficinas co	360	Oficinas co	1	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	15	24		
PISO 4	Oficina 1	32.4	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	6	5.4	
	Oficina 2	9.99	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.7	3.7	
	Oficina 4	28.62	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.3	5.4	

UBICACIÓN	Zona	Dimensiones del recinto [m²]	Función del recinto	CANT	TIPO DE LUMINARIO	Tipo de SISTEMA/Marca/Temperatura de color/balastro	Empotrado/Suspendido/Sobrepuesto	Dimensiones luminaria [m²]	Altura [m]	Reflectancias			Iluminancia promedio [luxes]	Horas de operación			Dimensiones	
										Piso [%]	Muro [%]	Techo [%]		L-V	SAB	DOM	Observaciones	x [m]
PISO 5	Oficina 5	38.064	Oficina	3	Fluorescen T12 2x39/C	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.2	7.32
	Oficina 5	38.064	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.2	7.32
	Oficina 5	38.064	Oficina	1	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.2	7.32
	Oficina 6	11.2	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	3.5	3.2
	Oficina 7	67.8	Oficina	6	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	6	11.3
	Oficina 7	67.8	Oficina	4	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	6	11.3
	Oficina 8	22.656	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	3.84	5.9
	Oficina 9	29.96	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.35	5.6
	Oficina 10	31.668	Oficina	4	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.46	5.8
	Oficina 11	15.66	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.7	5.8
	Oficina 12	19.72	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	3.4	5.8
	Oficina 13	33.176	Oficina	2	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	5.72	5.8
	Archivo 14	9	Archivo	1	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	1.5	6
	Cocina 15	9	Cocina	1	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	6	0	0	0	1.5	6
	Oficinas co	360	Oficinas co	36	Fluorescen T8 4x59/O	Sobrepues	1.464	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	15	24
	Oficinas co	360	Oficinas co	15	Fluorescen T8 2x59/O	Sobrepues	0.732	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	15	24
	Oficinas co	360	Oficinas co	1	Fluorescen T8 2x32/O	Sobrepues	0.366	2.4	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	15	24
	Oficina 1	14	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.8	5
	Oficina 2	14	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.8	5
	Oficina 3	14	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.8	5
	Oficina 4	14	Oficina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	2.8	5
	Oficina 5	30	Oficina	4	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	6	5
	Oficina 6	55.8102	Oficina	10	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	4.87	11.46
Cocina 7	10.6872	Cocina	2	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	4.38	2.44	
Pasillo 8	70.6563	Pasillo	7	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	16.47	4.29	
Archivo 9	2.9036	Archivo	1	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	6	0	0	0	1.19	2.44	
Oficinas co	24.72	Oficinas co	3	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	6.18	4	
Oficina 11	22.09	Oficina	4	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	4.7	4.7	
Oficinas co	14.1	Oficinas co	4	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	4.7	3	
Oficina 13	7.0794	Oficina	1	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	4.37	1.62	
Oficina 14	13.11	Oficina	3	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	4.37	3	
Oficina 15	13.11	Oficina	3	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	4.37	3	
Oficina 16	34.498	Oficina	4	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	7.34	4.7	
Sala de coi	85.0332	Sala de coi	8	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	7.42	11.46	
Auditorio 1	106.3692	Auditorio	20	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	1	0	0	0	11.34	9.38	
Cocina 19	5.7558	Cocina	1	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	1	0	0	0	1.81	3.18	
Cabina 20	3.2761	Cabina	1	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	1	0	0	0	1.81	1.81	
Biblioteca ;	135.473	Biblioteca	22	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	12.26	11.05	
Biblioteca ;	135.473	Biblioteca	9	Fluorescen T8 1x59/O	Sobrepuesto	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	12.26	11.05	
Pasillo 22	38.34	Pasillo	6	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	8	0	0	0	18	2.13	
Pasillo 23	57.0063	Pasillo	14	Fluorescen T8 2x32/O	Empotrado	0.366	2.55	38.18182	59.45946	86	0	1	0	0	0	Existen ver	3.11	18.33

Niveles de iluminación

Piso	Ubicación	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio	Cumple con la norma (Si/No)	Tipo de luminario
PB	Recepción	308	301	312	307	Si	T8 2x32
PB	Oficina 1	639	386	425	483.3333	Si	T8 2x32
PB	Oficina 2	309	345	420	358	Si	T8 2x59
PB	Pasillo	300	307	301	302.6667	Si	T8 2x17
PB	Oficina 5	426	521	603	516.6667	Si	T12 2x75
PB	Oficina 9	256	312	309	292.3333	No	T8 2x32
PB	Oficina 19	611	600	705	638.6667	Si	T12 1x75, T8 2x59
PB	Oficina común 22	308	244	256	269.3333	No	T8 2x59
PB	Oficina 24	307	265	304	292	No	T8 2x59
PB	Oficina 27	400	398	377	391.6667	Si	T8 2x59
Piso 1	Pasillo 1	265	315	396	325.3333	Si	T8 2x59
Piso 1	Oficina 3	317	298	328	314.3333	Si	T8 2x59
Piso 1	Oficina 5	412	400	398	403.3333	Si	T8 2x59
Piso 1	Cocina	215	269	211	231.6667	No	T8 2x32
Piso 1	Sala de computo	800	689	1021	836.6667	Si	T8 2x59
Piso 2	Oficina 1	459	602	609	556.6667	Si	T8 2x59
Piso 2	Oficinas comunes 16	655	325	461	480.3333	Si	T8 4x59
Piso 3	Oficina 1	459	602	609	556.6667	Si	T8 2x59
Piso 3	Oficinas comunes 16	655	325	461	480.3333	Si	T8 4x59
Piso 4	Oficina 1	459	602	609	556.6667	Si	T8 2x59
Piso 4	Oficinas comunes 16	655	325	461	480.3333	Si	T8 4x59

Piso	Ubicación	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio	Cumple con la norma (Si/No)	Tipo de luminario
Piso 5	Oficina 1	601	700	659	653.3333	Si	T8 2x32
Piso 5	Cocina 7	304	256	248	269.3333	No	T8 2x32
Piso 5	Pasillo 8	308	289	311	302.6667	Si	T8 2x32
Piso 5	Oficinas comunes 10	259	311	358	309.3333	Si	T8 2x32
Piso 5	Oficina 11	325	286	311	307.3333	Si	T8 2x32
Piso 5	Sala de computo 17	601	700	659	653.3333	Si	T8 2x32
Piso 5	Cabina 20	156	208	217	193.6667	No	T8 2x32
Piso 5	Biblioteca 21	300	300	300	300	Si	T8 2x32

ANEXO 4. LEVANTAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO

El aire acondicionado en el inmueble no es de primera necesidad debido a que el clima en la ciudad de México no se hace presente con altas temperaturas, por eso la razón de que no halla mucho equipo en existencia. El área que alberga los equipos de mayor capacidad y que se encuentran operando es el área de comunicaciones. Dentro del levantamiento, se toman variables como, voltaje, corriente, potencia y presiones tanto en los ductos de alta y baja presión.

No	Marca	Tipo	Serie	Ubicación	Capacidad [Tr]	V nominal	I nominal	Horas de operación	Refrigerante						
									Promedios		Presión		Temperatura		
									V medido	I medida	F.P.	Compresión	Expansión	Compresión	Expansión
1	Carrier	Minisplit	3900E11322	Primer piso	1.5	208-230	9.8	2	125.04	7.5	0.86	106.42	328.21	22.3	25
2	Carrier	Minisplit	42046L794	Primer piso	2	208-230	12.6	2	126.2	9.4	0.79	137.89	992.85	23.1	25
3	Carrier	Minisplit	42046L795	Primer piso	2	208-230	12.6	8	123.5	8.9	0.86	137.89	992.85	23.1	25
4	Carrier	Minisplit	430JE36936	Tercer piso	5	208-230	17.4	12							
5	Carrier	Minisplit	430JE36937	Tercer piso	5	208-230	17.4	12							
6	Sin marca	Minisplit	Sin dato	Tercer piso	2	208-230	12.6	2	119.6	7.6	0.66	89.43	375.31	23.4	25
7	Sin marca	Minisplit	Sin dato	Cuarto piso	2	208-230	12.6	2	119.6	7.6	0.66	89.43	375.31	23.4	25
8	Carrier	Minisplit	420E39382	Azotea	2	208-230	12.6	0.2	119.6	7.6	0.66	89.43	375.31	23.4	25
9	Carrier	Minisplit	4105M18169	Azotea	2	208-230	12.6	0.2	131.9	5.6		239	315.6	23.1	25

ANEXO 5. LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS MISCELÁNEOS

En lo que respecta a los equipos misceláneos son representados por los que se utilizan en la oficina y en cocinetas.

Área	Equipo /Descripción	Cantidad	Datos de placa /Corriente serie/ modelo	Potencia /Tensión/ No	Horas de uso L-V	de	Horas de uso Sábado	Horas de uso Domingo	
Sótano	Computadora Dell	3	300 [W]/2.5 [A] /100-240[V]		10		0	0	
	Horno de microondas Panasonic	1	1450 [W]		0.3		0	0	
	Taladro de banco	1	0.373 [kW]		0.5		0	0	
	Esmeril Skil	1	600 [W]		0.2		0	0	
Planta baja	Computadora Dell	6	300 [W]/2.5 [A]/100-240[V]		8		0	0	
	Impresora HP Laserjet 3380	1	330 [W]		8		0	0	
	Trituradora de papel 20606	1	360[W]		1		0	0	
Recepción	Ventilador Philips	1	70 [W]		2		0	0	
	Computadora Dell	6	300 [W]/2.5[A]/100-240[V]		8		0	0	
	Impresora HP Laserjet 1200 Series	1	40 [W]		4		0	0	
	Computadora Dell	2	300 [W]/2.5[A]/100-240[V]		8		0	0	
	Osciloscopio Ortec ETHERNUM	2	5000[W]		0.1		0	0	
	Osciloscopio TEKtronix	4	3000 [W]		0.1		0	0	
	Contenedor Myma	2	3000 [W]		0.1		0	0	
	Perk Elmer Quantules	1	200 [W]		1.6666667		0	0	
	Impresora Lexmark	2	800 [W]/6.3[A]/127[V]		8		0	0	
	Osciloscopio Tennelec	1	200 [W]		8		0	0	
	Pulidora	1	2000 [W]		3		0	0	
	Oficinas	Computadora Dell	21	300 [W]/2.5[A]/100-240[V]		8		0	0
		Copiadora Lanier LD280	2	1920 [W]		5		0	0

Área	Equipo /Descripción	Cantidad	Datos de placa Potencia /Corriente /Tensión/ No serie/ modelo	Horas de uso L-V	Horas de uso de Sábado	Horas de uso Domingo
	Dispensador de agua	1	127 [W]	7	0	0
	Impresora HP Laserjet 1200 Series	1	40 [W]	4	0	0
	Ventilador Philips	2	70 [W]	2	0	0
	Conmutador Teletec	1	100 [W]	2	0	0
	Impresora fi	1	240 [W]	6	0	0
	Impresora Laserjet 6P	1	419.1 [W]	8	0	0
	Impresora brother	1	1041.4 [W]/8.2 [A]/127[V]	7	0	0
	Calefactor Aloha Breze	1	55	1	0	0
	Computadora Dell	7	300 [W]/2.5[A]/100-240[V]	8	0	0
	Impresora Laserjet 3330	2	330 [W]	3	0	0
	Impresora de etiquetas	1	240 [W]	3	0	0
	Frigo bar	1	15.86 [W]	24	24	24
	Cafetera	1	800 [W]	2	0	0
Cocineta	Horno de microondas Mabe	1	1450 [W]	0.3	0	0
	Refrigerador	1	333.2 [W]	24	24	24
	Dispensador de agua	1	127 [W]	7	0	0
Primer Piso						
	Bascula OHAUS	3	12 [W]	0.5	0	0
	Campana de extracción	5	1330 [W]	0.2	0	0
	Estufa Bacteriológica Barnstena	5	1500 [W]	0.5	0	0
	Centrifuga Beckam	1	620 [W]	1	0	0
	Parrillas Thermo cientific	7	120V/6A/725[W]	1	0	0
	Refrigerador LG	1	333.2[W]	24	24	24
	Computadora Dell	3	300[W]/2.5[A]/100-240[V]	8	0	0
	PTW Freiburg	1	1150 [W]	1	0	0

Área	Equipo /Descripción	Cantidad	Datos de placa Potencia /Corriente /Tensión/ No serie/ modelo	Horas de uso L-V	Horas de uso de Sábado	Horas de uso Domingo
Piso dos	TLD Reader Panasonic	2	250 [W]	0.5	0	0
	Impresora HP Laserjet 6P	1	419.1[W]	2	0	0
	Espectrómetro Berthold 2B 770	1	260 [W]	1	0	0
	Computadora Dell	13	300[W]/2.5[A]/100-240[V]	8	0	0
	Cafetera	1	800 [W]	2	0	0
	Ventilador Daewoo	3	70[W]	2	0	0
	Frigo bar Daewoo	1	18.5 [W]	24	24	24
	Refrigerador Acros	1	333.2 [W]	24	24	24
	Dispensador de agua	1	127 [W]	7	0	0
	Horno de microondas	1	7500-5500 [W]	0.3	0	0
Oficinas comunes	Impresora HP 9050dn	2	1000 [W]	8	0	0
	Conmutador Teletec	1				
	Computadora Dell	35	300[W]/2.5[A]/100-240[V]	8	0	0
	Ventilador Daewoo	10	70 [W]	2	0	0
Tercer Piso	Computadora Dell	46	300 [W]/2.5[A]/100-240[V]	8	0	0
	Proyector	1	223[W]	0.5	0	0
	Escáner hp Scanjet 4500c	1	18 [W]	1	0	0
	Impresora Epson Stylus C65	2	279.4 [W]	3	0	0
	Horno de microondas Mabe	1	1450 [W]	0.3	0	0
	Ventilador	11	70 [W]	2	0	0
	Impresora Lexmark	2	800 [W]/6.3[A]/127[V]	8	0	0
	Impresora Canon iP2702	1	11[W]	3	0	0
	Impresora HP 9050dn	2	1000 [W]	8	0	0

Área	Equipo /Descripción	Cantidad	Datos de placa Potencia /Corriente /Tensión/ No serie/ modelo	Horas de uso L-V	Horas de uso de Sábado	Horas de uso Domingo
	Conmutador Teletec	2	300 [W]			
	Horno de microondas Panasonic	1	1450 [W]	0.3	0	0
	Cafetera	3	800 [W]	2	0	0
	Dispensador de agua	2	127 [W]	8	0	0
	Refrigerador IEM	1	152.4 [W]/1.2[A]/127[V]	24	24	24
Cuarto Piso						
	Computadora Dell	34	300 [W]/2.5[A]/100-240[V]	8	0	0
	Minicomponente Phillips	2	20 [W]	1	0	0
	Dispensador de agua	1	127 [W]	7	0	0
	Refrigerador IEM	1	152.4 [W]/1.2[A]/127[V]	24	24	24
	Cafetera	1	800 [W]	2	0	0
	Impresora HP Laserjet CP 4525	1	740 [W]	4	0	0
	Impresora HP 9050dn	2	1000 [W]	8	0	0
	Ventilador	11	70 [W]	2	0	0
Quinto Piso						
	Pulidora	2	200 [W]	6	0	0
	Computadora Dell	31	300 [W]/2.5[A]/100-240[V]	8	0	0
	Ventilador	4	70 [W]	2	0	0
	Impresora HP Laserjet 6P	4	419.1 [W]	2	0	0
	Refrigerador	1	152.4 [W]/1.2[A]/127[V]	24	24	24
	Impresora Lanier LD050	1	1250 [W]			
	Impresora HP 9050dn	1	1000 [W]	8	0	0
	Proyector 3MMP8790	1	223 [W]	0.5	0	0
	Refrigerador IEM	1	152.4 [W]/1.2[A]/127[V]	24	24	24
	Horno de microondas Panasonic	1	1450 [W]	0.3	0	0
	Reproductor de DVD	1	9 [W]			

Área	Equipo /Descripción	Cantidad	Datos de placa /Corriente /Tensión/ modelo	Potencia No serie/	Horas de uso L-V	Horas de uso Sábado	Horas de uso Domingo
	TV Sanyo	1	70 [W]		0.5	0	0
	Dispensador de agua	1	127 [W]		7	0	0

ANEXO 6. LEVANTAMIENTO DE MOTORES Y BOMBAS ELÉCTRICAS.

Los motores y bombas eléctricas existentes en el inmueble son pocos debido a que sólo se les da el uso de bombeo de agua y las que utilizan el elevador que se encuentra dentro de la dependencia.

Ubicación	Marca	Datos de placa			RPM	Fases	Potencia [kw]		Voltaje de Línea [v]			Corriente [A]			Horas de Operación		Carga que maneja
		Potencia [HP]	Tensión [V]	Corriente [A]			P	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L-V	SAB-DOM		
Zotano	Weg	5	220/440	14.1/7.1	3500	3	6.6	221	233	215	7.4	6.8	7.8	10		0 Agua	
Zotano	Tecumseh Er	8	220/440	10.3/4.7	3450	3	10.6	226.7	227.1		3.9	4.1		10		0 Agua	
Elevador	Otis	3.75-9.375	280/360	25.4/14.7	1200	3	7.11							10			

ANEXO 7. PROPUESTA DE ILUMINACIÓN

La propuesta de iluminación se realizó con los datos recabados en el levantamiento de iluminación y por medio del método de cavidades zonales. En la propuesta se visualiza el tipo de luminaria que se ajusta a las necesidades de cada área sin alterar las condiciones visuales de las personas que se encuentran realizando las distintas actividades que se soliciten. Al igual que se realizó el ejercicio del tiempo de recuperación de la inversión.

Tecnología actual								Propuesta							
UBICACIÓN	Zona	Función del recinto	TIPO DE LUMINARIO	Tipo de SISTEMA/Marca/Temperatura de color/balastro	CANT	Horas de uso promedio	Cosumo actual kW	Cosumo actual anual kWh	Tipo de Sistema	Cantidad	Consumo por luminaria W	Consumo por area en kW	Consumo anual en kWh	Ahorro en kW	NOM-007-ENER-2014 [W/m2]
Sótano	Sótano	Estacionami	Fluorescente	T12 2x75/Osr 2		9.14285714	0.3	1001.14286							
Sótano	Sótano	Estacionami	Fluorescente	T8 2x17/Osra 25		9.14285714	0.85	2836.57143	T5 2x28w	16	56	0.896	2990.08	1635.2	0.91428571
Sótano	Sótano	Estacionami	Fluorescente	T8 2x59/Osra 2		9.14285714	0.236	787.565714							
Sótano	Taller/Oficin	Taller	Fluorescente	T8 2x59/Osra 2		9.14285714	0.236	787.565714	T5 2x28w	2	56	0.112	373.76	676.605714	3.73333333
Entrepiso Zo	Entrepiso	Escaleras	Fluorescente	42W/Osram 2		8.57142857	0.084	262.8							
Planta Baja	Oficina 1	Oficina	Fluorescente	T8 2x32/Osra 2		5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	4
	Oficina 2	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra 1		5.71428571	0.118	246.114286	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	70.9142857	4.94117647
	Recepcion	Recepcion	Fluorescente	T8 2x17/Osra 8		5.71428571	0.272	567.314286	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	216.914286	4.2
	Pasillo	Pasillo	Fluorescente	T8 2x17/Osra 4		5.71428571	0.136	283.657143	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	166.857143	1.86666667
	Oficina 5	Oficina	Fluorescente	T12 2x75/Osr 2		5.71428571	0.3	625.714286	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	392.114286	4.5751634
	Oficina 6	Oficina	Fluorescente	T8 2x32/Osra 2		5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	4.76190476
	Oficina 7	Oficina	Fluorescente	T8 2x32/Osra 4		5.71428571	0.256	533.942857	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	300.342857	4.76190476
	Oficina 9	Oficina	Fluorescente	T8 2x32/Osra 6		5.71428571	0.384	800.914286	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	450.514286	4.66666667
	Oficina 10	Copiado	Fluorescente	T8 2x32/Osra 2		5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	3.58056266
	Oficina 11	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra 2		5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	375.428571	6.08695652
	Oficina 12	Almacen	Fluorescente	T8 2x59/Osra 10		5.71428571	1.18	2461.14286	T5 2x28w	4	56	0.224	467.2	1993.94286	4.67153285
	Oficina 13	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra 6		5.71428571	0.708	1476.68571	T5 3x14w	6	42	0.252	525.6	951.085714	5.0259274
	Oficina 14	Oficina	Fluorescente	T8 2x32/Osra 3		5.71428571	0.192	400.457143	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	225.257143	4.21052632
	Oficina 15	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra 6		5.71428571	0.708	1476.68571	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	1301.48571	4.97925311
	Oficina 16	Oficina	Fluorescente	T12 1x75/Osr 12		5.71428571	0.9	1877.14286	T5 2x28w	10	56	0.56	1168	1447.48571	5.34769572
	Oficina 16	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra 3		5.71428571	0.354	738.342857							
	Oficina 17	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra 1		5.71428571	0.118	246.114286	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	70.9142857	4.97335702
	Oficina 18	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra 2		5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	258.628571	4.77326969

Tecnología actual								Propuesta								
UBICACIÓN	Zona	Función del recinto	TIPO DE LUMINARIO	Tipo de SISTEMA/Marca/ Temperatura de color/balastro	CANT	Horas de uso promedio	Cosumo actual kW	Cosumo actual anual kWh	Tipo de Sistema	Cantidad	Consumo por luminaria W	Consumo por area en kW	Consumo anual en kWh	Ahorro en kW	NOM-007-ENER-2014 [W/m2]	
PISO 1	Oficina 19	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 3x14w	1	42	0.042	87.6	158.514286	6.06060606	
	Oficina 20	Archivo	Fluorescente	T8 2x59/Osra	2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 3x14w	1	42	0.042	87.6	404.628571	2.69230769	
	Oficina 21	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	3	5.71428571	0.354	738.342857	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	504.742857	5.40540541	
	Oficinas com	Oficinas com	Fluorescente	T8 2x59/Osra	11	5.71428571	1.298	2707.25714	T5 2x28w	8	56	0.448	934.4	1772.85714	5.12820513	
	Oficina 23	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	317.028571	4.58075212	
	Oficina 24	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	129.314286	7.20720721	
	Oficina 25	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	2227.54286	1.52708184	
	Oficina 26	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	8	5.71428571	0.944	1968.91429								
	Oficina 26	Oficina	Fluorescente	T8 2x17/Osra	1	5.71428571	0.034	70.9142857	T5 2x28w	6	56	0.336	700.8	-588.171429	6.82926829	
	Oficina 26	Oficina	Fluorescente	20W/Osram	1	5.71428571	0.02	41.7142857								
	Oficina 27	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	258.628571	4.69306516	
	Oficina 28	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	70.9142857	5.21901212	
	Oficina 30	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	129.314286	6.76328502	
	Pasillo	Pasillo	Fluorescente	T8 2x59/Osra	6	5.71428571	0.708	1476.68571	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	1126.28571	1.68674699	
						0		0				0	0	0		
		Pasillo 1	Pasillo	Fluorescente	T8 2x59/Osra	3	5.71428571	0.354	738.342857	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	621.542857	1.44404332
		Pasillo 2	Pasillo	Fluorescente	T8 2x59/Osra	3	5.71428571	0.354	738.342857	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	621.542857	1.6969697
		Oficina 3	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	3	5.71428571	0.354	738.342857	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	387.942857	5.40540541
		Oficina 4	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	3	5.71428571	0.354	738.342857	T5 2x28w	5	56	0.28	584	154.342857	5.40540541
		Oficina 5	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	70.9142857	5.41865566
		Oficina 6	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	3	5.71428571	0.354	738.342857	T5 3x14w	6	42	0.252	525.6	212.742857	5.16817063
		Cocina 7	Cocina	Fluorescente	T8 2x32/Osra	2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 3x14w	1	42	0.042	87.6	179.371429	4.8616738
		Oficina 8	Oficina	Fluorescente	T8 2x32/Osra	2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	4.36205016
		Oficina 9	Oficina	Fluorescente	T8 2x32/Osra	2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	4.86322188
		Oficina 10	Oficina	Fluorescente	T8 2x32/Osra	2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	91.7714286	4.89795918
		Sala de com	Sala de com	Fluorescente	T8 2x59/Osra	3	5.71428571	0.354	738.342857	T5 2x28w	15	56	0.84	1752	-1013.65714	9.12701215
		Sala de com	Sala de com	Fluorescente	T8 2x32/Osra	2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	14	56	0.784	1635.2	-1368.22857	8.51854468
		Sala de junta	Sala de junta	Fluorescente	T8 2x32/Osra	4	5.71428571	0.256	533.942857	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	358.742857	2.94798905
		Baño 13	Baño	Fluorescente	42W/Osram	2	5.71428571	0.084	175.2							
		Pasillo 14	Pasillo	Fluorescente	T8 2x59/Osra	2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	584	1.96654992
		Pasillo 14	Pasillo	Fluorescente	T8 2x32/Osra	2	5.71428571	0.128	266.971429							
		Oficina 15	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	129.314286	4.92303364
	Oficina 16	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	129.314286	5.80214679	
	Oficina 17	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	129.314286	5.94366257	
	Oficina 18	Oficina	Fluorescente	T8 2x59/Osra	1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	129.314286	5.68926456	
	Comedor 19	Comedor	Fluorescente	T8 2x32/Osra	4	5.71428571	0.256	533.942857	T5 3x14w	9	42	0.378	788.4	-254.457143	3.57480613	
	Oficina 20	Cocina	Fluorescente	T8 2x32/Osra	2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	2.95125165	
	Oficina 21	Oficina	Fluorescente	T8 2x32/Osra	6	5.71428571	0.384	800.914286	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	450.514286	5.27903469	

Tecnología actual									Propuesta						
UBICACIÓN	Zona	Función del recinto	TIPO DE LUMINARIO	Tipo de SISTEMA/Marca/ Temperatura de color/balastro	CANT	Horas de uso promedio	Cosumo actual kW	Cosumo actual anual kWh	Tipo de Sistema	Cantidad	Consumo por luminaria W	Consumo por area en kW	Consumo anual en kWh	Ahorro en kW	NOM-007- ENER-2014 [W/m2]
	Oficina 22	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		1	5.71428571	0.064	133.485714	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	16.6857143	4.14201183
	Laboratorio 1	Laboratorio	Fluorescente T8 2x59/Osra		5	5.71428571	0.59	1230.57143	T5 2x28w	9	56	0.504	1051.2	179.371429	8.54386444
	Laboratorio 1	Laboratorio	Fluorescente T8 2x59/Osra		3	5.71428571	0.354	738.342857	T5 2x28w	4	56	0.224	467.2	271.142857	7.76467489
	Laboratorio 1	Laboratorio	Fluorescente T8 2x59/Osra		10	5.71428571	1.18	2461.14286	T5 2x28w	30	56	1.68	3504	-1042.85714	9.81595092
	Oficina 26	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		6	5.71428571	0.708	1476.68571	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	1126.28571	5.1203277
	Oficina 27	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		1	5.71428571	0.064	133.485714	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	16.6857143	4.12997625
	Oficina 28	Bodega	Fluorescente T8 2x32/Osra		4	5.71428571	0.256	533.942857	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	358.742857	4.76384919
	Oficina 29	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		5	5.71428571	0.32	667.428571	T5 3x14w	5	42	0.21	438	229.428571	4.91738788
	Oficina 30	Laboratorio	Fluorescente T8 2x32/Osra		5	5.71428571	0.32	667.428571	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	838.457143	4.51671183
	Oficina 30	Laboratorio	Incandescen 250W		1	5.71428571	0.25	521.428571							
PISO 2						0		0				0	0		
	Oficina 1	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	258.628571	4.48
	Oficina 2	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	5.12820513
	Oficina 3	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	4.66666667
	Oficina 4	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	4.0433213
	Oficina 5	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	4.01433692
	Archivo 6	Archivo	Fluorescente T8 2x59/Osra		8	5.71428571	0.944	1968.91429	T5 3x14w	5	42	0.21	438	1530.91429	1.91492796
	Oficina 7	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	12.5142857	5.44747082
	Oficina 8	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	4.66666667
	Oficina 9	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	141.828571	5.50675233
	Oficina 10	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		4	5.71428571	0.256	533.942857	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	183.542857	5.30503979
	Oficina 11	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	3.57598978
	Oficina 12	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	33.3714286	5.67951318
	Oficina 13	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	141.828571	5.06390162
	Archivo 14	Archivo	Fluorescente T8 2x59/Osra		1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 3x14w	1	42	0.042	87.6	158.514286	4.66666667
	Cocina 15	Cocina	Fluorescente T8 2x59/Osra		1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 3x14w	1	42	0.042	87.6	17878.7429	0.11382114
	Oficinas com	Oficinas com	Fluorescente T8 4x59/Osra		36	5.71428571	8.496	17720.2286							
	Oficinas com	Oficinas com	Fluorescente T8 2x59/Osra		15	5.71428571	1.77	3691.71429	T5 2x28w	43	56	2.408	5022.4	-1197.2	6.68888889
	Oficinas com	Oficinas com	Fluorescente T8 2x32/Osra		1	5.71428571	0.064	133.485714							
PISO 3						0		0				0	0		
	Oficina 1	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	141.828571	5.18518519
	Oficina 2	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	5.60560561
	Oficina 4	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 3x14w	3	42	0.126	262.8	229.428571	4.40251572
	Oficina 5	Oficina	Fluorescente T12 2x39/Osra		3	5.71428571	0.234	488.057143	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	763.371429	4.41361917
	Oficina 5	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571							
	Oficina 5	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		1	5.71428571	0.064	133.485714							
	Oficina 6	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	5
	Oficina 7	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		6	5.71428571	0.708	1476.68571	T5 2x28w	6	56	0.336	700.8	1309.82857	4.95575221

Tecnología actual									Propuesta						
UBICACIÓN	Zona	Función del recinto	TIPO DE LUMINARIO	Tipo de SISTEMA/Marca/ Temperatura de color/balastro	CANT	Horas de uso promedio	Cosumo actual kW	Cosumo actual anual kWh	Tipo de Sistema	Cantidad	Consumo por luminaria W	Consumo por area en kW	Consumo anual en kWh	Ahorro en kW	NOM-007-ENER-2014 [W/m2]
	Oficina 7	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		4	5.71428571	0.256	533.942857							
	Oficina 8	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	258.628571	4.94350282
	Oficina 9	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 3x14w	3	42	0.126	262.8	229.428571	4.20560748
	Oficina 10	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		4	5.71428571	0.256	533.942857	T5 3x14w	4	42	0.168	350.4	183.542857	5.30503979
	Oficina 11	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	91.7714286	5.36398467
	Oficina 12	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	91.7714286	4.25963489
	Oficina 13	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	141.828571	5.06390162
	Archivo 14	Archivo	Fluorescente T8 2x59/Osra		1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 3x14w	1	42	0.042	87.6	158.514286	4.66666667
	Cocina 15	Cocina	Fluorescente T8 2x59/Osra		1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 3x14w	1	42	0.042	87.6	158.514286	4.66666667
	Oficinas com	Oficinas com	Fluorescente T8 4x59/Osra		36	5.71428571	8.496	17720.2286	T5 2x28w	43	56	2.408	5022.4	16523.0286	6.68888889
	Oficinas com	Oficinas com	Fluorescente T8 2x59/Osra		15	5.71428571	1.77	3691.71429							
	Oficinas com	Oficinas com	Fluorescente T8 2x32/Osra		1	5.71428571	0.064	133.485714							
PISO 4						0		0				0	0		
	Oficina 1	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	141.828571	5.18518519
	Oficina 2	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	5.60560561
	Oficina 4	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 3x14w	3	42	0.126	262.8	229.428571	4.40251572
	Oficina 5	Oficina	Fluorescente T12 2x39/Osra		3	5.71428571	0.234	488.057143	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	763.371429	4.41361917
	Oficina 5	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571							
	Oficina 5	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		1	5.71428571	0.064	133.485714							
	Oficina 6	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	5
	Oficina 7	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		6	5.71428571	0.708	1476.68571	T5 2x28w	6	56	0.336	700.8	1309.82857	4.95575221
	Oficina 7	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		4	5.71428571	0.256	533.942857							
	Oficina 8	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	258.628571	4.94350282
	Oficina 9	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 3x14w	3	42	0.126	262.8	229.428571	4.20560748
	Oficina 10	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		4	5.71428571	0.256	533.942857	T5 3x14w	4	42	0.168	350.4	183.542857	5.30503979
	Oficina 11	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	91.7714286	5.36398467
	Oficina 12	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 3x14w	2	42	0.084	175.2	91.7714286	4.25963489
	Oficina 13	Oficina	Fluorescente T8 2x59/Osra		2	5.71428571	0.236	492.228571	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	141.828571	5.06390162
	Archivo 14	Archivo	Fluorescente T8 2x59/Osra		1	5.71428571	0.118	246.114286	T5 3x14w	1	42	0.042	87.6	158.514286	4.66666667
	Cocina 15	Cocina	Fluorescente T8 2x59/Osra		1	4.28571429	0.118	184.585714	T5 3x14w	1	42	0.042	65.7	118.885714	4.66666667
	Oficinas com	Oficinas com	Fluorescente T8 4x59/Osra		36	5.71428571	8.496	17720.2286	T5 2x28w	43	56	2.408	5022.4	16523.0286	6.68888889
	Oficinas com	Oficinas com	Fluorescente T8 2x59/Osra		15	5.71428571	1.77	3691.71429							
	Oficinas com	Oficinas com	Fluorescente T8 2x32/Osra		1	5.71428571	0.064	133.485714							
PISO 5						0		0				0	0		
	Oficina 1	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	4
	Oficina 2	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	4
	Oficina 3	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	4
	Oficina 4	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	150.171429	4

Tecnología actual									Propuesta						
UBICACIÓN	Zona	Función del recinto	TIPO DE LUMINARIO	Tipo de SISTEMA/Marca/ Temperatura de color/balastro	CANT	Horas de uso promedio	Cosumo actual kW	Cosumo actual anual kWh	Tipo de Sistema	Cantidad	Consumo por luminaria W	Consumo por area en kW	Consumo anual en kWh	Ahorro en kW	NOM-007-ENER-2014 [W/m2]
	Oficina 5	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		4	5.71428571	0.256	533.942857	T5 3x14w	3	42	0.126	262.8	271.142857	4.2
	Oficina 6	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		10	5.71428571	0.64	1334.85714	T5 3x14w	6	42	0.252	525.6	809.257143	4.51530365
	Cocina 7	Cocina	Fluorescente T8 2x32/Osra		2	5.71428571	0.128	266.971429	T5 3x14w	1	42	0.042	87.6	179.371429	3.92993488
	Pasillo 8	Pasillo	Fluorescente T8 2x32/Osra		7	5.71428571	0.448	934.4	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	800.914286	1.52256868
	Archivo 9	Archivo	Fluorescente T8 2x32/Osra		1	4.28571429	0.064	100.114286							
	Oficinas com	Oficinas com	Fluorescente T8 2x32/Osra		3	5.71428571	0.192	400.457143	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	166.857143	4.53074434
	Oficina 11	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		4	5.71428571	0.256	533.942857	T5 2x28w	2	56	0.112	233.6	300.342857	5.0701675
	Oficinas com	Oficinas com	Fluorescente T8 2x32/Osra		4	5.71428571	0.256	533.942857	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	550.628571	2.64407868
	Oficina 13	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		1	5.71428571	0.064	133.485714							
	Oficina 14	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		3	5.71428571	0.192	400.457143	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	283.657143	4.27154844
	Oficina 15	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		3	5.71428571	0.192	400.457143	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	283.657143	4.27154844
	Oficina 16	Oficina	Fluorescente T8 2x32/Osra		4	5.71428571	0.256	533.942857	T5 2x28w	3	56	0.168	350.4	183.542857	4.86984753
	Sala de com	Sala de com	Fluorescente T8 2x32/Osra		8	5.71428571	0.512	1067.88571	T5 3x14w	17	42	0.714	1489.2	-421.314286	8.39672034
	Auditorio 18	Auditorio	Fluorescente T8 2x32/Osra		20	0.71428571	1.28	333.714286	T5 2x28w	10	56	0.56	146	221.085714	3.10590699
	Cocina 19	Cocina	Fluorescente T8 2x32/Osra		1	0.71428571	0.064	16.6857143							
	Cabina 20	Cabina	Fluorescente T8 2x32/Osra		1	0.71428571	0.064	16.6857143							
	Biblioteca 21	Biblioteca	Fluorescente T8 2x32/Osra		22	5.71428571	1.408	2936.68571	T5 2x28w	13	56	0.728	1518.4	2525.8	5.37376451
	Biblioteca 21	Biblioteca	Fluorescente T8 1x59/Osra		9	5.71428571	0.531	1107.51429							
	Pasillo 22	Pasillo	Fluorescente T8 2x32/Osra		6	5.71428571	0.384	800.914286	T5 2x28w	1	56	0.056	116.8	2552.91429	0.5873327
	Pasillo 23	Pasillo	Fluorescente T8 2x32/Osra		14	5.71428571	0.896	1868.8							
TOTAL							72.001	149626.431				27.51	57595.54	92030.8914	

Precios de luminarias		
Luminaria	Característica	Precio
3x14[W]	Empotrado	US \$115.37
3x14[W]	Sobrepuesto	US \$98.41
2x28[W]	Empotrado	US \$92.38
2x28[W]	Sobrepuesto	US \$88.90

ANEXO 8. PROPUESTA DE AIRE ACONDICIONADO

En lo que respecta a la propuesta de aire acondicionado el enfoque se basó más que nada en las distintas eficiencias con las que cuentan los equipos con respecto a los del tipo inverter, esa es la razón por la cual los equipos son sustituidos uno a uno.

Consumo actual										
TIPO	Capacidad [Tr]	Cantidad	Capacidad total [Tr]	Capacidad total [kW]	Consumo mensual [kWh/mes]	Costo [\$ / kWh]	Horas de uso al día	Consumo mensual	Consumo \$ anual	\$
Minisplit	2	1	2	2.04	81.54	1.55	2.00	126.38	1,516.57	
Minisplit	2	6	12	2.62	754.79	1.55	2.40	1,169.93	14,039.10	
Minisplit	5	2	10	17.58	8,438.40	1.55	12.00	13,079.52	156,954.24	
Total		9	24	8.28	9,274.73			14,375.83	172,509.91	

Propuesta						
Tipo	Capacidad total [kW]	Consumo mensual [kWh/mes]	Consumo mensual	\$ Consumo anual	\$ Ahorro mensual \$	Ahorro anual \$
Minisplit inverter	1.55	62.00	96.10	1,153.20	30.28	363.37
Minisplit inverter	1.92	552.96	857.09	10,285.06	312.84	3,754.05
Minisplit inverter	15.20	7,296.00	11,308.80	135,705.60	1,770.72	21,248.64
TOTAL		7,910.96	12,261.99	147,143.86	2,113.84	25,366.06

BIBLIOGRAFÍA

1. Buen R. Odón, Hernández P.2 Fernando., y Navarrete B. Juan I. Análisis de la evolución del consumo eléctrico del sector residencial entre 1982 y 2014 e impactos de ahorro de energía por políticas públicas, Número 1, Enero 2016.
2. Horario de verano. 15 de diciembre de 2016, de FIDE Sitio web: http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=102&Itemid=190
3. Disposiciones administrativas de carácter general en materia de eficiencia energética en los inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones industriales de la administración pública federal. Ciudad de México, 27 de julio de 2013.
4. Guía para elaborar un diagnóstico energético en INSTALACIONES http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7406/1/R_GUIA_3_Diagnostico_Instalacion.pdfNational
5. Energy Policy Development Group (2001). Consultado en: <https://www.wtrg.com/EnergyReport/National-Energy-Policy.pdf> (18/08/2017)
6. Lazzari (2006). Lazzari, S. (2006), "Energy Tax Policy: History and Current Issues", CRS Report for Congress, 28 de Julio de 2006. Consultado en: <http://www.ncseonline.org/NLE/CRS/abstract.cfm?NLEid=1791>.
7. Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la administración pública federal. http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/protocolo_actividades_integral

8. Harper, Gilberto Enríquez. Manual de instalaciones electromecánicas en casas y edificios, Ed Limusa (Editorial limusa, SA de CV, grupo noriega editores, Balderas 95, México DF, CP 06040, 2003, primera reimpresión.
9. Tarifas eléctricas de la CFE. Consultada en :
<http://www.sme.org.mx/actividades/2013/2013-09-12derechoalaenergia/06complementarios/documentos/tarifas%20vf.pdf> 01/09/2015
10. Manual para el cálculo del factor de potencia de la CFE
<http://www.cfe.gob.mx/Industria/AhorroEnergia/Lists/Ahorro%20de%20energia/Attachments/3/Factordepotencia1.pdf> 04/04/2015
11. NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5076393&fecha=30/12/2014
12. Teoría sobre UPS´s.
https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_alimentaci%C3%B3n_ininterrumpida
17/08/2014
13. Norma oficial mexicana nom-023-ener-2010, eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire.
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5171765&fecha=20/12/2014
14. Manual de operación de minisplit inverter bomba de calor.
<http://www.quecalor.com/presentacion/Instalacion-Minisplit-Inverter.pdf>
05/02/2015
15. Serie autodidáctica de medición del agua.
http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Tubo_Pitot.pdf 19/03/2015

16. Norma oficial mexicana nom-016-ener-2010, eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. límites, método de prueba y marcado.
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5163735&fecha=19/10/2010
17. Norma IEEE-519. “Recomendaciones Prácticas y Requerimientos de la IEEE para el Control de Armónicos en Sistemas Eléctricos de Potencia”.
18. Blanca Jiménez, Vicente, Aguilar Rico, Mariano. Iluminación y color. Ed. UPV, Valencia, 1995
19. Manual de Alumbrado de firmas comerciales como PHILIPS, WHESTIGHOUSE, INDALUX
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=URISERV:em0045>
04/05/2015
20. Cengel, Yunus A. Mecánica de fluidos: Fundamentos y aplicaciones, Mc Graw-Hill, 2006, México.
21. White, Frank M, Mecánica de fluidos, Mc Graw-Hill, quinta edición, México, 2004
22. The history of Energy Efficiency, Alliance Commission on National Energy Efficiency Policy, January 2013.
23. Guía de Aplicaciones nº 3 de Philips Alumbrado. Alumbrado para Oficinas.
24. Intenational Association of Ligting Designers.
<http://www.aecnet.com.iald/iald.html>
25. NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales. 06/03/17

26. Manual de Luminotécnica para interiores, Carlos Lazo, consultado en la página web:

[http://www.laszlo.com.ar/Items/ManLumi/issue/Manual de Luminotecnia.PDF](http://www.laszlo.com.ar/Items/ManLumi/issue/Manual_de_Luminotecnia.PDF)

con fecha: 17/09/2017

27. Reducción de los gases de efecto invernadero, Eurolex, (04/05/2015), <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=URISERV:em0045>

28. Tarifas Eléctricas. Consultado en:

<http://www.sme.org.mx/actividades/2013/2013-09-12derechoalaenergia/06-complementarios/documentos/tarifas%20vf.pdf> con fecha: (01/09/2015),