



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS
UNIVERSITARIOS, CASOS DE ESTUDIO:
INSTITUTOS DE GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

PRESENTA:
KATYA CAMARGO RIOS
GONZALO GUERRERO GONZÁLEZ

DIRECTORA DE TESIS:
DRA. MANUELA AZUCENA ESCOBEDO IZQUIERDO



CIUDAD UNIVERSITARIA, Cd.Mx., 2021

**Diagnóstico energético en edificios Universitarios,
casos de estudio: Institutos de Geología y
Geofísica**

por

KATYA CAMARGO RIOS
GONZALO GUERRERO GONZÁLEZ

Tesis presentada para obtener el grado de

INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

en la

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Ciudad Universitaria, Cd.Mx., 2021. ,

Katya Camargo Rios

Para Alejandra, mi madre, cuyo esfuerzo y dedicación me ha inspirado e impulsado a ser mejor persona, a luchar por lo que quiero y a no rendirme sin importar la adversidad, gracias por todo tu amor, este logro es de las dos.

Para Jocelyn, mi hermana, mi persona favorita que ha estado conmigo apoyándome incondicionalmente, gracias por ayudarme para entrar a la universidad y gracias por siempre darme ánimo cuando siento que las cosas van mal.

Para Jaime, mi novio, quien ha sido mi mejor maestro y amigo, enseñándome a no tener miedo a los desafíos por que hay personas que me aman a mi lado.

Para Gonzalo, mi amigo, gracias por acompañarme todos los días a medir desde antes de que decidiéramos hacer la tesis juntos, tu amistad fue uno de los mayores tesoros que me dejó la facultad, lo logramos.

Para todos aquellos que alguna vez con su ejemplo, apoyo y enseñanzas influyeron en mi, esto es para ustedes.

Gonzalo Guerrero González

Dedico este trabajo a mi madre Josefina González por todo el apoyo que me ha dado a lo largo de mi vida, sin su dedicación y trabajo no podría haber llegado hasta este momento, a mi hermana Alejandra González por ser siempre un ejemplo a seguir y haberme dado su tiempo a pesar de tener sus propias responsabilidades, quiero dar un agradecimiento especial a mis amigos, compañeros, profesores que han estado a lo largo de toda mi formación académica, al igual que a las personas que se encuentran en mis nuevos proyectos, a mi amiga Katya Camargo con quien realice este trabajo y quien sé que será una persona con la que siempre podre contar.

*¿Dónde esta la memoria de los días
que fueron tuyos en la tierra, y tejieron
dicha y dolor y fueron para ti el universo?*

*El rio innumerable de los años
los ha perdido; eres una palabra en un índice.*

Jorge Luis Borges

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Azucena Escobedo Izquierdo, por compartir su conocimiento y darnos la oportunidad de realizar el servicio social con ella, por aceptar ser nuestra asesora de tesis y presionarnos para no dejar de lado nuestra titulación, por sus clases que nos hicieron interesarnos en el tema y por procurar que siempre tuviéramos todo lo necesario para realizar este trabajo.

Al M.I. Alejandro Cortes Eslava, por apoyarnos en las mediciones, acompañándonos a los institutos todos los días, aclarar nuestras dudas y por sus historias camino a los Institutos.

Al M.I. Ivan Urzua Rosas, la M.I. Judith Catalina Navarro Gomez y al M.I. Edgar Salazar Salazar, gracias por aceptar ser parte de nuestro jurado, por enseñarnos a tener pasión por lo que hacemos con el ejemplo de sus clases y por siempre ofrecernos palabras de aliento cuando nos encontraban en los pasillos de la Facultad.

Para los secretarios técnicos M.C. Ángel Ramírez Luna técnico y el Ing. José Daniel Pérez Pineda del Instituto de Geofísica y Geología, el Arquitecto Edgar y todos los trabajadores de ambas instituciones, por permitirnos llevar a cabo las actividades necesarias para la realización de este trabajo, además de facilitarnos el acceso a las instalaciones y sus planos.

A la Ingeniera Caridad del Instituto de Geología, por acompañarnos y ayudarnos para poder acceder a todas las instalaciones, además de proporcionarnos material de su autoría y permitirnos usarlo para la realización de este trabajo escrito.

A la UNAM por la formación que nos ha dado, por los momentos inolvidables que en ella vivimos y por los profesores y amigos que conocimos y se quedarán en nuestra memoria por siempre.

Agradecemos también al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e In-

novación Tecnológica (PAPIIT), por aportar el financiamiento necesario para llevar a cabo el proyecto con clave IT100419.

TABLA DE CONTENIDO

Acrónimos	x
Introducción	xii
Objetivo	xiv
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Situación energética mundial	1
1.2. Antecedentes de eficiencia y diagnóstico energético en México	2
1.3. Programas de eficiencia y diagnóstico energético en la UNAM	5
2. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	7
2.1. Bases del Diagnóstico Energético	7
2.2. ISO 50002	9
2.3. Elementos del proceso de auditoría energética	10
3. NORMATIVIDAD MEXICANA	13
3.1. Norma Oficial Mexicana y Normas Voluntarias Mexicanas	14
3.2. Normatividad Aplicada a los Casos de Este Estudio	16
3.2.1. Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo	17

3.2.2.	Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales . . .	20
4.	Diagnóstico Energético del Instituto de Geología	22
4.1.	Descripción del caso de estudio	22
4.2.	Análisis de medición	24
4.3.	Análisis de carga por uso final	27
4.3.1.	Uso de equipo de laboratorio	29
4.3.2.	Uso de equipo de cómputo	31
4.3.3.	Climatización de espacios	32
4.3.4.	Uso de equipos misceláneos	33
4.3.5.	Uso de equipo de oficina	34
4.3.6.	Iluminación	36
4.3.7.	Evaluación de los niveles de iluminación y factor de reflexión .	39
4.3.8.	Evaluación de la Densidad Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)	41
4.3.9.	Análisis de Resultados en Iluminación	42
4.3.10.	Propuestas de mejora al Sistema de Iluminación	43
4.4.	Análisis eléctrico en laboratorios	55
4.4.1.	Laboratorio de Paleoecología	56
4.4.2.	Laboratorio Microbiología Cosmos	58
4.4.3.	Laboratorio Biogeoquímica	62
4.4.4.	Laboratorio Paleoambiente	67
5.	Diagnóstico Energético del Instituto de Geofísica	70
5.1.	Descripción del caso de estudio	70
5.2.	Análisis de medición	72
5.3.	Análisis de carga por uso final	75
5.3.1.	Uso de equipo de laboratorio	77
5.3.2.	Uso de equipo de cómputo	79

5.3.3. Climatización de espacios	80
5.3.4. Uso de equipos misceláneos	81
5.3.5. Uso de equipo de oficina	82
5.3.6. Iluminación	84
5.3.7. Evaluación de los niveles de iluminación y factor de reflexión .	87
5.3.8. Evaluación de la Densidad Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)	89
5.3.9. Análisis de resultados	89
5.3.10. Propuestas de mejora al Sistema de Iluminación	90
5.4. Análisis en la instalación eléctrica del SITE	92
Conclusiones	102
A. Definiciones	106
B. Abreviaturas	108
C. Anexos Instituto de Geología	109
D. Anexos Instituto de Geofísica	115
Bibliografía	119
Índice de figuras	120

ACRÓNIMOS

CONAE: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.

CONUEE: Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.

IEA: Agencia Internacional de la Energía.

IIE: Instituto de Investigaciones Eléctricas

ISO: International Standard Organization.

PAEIAPF: Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal.

PEEAPF: Programa de Eficiencia Energética en la Administración Pública Federal.

APF: Administración Pública Federal.

FIDE: Fideicomiso para el ahorro de la Energía Eléctrica.

EDUCAREE: Educación para el Uso Racional y Ahorro de Energía Eléctrica.

PRONURE: Programa Nacional del Uso racional de la Energía Eléctrica.

CFE: Comisión Federal de Electricidad.

ASI: Programa de Ahorro Sistemático Integral.

SENER: Secretaría de Energía.

PRONASE: Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México.

PUMA: Programa Universitario de Medio Ambiente.

PEMEX: Petróleos Mexicanos.

CU: Ciudad Universitaria.

GATT: Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio.

OMC: Organización Mundial del Comercio.

CTNN: Comités Técnicos Nacionales de Normalización.

CNN: Comité Consultivo Nacional de Normalización.

LFMN: Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

DOF: Diario Oficial de la Federación.

ENOR: Estación Regional del Noreste.

LANGEM: Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía.

SGen: Norma Internacional de Sistemas de Gestión de la Energía.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

NMX: Norma Mexicana.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los Diagnósticos Energéticos son una herramienta que permite conocer y evaluar el estado de un sistema, proceso o una instalación. Tras las crisis energéticas se creó consciencia respecto al uso desmedido de la energía y a la necesidad de hacer eficientes los procesos, con el fin de obtener el máximo ahorro posible sin ver afectada su producción.

Para lograr este propósito, se implementaron políticas encaminadas a procurar el ahorro energético y surgieron Instituciones con el fin de promover el correcto uso de la energía y el aprovechamiento sustentable. Esas instituciones crearon normas y reglamentos amparados bajo las leyes, para vigilar que estos objetivos se cumplieran en todos los ámbitos productivos.

Para el 2017 México se encontraba en el decimoquinto puesto entre los países con mayor consumo energético, se estima que para el periodo comprendido entre el 2019 al 2033, exista un crecimiento de 3.5% en el consumo final. En el 2018 los sectores con mayor consumo fueron el Transporte, la Industria y el sector Residencial, comercial y público.

Considerando este panorama de constante crecimiento en la demanda, en el que es indispensable garantizar el suministro continuo de energía para satisfacer las necesidades presentes en cada sector productivo del país, es importante que los consumidores tomen consciencia de la importancia que tiene el realizar diagnósticos energéticos que les permitan evaluar la eficiencia en sus sistemas. Con esto no sólo se obtiene una disminución en el consumo nacional de energía, también el consumidor recibe beneficios económicos tras la implementación de medidas con el fin de llevar a cabo un ahorro energético.

Para lograr este objetivo, se emitieron normas en temas de eficiencia energética y bienestar en los centros de trabajo, que sirven como una herramienta auxiliar para la promoción de la adecuada utilización de energía eléctrica sin descuidar los requerimientos de la actividad que se realice. Elaborar Diagnósticos Energéticos de forma periódica es recomendable ya que permite a los consumidores contar con la información necesaria para evaluar posibles acciones para mejorar la eficiencia de un sistema y obtener ahorros.

Para el presente estudio se realizó un diagnóstico energético en dos edificios de Ciudad Universitaria, el Instituto de Geología y el de Geofísica, los cuales se seleccionaron debido a que se encuentran incluidos en el Proyecto de Ahorro de Energía de la Facultad de Ingeniería. Realizándose un levantamiento y posteriormente analizando la información recabada.

Resultado del estudio se espera brindar información del estado actual de sus instalaciones y consumo energético, así como observaciones y propuestas, que ayuden a obtener ahorros económicos y energéticos, sin afectar sus actividades.

General

El objetivo del presente trabajo es realizar un diagnóstico energético en dos institutos de la UNAM ubicados en Ciudad Universitaria, para identificar los principales usos de la energía, los potenciales de ahorro y conocer las circunstancias en las que se encuentran las instalaciones eléctricas.

Específicos

- Analizar el sistema de iluminación con el fin de corroborar el cumplimiento de la normatividad vigente.
- Identificar potenciales de ahorro de energía en el sistema de alumbrado y proponer una sustitución tecnológica u operativa.
- Analizar la instalación eléctrica en puntos específicos para evaluar su funcionamiento.
- Realizar un levantamiento eléctrico para actualizar los diagramas unifilares en los puntos a evaluar.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

La creciente industrialización y desarrollo que han tenido los países durante el siglo pasado, ha requerido de un gran volumen de energía, que principalmente ha sido generada a partir de combustibles fósiles, un recurso no renovable, contaminante y que con el paso del tiempo se volverá escaso y caro, en este contexto las naciones han buscado alternativas para abordar los problemas de escasez energética, uno de ellos es el uso de energías renovables, que en este siglo han tenido un gran auge, sin embargo, estas tecnologías aún no son una solución al problema energético, otra solución ha sido el correcto aprovechamiento de la energía, es decir, no solo buscar nuevas fuentes de energía es la solución, si no también aprovechar de forma eficiente la energía con la que ya contamos y tratar en gran medida de ahorrarla.

1.1. Situación energética mundial

A partir de la crisis petrolera de 1973, se crea una conciencia energética, países como Estados Unidos y Japón comienzan a desarrollar programas y a promover políticas para el aprovechamiento eficiente de la energía, en 1974 se crea la Agencia Internacional de la Energía (IEA) cuyo objetivo es promover políticas de energía racionada, mejorar la estructura del suministro, promover la colaboración nacional en tecnología de energía, desarrollar políticas energéticas y ambientales, teniendo afiliados al día de hoy a 28 países, entre ellos México.

Adicionalmente, surgen tanto a nivel internacional como nacionales organizaciones que se encargan de realizar normas que contengan estándares de calidad, seguridad y eficiencia, tal el caso de las normas ISO. La Organización Internacional de Estandarización (ISO) es una organización independiente y no gubernamental formada por 163 países, es la organización más grande en cuanto al desarrollo de estándares internacionales se refiere, han establecido cerca de veinte mil estándares cubriendo desde productos manufacturados y tecnología a seguridad alimentaria y sanidad.

1.2. Antecedentes de eficiencia y diagnóstico energético en México

Desde medianos del siglo XX, se acumulaban en México una serie de leyes y reglamentos que obligaban a los fabricantes o productores a cumplir un mínimo de características en la elaboración de sus productos. Fue en año 1986, con la entrada de México en el GATT (Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio), cuando el Gobierno Federal se compromete a usar las recomendaciones de la Organización Internacional de Estandarización (ISO) y de otros organismos internacionales para desarrollar sus propios estándares. Para este fin, se crearon dos organismos dentro del Gobierno Federal, el Centro Nacional de Metrología y la Dirección General de Normalización. Durante la década de los años 80 y 90, este organismo emitió una serie de normas con base a recomendaciones que acabarán convirtiéndose en las NOM y NMX actuales¹.

En 1989 se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE, actualmente CONUEE), esta organización "...tiene tres papeles: Regulador, a través de las Normas Oficiales Mexicanas; Supervisor de la Administración Pública Federal en términos de consumo de energía; y finalmente, promotor y facilitador en estados y municipios, así como en el sector privado..."². , esto tiene como fin promover el uso eficiente de la energía y su aprovechamiento sustentable, además elabora y emite metodologías, procedimientos y manuales en temas de gestión energética.

¹RotoFrank. (Noviembre 7, 2017). Normatividad Mexicana: Todo lo que debes saber. 2020, de Aluvision, Sitio Web: <https://www.rotofrank-aluvision.com/normatividad-mexicana-lo-debes-saber/>.

²Por J. Carlos Hernández. (20 enero, 2015). ¿Cómo promueve la Conuee la eficiencia energética? 2020, de Iluminet Sitio web: <https://www.iluminet.com/conuee-odon-de-buen/>.

En 1992 la antes CONAE, establece la Subcomisión de Ahorro de Energía del Gobierno Federal, esto con el fin de promover el ahorro de energía en los inmuebles y las flotas vehiculares de dependencias del gobierno. Para el año de 1996 se diseña el programa piloto “Cien Edificios Públicos”, que tal como su nombre lo indica esperaba realizar diagnósticos en 100 edificios, concentrándose principalmente en oficinas administrativas, escuelas y hospitales, aprovechando la experiencia adquirida durante la realización de diagnósticos pasados, esta vez el programa sería mejor planteado y ofrecería soluciones con un gran impacto de ahorro de energía.

La metodología de este programa consistía en tres formatos: el primero, para realizar el levantamiento de los datos de los sistemas de iluminación de los inmuebles (censo), un segundo, que reflejaba la información relativa a la facturación de energía eléctrica, y un último, correspondientes a las mediciones in-situ que llevaba a cabo el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) por encargo de CONAE.

Los resultados obtenidos tras la realización del programa fueron los siguientes:

- Se detectó que más del 50 % del consumo energético en los edificios públicos corresponden a sistemas de iluminación.
- Permitió determinar dos tipos de medidas de ahorro, las tecnológicas (sustitución de equipos) y las operacionales (control del consumo eléctrico).
- Contribuyó experiencia en la inclusión y capacitación de los operadores de los inmuebles y se creó una base de datos confiable de las características físicas y eléctricas de cada inmueble.

Este programa permitió consolidar las experiencias de CONAE y desarrollar la capacidad institucional para ejecutar en 1999 el Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles APF (PAEIAPF), conocido actualmente como el Programa de Eficiencia Energética en la Administración Pública Federal (PEEAPF), con el objetivo de establecer un proceso de mejora continua, incrementando la eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones industriales de las dependencias y entidades de la APF de las que se atiende a más de 250, teniendo registrados más de 7 mil edificios, alrededor de 56 mil vehículos y 11 instalaciones industriales mayores³.

³Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (16 de enero, 2019). Programa de Eficiencia Energética en la Administración Pública Federal (APF). 2020, de Gobierno de México Sitio web: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/programa-de-eficiencia-energetica-en-la-administracion-publica-federal-apf-2019>.

Para el tema de edificaciones, CONUEE ha desarrollado guías para la elaboración de diagnósticos energéticos y recomendaciones para diversos usos finales, finalmente publicó el listado de normas correspondientes a este tema contando con la NOM-007-ENER-2014 , NOM-008-ENER-2001 y NOM-020-ENER-2011, así como normas aplicables a productos, como aislantes térmicos, aires acondicionados y lamparas, entre otros.⁴

Otra organización importante es el Fideicomiso para el ahorro de la Energía Eléctrica (FIDE,1990), entre sus objetivos se encuentra hacer una difusión del ahorro de energía eléctrica, demostrando que es técnicamente factible, rentable y socialmente benéfico⁵., han llevado a cabo 1.8 millones de diagnósticos energéticos y cuenta con cursos y capacitaciones en este tema, a su vez ha desarrollado programas para fomentar el ahorro de energía eléctrica como es el de “Educación para el Uso Racional y Ahorro de Energía Eléctrica” (EDUCAREE 1992), sus objetivos principales son desarrollar una cultura de ahorro de energía brindando capacitación y asesorías a organismos gubernamentales, asociaciones y en general todo usuario de la energía eléctrica. Otro programa destacable es el llamado “Eficiencia Energética”, su fin es promover proyectos que permitan la vinculación entre la innovación tecnológica y el consumo de energía, mediante el otorgamiento de asesorías y asistencia técnica para la modernización de las instalaciones, el programa está orientado al sector productivo y entre sus beneficios se encuentran la reducción de facturación eléctrica para el comercio, así como la disminución de gases de efecto invernadero.

Además de las instituciones que surgieron, se desarrollaron diversos programas para mejorar la eficiencia y el desempeño energético, en 1981 se crea el Programa Nacional del Uso racional de la Energía Eléctrica (PRONUREE), con el objetivo de educar y promover el ahorro de energía, años más tarde se implementó el Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI, 1990) creado por CFE y enfocado en zonas residenciales, su objetivo era sustituir aparatos de aire acondicionado, refrigeradores y lámparas incandescentes por equipos modernos y de menor consumo, en 1991 a

⁴Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (27 de noviembre, 2015). Normatividad aplicable-Edificaciones. 2020, de Gobierno de México, Sitio web: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/normatividad-aplicable-edificaciones?state=published>.

⁵Jesús Héctor, Rafael León, Armando Ambrosio. (2005). Diagnóstico energético y elaboración de propuestas de uso eficiente de energía eléctrica para una institución educativa . Impulso, Revista de Electrónica, Eléctrica y Sistemas Computacionales, Art.14 Disponible en: https://www.itson.mx/publicaciones/rieyc/Documents/v1/v1_art14.pdf.

través de FIDE se entregaron los primeros reconocimientos de CFE en los Premios de Ahorro de Energía Eléctrica, para las empresas que destaquen por su trabajo y logros obtenidos en el uso racional y eficiente de la energía. En el año siguiente, FIDE crea un distintivo conocido como Sello Fide, que se entrega a productos cuyo impacto tiene repercusiones de manera directa o indirecta en el ahorro de la energía, más adelante CFE crea ilumex (1995), que consistió en la sustitución de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas de menor consumo, teniendo como objetivo reducir la demanda de energía en horas pico. En 1996 se implementó por primera vez el horario de verano promovido por la SENER, CONUEE, CFE y el FIDE, como una medida enfocada a disminuir el consumo de energía a través del diferencial de horarios en las actividades y aprovechando la luz natural⁶.

En años recientes, se crea el programa Cambia tu viejo por uno nuevo (2009), el cual fue operado por FIDE y cuyo objetivo era la sustitución de refrigeradores o equipos de aire acondicionado por equipos recientes y de menor consumo, 2 años más tarde entró en funcionamiento el Programa de ahorro y eficiencia energética empresarial, que otorga financiamiento a los usuarios con tarifas 2 y 3, para la sustitución o adquisición de equipos eléctricos ineficientes por equipos eficientes. En cuanto a políticas nacionales, se creó el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la energía (PRONASE), la Ley General de Cambio Climático (2012) y la Ley de Transición Energética (2015).

1.3. Programas de eficiencia y diagnóstico energético en la UNAM

En la UNAM surgieron dos programas importantes con aplicación en Ciudad Universitaria, uno de ellos fue el “Programa Universitario de Medio Ambiente” (PUMA, 1991), para su creación se establecieron relaciones de carácter institucional con los responsables de todas las entidades académicas, entre sus objetivos está impulsar y coordinar la elaboración de diagnósticos de los principales problemas ambientales y la generación de propuestas de solución, impulsar y coordinar la formación de profesionales e investigadores que incorpore la perspectiva ambiental y del desarrollo sustentable, también ha colaborado con diversos programas de la UNAM afines

⁶Secretaría de Energía . (2014). Diagnóstico. En Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018 (15-21). México: SE. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/86268/07PRONASE20142018.pdf> .

a sus intereses, como fue el proyecto PUMAGUA donde se ayudó al diseño de los bebederos, así como ofreciendo asesorías externas en dependencias como PEMEX y la Secretaría del Medio Ambiente. Otro programa importante fue el Macroproyecto “La ciudad Universitaria y la energía” (2006), que estuvo a cargo de la Secretaría de Desarrollo Institucional y constaba de 7 proyectos principales, que tenían como objetivo diseñar y desarrollar infraestructura, tecnología y cultura para transformar el campus Universitario de la UNAM en un modelo de utilización inteligente de la energía, tuvo una duración de 4 años, producto de este proyecto se instaló un gasificador de biomasa que aprovecha los residuos forestales de CU, se realizaron diagnósticos energéticos en diferentes dependencias, con los datos recabados se creó una base de datos para analizar los patrones de consumo en los edificios de CU y buscar un ahorro. En el macroproyecto participaron facultades, institutos y centros de investigación⁷.

En 1993 surge en la Facultad de Ingeniería el grupo de Ahorro de Energía, quien, en colaboración con la Dirección General de Obras y Conservación, ha desarrollado diversos proyectos que tienen como propósito el ahorro y uso eficiente de la energía. El Proyecto de Ahorro de Energía ofrece servicios de consultoría, auditorías energéticas, medición y pruebas de rendimiento de sistemas y equipos, análisis de viabilidad tanto técnica como económica de proyectos de cogeneración en empresas. Al día de hoy ha realizado Diagnósticos Energéticos en más de 900 edificios en la zona universitaria y Cuernavaca, en los que se dan recomendaciones, asesorías, propuestas de redistribución de cargas, así como la actualización de planos eléctricos, además de evaluaciones económicas.

⁷José Galán. (25 de agosto 2016). La UNAM convertirá a CU en un modelo inteligente de energía. 2020, de La Jornada, Sitio web: <https://www.jornada.com.mx/2006/08/25/index.php?section=cienciasarticle=a02n1cie>.

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Actualmente y con la creciente demanda de energía que existe en el mundo a la par de la industrialización, se ha hecho evidente para gobiernos y empresas la importancia que tiene el crear nuevos modelos de producción cada vez más eficientes y que les permitan consumir menos recursos, los impactos de estas decisiones se ven reflejados tanto en beneficios económicos como ambientales, los diagnósticos energéticos cobran relevancia en estos modelos, ya que son una herramienta útil para evaluar el estado actual de las instalaciones, equipos y procesos, permitiendo conseguir resultados óptimos con el menor consumo energético posible.

2.1. Bases del Diagnóstico Energético

Los Diagnósticos Energéticos son una herramienta que permite conocer y evaluar el estado actual de un sistema, proceso o una instalación. Este análisis se convierte en un instrumento importante para el aprovechamiento de recursos, mediante una inspección sistemática de todos los procesos que forman parte de un sistema, permitiendo realizar mejoras y aumentando el rendimiento del mismo.

El principal objetivo de un diagnóstico es obtener información relevante del sistema, que nos permita identificar oportunidades de mejora en el desempeño energético, esto mediante la evaluación de datos característicos, como son, el consumo de energía por usos finales, el estado actual de la instalación eléctrica y factores que afecten la eficiencia del sistema eléctrico.

2.1. BASES DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Existen tres diferentes tipos de Diagnósticos que se clasifican en función del nivel de detalle con el que se estudia; dependiendo de las actividades que se realicen, la precisión buscada y el alcance deseado.

Diagnóstico nivel uno o básico (Tiempo aproximado de duración: 2 semanas)

Este nivel consiste en realizar un examen visual de la instalación para dar una idea rápida de los potenciales de ahorro de energía al incorporar tecnologías eficientes, reconociendo y revisando el estado actual de los equipos, así como los hábitos de operación. El objetivo de este diagnóstico es proporcionar recomendaciones generales como, el reemplazo de equipos por otros más eficientes y evitar malas prácticas en el uso de la energía. Los resultados obtenidos en este tipo de diagnóstico son estimados, ya que no se realizan mediciones y se tiene poco conocimiento de las instalaciones eléctricas, sin embargo, su principal ventaja radica en el bajo costo que este tipo de estudio tiene respecto a los niveles de Diagnóstico superiores.

Diagnóstico nivel dos o fundamental (Tiempo aproximado de duración: 2 meses)

Este nivel consiste en realizar mediciones y un análisis energético de los sistemas de mayor consumo, es útil para conocer potenciales de ahorro de energía y realizar propuestas confiables, que pueden cuantificarse y cualificarse. Los balances de energía, los diagramas unifilares actualizados y la disposición de índices energéticos reales complementan el diagnóstico, permitiendo conocer la distribución y el uso de la energía en las instalaciones⁸.

Se analiza entre el 75 y 80 % de los consumidores energéticos, dando prioridad a los de mayor potencia y tiempo de utilización.

Diagnóstico nivel tres (Tiempo aproximado de duración: 12 meses)

Este nivel está caracterizado por la medición prolongada de diversas variables para la adquisición de datos y por los estudios de ingeniería involucrada, requiriendo la participación de especialistas, las acciones propuestas para lograr ahorro de energía son producto de re-ingeniería de los procesos.

⁸García Flores Jose Luis, Morales Valencia Jonatan Josue, Palomino Hernandez Rafael Esteban. (2015). Tesis: Diagnóstico Energético Aplicado a Edificio Colisur y Lema del Instituto de Física. 2020, UNAM.

2.2. ISO 50002

Este tipo de diagnóstico es llamado como micro diagnóstico, ya que se profundiza en el proceso y los equipos involucrados. Su costo es mucho mayor al de segundo nivel. El nivel del diagnóstico energético no es estricto, en muchos casos se puede aplicar un estudio a una sola parte o etapa del proceso⁹.

2.2. ISO 50002

La Organización Internacional de Estandarización (ISO) fue fundada en 1947 con sede en Ginebra Suiza y actualmente cuenta con más de 19500 normas, para todos los sectores de producción. Actualmente la organización cuenta con 165 miembros y lo conforman alrededor de 3368 órganos técnicos encargados de elaborar las normas. El principal objetivo de esta organización es aportar seguridad, calidad y eficiencia en los procesos y productos haciendo mas simple el intercambio de bienes y servicios entre países ¹⁰.

La ISO 50001 es una Norma Internacional de Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn), esta norma establece los requisitos que debe poseer un sistema de gestión energética con el fin de realizar mejoras continuas y sistemáticas del rendimiento energético en una organización, empresa o país. La norma ISO 50002 surge como una herramienta de apoyo para el cumplimiento de los requisitos de la ISO 50001, relacionadas con las auditorías energéticas, que tienen como función identificar los consumos energéticos de los objetos auditados, para identificar potenciales oportunidades de mejora.

La ISO 50002 indica los pasos a seguir para la correcta realización de una auditoría energética, estandarizado la forma en la que se realiza.

⁹FIDE. (Marzo 2010). Curso Taller, Promotores de Ahorro y Eficiencia de Energía Eléctrica. Programa Integral de “Asistencia Técnica y Capacitación para la Formación de Especialistas en Ahorro y uso Eficiente de Energía Eléctrica de Guatemala” Disponible en: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/001%20M%C3%B3dulo%20I%20\(Diagn%C3%B3sticos%20Energ%C3%A9ticos\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/001%20M%C3%B3dulo%20I%20(Diagn%C3%B3sticos%20Energ%C3%A9ticos).pdf).

¹⁰Lawrence D. Eicher. (1997). THE FOUNDING OF ISO. En Friendship Among Equals: Recollections from ISO's First Fifty Years(15-18). Suiza: ISO Central Secretariat. Disponible en: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/about%20ISO/docs/en/Friendship_amng_equals.pdf

2.3. Elementos del proceso de auditoría energética

Contacto preliminar

En esta etapa se acuerdan los alcances, límites y objetivos de la auditoría energética, se discuten las necesidades y las expectativas respecto al estudio, se establece el periodo de tiempo en el cual se hará el análisis, el nivel de detalle de los resultados y la forma en la que serán presentados los mismos.

Reunión de arranque

El auditor informará a las autoridades correspondientes las tareas que se llevarán a cabo para recabar la información, también se acordarán los horarios y se informará a todo el personal que se vea afectado por el estudio, para que puedan orientar al auditor en caso de ser necesario y no interfiera con sus actividades. La organización deberá informar sobre las normas de seguridad, acuerdos de confidencialidad y requisitos para la realización de mediciones especiales.

Recolección de datos/información

El auditor deberá solicitar registros históricos de los sistemas, procesos, equipos y las observaciones proporcionadas por el personal, además de solicitar material útil como planos, diagramas o manuales para la realización de su labor.

Información básica a solicitar:

- Facturas eléctricas.
- Diagramas unifilares, de fuerza y de iluminación.
- Horarios de trabajo y las actividades principales que se realizan.
- El personal y usuarios de las instalaciones.
- Listado de los principales equipos.
- Diagramas de procesos.

Trabajo de campo

En esta etapa el auditor se familiariza con los procesos de producción y el consumo de energía de los equipos, con esta información, se generan ideas preliminares de oportunidades de mejora. Se debe asegurar que las mediciones y observaciones realizadas son confiables y representativas, de ser posible bajo condiciones climáticas adecuadas y en operación normal.

En todo el proceso se debe informar de cualquier irregularidad que dificulte el trabajo y de ser necesario, debe solicitarse un escolta o guía que facilite el acceso a las instalaciones.

Actividades que se realizan en esta etapa:

- Censo de cargas e iluminación.
- Levantamiento de la instalación eléctrica.
- Entrevistas de los hábitos de consumo del usuario.
- Registro de las observaciones respecto a los equipos y su uso.
- Medición de variables de interés.

Equipos básicos requeridos para realizar las mediciones:

- Analizador de redes y medidores de consumo.
- Termómetro infrarrojo o de contacto.
- Amperímetro.
- Luxómetro.
- Trazador.
- Distanciómetro.

Análisis

Se determina la situación existente generada con los datos obtenidos durante la auditoría, se realizarán proyecciones, propuestas y se evalúa el impacto que estas medidas tendrán en la organización. El auditor deberá evaluar la fiabilidad de los datos, identificando anomalías, usando métodos de cálculo apropiados y exponiendo los resultados a una revisión adecuada de calidad.

Las actividades clave a realizar para el análisis son las siguientes:

- Desarrollo de la base de datos.
- Elaboración de los balances energéticos, identificación de usos finales y desarrollo de la matriz energética.
- Determinación de la carga instalada y la demanda máxima.
- Estimación del consumo eléctrico.
- Obtención de indicadores energéticos.
- Evaluación de eficiencia energética.
- Estimación de potenciales de ahorro de energía.

Reporte

Al informar sobre los resultados se deberá asegurar que los requisitos de la auditoría planteados han sido cumplidos en el tiempo y con el nivel de detalle requerido por la organización, justificando e indicando si los resultados están basados en cálculos, mediciones o proyecciones.

El contenido del reporte deberá abarcar los objetivos acordados según el alcance y los límites deseados en la auditoría, incluyendo los siguientes puntos principales:

a) Resumen ejecutivo

Es una recopilación de los puntos más importantes del reporte (oportunidades de mejora, plan de implementación sugerido).

b) Antecedentes

Engloban la información general de la organización auditada, se proporciona el contexto, la descripción y los requisitos legales pertinentes.

c) Auditoría

Se indica el alcance, los límites, objetivos y el nivel de detalle, así como la información sobre la recolección de datos y su análisis.

d) Oportunidades de mejora

Por último, se presenta una lista de acciones recomendadas y el plan de acción propuesto con base en el análisis.

El auditor deberá distribuir el reporte a las autoridades pertinentes, presentando los resultados y siendo capaz de explicarlos. En caso de ser necesario se puede acordar la realización de un seguimiento y un trabajo futuro.

CAPÍTULO 3

NORMATIVIDAD MEXICANA

La historia de la metrología y la normalización en México comienza en 1857 cuando adopta el sistema métrico decimal en plena Reforma, actualmente definido por la NOM y titulada “Sistema General de Unidades de Medida”, en 1883 se establecen oficinas verificadoras de pesos y medidas, para 1905 el gobierno mexicano establece como patrones nacionales los prototipos del kilogramo y metro recibidos de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas con sede en Francia.

Con la posterior suscripción de Tratados de Libre Comercio con diferentes países, se dio un fuerte impulso a la metrología nacional y con ello a la normalización, que creció a la par del desarrollo de la industria, la cual se convierte en importadora de tecnologías y usuaria de las normas extranjeras¹¹.

En 1942 se emite la primera norma industrial mexicana y para el año de 1975 México ya contaba con 2298 normas oficiales mexicanas entre las cuales 401 estaban dedicadas a la industria química, 248 a productos alimenticios, 102 a vehículos y 5 a instrumentos de medición¹².

Con el fin de hacer frente a las exigencias normativas de compradores nacionales y extranjeros, se buscó producir con calidad y poder hacer frente con éxito a dichas exigencias, por lo que en 1991 se crea el Sistema Nacional de Calibración y subsecuentemente en 1992 es publicada en el Diario Oficial de la Federación la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), que contiene una regulación mo-

¹¹Héctor Nava Jaimes. (Mayo 2001). Reseña y Perspectiva de las Mediciones en México , de CENAM. Fecha de consulta: 2020, disponible en: <https://www.cenam.mx/Memorias/Descarga/Memorias%20Simposio/Documentos/P8%20hnava.PDF>

¹²Catálogo de normas oficiales mexicanas, Dirección General de Normas, México, 1975.

derna sobre las mediciones en el país, permitiendo la participación del sector privado en actividades antes exclusivas del Gobierno Federal¹³.

Para el 2015 México ya contaba con 413 Laboratorios de Calibración, 1 037 Laboratorios de Ensayos, 1 399 Unidades de Verificación y 63 Organismos de Certificación. En 1995 México se unió a la Organización Mundial del Comercio (OMC) y firmó un acuerdo sobre obstáculos técnicos de comercio, que contenía las reglas técnicas, normas, requisitos de embalaje, etiquetado y procedimientos para evaluar la conformidad de reglamentos técnicos, asimismo se acordó que dentro de la organización se debe aceptar normas equivalentes de otros miembros, así como normas internacionales¹⁴.

Actualmente la Secretaría de Economía es la encargada de coordinar el Sistema de Normalización en México, siendo este proceso una tarea multidisciplinaria pues incluye a varios sectores y dependencias, organismos técnicos e industria, quienes en conjunto con la secretaria modifican e implementan las normas.

3.1. Norma Oficial Mexicana y Normas Voluntarias Mexicanas

Definición de norma

Una norma, en términos generales, es un conjunto establecido de requisitos, criterios, características o especificaciones de un bien, servicio o proceso, actual o futuro, que proporciona información que será utilizada para hacer suposiciones confiables sobre el bien, servicio o proceso¹⁵.

Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

Son estandarizaciones técnicas obligatorias que tienen como objetivo establecer características y especificaciones aplicables a productos, servicios, equipos, condiciones de salud, procesos y etiquetado. No cualquiera puede garantizar que un bien o servicio cumpla con el estándar. Se requiere un organismo de acreditación para evaluar la competencia técnica y la confiabilidad de los organismos de certificación, labora-

¹³e-medida. (2019). Historia de la Metrología en México. Revista Española de Metrología, Número 8. Sitio Web: <https://www.e-medida.es/numero-8/historia-de-la-metrologia-en-mexico>

¹⁴OCDE (2018) Normalización y Competencia en México. Disponible en: <https://www.oecd.org/daf/competition/WEB-Normalizacion-y-competencia-Mexico-2018.pdf>

¹⁵OCDE (2018) Normalización y Competencia en México. Disponible en: <https://www.oecd.org/daf/competition/WEB-Normalizacion-y-competencia-Mexico-2018.pdf>

torios de prueba, laboratorios de calibración y unidades de verificación¹⁶.

Los puntos que debe contener una norma son:

- La denominación de la norma (clave o código) y su finalidad;
- La identificación del producto, servicio método, proceso o instalación que se normaliza;
- Las especificaciones y características que correspondan al producto, servicio, método, proceso, instalación o establecimientos en razón de su finalidad;
- Los métodos de prueba aplicables y en su caso, los de muestreo;
- Los datos y demás información que deban contener los productos o, en su defecto, sus envases o empaques, así como el tamaño y características de las diversas indicaciones;
- El grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración;
- La mención de la o las dependencias que vigilarán su cumplimiento;
- Las otras menciones que se consideren convenientes para la debida comprensión y alcance de la norma¹⁷.

Normas Voluntarias Mexicanas (NMX)

Son estandarizaciones técnicas de aplicación voluntaria propuestas por los Comités Técnicos Nacionales de Normalización (CTNN), su función es servir como referencia para determinar la calidad de los productos o servicios que en ellas se mencionan. Su campo de aplicación puede ser Nacional, Regional o Local. Para su realización se toma como base normas internacionales convenientes a los intereses de los miembros del comité, deberá incluirse en el programa Nacional de Normalización y someterse a una revisión pública por un periodo de 60 días naturales antes de ser publicada ¹⁸.

¹⁶Secretaría de Economía, (15 de enero 2016). Standards. 2020, de Gobierno de Mexico. Sitio web: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/standards>.

¹⁷OCDE (2018) Normalización y Competencia en México. Disponible en: <https://www.oecd.org/daf/competition/WEB-Normalizacion-y-competencia-Mexico-2018.pdf>

¹⁸Ley Federal Sobre Metrología y Normalización. (DOF, 15 de junio 2018). 2020, Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/130150618.pdf>

Etapas en la creación de una norma

- 1.- Presentación del anteproyecto ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización (CNN), en esta etapa se formulan observaciones, en un plazo no mayor a 75 días naturales.
- 2.- Se contestan las observaciones presentadas por el comité, siempre que sean consideradas justificadas.
- 3.- Publicación del proyecto en el diario oficial de la federación, para la realización de observaciones y comentarios de los interesados, en un plazo no mayor a 60 días naturales.
- 4.- Estudio de los comentarios recibidos y tras el análisis se modifica el proyecto para ser publicado en un plazo no mayor a 45 días naturales.
- 5.- Se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF).
- 6.-Según lo establecido en los artículos 51 y 51-A de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, deberá realizarse una revisión quinquenal de las normas, posterior a su entrada en vigor.

Para realizar los diagnósticos objeto de este escrito, se utilizaron algunas normas cuya aplicación es importante para llevar a cabo un estudio integral, de la situación actual de los Institutos.

3.2. Normatividad Aplicada a los Casos de Este Estudio

Es importante que las características de la instalación eléctrica y los sistemas de iluminación con los que se trabaje sean los adecuados para realizar las actividades requeridas en un recinto, así mismo, contar con tecnologías eficientes en los sistemas de iluminación es clave, pues permite mantener un bajo consumo de energía, lo que se traduce en ahorros económicos al mismo tiempo que se brinda un ambiente propicio de trabajo. En la realización de un diagnóstico energético no solo se deben tomar en cuenta los aspectos técnicos, además se debe contemplar que las instalaciones sean adecuadas, es decir, no se deben afectar las condiciones de trabajo por el hecho de justificar un ahorro de energía, por ello se han creado normas que no solo contemplan aspectos técnicos, sino que se ocupan de la salud y seguridad de los trabajadores.

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

La norma fue publicada por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social en el DOF el 30 de diciembre del 2008, tiene como objetivo establecer los niveles de iluminación adecuados para cada área de trabajo, proporcionando un ambiente seguro y adecuado para los trabajadores, esta norma rige todos los centros de trabajo a nivel nacional.

Niveles de Iluminación

Este parámetro se mide tomando en cuenta el tipo de tarea que se realice en el área de trabajo y el nivel de detalle que esta requiera, para ello es necesario llevar a cabo dos tipos de mediciones, una de la iluminación incidente a las superficies y otra que mida la iluminación reflejada. La norma proporciona una tabla con los niveles mínimos de iluminación (Tabla 1 Niveles mínimos de iluminación en áreas de trabajo) medidos en luxes, con los que debe contar cada recinto para cumplir con lo establecido en ella.

Tabla 3-1: Niveles mínimos de iluminación en áreas de trabajo

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de trabajo	Nivel Máximo de iluminación [luxes]
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300

3.2. *NORMATIVIDAD APLICADA A LOS CASOS DE ESTE ESTUDIO*
 CAPÍTULO 3. *NORMATIVIDAD MEXICANA*

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de trabajo	Nivel Máximo de iluminación [luxes]
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Área

Para llevar a cabo las mediciones se deben localizar los puntos más representativos del área de trabajo, considerando las proporciones del lugar, el tipo de trabajo que ahí se realiza y la disposición de las luminarias ¹⁹.

Tabla 3-2: Índice de Área

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

Fuente: NOM-025-STPS-2008.

Para el cálculo del IC se mide el largo y el ancho del área, así como la altura de la luminaria respecto al plano de trabajo.

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)} \quad (3-1)$$

¹⁹Norma Oficial Mexicana, NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. (DOF, 30 de diciembre 2008). Secretaria del Trabajo y Previsión Social. 2020, Disponible en: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-025.pdf>

Donde:

x = Largo en metro

y = Ancho en metro

h = Altura de la luminaria respecto al plano de trabajo

De Acuerdo a lo establecido por la norma, se debe dividir el recinto en zonas del mismo tamaño, según se muestra en la columna A de la **Tabla 2 Índice de Área**, se deberá realizar la medición en el punto donde se concentre la mayor cantidad de trabajadores o en el centro geométrico del mismo, en caso de que los puntos de medición coincidan con los puntos focales de las luminarias, se deberá considerar el número de zonas a evaluar según lo dispuesto en la columna B.

Factor de Reflexión K_f

Este factor nos permite conocer el porcentaje de luz reflejado. En la norma se establecen niveles máximos permisibles de este porcentaje, en el caso de paredes, del 60 % mientras que en el plano de trabajo el nivel máximo permisible de reflexión es del 50 %.

Para el cálculo del k_f se deben de tomar dos mediciones E1 y E2.

$$K_f = \frac{E_1}{E_2} \times 100 \quad (3-2)$$

Donde:

E_1 Es la primera medición, que se realiza con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie y tiene como objetivo medir la luz reflejada.

E_2 Es la segunda medición, que se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, tiene como objetivo medir la luz incidente¹⁹.

¹⁹Norma Oficial Mexicana, NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. (DOF, 30 de diciembre 2008). Secretaria del Trabajo y Previsión Social. 2020, Disponible en: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-025.pdf>

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

La norma fue publicada por la Secretaría de Energía en el DOF el 7 de agosto del 2014, tiene como objetivos, establecer los niveles de eficiencia energética, que se deben cumplir en términos de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), así como establecer el método de cálculo para su determinación. Esta norma se aplica en todos los sistemas de alumbrado interior y exterior de edificios no residenciales a nivel nacional.

Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

Este parámetro se calcula tomando en cuenta el tipo de edificio o espacio, en el que se desee conocer la carga instalada en iluminación por unidad de área. La norma proporciona una tabla con los valores máximos de DPEA permitidos, por el uso que se le dé al edificio o espacio (**Tabla 3 Ejemplo de niveles Máximos de DPEA**)²⁰.

Tabla 3-3: Ejemplo de niveles Máximos de DPEA

Tipo de espacio específico	DPEA [W/m_2]
Oficina abierta	10.55
Oficina cerrada	11.95
Pasillos	7.10
Sala de Junta	13.24
Salas de usos múltiples	13.24
Sanitarios	10.55
Vestíbulo	9.69
Aulas	13.35
Bodegas	6.78
Laboratorio médico, industrial, investigación	19.48

Fuente: NOM-007-Ener-2014.

Cálculo del DPEA

Para calcular el DPEA es necesario conocer tanto el area del espacio de interés, como la carga instalada de iluminación que tenga.

²⁰Norma Oficial Mexicana, NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales. (DOF, 7 de agosto 2014). 2020, Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo = 5355593&fecha = 07/08/2014

$$DPEA = \frac{\text{Cargatotalconectadaparaalumbrado}[W]}{\text{Areatotaliluminada}[m^2]} \quad (3-3)$$

El DPEA sirve como un indicativo para conocer si existe un exceso de carga instalada en un espacio, para su mejor aprovechamiento, se debe analizar este factor junto con los niveles de iluminación existentes en el área, ya que esto nos permitirá conocer si los luminarios instalados tienen una buena eficiencia y cumplen con su función sin necesidad de agregar más carga.

Consideraciones

Los valores de DPEA en alumbrado interior y exterior deberán ser calculados de forma independiente y no podrán combinarse en ningún momento, para edificios de uso único se permite que existan áreas que superen los límites de DPEA establecidos en la norma de acuerdo a las actividades que ahí se realicen, en caso de que el edificio sea de uso mixto se debe calcular el DPEA de forma separada para cada espacio²⁰.

²⁰Norma Oficial Mexicana, NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales. (DOF, 7 de agosto 2014). 2020, Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5355593&fecha=07/08/2014

CAPÍTULO 4

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA

4.1. Descripción del caso de estudio

El Instituto de Geología surge del Instituto Geológico de México, fundado durante el porfiriato el 26 de mayo de 1906 y tuvo como sede el edificio de la 6ª calle de Ciprés (actual Jaime Torres Bodet) 176, siendo hasta 1955 que cambió su sede a su ubicación actual en Avenida Universidad, Número 3000, Universidad Nacional Autónoma De México CU, Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04510 ²¹.

Actualmente el instituto cuenta con dos sedes, una es la Estación Regional del Noroeste (ERNO), ubicada en Hermosillo Sonora y la otra se encuentra ubicada en Ciudad Universitaria, cuenta con un edificio principal de uso mixto (oficinas, laboratorios, aulas y auditorios) y el Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LAN-GEM), el personal y alumnado en esta sede se distribuye en 108 investigadores y técnicos académicos, 114 alumnos de servicio social y 117 estudiantes participantes en proyectos²².

²¹Dra. Lucero Morelos Rodríguez. (Octubre 2019). Instituto de Geología ORIGEN E HISTORIA. 2020, de Universidad Nacional Autónoma de México, Sitio web: <https://www.geologia.unam.mx/contenido/historia-instituto-de-geologia>

²²Ricardo Barragán Manzo. (2019). Personal Académico. Primer Informe de actividades Instituto de Geología 2018-2019 (9). México. Disponible en: https://www.geologia.unam.mx/igl/docs/direccion/primer_informe_dr_barragan_2018_2019.pdf

El diagnóstico energético sólo contempla el Edificio Principal con sede en Ciudad Universitaria, con actividades en un horario de 7:00 a.m. a 21:00 p.m. de lunes a viernes, el cual tiene 2 niveles y planta baja, que juntos suman un área total construida de 5,162.61 m². La distribución de los recintos se muestra en la Tabla 4:

Tabla 4-1: Número de recintos por nivel (IGEOL)

Nivel	Tipo de recinto	
Planta baja	3 laboratorios (en remodelación)	1 sala de juntas
	3 aulas	1 comedor
	2 salas de exhibición	5 pasillos
	26 oficinas	3 sanitarios
	3 bodegas	1 sala de cómputo
Primer nivel	21 laboratorios (2 en desuso)	1 terraza
	37 oficinas	6 pasillos
	3 bodegas	2 sanitarios
	1 sala de estar	1 cuarto con RAC
	1 zona de impresión	4 salas de cómputo
Segundo nivel	11 laboratorios (1 en desuso)	2 sanitarios
	6 salas de cómputo	2 zonas de impresión
	41 oficinas	1 zona de servidores
	2 bodegas	1 cuarto con RAC
	1 auditorio	5 pasillos
	1 comedor	1 vestíbulo

Fuente: Elaboración propia

Durante la realización de este diagnóstico la zona de laboratorios ubicada en planta baja se encontraba en remodelación por lo que no se contempló en el estudio. Para el análisis de los usos finales se midieron 166 recintos en el edificio, que representan un 90.22 %, sin contabilizar las zonas inaccesibles, en remodelación o en desuso.

Tabla 4-2: Recintos medidos

Instituto de Geología			
Tipo de recintos	Recintos totales	Recintos medidos	%Recintos medidos
Laboratorios	29	27	93.1
Oficinas	104	94	90.38
Auditorios	1	1	100
Salas de cómputo	11	11	100
Bodegas	8	5	62.5
Zonas de impresión	3	3	100
Pasillos	16	13	81.25
Comedores	2	2	100

Servidores	1	1	100
Área de exhibición	2	2	100
Sanitarios	7	7	100
Total	184	166	90.22

Fuente: Elaboración propia.

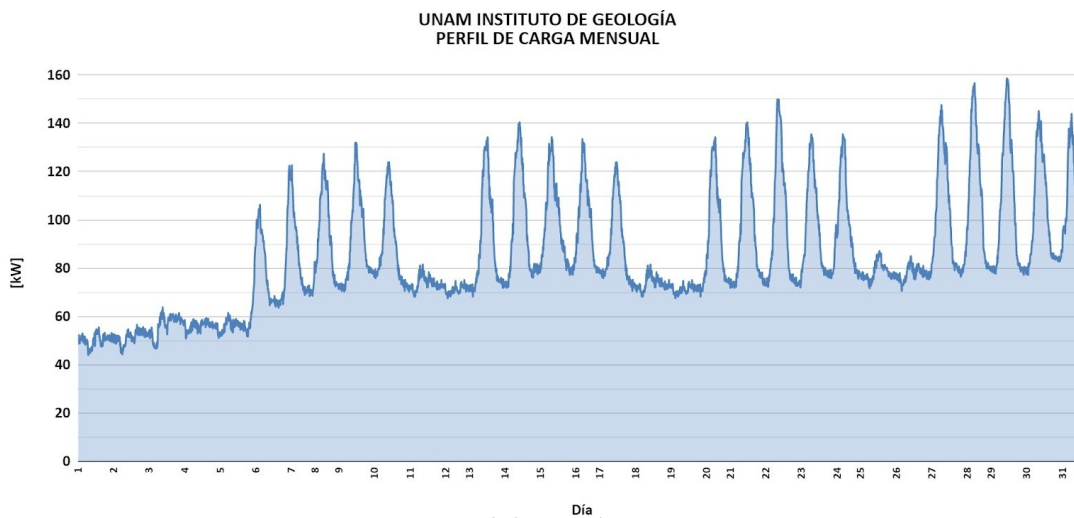
Debido a la conexión que tiene el Instituto dentro de la red Universitaria, no se pudo realizar el análisis de facturación.

4.2. Análisis de medición

Este análisis contempla el consumo de todas las Instalaciones del Instituto de Geología de CU, incluye el edificio principal, el LANGEM, así como la iluminación exterior. El instituto cuenta con un equipo de monitoreo que registra la carga en tiempo real cada 15 minutos, el punto de medición se encuentra en la llegada del transformador de 500 kVA, el periodo de medición usado en el análisis es del 1ro al 31 de enero de 2020.

Al inicio del mes se percibe un consumo estable, que es el mínimo registrado debido a que el instituto no se encontraba laborando con normalidad por el periodo vacacional que terminó el 6 de enero, conforme se iban integrando a las actividades normales se observa un incremento en la demanda y en el consumo con la aparición de picos aproximadamente a medio día en los días laborales, mismos que describen el comportamiento entre semana, registrando sus valores máximos a fines de mes.

Figura 4-1: Gráfica 1



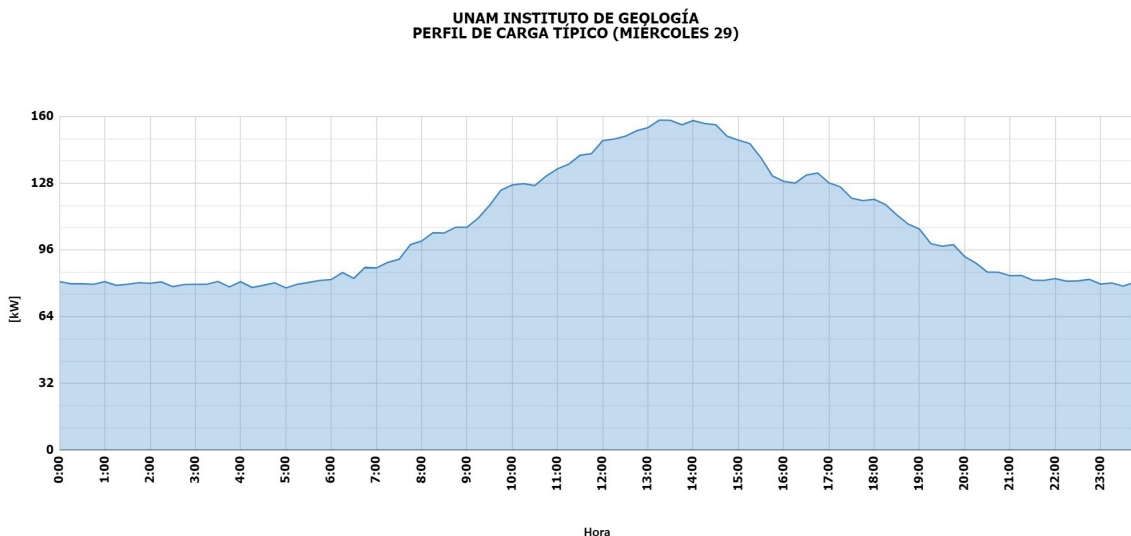
Fuente: Elaboración propia.

La demanda base del instituto es de 70 [kW] y solo contempla las ultimas dos semanas del mes debido a que en estas comenzó a operar con normalidad. La demanda mínima registrada fue el día Miércoles 1 de enero a las 7:30 a.m. con un valor de 44 [kW] y la demanda máxima registrada fue el día Miércoles 29 de enero a las 13:15 p.m. con un valor de 158.25 [kW], debido a esto, se tomara este día para analizar el perfil de carga típico.

Perfil de carga típico

A partir de las 5 de la mañana se observa un aumento de la demanda debido a que comienzan las actividades. Aproximadamente entre las 13:00 a 14:00 p.m. se alcanza el pico máximo y se percibe una disminución entre 14:00 a 16:00 p.m., lo que coincide con la hora de comida. Posteriormente entre las 16:00 y las 17:00 p.m. se da un segundo pico esta vez menor, después de esto se ve un decremento gradual en la demanda hasta las 21:00 p.m. donde comienza a estabilizarse.

Figura 4-2: Gráfica 2



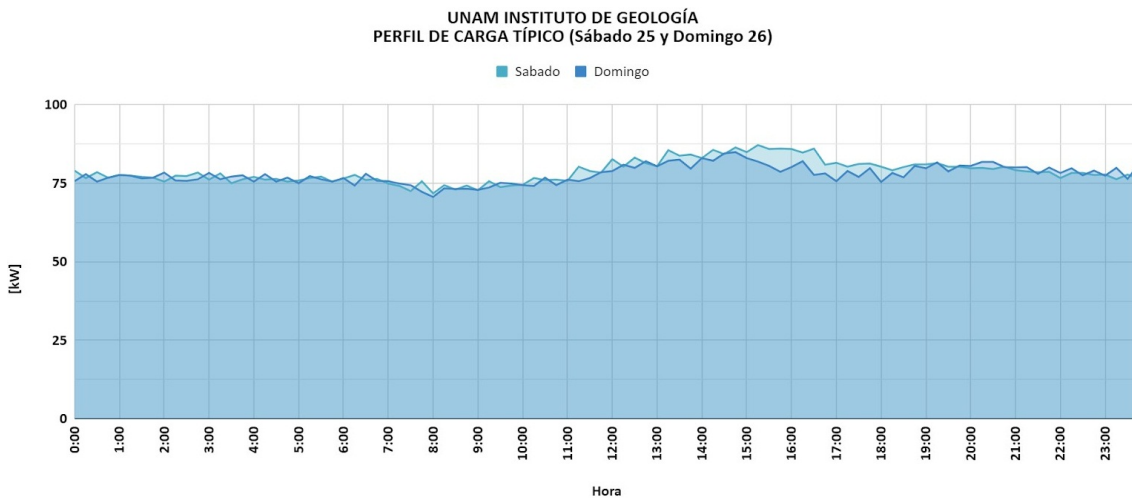
Fuente: Elaboración propia.

La demanda base el día Miércoles 29 de enero es de 80 [kW], la demanda mínima se registró a las 5:00 a.m. con un valor de 77.75 [kW] y la demanda máxima se registro a las 13:15 p.m. con un valor de 158.25 [kW].

Perfil de carga de fin de semana

En Sábado y Domingo las demandas son similares, a partir de las 11:00 a.m. y hasta las 15:00 p.m. se observa un aumento en ambos días, posteriormente de 15:00 a 19:00 p.m. se observa un aumento mayor en los sábados que en los domingos. En general la demanda en fin de semana no varía mucho entre un día y otro.

Figura 4-3: Gráfica 3



Fuente: Elaboración propia.

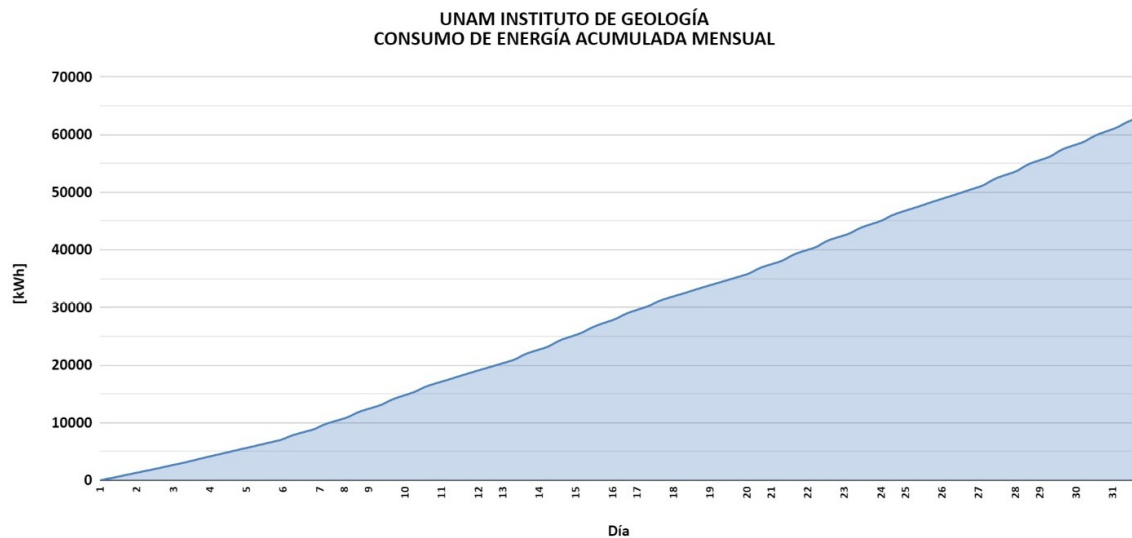
La demanda máxima registrada fue de 87[kW] y 85[kW] para sábado y Domingo respectivamente mientras que la demanda mínima fue de 72[kW] y 71[kW], la demanda base fue de 75[kW] en ambos días.

Es importante resaltar que ambos días mantienen una demanda base igual a pesar de que el domingo es un día no laboral. Respecto al perfil de carga típico la demanda base solo decrece en un 6% el fin de semana, mientras de las demandas máximas difieren en un 45.2% para el sábado y 46.4% para el domingo.

Consumo de energía acumulado

El consumo total registrado en el mes de enero fue de 62,814 [kWh], de los cuales 49,364 [kWh] corresponden a los días entre semana (L-V) y representan el 78.6%, 13,449 [kWh] corresponden a los fines de semana (S-D) y representan el 21.4%.

Figura 4-4: Gráfica 4



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Análisis de carga por uso final

El análisis por usos finales nos permite dividir tanto la carga como el consumo de acuerdo a la utilidad que se le da a la energía o a la necesidad que satisface, esto nos permite tener una amplia visión sobre en que se utiliza más la energía, así como identificar oportunidades y potenciales de ahorro. Es importante aclarar que este análisis se realizó solo en el edificio principal del instituto.

Para realizar esta división en usos finales se tomaron en cuenta las principales actividades que se realizan en el instituto y sus necesidades energéticas.

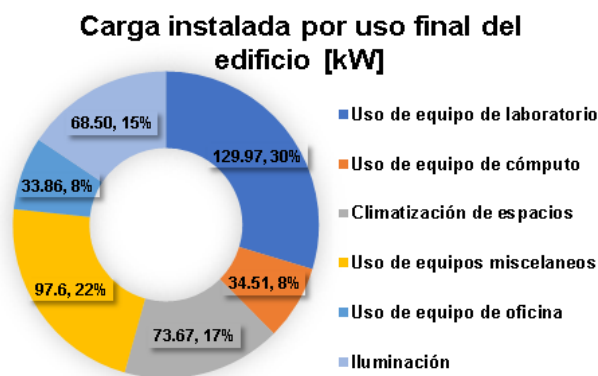
Quedando segmentadas en las siguientes:

- Uso de equipo de laboratorio.
- Uso de equipo de cómputo.
- Climatización de espacios.
- Uso de equipos misceláneos.
- Uso de equipo de oficinas.
- Iluminación.

Carga total instalada del edificio por usos finales

Se contabilizó una carga instalada de 437.15[kW], este análisis nos permitió identificar que el uso de equipos de laboratorios cuenta con la mayor carga instalada, representando un 29.7% del total, seguido del uso de equipos misceláneos que es del 22.3% y en tercer lugar la climatización de espacios con un 16.9%. Estos 3 usos finales combinados representan el 68.9% del total de la carga instalada en el edificio.

Figura 4-5: Gráfica 5

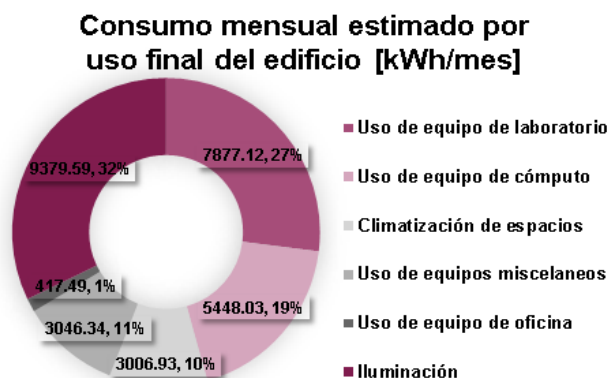


Fuente: Elaboración propia.

Consumo total del edificio por usos finales

Se estimó un consumo mensual estimado de 29,175.5 [kWh/mes], el análisis por uso final nos permitió identificar que la iluminación es el que cuenta con el mayor consumo, representando un 32.15% del total, seguido del uso de equipos de laboratorios con 27% y en tercer lugar el uso de equipo de cómputo con un 18.67%. Estos 3 usos finales suman el 77.82% del total de consumo de energía del edificio.

Figura 4-6: Gráfica 6



Fuente: Elaboración propia.

Carga total instalada y consumo por piso

Con el fin de observar la distribución de la carga instalada y el consumo por piso, se dividió en los niveles del edificio. La carga mas significativa se midió en el segundo nivel con el 40.2%, seguido del primero con el 36.2% y en tercer lugar la Planta Baja con el 23.6%. El consumo estimado más significativo fue en el segundo nivel representando el 43.8%, seguido del primero con el 35.8% y en tercer lugar la Planta Baja con el 20.4%.

Figura 4-7: Gráfica 7

Carga total instalada Instituto de Geologia [kW]

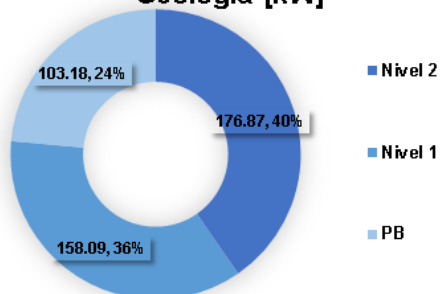
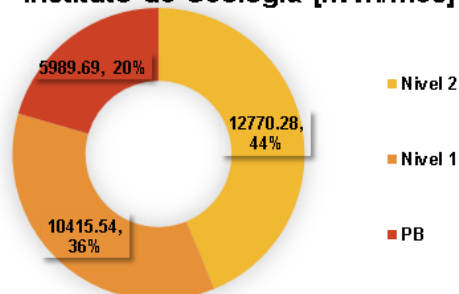


Figura 4-8: Gráfica 8

Consumo mensual estimado Instituto de Geologia [kWh/mes]



Fuente: Elaboración propia.

Para complementar este análisis y contar con una descripción a detalle del uso que se le da a la energía en el instituto, por uso final y por piso, se realizó un análisis del consumo estimado para cada uno.

4.3.1. Uso de equipo de laboratorio

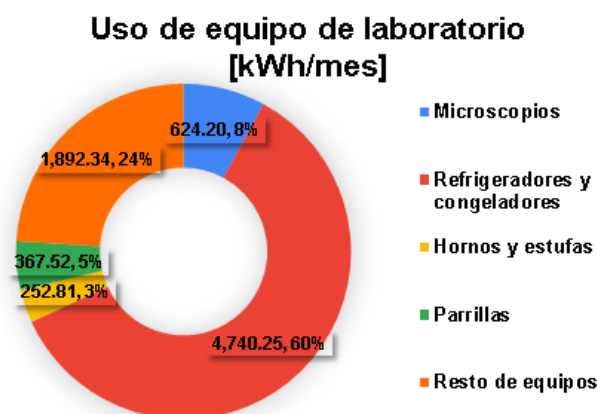
Se midieron 27 recintos del Instituto, que corresponden al 93% de los laboratorios en funcionamiento, la carga total instalada para este uso fue de 129.96 [kW] que representa el 29.7% del total del edificio, convirtiéndola en la carga principal. El consumo mensual estimado para este uso es de 7,283.4 [kWh/mes], representando un 27.8% de la energía total, convirtiéndolo en el segundo consumo más importante. Es importante recalcar que no sólo los recintos dedicados a laboratorios contribuyen con la carga instalada de uso de equipo de laboratorio, ya que un tercio de las oficinas tienen microscopios que también fueron contabilizados en el uso de equipo de laboratorio y representan el 8.6%.

Los Refrigeradores y Congeladores usados en los laboratorios representaron el 58.8 % del consumo total, lo que lo convierte en el más importante, los siguientes tres más importantes fueron los Microscopios, Parrillas, Hornos y Estufas, que juntos suman el 18.4 %. La categoría “Resto de equipos” representa diversas clasificaciones cuyos consumos individuales no son significativos, por lo que se agruparon.

Tabla 4-3: No. de equipos de laboratorio

Uso de equipo de laboratorio	
Tipo de equipo	Registrados
Microscopios	94
Refrigeradores y congeladores	20
Hornos y estufas	21
Parrillas	16
Resto de equipos	186

Figura 4-9: Gráfica 9



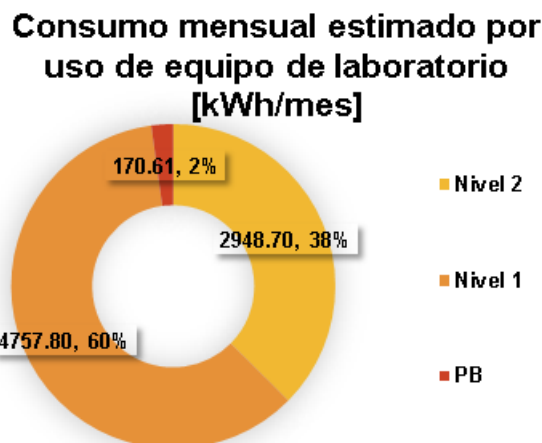
Fuente: Elaboración propia.

La distribución del consumo por piso refleja que la mayor parte de este se localiza en el primer nivel, lo que es consistente dado que los laboratorios en su mayoría se encuentran localizados ahí. En el caso de la planta baja, la mayor parte del consumo registrado proviene de microscopios y sus accesorios debido a que actualmente la zona reservada para laboratorios en este piso se encuentra en remodelación.

Figura 4-10: Gráfica 10

Tabla 4-4: Consumo mensual estimado por uso de laboratorio

Uso de equipo de laboratorio	
Ubicación	Consumo total [kWh/mes]
2	2,948.70
1	4,757.80
PB	170.61
Total	7,877.12



Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Uso de equipo de cómputo

Se midieron 116 recintos del Instituto que cuentan con equipo de cómputo (Pc, laptop, monitor, No break), la carga total instalada para este uso fue de 34.51 [kW] que representa el 7.9% del total del edificio. El consumo mensual estimado para este uso es de 4,808.27 [kWh/mes], representando un 18.4% de la energía total, convirtiéndolo en el tercer consumo más importante.

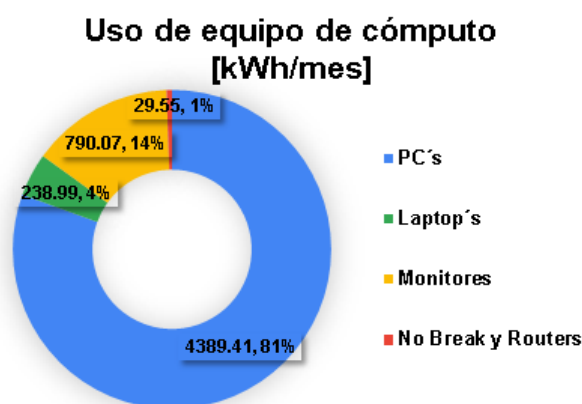
Este tipo de equipos se encuentran en la mayoría de los lugares del Instituto (oficinas, laboratorios, aulas, salas de juntas, salas de cómputo, auditorio, áreas de exhibición y servidores).

Las PCs representaron el 80.8% del consumo total, lo que lo convierte en el más importante, los siguientes dos más importantes fueron los Monitores y Laptops, que juntos suman el 28.6%. El consumo de los No break y Routers sólo representaron el 0.5%.

Tabla 4-5: No. de equipos de cómputo

Uso de equipo de cómputo	
Tipo de equipo	Registrados
PC's	215
No Breaks y Routers	48
Laptops	43
Monitores	196

Figura 4-11: Gráfica 11



Fuente: Elaboración propia.

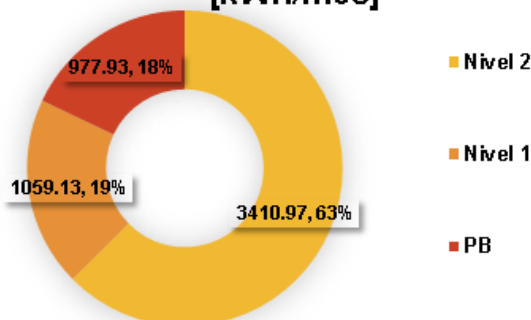
La distribución del consumo por piso refleja que la mayor parte de este se localiza en el segundo nivel, debido a que los servidores se encuentran ubicados ahí, con un horario de funcionamiento 24/7, además de que hay equipo de cómputo con un uso de 10 a 15 horas diarias. En el caso de la planta baja y en el primer nivel no se tiene un uso intensivo en estos equipos.

Figura 4-12: Gráfica 12

Tabla 4-6: Consumo mensual estimado por uso de equipo de cómputo

Uso de equipo de cómputo	
Ubicación	Consumo total [kWh/mes]
2	3,410.97
1	1,059.13
PB	977.93
Total	5,448.03

Consumo mensual estimado por uso de equipo de cómputo [kWh/mes]



Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Climatización de espacios

Se midieron 55 recintos del Instituto que cuentan con equipo de climatización (Ventiladores, Calefactores y Minisplits), la carga total instalada para este uso fue de 73.67 [kW] que representa el 16.9% del total del edificio. El consumo mensual estimado para este uso es de 3,006.93 [kWh/mes], representando un 11.5% de la energía total, convirtiéndolo en el 3er uso que menos consume.

Este tipo de equipos se encuentran en la mayoría de los lugares del Instituto (oficinas, laboratorios, aulas, salas de juntas, salas de cómputo, áreas de exhibición y servidores).

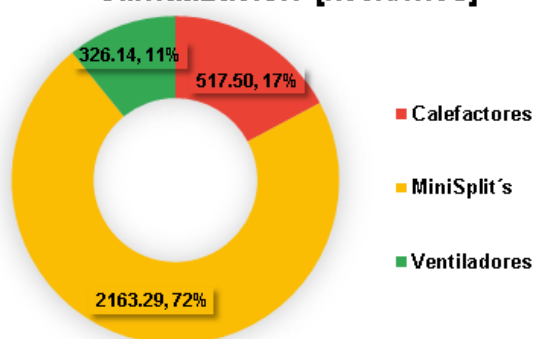
Los MiniSplit representaron el 71.9% del consumo total, lo que lo convierte en el más importante, seguido de los calefactores con un 17.2% y los ventiladores con 10.8%.

Figura 4-13: Gráfica 13

Tabla 4-7: No. de equipos de climatización

Climatización	
Tipo de equipo	Registrados
Calefactores	16
MiniSplit	18
Ventiladores	48

Climatización [kWh/mes]



Fuente: Elaboración propia.

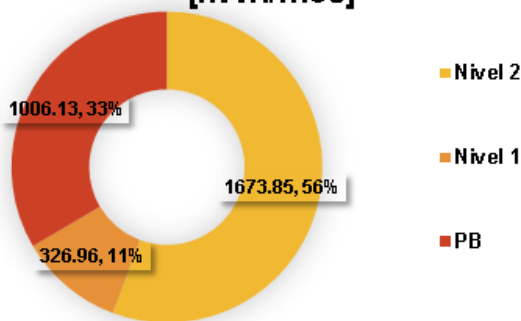
La distribución del consumo por piso refleja que la mayor parte de este se localiza en el segundo nivel, ya que los servidores se encuentran en ese piso y requieren de enfriamiento. El otro piso con un consumo significativo es el de la planta baja, el cual no recibe suficiente luz en épocas de frío, al comparar el número de calefactores instalados entre niveles, se encontró que la planta baja cuenta con 12 mientras que en los niveles superiores sólo tienen 2.

Figura 4-14: Gráfica 14

Tabla 4-8: Consumo mensual estimado por climatización de espacios

Climatización	
Ubicación	Consumo total [kWh/mes]
2	1,673.85
1	326.96
PB	1,006.13
Total	3,006.93

Consumo mensual estimado por climatización de espacios [kWh/mes]



Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Uso de equipos misceláneos

Se midieron 78 recintos del Instituto que cuentan con equipos misceláneos (Microondas, Cafeteras, Secadores de Mano, Extractores, Dispensadores de agua, Teléfonos, Refrigeradores y Minibares), la carga total instalada para este uso fue de 97.62 [kW] que representa el 22.3 % del total del edificio. El consumo mensual estimado para este uso es de 2697.95 [kWh/mes], representando un 10.3 % de la energía total, convirtiéndolo en el 2do uso que menos consume a pesar de ser la segunda carga instalada más grande del instituto.

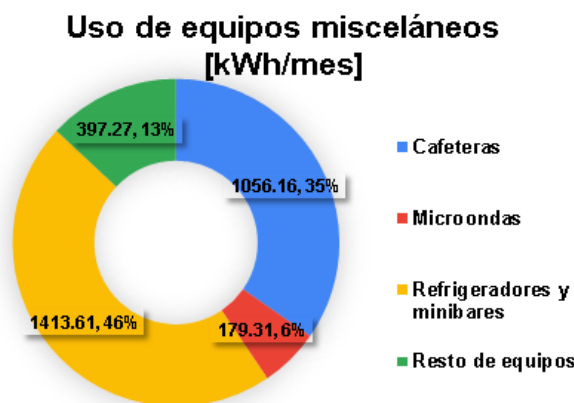
Este tipo de equipos se encuentran en la mayoría de los lugares del Instituto (oficinas, laboratorios, pasillos, salas de juntas, salas de cómputo, sanitarios y comedores).

Los Refrigeradores y Minibares representaron el 47.3 % del consumo total, lo que lo convierte en el más importante, seguido de las cafeteras con un 34 % y los microondas con 5.8 %. La categoría “Resto de equipos” representa diversas clasificaciones cuyos consumos individuales no son significativos, por lo que se agruparon.

Tabla 4-9: No. de equipos misceláneos

Uso de equipos misceláneos	
Tipo de equipo	Registrados
Cafeteras	55
Microondas	29
Refrigeradores y minibares	12
Resto de equipos	43

Figura 4-15: Gráfica 15



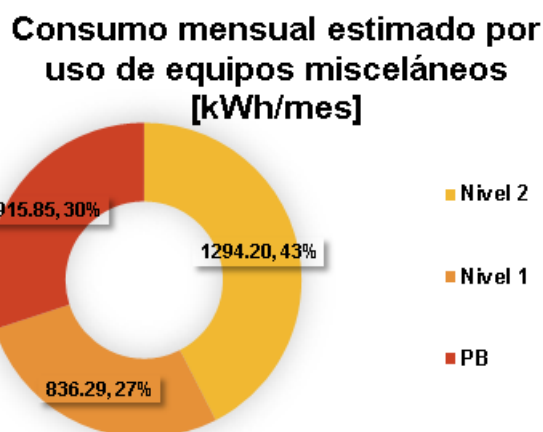
Fuente: Elaboración propia.

La distribución del consumo por piso refleja que la mayor parte de este se localiza en el segundo piso, lo que puede explicarse debido a la cantidad de equipos que tiene respecto a los niveles inferiores.

Figura 4-16: Gráfica 16

Tabla 4-10: Consumo estimado por uso de equipos misceláneos

Uso de equipos misceláneos	
Ubicación	Consumo total [kWh/mes]
2	1,294.20
1	836.29
PB	915.85
Total	3,046.34



Fuente: Elaboración propia.

4.3.5. Uso de equipo de oficina

Se midieron 84 recintos del Instituto, con equipos de oficina (Impresoras, Escáneres, Engrapadoras, Plotters, Proyectoras, Sacapuntas, Trituradoras, Televisores, Bocinas y Etiquetadoras), la carga total instalada para este uso fue de 33.86 [kW] que representa el 7.7 % del total del edificio. El consumo mensual estimado para este uso es de 365.65 [kWh/mes], representando un 1.4 % de la energía total, convirtiéndolo

en el uso que menos consume.

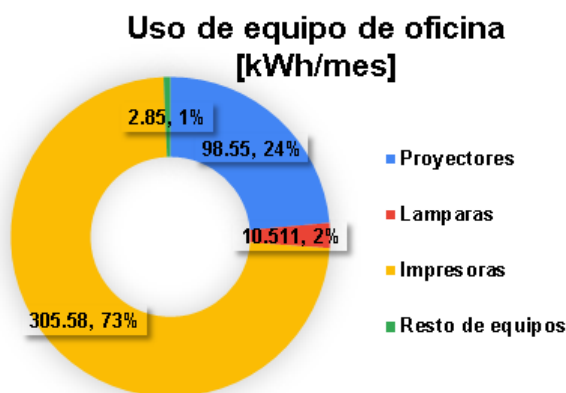
Este tipo de equipos se encuentran en la mayoría de los lugares del Instituto (oficinas, laboratorios, pasillos, salas de juntas, salas de cómputo, áreas de exhibición, Auditorio, Aulas, Bodegas y comedores).

Las Impresoras representaron el 72.7% del consumo total, lo que lo convierte en el más importante, seguido de los Proyectoros con un 23.6% y las Lámparas con 2.5%. La categoría “Resto de equipos” representa diversas clasificaciones cuyos consumos individuales no son significativos, por lo que se agruparon.

Figura 4-17: Gráfica 17

Tabla 4-11: No. de equipos de oficina

Uso de equipos de oficina	
Tipo de equipo	Registrados
Proyectoros	16
Lámparas	18
impresoras	48
Resto de equipos	41



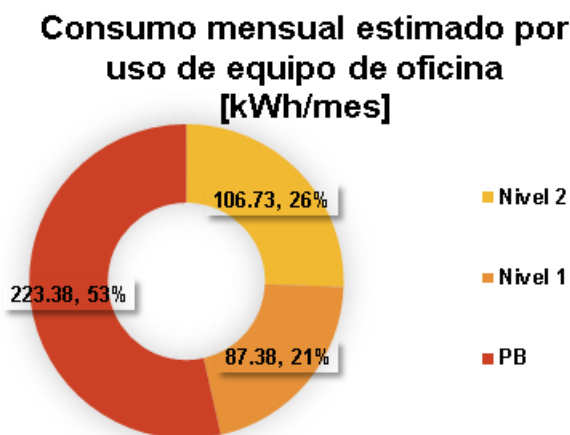
Fuente: Elaboración propia.

La distribución del consumo por piso refleja que la mayor parte de este se localiza en la Planta Baja, debido a que en este nivel se realizan mayormente actividades de oficina y de administración, además de contar con las únicas 3 Aulas del instituto, en las cuales las clases se dan con ayuda del uso de proyectores.

Figura 4-18: Gráfica 18

Tabla 4-12: Consumo mensual estimado por uso de equipo de oficina

Uso de equipo de oficina	
Ubicación	Consumo total [kWh/mes]
2	106.73
1	87.38
PB	223.38
Total	417.49



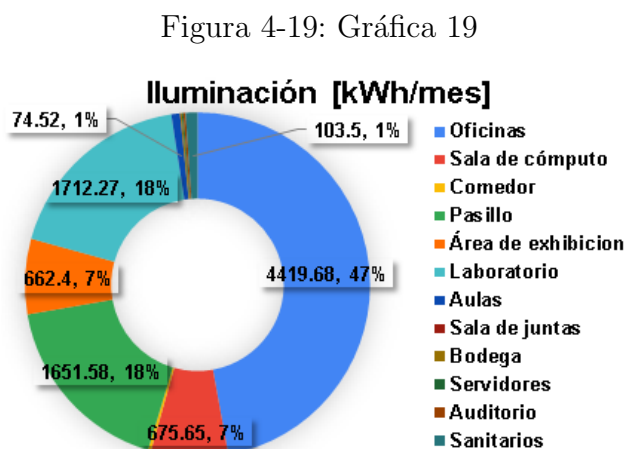
Fuente: Elaboración propia.

4.3.6. Iluminación

Del Instituto de Geología se analizaron 176 recintos, que representan un área total de 3178.3 [m²], se clasificaron los recintos por zonas de acuerdo al uso actual que se le da en el Instituto, la carga total instalada para este uso fue de 68.5 [kW] que representa el 15.6 % del total del edificio. El consumo mensual para este uso es de 9,379.59 [kWh/mes], representando un 32.12 % de la energía total. La mayor parte de energía en iluminación es ocupada por las oficinas, seguido de los laboratorios y los pasillos.

Tabla 4-13: Consumo mensual estimado por zona

Iluminación	
Zona	Consumo total [kWh/mes]
Oficinas	4,419.68
Salas de cómputo	675.65
Comedores	26.50
Pasillos	1,651.58
Áreas de exhibición	662.40
Laboratorios	1,712.27
Aulas	74.52
Salas de juntas	2.21
Bodegas	14.08
Servidores	13.25
Auditorios	19.55
Sanitarios	103.50
Zona de impresión	4.42
Total	9,379.59



Fuente: Elaboración propia.

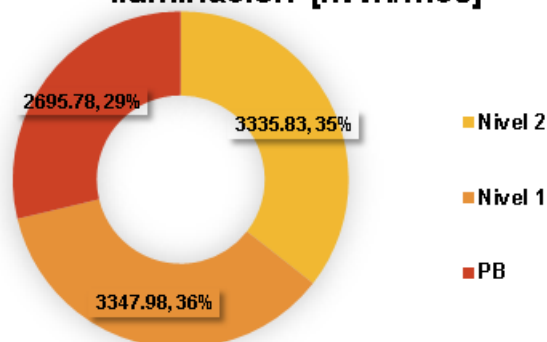
La distribución del consumo por piso refleja que la mayor parte de este se localiza en el primer y segundo nivel, mientras que la planta baja cuenta con un menor consumo, principalmente debido a que tenía una zona en remodelación.

Figura 4-20: Gráfica 20

Tabla 4-14: Consumo mensual estimado por uso de iluminación

Iluminación	
Ubicación	Consumo total [kWh/mes]
2	3,335.83
1	3,347.98
PB	2,695.78
Total	9,379.59

Consumo mensual estimado por iluminación [kWh/mes]



Fuente: Elaboración propia.

Descripción general de las zonas y luminarias

La mayoría de los recintos medidos contaba con luz natural y un sólo interruptor, las paredes son blancas y se contabilizaron 908 luminarios, el tipo de lámpara predominante son las Fluorescentes lineales T12 de 20 [W], representando el 94.36 % de las lámparas totales.

Tabla 4-15: Descripción General de las zonas y luminarias

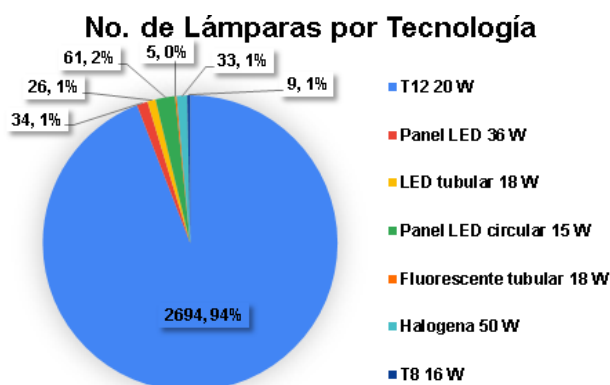
Zona	# Luminarias	Tipo		Descripción
Oficinas	346	4x20W T12	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, un solo interruptor controlaba todas las luminarias, paredes blancas.
Salas de cómputo	71	4x20W T12	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, un solo interruptor controlaba todas las luminarias, paredes blancas.
Comedor	7	4x20W T12	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, un solo interruptor controlaba todas las luminarias, paredes blancas.
Pasillos	116	4x20W T12	Fluorescente lineal	No contaban con luz natural, un solo interruptor controlaba todas las luminarias, paredes blancas.
Áreas de exhibición	60	4x20W T12	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, iluminación seccionada, paredes blancas.

Zona	Luminarias	Tipo		Descripción
Laboratorios	175	4x20W T12	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, iluminación seccionada, paredes blancas.
Aulas	18	36W (LED)	Panel 60x60	Contaban con luz natural, un solo interruptor controlaba todas las luminarias, el interruptor modulaba la intensidad de la luz, paredes blancas.
Salas de juntas	4	4x20W T12	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, un solo interruptor controlaba todas las luminarias, paredes blancas.
Bodegas	16	4x20W T12	Fluorescente lineal	No contaban con luz natural, un solo interruptor controlaba todas las luminarias, paredes blancas.
Servidores	6	4x20W T12	Fluorescente lineal	No contaban con luz natural, un solo interruptor controlaba todas las luminarias, paredes blancas.
Auditorio	33	50W (Halógena)	Circular 15 cm	No contaban con luz natural, iluminación seccionada, paredes claras.
Sanitarios	61	16W LED	Panel circular 15 cm	Poca luz natural, iluminación controlada por un sensor, paredes blancas.

Fuente: Elaboración propia.

De lámparas Fluorescentes lineales T12 se contabilizaron 2651 en funcionamiento y 43 fuera de servicio (inexistentes, descompuestas, mal funcionamiento), le siguen las lámparas Halógenas con 21 en funcionamiento y 12 fuera de servicio. Del resto de lámparas se contabilizaron 61 paneles led circulares, 34 paneles led cuadrados, 26 lámparas led tubulares T8, 9 lámparas Fluorescentes lineales T8 y 5 lámparas Fluorescentes de emergencia, todas en funcionamiento.

Figura 4-21: Gráfica 21



Fuente: Elaboración propia.

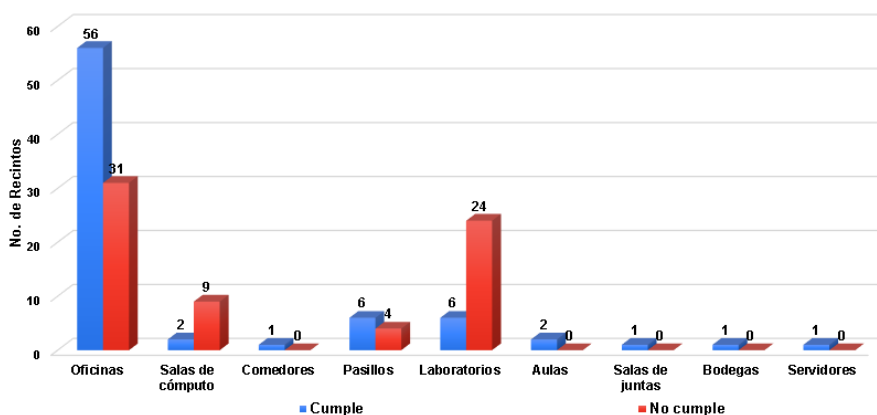
4.3.7. Evaluación de los niveles de iluminación y factor de reflexión

Para conocer los niveles de iluminación en el Instituto se censaron 144 recintos, de los cuales sólo el 52.8% garantizan condiciones idóneas al personal según los lineamientos de la NOM-025-STPS-2008.

Se clasificó los recintos según el uso actual que se le da en el Instituto, en el caso de las oficinas el 65.3% cumplió con los niveles de iluminación óptimos para la actividad que ahí se desarrolla, en el caso de los laboratorios sólo el 20% cumplió, de los pasillos el 60% cumplió mientras que de las salas de cómputo cumplió el 18%, del resto de los recintos todos cumplieron.

Figura 4-22: Gráfica 22

Cumplimiento de la NOM-025-STPS-08



Fuente: Elaboración propia.

Al realizar el análisis por zona se encontró que solo las salas de computo y los laboratorios no cumplieron con los valores establecidos en la norma, sin embargo al identificar los luxes mínimos medidos, se observó que en todas la zonas existen recintos que no cumplen con estos niveles. En el caso de las oficinas, pasillos y bodegas, aun que el valor promedio cumple, este se encuentra muy cercano al valor de la norma el cual es mínimo.

Tabla 4-16: Análisis de la NOM-025-STPS-2008 (Iluminación)

Análisis de la NOM-025-STPS-2008 (Iluminación)					
Zona	*Luxes mínimos obtenidos	*Luxes máximos obtenidos	Evaluación del cumplimiento		
			Luxes promedio obtenidos	Luxes en la Norma	Cumplimiento
Oficinas	60	664.5	340.22	300	Cumple
Sala de cómputo	108.7	590.75	313.86	500	No Cumple
Laboratorio	99.75	934	333	500	No Cumple
Aulas	437.75	457	447.37	300	Cumple
Sala de juntas	**	**	612	300	Cumple
Bodega	**	**	113.25	100	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

*Los valores de luxes máximos y mínimos obtenidos se refieren al valor que obtuvo algún recinto, es decir, existe una oficina que obtuvo un valor promedio de 60 luxes, mientras que existe otra que obtuvo un valor promedio de 664.5 luxes

**En estos casos al sólo existir un recinto de este tipo no se consideraron luxes mínimos y máximos obtenidos.

En el análisis por zona se identifico que todas cumplen con los valores de $\%K_f$ establecidos en la norma, además de los 144 recintos todos se encuentran dentro del rango para el factor de reflexión.

Tabla 4-17: Análisis de la NOM-025-STPS-2008 (Factor de reflexión)

Análisis de la NOM-025-STPS-2008 (Factor de reflexión)			
Zona	$\%K_f$ promedio obtenido	$\%K_f$ máximo permisible	Cumplimiento
Oficinas	14.30	50	Cumple
Sala de cómputo	14.12	50	Cumple
Comedor	20.69	50	Cumple

Zona	% K_f promedio obtenido	% K_f máximo permisible	Cumplimiento
Pasillo	10.75	60	Cumple
Laboratorio	17.85	50	Cumple
Aulas	8.94	50	Cumple
Sala de juntas	12.88	50	Cumple
Bodega	7.89	50	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

4.3.8. Evaluación de la Densidad Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

Para este análisis se censó un área total de 3848.51 m² y se tiene una carga instalada de iluminación de 67.51 [kW], para verificar el cumplimiento de acuerdo a la NOM-007-ENER-2014, se tomó un valor de 14 [W/m²] que corresponde al valor de densidad de potencia eléctrica para Escuelas e Instituciones Educativas, obteniendo un resultado de 17.81 [W/m²], por lo que se puede concluir que el edificio no cumple con lo marcado en la norma.

Se calculó el DPEA por cada tipo de zona, de los 13 registrados, sólo 6 cumplieron con el valor establecido en la norma.

Tabla 4-18: Análisis de la NOM-007-ENER-2014

Análisis de la NOM-007-ENER-2014			
Zona	[W/m ²] Obtenido	[W/m ²] Norma	Cumplimiento
Oficinas	24.99	11.95	No Cumple
Sala de cómputo	18.71	13.24	No Cumple
Comedor	10.14	10.66	Cumple
Pasillo	13.97	7.1	No Cumple
Laboratorio	18.62	19.48	Cumple
Aulas	8.01	13.35	Cumple
Sala de juntas	3.65	13.24	Cumple
Zona de impresión	18.76	13.24	No Cumple
Bodega	22.01	6.78	No Cumple

Zona	[W/m ²] Obtenido	[W/m ²] Norma	Cumplimiento
Servidores	29.15	13.24	No Cumple
Auditorio	9.88	8.5	No Cumple
Sanitarios	7.50	10.55	Cumple
Total Edificio	17.81	14	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

4.3.9. Análisis de Resultados en Iluminación

El alto consumo estimado para el uso de iluminación se hace tangible considerando que para una oficina con un área promedio de 13.2 [m²] se tienen instaladas 16 lámparas o que un pasillo de 13.38 [m²] tiene 40 lámparas, aunado a ello, la tecnología obsoleta y su baja eficiencia, contribuyen a concluir que el sembrado actual de luminarias es incorrecto.

Otro factor que influye en el alto consumo de energía por iluminación es la falta de un seccionamiento de los circuitos de alumbrado, se observó que, en muchos lugares, dada su distribución física, no contaban con suficiente iluminación natural en una porción del área, lo que hacía necesario encender las luminarias, incluidas las que no se requerían.

En el análisis del factor de reflexión, todos los valores obtenidos cumplieron con los rangos de la norma, por lo que no existe deslumbramiento en ningún área, este resultado se debe a dos factores principalmente, el primero, que la mayor parte de las superficies en las que trabajan son de colores opacos y el segundo, a que el 47.2 % de los recintos censados tienen bajos niveles de iluminación.

A pesar de que el 58.6 % de los recintos censados cumplen con los niveles óptimos de iluminación, al realizar un análisis con el factor de reflexión y el DPEA, se encontró que sólo 9 recintos cumplen con ambas normas, de estos recintos 5 cuentan con tecnologías más eficientes que en el resto del edificio al tener instalados paneles LED, además de contar con un mejor sembrado del alumbrado y una correcta separación del mismo.

Analizando la situación más crítica, se tiene que 49 recintos que equivalen al 34 % del total censado, no cumplen tanto en iluminación como en DPEA, lo que significa que tienen demasiada carga instalada la cual es ineficiente y no alcanza a cubrir las necesidades de iluminación.

Por lo anteriormente expuesto, se considera necesario hacer un cambio en el sistema de iluminación basado en las siguientes recomendaciones:

- Cambio de tecnologías en las luminarias por unas más eficientes.
- Mejorar la distribución del sembrado de luminarias.
- Separar los circuitos de encendido de las luminarias.

4.3.10. Propuestas de mejora al Sistema de Iluminación

Con los resultados obtenidos se realizó una propuesta para el sistema de iluminación basada en un cambio de tecnología en las lámparas por unas más eficaces. Para esta propuesta se consideró cambiar las lámparas en las zonas con principales problemas de niveles de iluminación y DPEA:

Oficinas

Pasillos

Laboratorios

Bodegas

Zonas de impresión

Salas de computo

Auditorio

Es importante resaltar que en el caso de la planta baja, sólo se consideró el cambio de lámparas en oficinas de investigadores, debido a que al momento del estudio se realizaron cambios en las luminarias de los pasillos y la zona de oficinas de la dirección, además de una remodelación en la zona de laboratorios en planta baja. Aunado a esto y considerando que si bien son pocos, existen recintos que ya tenían un cambio en el tipo de lámpara y no tenían problemas en su sistema de iluminación por lo que tampoco se tomaron en cuenta para la propuesta. Los recintos específicos que se contemplaron para el análisis se encuentran en la página 112, Apéndice C, Anexo Geología III C-4, C-5 y C-6.

Caso base

Especificaciones de las luminarias existentes en estas zonas:

4x20W T12 Fluorescente Tubular

Lumenes promedio (por lampara) [Lm]: 1050

Dimension del gabinete [m]: 0.6x0.6

Todos las zonas elegidas cuentan con este tipo de tecnología en las luminarias a excepción del auditorio que cuenta con lamparas halógenas circulares de 50W.

Tabla 4-19: Zonas contempladas en la propuesta

Zonas contempladas en la propuesta				
Zona	No. de recintos	Luminarias	Lámparas totales	Tipo de lámpara
Oficinas	83	286	1144	4xTL12 20[W]
Sala de cómputo	11	63	284	
Laboratorios	22	143	572	
Bodegas	2	8	32	
Pasillos	6	57	228	
Zona de impresión	2	2	8	
Auditorio	1	33	33	Halogena 50[W]

Fuente: Elaboración propia.

Propuesta

Se eligieron 2 tipos de lamparas para sustituir las TL12 y las Halogenas:

Lámpara: Fluorescente TL5

Balastro Electrónico Centium

Lámpara: Panel LED Empotrable

Fichas técnicas de los equipos en la pag. 113, Anexo Geología III C-5, C-6 y C-7.

Se eligió la tecnología TL5 de 14W para sustituir las lamparas en la mayoría de los recintos debido a que incrementa los lumenes nominales existentes, al ser de menor potencia se reduce la carga instalada y finalmente se mantiene la temperatura del color, además, al ser de longitudes similares, la instalación no requeriría un cambio en el gabinete de la luminaria. En el caso de los laboratorios, se eligió tecnología LED debido a que se necesitan mayores niveles de iluminación, sin incrementar la carga ni cambiar las dimensiones de la luminaria. Para el auditorio al ser un caso

especial que tiene instalados 33 reflectores halógenos, se eligieron paneles LED para mejorar el DPEA y homogeneizar las tecnologías, este es el único caso en que se tendrían que modificar las luminarias.

Finalmente quedaron distribuidas de la siguiente forma:

Tabla 4-20: Distribución de tecnología en las zonas contempladas en la propuesta

Zona	No. de recintos	No. de luminarias	Lámparas totales	Lámparas
Oficinas	83	286	858	3xTL5 14[W]
Sala de cómputo	11	63	252	4xTL5 14[W]
Laboratorios	22	143	143	Panel LED 37[W]
Bodegas	2	8	24	3xTL5 14[W]
Pasillos	6	57	171	3xTL5 14[W]
Zona de impresión	2	2	6	3xTL5 14[W]
Auditorio	1	10	10	Panel LED 37[W]
TOTALES	127	569	1464	2 Tecnologías

Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar los resultados que se esperan de hacer estas modificaciones en el sistema de iluminación, se realizaron 3 simulaciones:

- Una estimación de la reducción en carga instalada y en energía que tendría la implementación de las tecnologías nuevas, realizada en la base de datos de Excel.

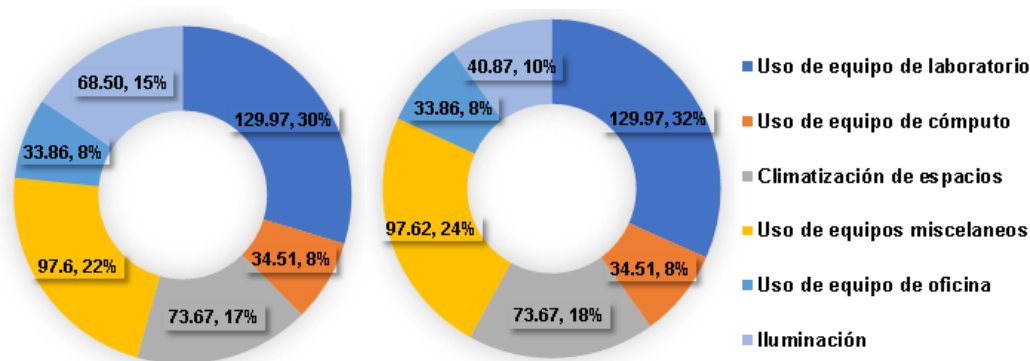
- Con base en la nueva carga instalada para iluminación, se volvieron a calcular los valores de DPEA, tanto en las zonas, como en el edificio, para corroborar su cumplimiento normativo.

- Se realizaron simulaciones en DIALUX para comprobar que las lamparas propuestas realmente satisfacen los niveles de iluminación requeridos por la norma en los recintos.

Estimación de la reducción en carga instalada y energía

La reducción en la carga instalada por Iluminación se estimo en 27.63[kW], pasando de 68.50[kW] a ser de 40.87[kW] disminuyendo en un 40.33 % y representando ahora un 10 % de la carga total instalada. Con estas implementaciones, la carga instalada en el edificio pasaría de ser de 437.15 [kW] a 410.51 [kW] lo que representa una disminución del 6.16 %.

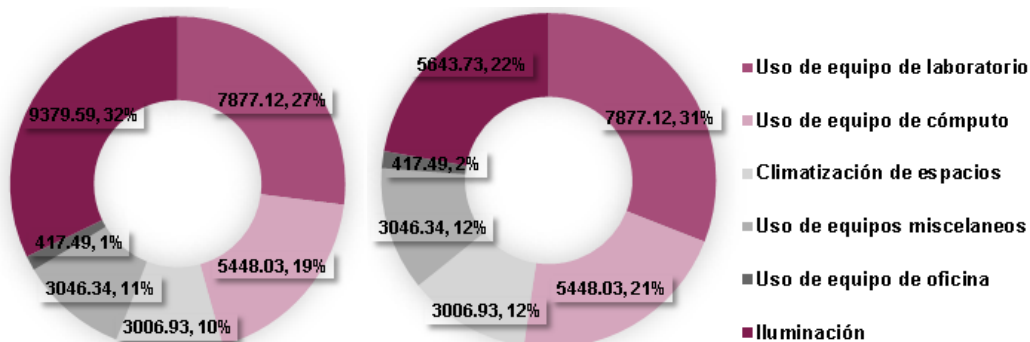
Figura 4-23: Gráfica 23 Carga instalada original (izquierda) y carga instalada con la propuesta (derecha) en el edificio [kW]



Fuente: Elaboración propia.

La reducción en consumo mensual por Iluminación se estimo en 3,736.86[kWh], pasando de 9,379.59[kWh] a ser de 5,642.73[kWh] disminuyendo en un 39.84 %, representando ahora un 22 % del consumo estimado mensual del edificio y convirtiéndose en el segundo uso que mas consume cuando anteriormente era el primero. El consumo mensual del edificio pasaría de ser de 29,175.5 [kWh] a ser de 23,808.6 [kWh] lo que representa una disminución del 18.39 %.

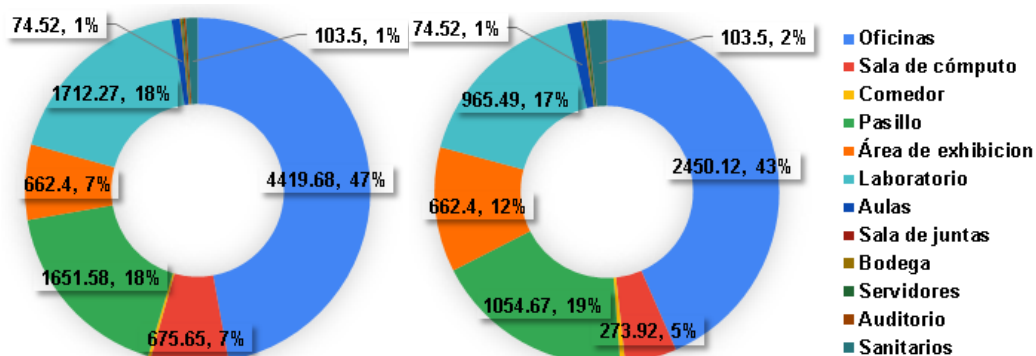
Figura 4-24: Gráfica 24 Consumo estimado original (izquierda) y consumo con la propuesta (derecha) en el edificio [kW]



Fuente: Elaboración propia.

Si bien la distribución por recinto se mantiene prácticamente igual, es importante observar como se redujo el consumo de energía por iluminación en todas las zonas de la propuesta por arriba del 30 % .

Figura 4-25: Gráfica 25 Consumo mensual estimado original (izquierda) y consumo mensual con la propuesta (derecha) por recinto [kW]



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-21: Reducción de energía en la zonas propuestas

Iluminación			
Zona	Energía estimada [kWh-mes]	Energía estimada con la propuesta [kWh-mes]	% de reducción
Oficinas	4,419.68	2459.12	44.56 %
Salas de cómputo	675.65	273.92	59.46 %
Pasillos	1,651.58	1054.67	36.14 %
Laboratorios	1,712.27	965.49	43.61 %
Bodegas	14.08	9.68	31.20 %
Auditorios	19.55	8.51	56.47 %
Zona de impresión	4.42	1.97	55.38 %

Fuente: Elaboración propia.

Estimación de la reducción en los niveles del DPEA

En los resultados de DPEA obtenidos de la implementación de las nuevas tecnologías, se obtuvo que en las salas de computo, laboratorios, zonas de impresión y auditorio se corrigieron los niveles, mientras que en oficinas, pasillos y bodegas a pesar de que se redujo el nivel considerablemente no se alzando el deseado, sin embargo al obtener el DPEA del edificio este valor se encuentra bajo niveles normativos.

Tabla 4-22: Análisis de la NOM-007-ENER-2014

Análisis de la NOM-007-ENER-2014				
Zona	$[W/m^2]$ Obtenido de las mediciones	$[W/m^2]$ Obtenido de la propuesta	$[W/m^2]$ Norma	Cumplimiento con la pro- puesta
Oficinas	24.99	13.35	11.95	No Cumple
Sala de cómputo	18.71	8.12	13.24	Cumple
Comedor	10.14	10.14	10.66	Cumple
Pasillo	13.97	8.92	7.1	No Cumple
Área de exhibi- ción	11.27	11.27	11.3	Cumple
Laboratorio	18.62	10.35	19.48	Cumple
Aulas	8.01	8.01	13.35	Cumple
Sala de juntas	3.65	3.65	13.24	Cumple
Zona de impresión	18.76	8.37	13.24	Cumple
Bodega	22.01	15.14	6.78	No Cumple
Servidores	29.15	29.15	13.24	No Cumple
Auditorio	9.88	4.30	8.5	Cumple
Sanitarios	7.50	7.50	10.55	Cumple
Total Edificio	18.07	10.89	14	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

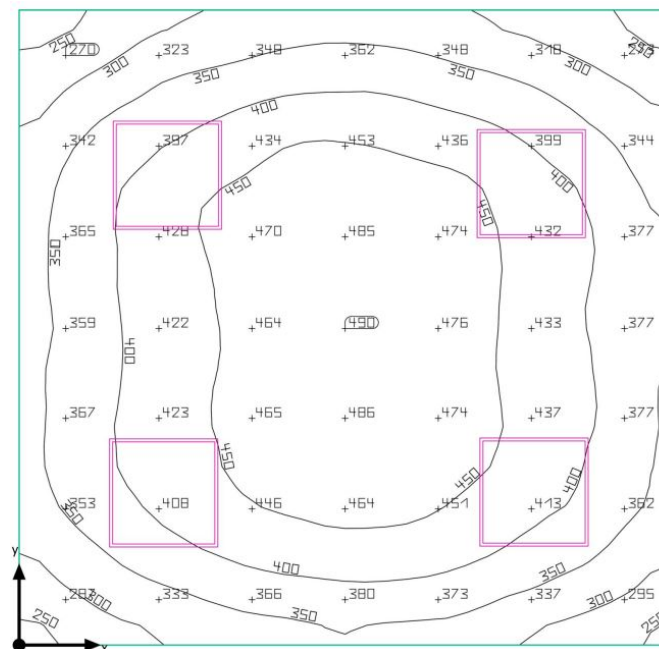
Cabe aclarar que durante el estudio, en las zonas de oficinas, laboratorios y pasillos de planta baja se realizaron cambios en el sistema de iluminación por lo que estos lugares no se tomaron en cuenta en la propuesta y sus cambios no se ven reflejados en estos resultados.

Estimación de los niveles de Iluminación con DIALUX

Oficinas

Con base en la simulación realizada en el programa DIALUX, se obtuvo que el nivel promedio de iluminación que se tendría en las oficinas sería de 400 luxes, lo cual se encuentra por encima de los niveles mínimos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 que para el caso de las oficinas es de 300 Luxes.

Figura 4-26: Simulación de Iluminación en oficinas



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-23: Datos de luminarias y dimensiones de oficinas

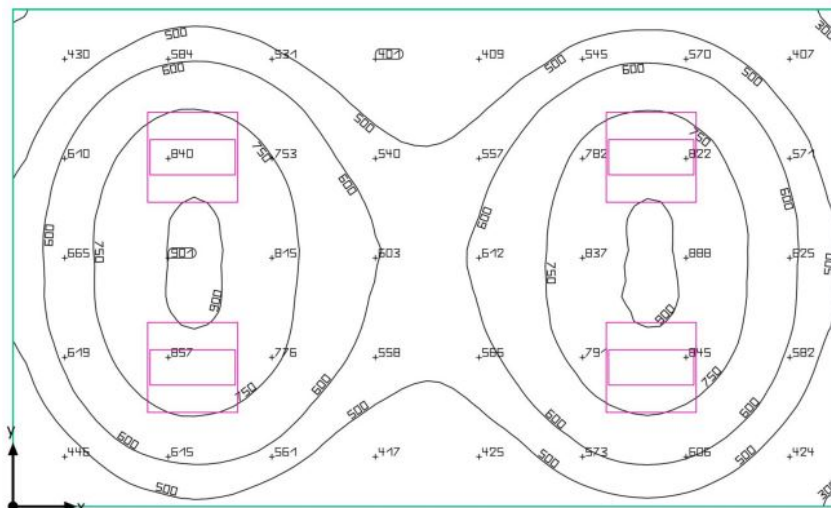
Luminarios		Potencia [W]	Dimensiones del recinto			
Cantidad	Lámparas		Largo [m]	Ancho [m]	Altura [m]	Área [m ²]
4	3xTL5	14	3.59	3.5	2.7	12.57

Fuente: Elaboración propia.

Laboratorios

Para este caso se seleccionó como ejemplo el laboratorio identificado con el número 37 ubicado en el segundo piso, debido a las dimensiones del recinto y sus niveles de iluminación, con la simulación realizada en el programa DIALUX, se obtuvo que el nivel promedio de iluminación que se tendría tras la implementación de la propuesta para recintos con estas características sería de 610 luxes, lo cual se encuentra por encima de los niveles mínimos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 que para el caso de los laboratorios es de 500 Luxes.

Figura 4-27: Simulación de Iluminación en laboratorios



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-24: Datos de luminarias y dimensiones de Laboratorios

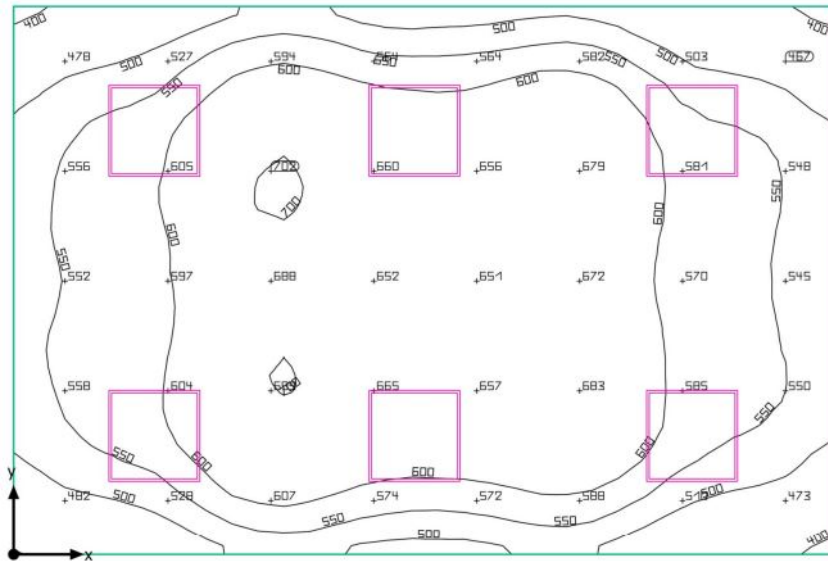
Luminarios		Potencia [W]	Dimensiones del recinto			
Cantidad	lámpara		Largo [m]	Ancho [m]	Altura [m]	Área [m ²]
4	Panel LED Em-potrable	37	5.5	3.3	2.69	18.15

Fuente: Elaboración propia.

Salas de computo

Para las salas de cómputo se consideró la simulación del recinto identificado con el número 22 ubicado en la planta baja, debido a las dimensiones del recinto y sus niveles de iluminación, con la simulación realizada en el programa DIALUX, se obtuvo que el nivel promedio de iluminación que se tendría tras la implementación de la propuesta para recintos con estas características sería de 575 luxes, lo cual se encuentra por encima de los niveles mínimos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 que para el caso de las salas de computo es de 500 Luxes.

Figura 4-28: Simulación de Iluminación en Salas de cómputo



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-25: Datos de luminarias y dimensiones de salas de cómputo

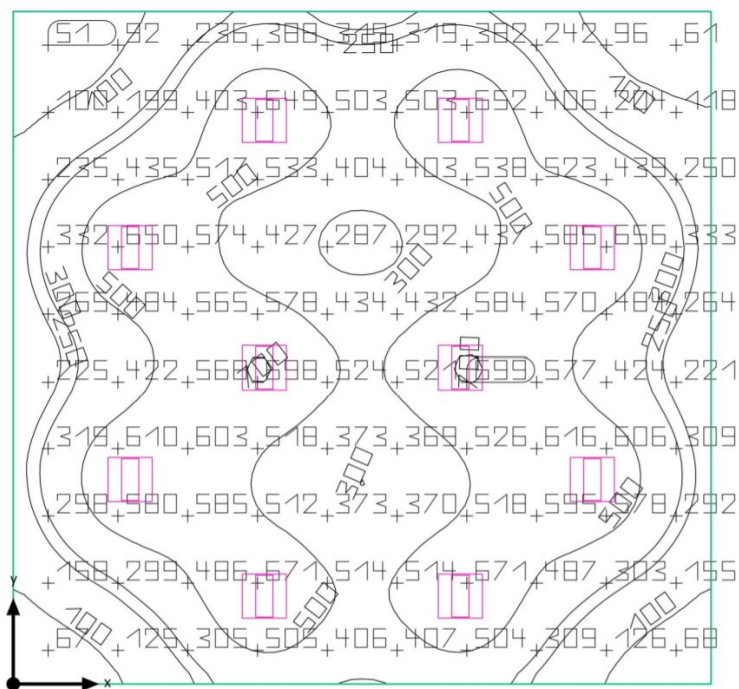
Luminarios		Potencia [W]	Dimensiones del recinto			
Cantidad	lámpara		Largo [m]	Ancho [m]	Altura [m]	Área [m ²]
6	3xTL5	14	5.4	3.6	2.71	19.44

Fuente: Elaboración propia.

Auditorio

Con la simulación del auditorio que se realizó con DIALUX, se obtuvo una iluminación promedio de 300 luxes, lo cual se encuentra por encima de los niveles mínimos establecidos en la *NOM-025-STPS-1994 que para el caso de auditorios es de 200 Luxes.

Figura 4-29: Simulación de Iluminación en el Auditorio



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-26: Datos de luminarias y dimensiones de Pasillos

Luminarios		Potencia [W]	Dimensiones del recinto			
Cantidad	lámpara		Largo [m]	Ancho [m]	Altura [m]	Área [m ²]
10	Panel LED Em-potrable	37	9.45	9.1	-	85.9

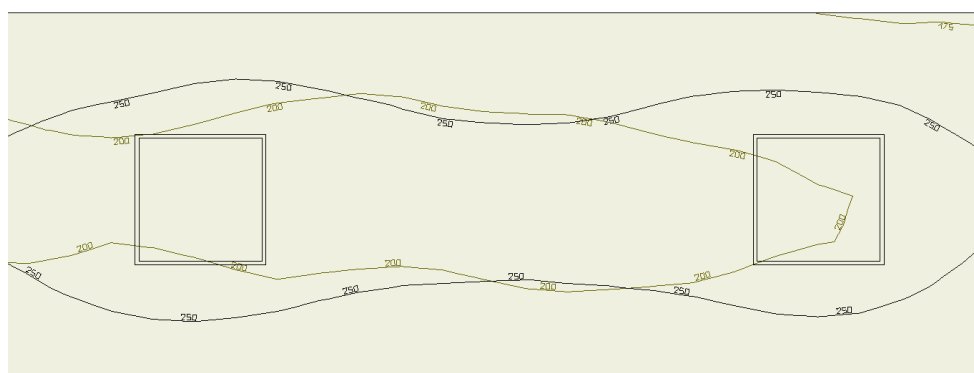
Fuente: Elaboración propia.

*La NOM-025-STPS-2014 no contempla niveles de mínimos de iluminación para auditorios por lo que se utilizó el valor contenido en la NOM-025-STPS-1994.

Pasillos

Con base en la simulación realizada en el programa DIALUX, se obtuvo que el nivel promedio de iluminación que se tendría en los pasillos sería de 225 luxes, lo cual se encuentra por encima de los niveles mínimos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 que para el caso de los pasillos es de 100 Luxes.

Figura 4-30: Simulación de Iluminación en los pasillos (fragmento)



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-27: Datos de luminarias y dimensiones de Laboratorios

Luminarios		Potencia [W]	Dimensiones del recinto			
Cantidad	lámpara		Largo [m]	Ancho [m]	Altura [m]	Área [m ²]
19	3xTL5	14	48.63	1.676	2.71	81.5

Fuente: Elaboración propia.

Costos de la inversión

El costo total para implementar esta propuesta se estimó en \$348,959.59.

Tabla 4-28: Costos de la inversión

Tipo de equipo	Costo Unitario	Número de equipos	Costo total
Lampara Fluorescente TL5	\$33.59	1311.00	\$44,167.59
Panel LED Empotrable	\$1319	153	\$201,807.00
Balastro Electrónico	\$215.00\$	479	\$102,985.00
Totales	//	//	\$348,959.59

Fuente: Elaboración propia.

Ahorro económico estimado y tiempo de retorno

Para conocer los beneficios económicos que se obtendrían al implementar la propuesta, se calcularon los costos de la energía teniendo como base el consumo estimado tras la instalación de las nuevas tecnologías de iluminación y considerando para el instituto una tarifa del tipo Gran Demanda Media Tensión Horaria (GDMTH), dado que su demanda estimada fue mayor a 100 [kW]. Con estos datos se observa que la implementación de la propuesta significaría un decremento del 39.79% en el costo anual respecto al costo con el sistema de iluminación actual, lo que representa un ahorro total de \$67,463.03 anuales.

Tabla 4-29: Costo de la energía

Caso	Consumo total mensual [kWh]	Precio de la energía [\$/kWh]	Costo mensual [\$]	Costo anual [\$]
Original	9,379.59	1.506	14,126.26	169,515.06
Propuesta	5,646.73	1.506	8,504.34	102,052.03

Fuente: Elaboración propia.

Con el ahorro económico estimado tras la implementación de la propuesta y considerando que el costo que representa el adquirir las lámparas y luminarias es de \$348,959.59, se calculó un tiempo simple de recuperación de 5.17 años.

Tabla 4-30: Tiempo de recuperación

Ahorro mensual	Ahorro anual	Costo de la inversión	Tiempo simple de recuperación [año]
\$5,621.92	\$67,463.03	\$348,959.59	5.17

Fuente: Elaboración propia.

Recomendaciones y observaciones

Se sugiere al personal apagar las luces cuando se ausenten de sus zonas de trabajo, ya que durante el levantamiento se identificaron oficinas vacías con las luces encendidas. Realizar una revisión general de forma periódica, al sistema de iluminación en el cual se realicen observaciones sobre su condición y funcionamiento.

Se sugiere que al dar mantenimiento a los luminarios, se intente homogeneizar la tecnología.

4.4. Análisis eléctrico en laboratorios

Durante el levantamiento en los laboratorios, el personal expresó sus inquietudes respecto a problemas en el funcionamiento de los equipos, ya que se presentaron situaciones en las cuales se abrían las protecciones al verse sobrepasada su capacidad, esto conllevó a la necesidad de realizar un seguimiento de las cargas hasta los tableros de distribución principal, con el fin de identificar los interruptores que alimentan a los contactos utilizados en los laboratorios, además el personal comentó que no se contaba con un diagrama unifilar actualizado de la instalación eléctrica, por lo que se consideró pertinente elaborarlos como parte del estudio y como un primer intento para actualizar esta información del instituto, también se realizaron observaciones generales de los tableros y su estado actual. Para este análisis se tomaron 5 laboratorios como muestra debido al interés del personal en identificar sus circuitos.

Tabla 4-31: Laboratorios de muestra

Nombre	Ubicación	Número de tableros	Número de contactos
Laboratorio de Paleoecología	36 - Piso 2	1	26
Laboratorio Microbiología Cosmos	72 - Piso 1	2	19
Laboratorio Biogeoquímica	58 - Piso 1	2	14
Laboratorio Biogeoquímica	60 - Piso 1	1	9
Laboratorio Paleoambiente	12 - Piso 2	1	16

Fuente: Elaboración propia.

Para la identificación e inspección de los tableros se tomó nota de los siguientes datos:

Capacidad de corriente nominal

Número de fases

Características de los hilos de entrada

Número de polos (en su caso)

Marca

Modelo

Se llevó un registro fotográfico del estado actual del tablero y de sus componentes internos, además se tomó nota de las características generales de los conductores y su estado, la correcta identificación de los circuitos, sus protecciones y el exceso de polvo o tierra.

4.4.1. Laboratorio de Paleocología

El laboratorio tiene un tablero principal sin identificar que alimenta los contactos del lugar, para fines de este estudio se nombró al tablero del laboratorio como “Laboratorio de Paleocología, este cuenta con 30 polos de cuales solo se ocupan 19, en los circuitos del 1 al 16 tiene 10 interruptores monofásicos, un bifásico y otro trifásico, en los circuitos 25,27,29 contiene el interruptor trifásico de alimentación. De los 26 contactos existentes se identificaron 25 en el tablero, el restante que faltó por identificar no estaba energizado. El tablero y sus protecciones se encuentra en buen estado, todos cuentan con la correcta identificación de su capacidad a excepción del interruptor en el circuito 8.

Figura 4-31: Imagen 1
 Tablero del laboratorio de Paleocología

Tabla 4-32: Tablero del laboratorio de Paleocología

Laboratorio de Paleocología 36-Piso2			
Tablero 3ϕ	Interruptor Principal:70[A]		
Capacidad [A]	Circuito		Capacidad [A]
13	1	2	15
13	3	4	
30	5	6	
20	7	8	-
20	9	10	30
20	11	12	
20	13	14	20
20	15	16	20



Fuente: Elaboración propia.

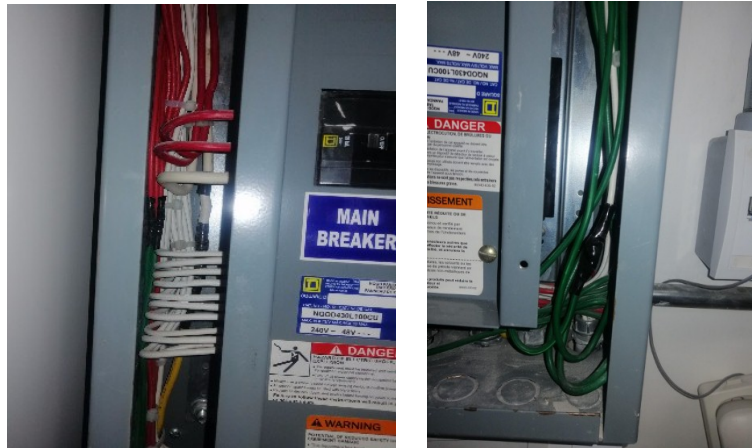
Figura 4-32: Esquema 1 Distribución de contactos Laboratorio de Paleocología



Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la inspección dentro del tablero del Laboratorio de Paleocología, se encontró que los conductores que lo alimentan no son del mismo calibre. También se encontró que existen empalmes en los conductores dentro del tablero.

Figura 4-33: Imagen 2 Observaciones del Tablero del Laboratorio de Paleocología



Fuente: Elaboración propia.

Seguimiento del laboratorio y actualización del diagrama unifilar

Del seguimiento se encontró que la alimentación del tablero de este laboratorio proviene de un tablero de Distribución identificado como “T3N2” ubicado en el pasillo central del piso 2, este cuenta con 42 polos de los cuales únicamente tiene libre del 36 al 42 y no tiene interruptor principal. La protección correspondiente al tablero del laboratorio se encuentra ubicado en los circuitos 31,33,35 y corresponde a un interruptor trifásico sin identificar, con una capacidad de 70 [A]. En general este tablero se encuentra en buen estado, sin embargo ninguna de sus protecciones está identificada y algunas no cuentan con la capacidad visible.

Figura 4-34: Imagen 3 Tablero de distribución T3N2



Fuente: Elaboración propia.

A su vez este es alimentado por otro tablero de distribución derivado, identificado como “TD2” ubicado en el pasillo central de la planta baja, cuenta con 30 polos, todos ocupados y tiene un interruptor principal trifásico con una capacidad de 500[A].

La protección correspondiente al tablero “T3N2” se encuentra ubicado en los circuitos 14,16,18, y corresponde a un interruptor trifásico identificado con el nombre “T3N2” y sin capacidad visible. Este tablero se encuentra en mal estado, ya que algunas conexiones de las protecciones y conductores están descubiertas, los interruptores están bien identificados pero en su mayoría no cuentan con la capacidad visible.

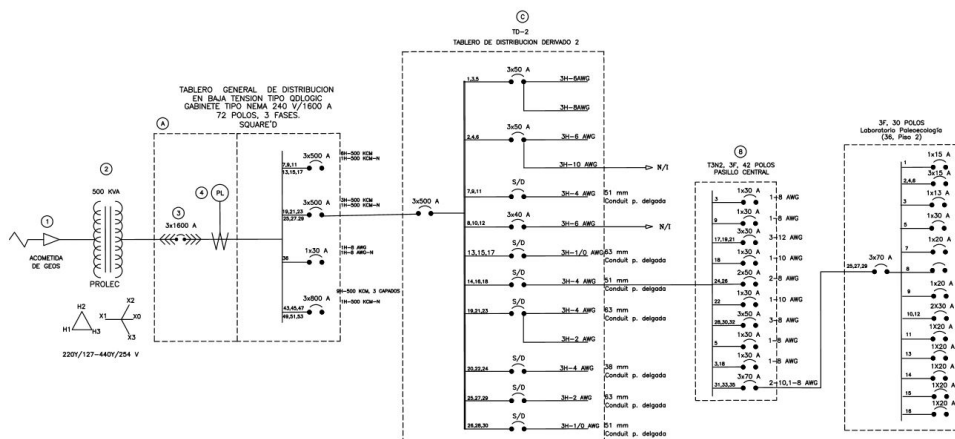
Figura 4-35: Imagen 4 Tablero de distribución derivado TD2



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente este viene desde el tablero general de distribución ubicado en la Subestación del edificio.

Figura 4-36: Diagrama 1 Laboratorio de Paleocología



Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Laboratorio Microbiología Cosmos

El laboratorio tiene 2 tableros instalados sin identificar, los cuales para fines prácticos fueron nombrados en este estudio como el Tablero A y B “Laboratorio

microbiología de cosmos”. El Tablero A suministra energía a 11 de los 19 contactos existentes, cuenta con 12 polos de los cuales sólo se ocupan 6, en los circuitos 1,3,5 tiene un interruptor trifásico y en los circuitos 2,4,6 tres monofásicos, no tiene interruptor principal. El tablero, sus conductores y protecciones se encuentra en buen estado, todos cuentan con la correcta identificación de su capacidad.

Tabla 4-33: Tablero A del Laboratorio Microbiología de Cosmos

Laboratorio Microbiología Cosmos			
72-Piso 1			
Tablero A 3φ	Interruptor Principal: No tiene		
Capacidad [A]	Circuito		Capacidad [A]
20	1	2	30
	3	4	30
	5	6	30
-	7	8	-
-	9	10	-
-	11	12	-

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-37: Imagen 5
Tablero A Laboratorio Microbiología de Cosmos



Por otra parte, el Tablero B suministra energía a 8 de los 19 contactos existentes, cuenta con 16 polos de los cuales sólo se ocupan 7, tiene 5 interruptores monofásicos en los circuitos del 1 al 5 y uno bifásico en los circuitos 6 y 8, no tiene interruptor principal.

Tabla 4-34: Tablero B del Laboratorio Microbiología de Cosmos

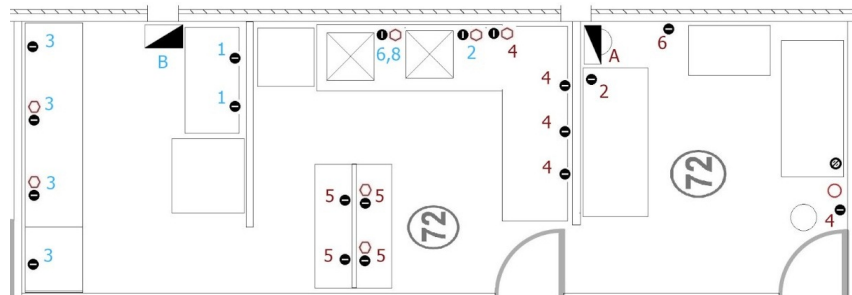
Laboratorio Microbiología Cosmos			
72-Piso 1			
Tablero B 3φ	Interruptor Principal: No tiene		
Capacidad [A]	Circuito		Capacidad [A]
20	1	2	20
20	3	4	20
30	5	6	30
-	7	8	
-	9	10	-
-	11	12	-
-	13	14	-
-	15	16	-

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-38: Imagen 6
Tablero B Laboratorio Microbiología de Cosmos



Figura 4-39: Esquema 2 Distribución de contactos Laboratorio Microbiología de Cosmos



Fuente: Elaboración propia.

Seguimiento del laboratorio y actualización del diagrama unifilar

Tablero “A”

Del seguimiento se encontró que la alimentación del tablero “A” de este laboratorio proviene directamente de un tablero de distribución derivado identificado como “TD1” ubicado en el pasillo central de la planta baja, cuenta con 30 polos, todos ocupados y tiene un interruptor principal trifásico con una capacidad de 600[A].

La protección correspondiente al tablero “A” del laboratorio se encuentra ubicado en los circuitos 14,16,18 y corresponde a un interruptor trifásico identificado como “Química de Agua”, con una capacidad de 100 [A]. Este tablero se encuentra en mal estado, ya que algunas conexiones de las protecciones y conductores están descubiertas, los interruptores están bien identificados pero en su mayoría no cuentan con la capacidad visible.

Este viene desde el tablero general de distribución ubicado en la subestación del edificio.

Figura 4-40: Imagen 7 Tablero de distribución derivado TD1



Fuente: Elaboración propia.

Tablero “B”

Del seguimiento se encontró que la alimentación del tablero “B” de este laboratorio proviene de otro tablero de Distribución identificado como “T3N1” ubicado en el pasillo central del piso 1, este cuenta con 30 polos todos ocupados y no tiene interruptor principal.

La protección correspondiente al tablero del laboratorio se encuentra ubicado en los circuitos 25,27,29 y corresponde a un interruptor trifásico sin identificar, con una capacidad de 30 [A]. En general este tablero se encuentra en buen estado, sin embargo ninguna de sus protecciones está identificada y algunas no cuentan con la capacidad visible.

A su vez este es alimentado por un tablero de distribución derivado identificado como “TD1” ubicado en el pasillo central de la planta baja, cuenta con 30 polos, todos ocupados y tiene un interruptor principal trifásico con una capacidad de 600[A].

La protección correspondiente al tablero “T3N1” del laboratorio se encuentra ubicado en los circuitos 14,16,18 y corresponde a un interruptor trifásico identificado como “Química de Agua”, con una capacidad de 100 [A].

Este tablero se encuentra en mal estado, ya que algunas conexiones de las protecciones y conductores están descubiertas, los interruptores están bien identificados pero en su mayoría no cuentan con la capacidad visible.

Este viene desde el tablero general de distribución ubicado en la subestación del edificio.

Finalmente, el diagrama unifilar actualizado, el cual se realizó con el seguimiento hasta el tablero general de distribución es el siguiente:

Figura 4-41: Imagen 8 Tablero de distribución T3N1



Fuente: Elaboración propia.

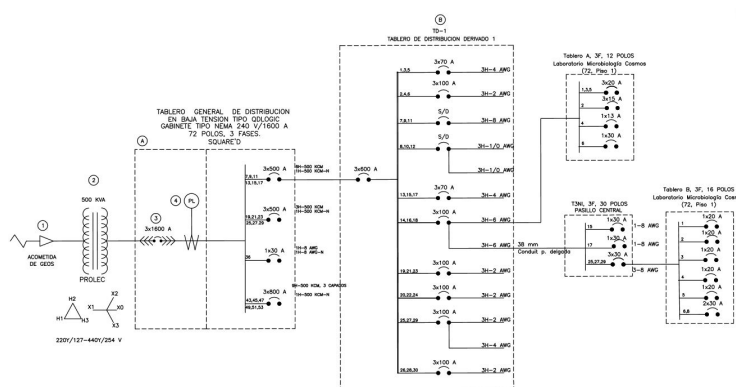
Figura 4-42: Imagen 9 Tablero de distribución derivado TD1



Fuente: Elaboración propia.

**CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
4.4. ANÁLISIS ELÉCTRICO EN LABORATORIOS GEOLOGÍA**

Figura 4-43: Diagrama 2 Laboratorio Microbiología de Cosmos



Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Laboratorio Biogeoquímica

El laboratorio tiene 2 tableros instalados sin identificar y un interruptor, los cuales para fines prácticos fueron nombrados en este estudio como el Tablero A, C e interruptor B “Laboratorio de Biogeoquímica”, el Tablero A se encuentra en la ubicación 58, suministra energía a 11 de los 14 contactos existentes, cuenta con 16 polos de los cuales sólo se ocupan 7, tiene un interruptor bifásico y 5 monofásicos, no cuenta con un interruptor principal. El tablero, sus conductores y protecciones se encuentra en buen estado, todos cuentan con la correcta identificación de su capacidad.

Figura 4-44: Imagen 10
Tablero A Laboratorio
Biogeoquímica

Tabla 4-35: Tablero A del Laboratorio Biogeoquímica

Laboratorio Biogeoquímica 58-Piso 1			
Tablero A 3φ	Interruptor Principal: No tiene		
Capacidad [A]	Circuito		Capacidad [A]
30	1	2	30
20	3	4	
-	5	6	30
-	7	8	30
-	9	10	30
-	11	12	-
-	13	14	-
-	15	16	-



Fuente: Elaboración propia.

El interruptor B se encuentra en la ubicación 58, es bifásico y suministra energía a 3 de los 14 contactos existentes. El interruptor se encuentra en buen estado y cuentan con la correcta identificación de su capacidad.

Tabla 4-36: Interruptor del Laboratorio Biogeoquímica

Laboratorio Biogeoquímica	
58-Piso 1	
Interruptor B 2	Interruptor Principal: No tiene
circuito	Capacidad
1	40
2	

Fuente: Elaboración propia

El tablero C se encuentra en la ubicación 60, suministra energía a 7 de los 8 contactos existentes, cuenta con 16 polos de los cuales sólo se ocupan 13, tiene 2 interruptores trifásicos, dos interruptores bifásicos y 3 monofásicos, no cuenta con un interruptor principal. El tablero se encuentra en mal estado ya que no cuenta con la placa de protección, dejando al descubierto los conductores.

Tabla 4-37: Tablero C del Laboratorio Bioquímica

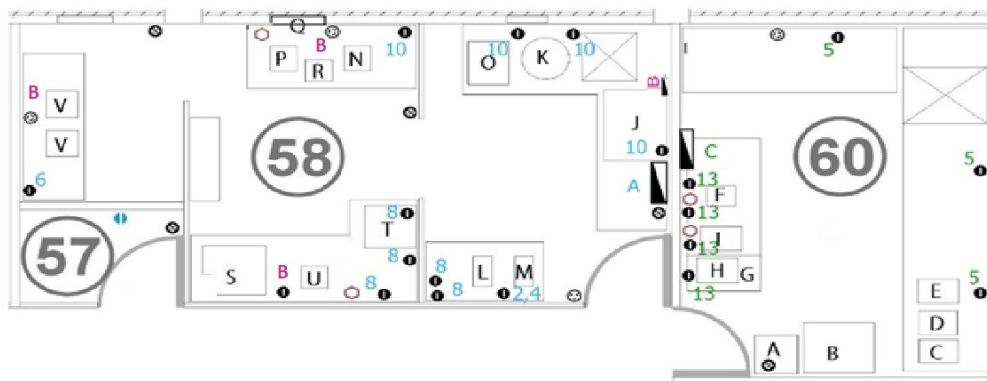
Laboratorio Biogeoquímica			
60-Piso 1			
Tablero C 3	Interruptor Principal: No tiene		
Capacidad [A]	Circuito		
		Capacidad [A]	
-	1	2	30
20	3	4	
40	5	6	
15	7	8	10
	9	10	
30	11	12	30
	13	14	
-	15	16	-

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-45: Imagen 11
Tablero C Laboratorio
Bigeoquímica



Figura 4-46: Esquema 3 Distribución de contactos Laboratorio Biogeoquímica



Fuente: Elaboración propia.

Seguimiento del laboratorio y actualización del diagrama unifilar

Tablero “A” y “C”

Del seguimiento se encontró que la alimentación de los tableros “A” y “C” de este laboratorio provienen directamente de un tablero de distribución derivado identificado como “TD1” ubicado en el pasillo central de la planta baja, cuenta con 30 polos, todos ocupados y tiene un interruptor principal trifásico con una capacidad de 600[A].

La protección correspondiente al tablero “A” del laboratorio se encuentra ubicado en los circuitos 14,16,18 y corresponde a un interruptor trifásico identificado como “Química de Agua”, con una capacidad de 100 [A].

Figura 4-47: Imagen 12. Tablero de distribución derivado TD1



Fuente: Elaboración propia.

Este interruptor tiene la peculiaridad de contar con un empalme a su salida, se logró identificar que los conductores correspondientes a este laboratorio son los blancos. Imagen 13.

Figura 4-48: Imagen 13. Tablero de distribución derivado TD1



Fuente: Elaboración propia.

Interruptor “C”

Del seguimiento se encontró que la alimentación del interruptor “C” de este laboratorio proviene de otro tablero de Distribución identificado como “T5N1” ubicado en el pasillo central del piso 1, este cuenta con 20 polos, todos ocupados y no tiene interruptor principal.

La protección correspondiente al interruptor del laboratorio se encuentra ubicado en los circuitos 17 y 19, y corresponde a un interruptor bifásico sin identificar, con una capacidad de 40 [A]. En general este tablero se encuentra en buen estado, sin embargo ninguna de sus protecciones está identificada y algunas no cuentan con la capacidad visible.

Figura 4-49: Imagen 14 Tablero de distribución derivado TD2



Fuente: Elaboración propia.

*CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
4.4. ANÁLISIS ELÉCTRICO EN LABORATORIOS GEOLOGÍA*

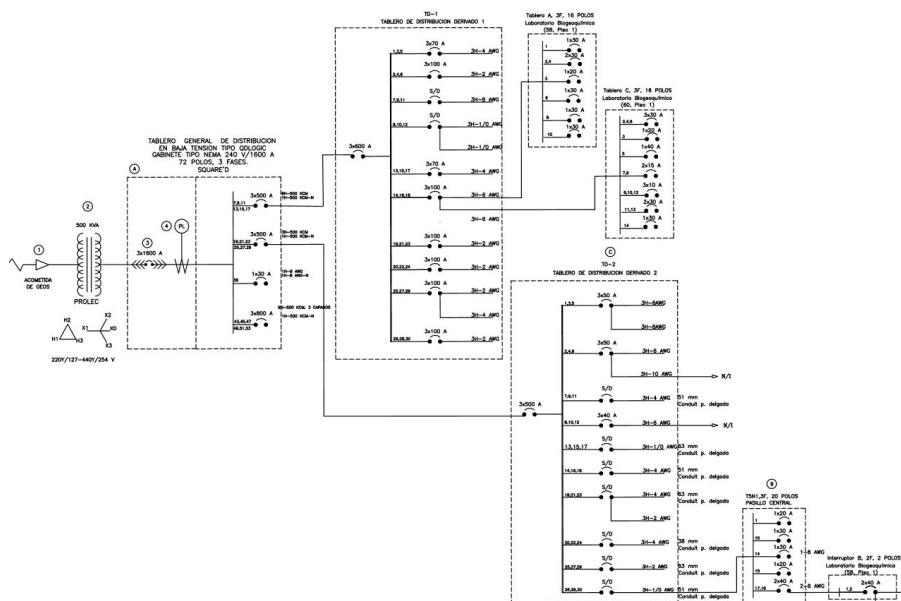
A su vez este es alimentado por otro tablero de distribución derivado, identificado como “TD2” ubicado en el pasillo central de la planta baja, cuenta con 30 polos, todos ocupados y tiene un interruptor principal trifásico con una capacidad de 500[A]. La protección correspondiente al tablero “T5N1” se encuentra ubicado en los circuitos 26,28,30, y corresponde a un interruptor trifásico identificado con el nombre “T4N1” y sin capacidad visible. Este tablero se encuentra en mal estado, ya que algunas conexiones de las protecciones y conductores están descubiertas, los interruptores están bien identificados pero en su mayoría no cuentan con la capacidad visible. Finalmente este viene desde el tablero general de distribución ubicado en la subestación del edificio.

Figura 4-50: Imagen 15
Tablero de distribución T5N1



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-51: Diagrama 3 Laboratorio Biogeoquímica



Fuente: Elaboración propia.

4.4.4. Laboratorio Paleoambiente

El laboratorio tiene un tablero principal sin identificar que alimenta los contactos del lugar, para fines de este estudio se nombró al tablero del laboratorio como “Laboratorio de Paleoambiente”, suministra energía a 14 de los 16 contactos existentes, cuenta con 16 polos de los cuales sólo se ocupan 8, tiene un interruptor bifásico y 6 monofásicos, no tiene interruptor principal y es trifásico. El tablero, sus conductores y protecciones se encuentra en buen estado, todos cuentan con la correcta identificación de su capacidad.

Tabla 4-38: Tablero del Laboratorio Paleoambiente

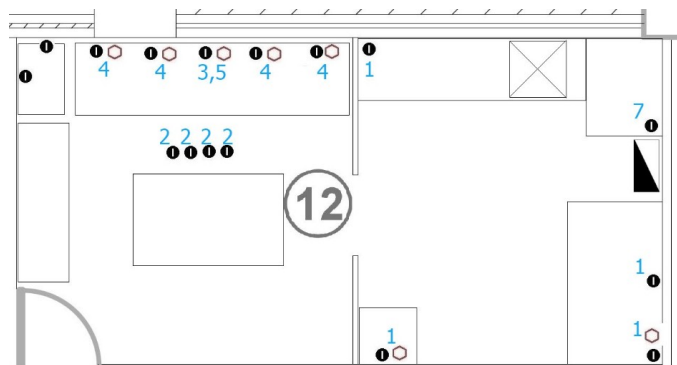
Laboratorio Paleoambiente			
12-Piso 2			
Tablero 3	Interruptor Principal: No tiene		
Capacidad [A]	Circuito		Capacidad [A]
20	1	2	20
20	3	4	20
	5	6	20
20	7	8	30
-	9	10	-
-	11	12	-
-	13	14	-
-	15	16	-

Figura 4-52: Imagen 16
 Tablero Laboratorio
 Paleoambiente



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-53: Esquema 4 Distribución de contactos Laboratorio Paleoambiente



Fuente: Elaboración propia.

Seguimiento del laboratorio y actualización del diagrama unifilar

Del seguimiento se encontró que la alimentación del tablero de este laboratorio proviene de otro tablero de Distribución identificado como “T1N2” ubicado en el pasillo central del piso 2, este cuenta con 30 polos de los cuales únicamente tiene 11 libres, no tiene interruptor principal.

La protección correspondiente al tablero del laboratorio se encuentra ubicado en los circuitos 7,9,11 y corresponde a un interruptor trifásico identificado con el nombre “roy” con una capacidad de 50 [A].

En general el tablero se encuentra en buen estado, sin embargo solo una de sus protecciones está identificada y algunas no cuentan con la capacidad visible.

A su vez este es alimentado por otro tablero de distribución derivado, identificado como “TD2” ubicado en el pasillo central de la planta baja, cuenta con 30 polos, todos ocupados y tiene un interruptor principal trifásico con una capacidad de 500[A].

La protección correspondiente al tablero “T3N2” se encuentra ubicado en los circuitos 7,9,11, y corresponde a un interruptor trifásico identificado con el nombre “T4N2” y sin capacidad visible. Este tablero se encuentra en mal estado, ya que algunas conexiones de las protecciones y conductores están descubiertas, los interruptores están bien identificados pero en su mayoría no cuentan con la capacidad visible.

Finalmente este viene desde el tablero general de distribución ubicado en la subestación del edificio.

Figura 4-54: Imagen 17
Tablero de distribución T1N2



Fuente: Elaboración propia.

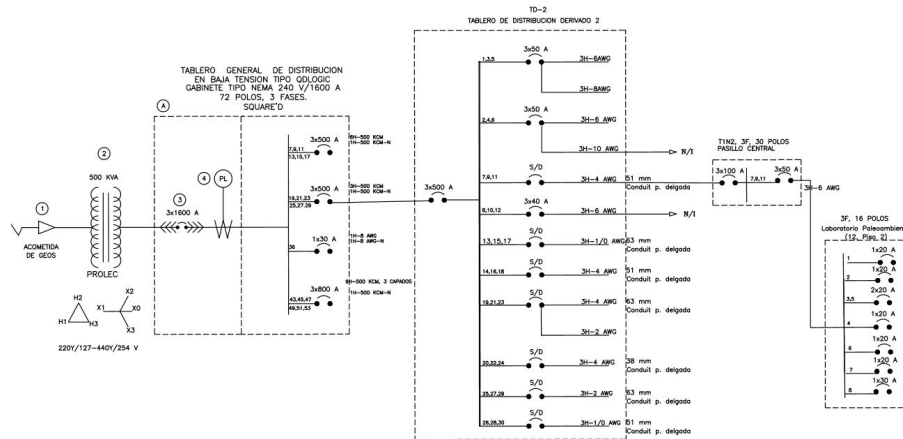
Figura 4-55: Imagen 18
Tablero de distribución derivado TD2



Fuente: Elaboración propia.

**CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
4.4. ANÁLISIS ELÉCTRICO EN LABORATORIOS GEOLOGÍA**

Figura 4-56: Diagrama 4 Laboratorio Paleoambiente



Fuente: Elaboración propia.

Recomendaciones y observaciones

Se sugiere que se identifiquen con una etiqueta a los interruptores y tableros.
 Realizar inspecciones periódicas de los tableros y contactos.
 Se sugiere continuar con la labor de identificar contactos y actualizar los diagramas unifilares, además de profundizar en un estudio de la carga instalada en los laboratorios.

CAPÍTULO 5

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA

5.1. Descripción del caso de estudio

El Instituto de Geofísica surgió a partir de una sección de geofísica del Instituto de Geología de la UNAM. Su fundación fue aprobada el 21 de febrero de 1945 y comenzó actividades en 1949 bajo la dirección del Ing. Ricardo Monges López. El instituto se encuentra ubicado en Circuito de la investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04510.

El instituto cuenta con 5 sedes, 4 de ellas se encuentran fuera de la Ciudad de México y una en Ciudad Universitaria, esta última comprende el edificio principal de Geofísica de uso mixto (oficinas, laboratorios y salas de cómputo), el Centro de Ciencias Atmosféricas y el Servicio Sismológico Nacional, el personal y alumnado se distribuye en 144 investigadores y técnicos académicos, 12 becarios posdoctorales, 98 tesistas y 135 becarios²³.

El diagnóstico energético sólo contempla el Edificio Principal con sede en Ciudad Universitaria, con actividades en un horario de 7:00 a.m. a 21:00 p.m. de lunes a viernes, el cual cuenta con 2 niveles y planta baja, que juntos suman un área total construida de 4927.5 m². La distribución de los recintos se muestran en la Tabla 34:

²³Dr. Hugo Delgado Granados. (2019). 2do Informe de Actividades del Instituto de Geofísica. Disponible en: <http://www.geofisica.unam.mx/assets/segundo-informe-de-actividades.pdf>.

Tabla 5-1: Número de recintos por nivel

Nivel	Tipo de recinto	
Planta baja	16 laboratorios	1 zona de servidores
	45 oficinas	5 pasillos
	11 bodegas	2 sanitarios
	2 sala de juntas	2 salas de cómputo
	2 comedores	1 taller
Primer nivel	11 laboratorios	3 talleres
	55 oficinas	6 pasillos
	8 bodegas	2 sanitarios
	2 sala de junta	5 salas de cómputo
	2 comedores	
Segundo nivel	2 laboratorios	1 comedor
	43 oficinas	2 sanitarios
	2 bodegas	5 pasillos
	2 salas de junta	5 salas de cómputo

Fuente: Elaboración propia.

Durante la realización de este diagnóstico 15 recintos ubicados en el segundo nivel se encontraba en remodelación por lo que no se contemplaron en el estudio.

Para el análisis por uso final se midieron 186 recintos en el edificio, que representan un 77.82 %, sin contabilizar las zonas inaccesibles, en remodelación o en desuso.

Tabla 5-2: Recintos medidos

Instituto de Geofísica			
Tipo de recintos	Recintos totales	Recintos medidos	%Recintos medidos
Laboratorios	29	22	75.86
Oficinas	143	111	77.62
Auditorios	1	0	0
Salas de cómputo	12	11	91.67
Bodegas	21	11	52.38
Sala de juntas	6	6	100
Pasillos	16	14	87.5
Comedores	4	4	100
Servidores	1	1	100
Sanitarios	6	6	100
Total	239	186	77.82

Fuente: Elaboración propia.

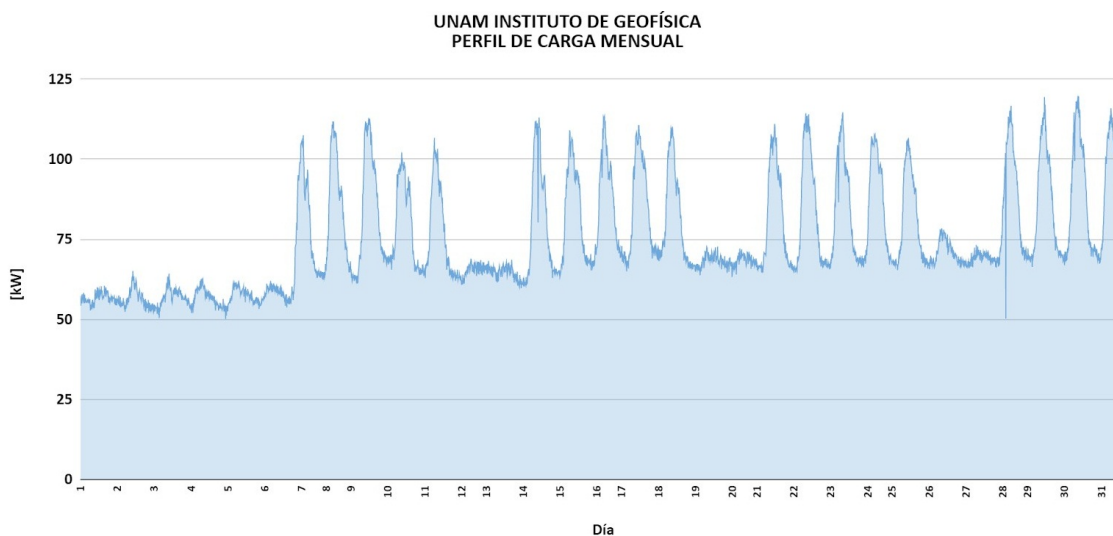
Debido a la conexión que tiene el Instituto dentro de la red Universitaria, no se pudo realizar el análisis de facturación.

5.2. Análisis de medición

Este análisis contempla el consumo de todas las Instalaciones del Instituto de Geofísica, incluye el auditorio Tlayotl, el edificio principal del instituto, el edificio del Servicio Sismológico Nacional y la iluminación exterior. El instituto cuenta equipo de monitoreo que registra la carga en tiempo real cada 15 minutos, el punto de medición se encuentra en la llegada del transformador de 300 kVA, el periodo de medición usado en el análisis es del 1ro al 31 de enero de 2019.

Al inicio del mes se percibe un consumo estable, que es el mínimo registrado debido a que el instituto no se encontraba laborando con normalidad por el periodo vacacional que terminó el 7 de enero, conforme se iban integrando a las actividades normales se observa un incremento en la demanda y en el consumo con la aparición de picos aproximadamente a medio día en los días laborales, mismos que describen el comportamiento entre semana, registrando sus valores máximos a fines de mes.

Figura 5-1: Gráfica 26



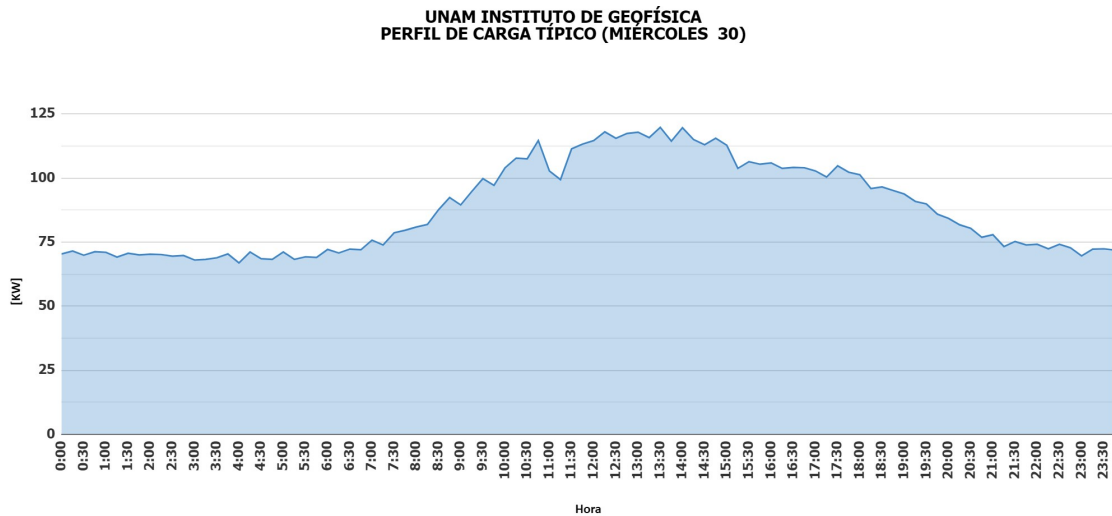
Fuente: Elaboración propia.

La demanda base el instituto es de 65 [kW] y solo contempla las últimas dos semanas del mes debido a que en estas comenzó a laborar con normalidad. La demanda mínima se registró el día Sábado 5 de enero a las 7:15 a.m. con un valor de 50 [kW], la demanda máxima registrada fue el miércoles 30 de enero a las 13:30 p.m. con un valor de 119.75 [kW], debido a esto, se tomará este día para analizar el perfil de carga típico.

Perfil de carga típico

A partir de las 6 de la mañana se observa un aumento en la demanda debido a que comienzan las actividades. Aproximadamente entre las 12:00 y las 15:00 p.m. se alcanza y se mantiene el pico máximo, posteriormente comienza a disminuir hasta llegar a las 23:00 p.m. donde se estabiliza.

Figura 5-2: Gráfica 27



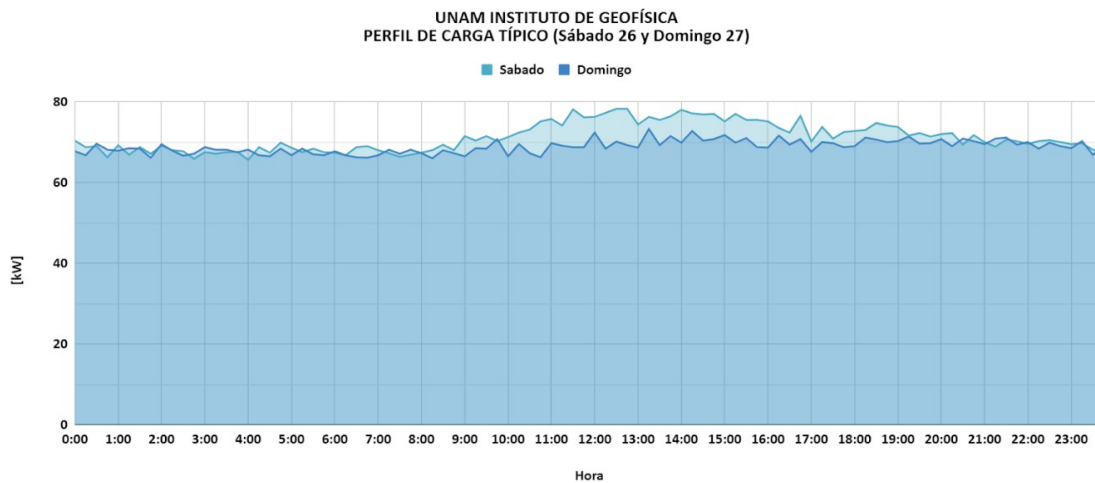
Fuente: Elaboración propia.

La demanda base el día Miércoles 30 de enero es de 70 [kW], la demanda mínima se registró a las 4 a.m. con un valor de 66.87 [kW] y la demanda máxima se registró a las 13:30 p.m. con un valor de 119.75 [kW].

Perfil de de fin de semana

En sábado y domingo la demanda es similar en los intervalos de 12 a.m. a 8 a.m. y de 20:30 p.m. a las 23:00 p.m.. En el intervalo de 8:00 a.m. a 20:30 p.m. la demanda del sábado es mayor a la del domingo.

Figura 5-3: Gráfica 28



Fuente: Elaboración propia.

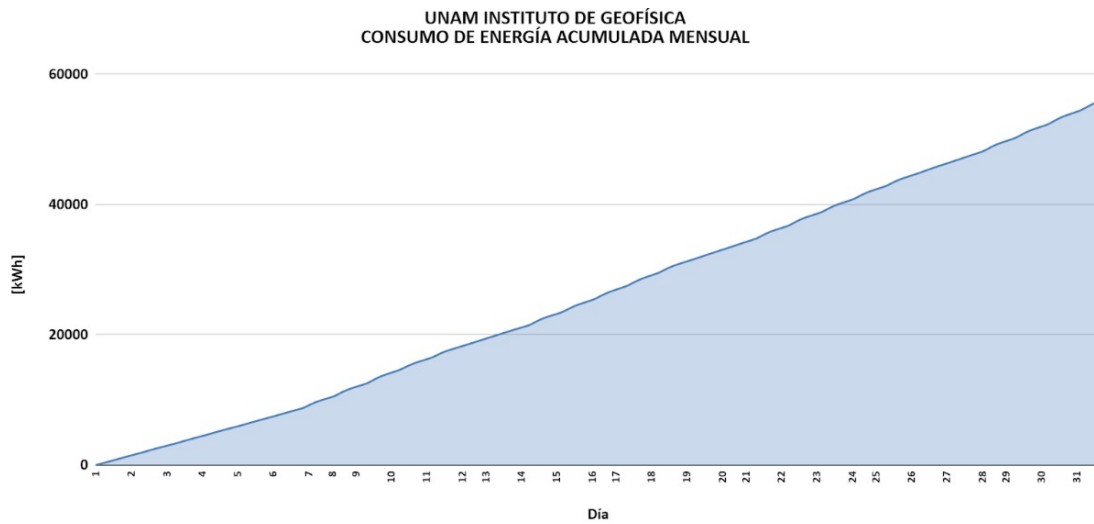
La demanda máxima registrada fue de 78[kW] y 73[kW] para sábado y Domingo respectivamente mientras que la demanda mínima fue de 66[kW] en ambos casos, la demanda base fue de 69[kW].

Es importante resaltar que ambos días mantienen una demanda base igual, sin embargo la demanda en sábado es mayor en el intervalo antes mencionado debido a que el sábado es un día laboral y el domingo no. Respecto al perfil de carga típico la demanda base solo decrece en un 1.4% el fin de semana, mientras de las demandas máximas difieren en un 34.8% para el sábado y 39% para el domingo.

Consumo de energía acumulado

El consumo total registrado en el mes de enero fue de 55,840 [kWh], de los cuales 43,341 [kWh] corresponden a los días entre semana (L-V) y representan el 77.6 %, 12,499 [kWh] corresponden a los fines de semana (S-D) y representan el 22.4 %.

Figura 5-4: Gráfica 29



Fuente: Elaboración propia.

5.3. Análisis de carga por uso final

El análisis por usos finales nos permite dividir tanto la carga como el consumo de acuerdo a la utilidad que se le da a la energía o a la necesidad que satisface, esto nos permite tener una amplia visión sobre en que en que se utiliza más la energía, así como identificar oportunidades y potenciales de ahorro. Es importante aclarar que este análisis se realizó solo en el edificio principal del instituto.

Para realizar esta división en usos finales se tomaron en cuenta las principales actividades que se realizan en el instituto y sus necesidades energéticas.

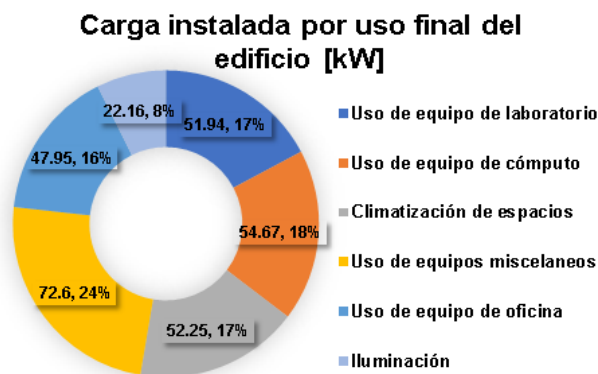
Quedando segmentadas en las siguientes:

- Uso de equipo de laboratorio.
- Uso de equipo de cómputo.
- Climatización de espacios.
- Uso de equipos misceláneos.
- Uso de equipo de oficinas.
- Iluminación.

Carga total instalada del edificio por usos finales

Se contabilizó una carga instalada de 302.23 [kW], este análisis por uso final nos permitió identificar que el uso de equipos misceláneos es el que cuenta con la mayor carga, representando un 23.9 % del total, seguido del uso de equipos computo con el 18 % y en tercer lugar el uso de equipo de laboratorio de espacios con un 17.1 %. Estos 3 usos finales combinados representan el 59 % del total de la carga instalada en el edificio.

Figura 5-5: Gráfica 30

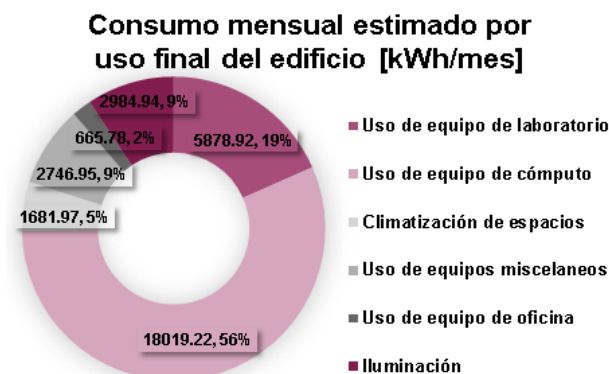


Fuente: Elaboración propia.

Consumo total del edificio por usos finales

Se estimó un consumo mensual de 31,977.79 [kWh/mes], el análisis por uso final nos permitió identificar que el uso de equipos de cómputo es el que cuenta con el mayor consumo, representando un 56.35 % del total, seguido del uso de equipo de laboratorio con el 18.38 % y en tercer lugar la iluminación con un 9.33 %. Estos 3 usos finales suman el 84.06 % del total de consumo de energía del edificio.

Figura 5-6: Gráfica 31



Fuente: Elaboración propia.

Carga total instalada y consumo por piso

Con el fin de observar la distribución de la carga instalada y el consumo por piso, se dividió en los niveles del edificio. La carga mas significativa se midió en la planta baja con el 46.3 %, seguido del primero con el 34.8 % y en tercer lugar el segundo piso con el 18.9 %. El consumo estimado más significativo fue en la planta baja con el 62.4 %, seguido del primer piso con el 23.2 % y en tercer lugar el segundo con el 14.4 %.

Figura 5-7: Gráfica 32

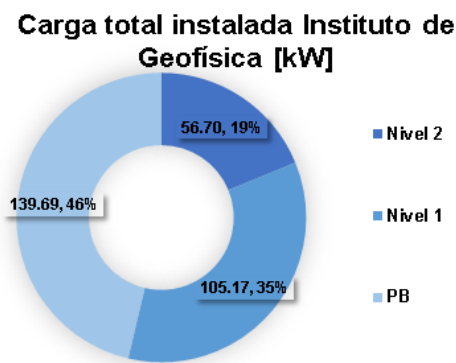
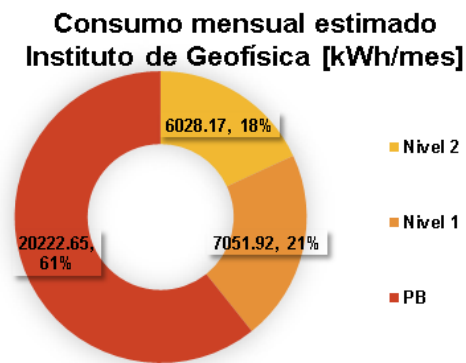


Figura 5-8: Gráfica 33



Fuente: Elaboración propia.

Para complementar este análisis y contar con una descripción a detalle del uso que se le da a la energía en el instituto, por uso final y por piso, se realizó un análisis del consumo estimado para cada uno.

5.3.1. Uso de equipo de laboratorio

Se midieron 22 recintos del Instituto, que corresponden al 76 % de los laboratorios en funcionamiento, la carga total instalada para este uso fue de 51.94 [kW] que representa el 17.1 % del total del edificio, convirtiéndola en la segunda carga más importante. El consumo mensual estimado para este uso es de 5,326.97 [kWh/mes], representando un 18.5 % de la energía total, convirtiéndolo en el segundo consumo más importante.

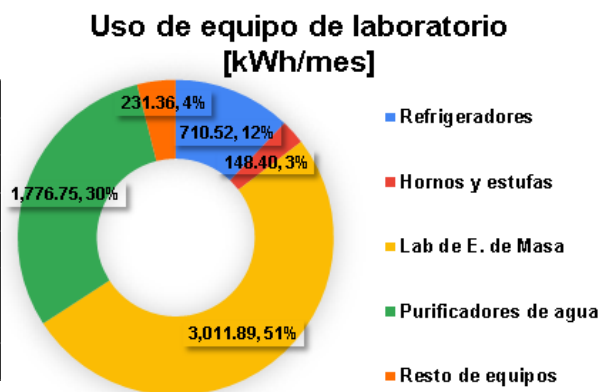
Para este caso en particular, se consideró clasificar un laboratorio completo debido al alto tiempo de operación y de consumo de sus equipos. El Laboratorio de Espectrómetro de Masa sumó un total de 2,728.93 [kWh/mes] lo que representó el 51.2 % del consumo para este uso final, además se contabilizaron 17 equipos de uso

especializado, entre ellos Hornos, Estufas, Bombas y Espectrómetros. Los Purificadores de Agua representan el 30.4 % del consumo total, lo que los convierte en el segundo importante, seguido de los refrigeradores con un 12 %. La categoría “Resto de equipos” representa diversas clasificaciones cuyos consumos individuales no son significativos, por lo que se agruparon.

Tabla 5-3: No. de equipos de laboratorio

Uso de equipo de laboratorio	
Tipo de equipo	Registrados
Refrigeradores	4
Hornos y estufas	8
Lab. de E. de Masa	17
Purificadores de agua	5
Resto de equipos	59

Figura 5-9: Gráfica 34



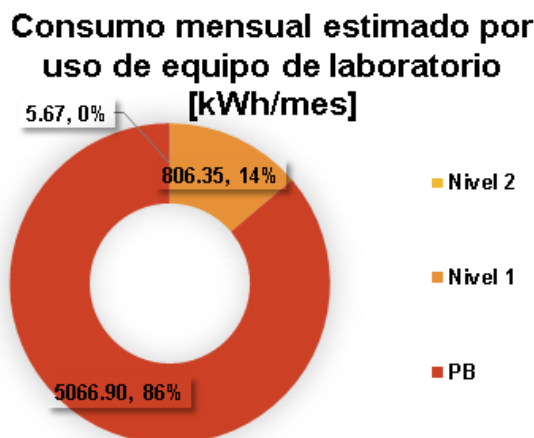
Fuente: Elaboración propia.

La distribución del consumo por piso refleja que la mayor parte de este se localiza en la planta baja con un 86.1 %, esto se debe a que, de los 29 laboratorios censados, 16 se encuentran localizados ahí, 11 en el primer nivel y solo 2 en el segundo nivel. Además de que en planta baja se encuentra uno de los laboratorios con uso más intensivo de energía.

Figura 5-10: Gráfica 35

Tabla 5-4: Consumo mensual estimado por uso de laboratorio

Uso de equipo de laboratorio	
Ubicación	Consumo total [kWh/mes]
2	5.67
1	806.35
PB	5,066.90
Total	5,878.92



Fuente: Elaboración propia.

5.3.2. Uso de equipo de cómputo

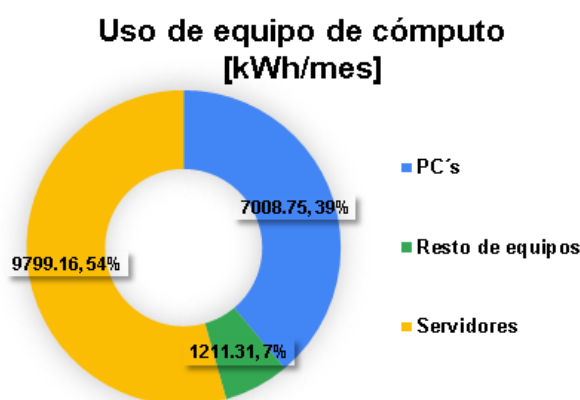
Se midieron 142 recintos del Instituto, con equipo de cómputo (Pc, laptop, monitor, No break y router), la carga total instalada para este uso fue de 54.62 [kW] que representa el 18 % del total del edificio. El consumo mensual estimado para este uso es de 16,048.51 [kWh/mes], representando un 54.7 % de la energía total, convirtiéndolo consumo más importante del Instituto.

Este tipo de equipos se encuentran en la mayoría de los lugares del Instituto (oficinas, laboratorios, aulas, salas de juntas, salas de cómputo, auditorio, y servidores). Para este caso en particular se consideró apartar la carga del área de servidores, debido al alto tiempo de operación y consumo que tiene. Los servidores representaron el 55 % del consumo total para este uso, lo que lo convierte en el más importante, le siguen las PCs, con el 38.4%. En la categoría “Resto de equipos”, se encuentran los monitores, laptops, no breaks y routers, cuyos consumos individuales no son significativos, por lo que se agruparon.

Tabla 5-5: No. de equipos de cómputo

Uso de equipo de cómputo	
Tipo de equipo	Registrados
PC	276
Servidores	-
Monitores	242
Laptop	53
No Break	7
Router	14

Figura 5-11: Gráfica 36



Fuente: Elaboración propia.

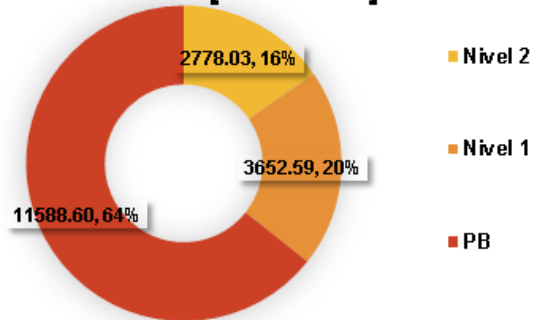
La distribución del consumo por piso refleja que la mayor parte de este se localiza en la planta baja con un 64.7%, lo que es congruente dado que los servidores se encuentran localizados ahí con un horario de funcionamiento 24/7. Aunque los otros dos niveles solo representan el 35.3 % restante, sus consumos siguen siendo elevados debido al uso intensivo que tienen en PCs, utilizando equipos en horarios que van desde 10 hasta 24 horas diarias.

Figura 5-12: Gráfica 37

Tabla 5-6: Consumo mensual estimado por uso de equipo de cómputo

Uso de equipo de cómputo	
Ubicación	Consumo total [kWh/mes]
2	2,778.03
1	3,652.59
PB	11,588.60
Total	18,019.22

Consumo mensual estimado por uso de equipo de cómputo [kWh/mes]



Fuente: Elaboración propia.

5.3.3. Climatización de espacios

Se midieron 65 recintos del Instituto, con equipos de climatización (Ventiladores, Calefactores y Minisplits), la carga total instalada para este uso fue de 52.25 [kW] que representa el 17.2% del total del edificio. El consumo mensual estimado para este uso es de 1681.97 [kWh/mes], representando un 5.73% de la energía total, convirtiéndolo en el segundo uso que menos consume.

Este tipo de equipos se encuentran en la mayoría de los lugares del Instituto (oficinas, laboratorios, salas de juntas, salas de cómputo, bodegas y servidores).

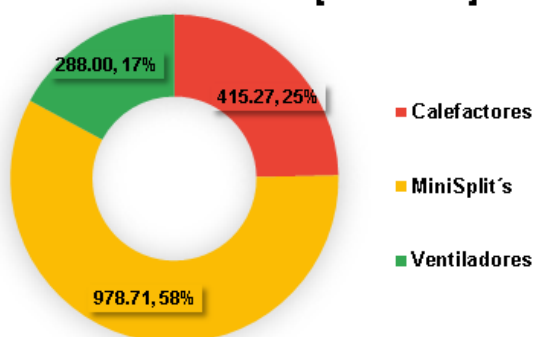
Los MiniSplit representaron el 58.2% del consumo total, lo que lo convierte en el más importante, seguido de los calefactores con un 24.7% y los ventiladores con 17.1%.

Figura 5-13: Gráfica 38

Tabla 5-7: No. de equipos de climatización

Climatización de espacios	
Tipo de equipo	Registrados
Calefactores	13
MiniSplit	10
Ventiladores	54

Climatización [kWh/mes]



Fuente: Elaboración propia.

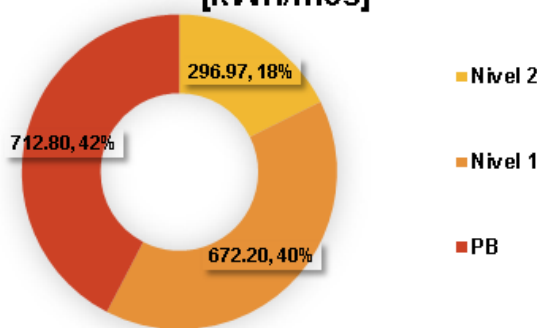
La distribución del consumo por piso refleja que la mayor parte de este se localiza en planta baja, dado que, de los 77 equipos de climatización en el Edificio, 33 se encuentran en este nivel, los 44 equipos restantes se distribuyen uniformemente con 22 equipos en los demás pisos, la diferencia en el consumo entre ambos se debe principalmente a los minisplits, ya que en el primer nivel tienen 4 y en el segundo sólo cuentan con 2, de menor potencia.

Figura 5-14: Gráfica 39

Tabla 5-8: Consumo mensual estimado por climatización de espacios

Climatización de espacios	
Ubicación	Consumo total [kWh/mes]
2	296.97
1	672.20
PB	712.80
Total	1,681.97

Consumo mensual estimado por climatización de espacios [kWh/mes]



Fuente: Elaboración propia.

5.3.4. Uso de equipos misceláneos

Se midieron 63 recintos del Instituto, con equipos misceláneos (Microondas, Cafeteras, Secadores de Mano, Extractores, Dispensadores de agua, Teléfonos, Refrigeradores y Minibares), la carga total instalada para este uso fue de 72.6 [kW] que representa el 23.7 % del total del edificio. El consumo mensual estimado para este uso es de 2,444.62 [kWh/mes], representando un 8.47 % de la energía total y convirtiéndolo en el tercer uso que menos consume a pesar de ser la carga instalada más grande del instituto.

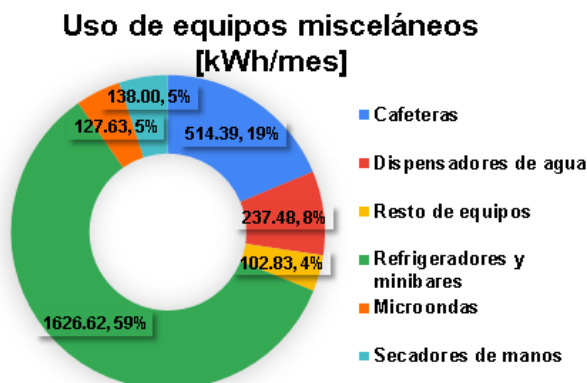
Este tipo de equipos se encuentran en la mayoría de los lugares del Instituto (oficinas, laboratorios, pasillos, salas de juntas, salas de cómputo, sanitarios y comedores).

Los Refrigeradores y Minibares representaron el 60.1 % del consumo total, lo que lo convierte en el más importante, seguido de las cafeteras con un 18.3 % y los dispensadores de agua con 8.4 %, el consumo de los secadores de manos y microondas juntos representa el 9.4 %. La categoría “Resto de equipos” representa diversas clasificaciones cuyos consumos individuales no son significativos, por lo que se agruparon.

Tabla 5-9: No. de equipos misceláneos

Uso de equipos misceláneos	
Tipo de equipo	Registrados
Cafeteras	25
Dispensador de agua	5
Refrigeradores y minibares	15
Microondas	18
Secadores de manos	6
Resto de equipos	44

Figura 5-15: Gráfica 40



Fuente: Elaboración propia.

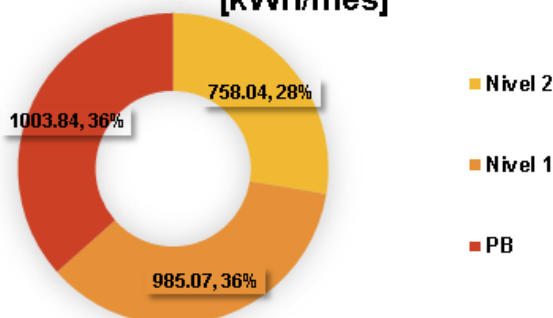
La distribución por piso refleja que la planta baja y el primer nivel son los que tienen el mayor consumo, con un 36.8 % y 35.3 % respectivamente, en general el consumo por este uso está bien distribuido en el edificio.

Figura 5-16: Gráfica 41

Tabla 5-10: Consumo mensual estimado por uso de equipos misceláneos

Uso de equipos misceláneos	
Ubicación	Consumo total [kWh/mes]
2	758.04
1	985.07
PB	1,003.84
Total	2,746.95

Consumo mensual estimado por uso de equipos misceláneos [kWh/mes]



Fuente: Elaboración propia.

5.3.5. Uso de equipo de oficina

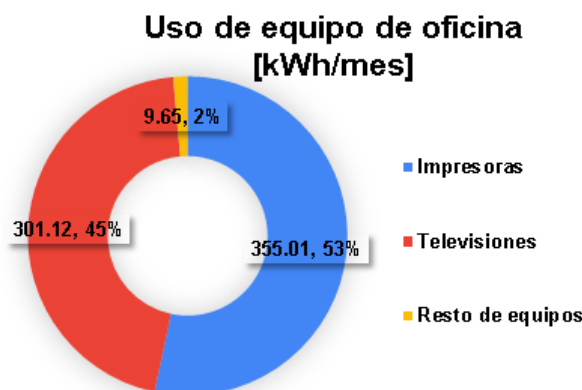
Se midieron 110 recintos del Instituto, con equipos de oficina (Impresoras, Escáneres, Engrapadoras, Plotters, Proyectoras, Sacapuntas, Trituradoras, Televisores, Bocinas y Etiquetadoras), la carga total instalada para este uso fue de 47.95 [kW] que representa el 15.8 % del total del edificio. El consumo mensual estimado para este

uso es de 581.55 [kWh/mes], representando un 2.01 % de la energía total, convirtiéndolo en el uso que menos consume. Este tipo de equipos se encuentran en la mayoría de los lugares del Instituto (oficinas, laboratorios, pasillos, salas de juntas, salas de cómputo, áreas de exhibición, Auditorio, Aulas, Bodegas y comedores). Las Impresoras representaron el 53.1 % del consumo total, lo que lo convierte en el más importante, seguido de las Televisiones con un 45.3 %. La categoría “Resto de equipos” representa diversas clasificaciones cuyos consumos individuales no son significativos, por lo que se agruparon y representaron un 1.6 %.

Figura 5-17: Gráfica 42

Tabla 5-11: No. de equipos de oficina

Uso de equipo de oficina	
Tipo de equipo	Registrados
Impresoras	134
Televisiones	17
Resto de equipos	40



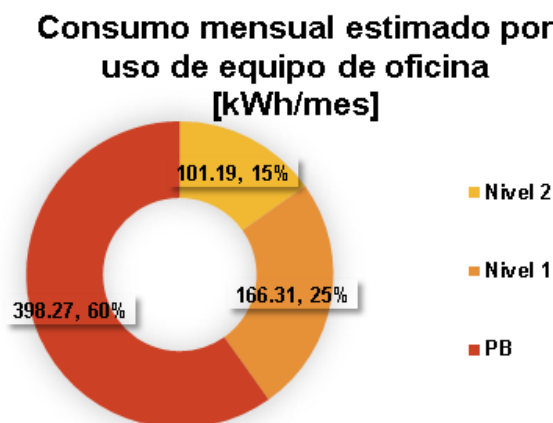
Fuente: Elaboración propia.

La distribución del consumo por piso refleja que la mayor parte de este se localiza en la Planta Baja, esto se explica debido a que en planta baja se realizan en su mayoría actividades de oficina y de administración, además de ser el piso que cuenta con mayor número de Televisiones instaladas en los pasillos.

Figura 5-18: Gráfica 43

Tabla 5-12: Consumo mensual estimado por uso de equipo de oficina

Uso de equipo de oficina	
Ubicación	Consumo total [kWh/mes]
2	88.97
1	145.55
PB	346.99
Total	581.51



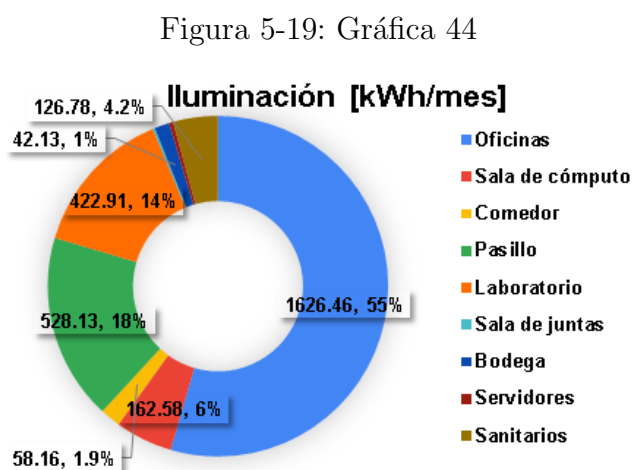
Fuente: Elaboración propia.

5.3.6. Iluminación

Del Instituto de Geofísica se analizaron 187 recintos, que representan un área total de 3178.3 [m²], se clasificaron los recintos por zonas de acuerdo al uso actual que se le da en el Instituto, la carga total instalada para este uso fue de 22.16 [kW] que representa el 7.3 % del total del edificio. El consumo mensual para este uso es de 2,984.94 [kWh/mes], representando un 9.3 % de la energía total. La mayor parte de energía en iluminación es ocupada por las oficinas, seguido de los laboratorios y los pasillos.

Tabla 5-13: Consumo mensual estimado por zona

Iluminación	
Zona	Consumo total [kWh/mes]
Oficinas	1,626.46
Salas de cómputo	162.58
Comedores	58.16
Pasillos	528.13
Laboratorios	422.91
Salas de juntas	5.96
Bodegas	42.13
Servidores	11.82
Sanitarios	126.78
Total	2,984.94



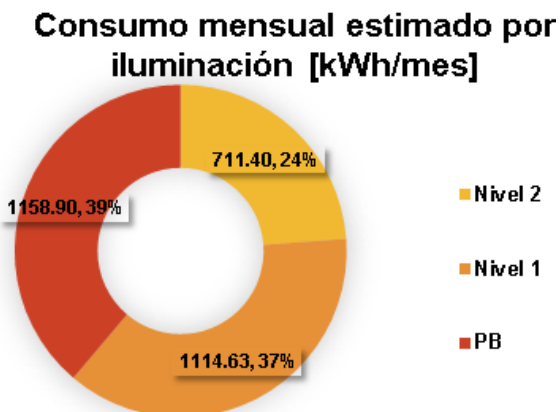
Fuente: Elaboración propia.

La distribución del consumo por piso refleja que la mayor parte de este se localiza distribuido entre el Primer Nivel y la Planta Baja, los bajos niveles de consumo en el Segundo Nivel se deben principalmente a que tenía una zona en remodelación.

Figura 5-20: Gráfica 45

Tabla 5-14: Consumo mensual estimado por uso de iluminación

Iluminación	
Ubicación	Consumo total [kWh/mes]
2	711.4
1	1114.63
PB	1158.90
Total	2,984.94



Fuente: Elaboración propia.

Descripción general de las zonas y luminarias

La mayoría de los recintos medidos contaba con luz natural y un sólo interruptor, las paredes son blancas y se contabilizaron 554 luminarios, el tipo de lámpara predominante son las Fluorescentes lineales TL5 de 14 [W], representando el 84.98 % de las lámparas totales.

Tabla 5-15: Descripción General de las Zonas y luminarias

Zona	#Luminarias	Tipo predominante		Descripción
Oficinas	267	3x14W TL5	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, un solo interruptor controlaba todas las luminarias, paredes blancas.
Salas de cómputo	29	3x14W TL5	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, un solo interruptor controlaba todas las luminarias, paredes blancas.
Comedores	23	3x14W TL5	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, un solo interruptor controlaba todas las luminarias, paredes blancas.
Pasillos	80	3x14W TL5	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, un solo interruptor controlaba todas las luminarias, paredes blancas.

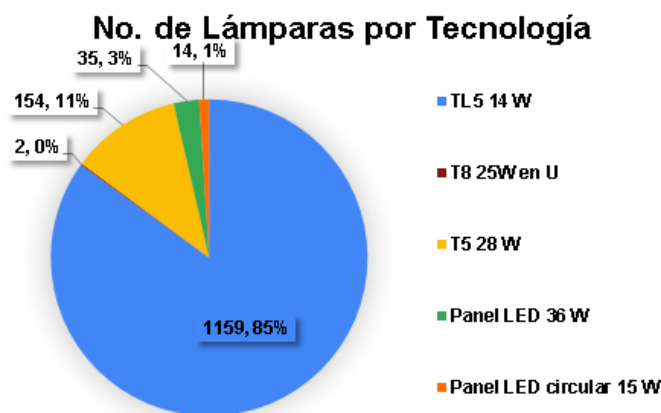
*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.3. ANÁLISIS DE CARGA POR USO FINAL GEOFÍSICA*

Zona	#Luminarias	Tipo predominante		Descripción
Laboratorios	65	3x14W TL5	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, iluminación seccionada, paredes blancas.
Salas de Juntas	33	3x14W TL5	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, iluminación seccionada, paredes blancas.
Bodegas	27	3x14W TL5	Fluorescente lineal	No contaban con luz natural, iluminación seccionada, paredes blancas.
Servidores	12	3x14W TL5	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, iluminación seccionada, paredes blancas.
Sanitarios	18	3x14W TL5	Fluorescente lineal	Contaban con luz natural, iluminación seccionada, paredes blancas.

Fuente: Elaboración propia.

De lámparas Fluorescentes lineales TL5 14[W] se contabilizaron 1143 en funcionamiento y 55 fuera de servicio (inexistentes, descompuestas, mal funcionamiento), le siguen las lámparas TL5 28 [W] con 151 en funcionamiento y 25 fuera de servicio. Del resto de lámparas se contabilizaron 2 T8U, 45 paneles led cuadrados y 14 paneles led circular.

Figura 5-21: Gráfica 46



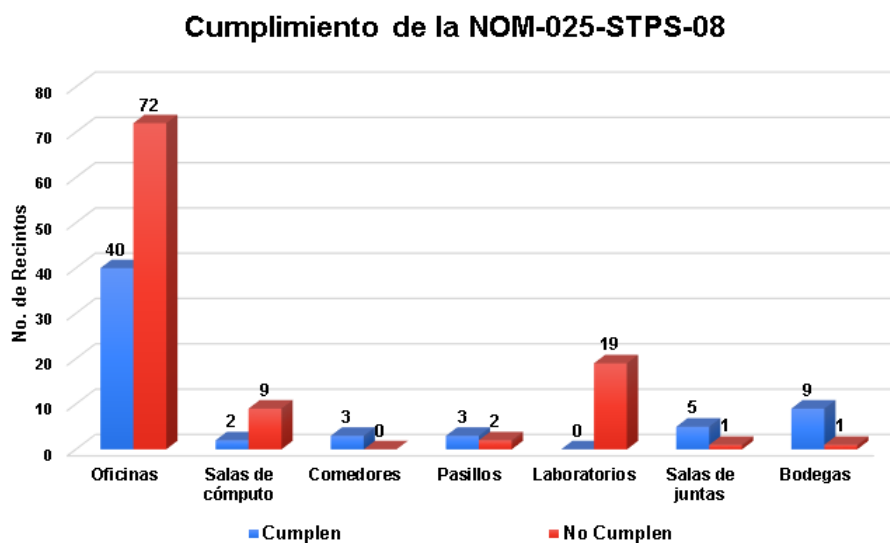
Fuente: Elaboración propia.

5.3.7. Evaluación de los niveles de iluminación y factor de reflexión

Para conocer los niveles de iluminación en el Instituto se midieron 172 recintos, de los cuales sólo el 59.6% garantizan condiciones idóneas al personal según los lineamientos de la NOM-025-STPS-2008.

Se clasificó los recintos según el uso que actualmente se les da en el Instituto, en el caso de las oficinas el 35.7% cumplió con los niveles de iluminación óptimos para la actividad que ahí se desarrolla, en el caso de los laboratorios ninguno cumplió, de los pasillos el 75% cumplió mientras que de las salas de cómputo cumplió el 18.1%, de las salas de junta cumplió el 83%, todos los comedores cumplieron.

Figura 5-22: Gráfica 47



Fuente: Elaboración propia.

Al realizar el análisis por zona se encontró que las oficinas, salas de computo y los laboratorios no cumplieron con los valores establecidos en la norma, además al identificar los luxes mínimos medidos, se observó que en todas las zonas existen recintos que no cumplen con los niveles mínimos en iluminación. En el caso de las bodegas y las salas de junta, aun que el valor promedio cumple se encuentra muy cercano al valor de la norma el cual es mínimo.

Tabla 5-16: Análisis de la NOM-025-STPS-2008 (Iluminación)

Análisis de la NOM-025-STPS-2008 (Iluminación)					
Zona	*Luxes mínimos obtenidos	*Luxes máximos obtenidos	Evaluación del cumplimiento		
			Luxes promedio obtenidos	Luxes en la Norma	Cumplimiento
Oficinas	44	665.25	224.3	300	No Cumple
Sala de cómputo	45	758	345.07	500	No Cumple
Comedor	477.2	707.5	322.17	200	Cumple
Pasillo	35.5	319.5	166.72	100	Cumple
Laboratorio	85.7	475.5	163.74	500	No Cumple
Sala de juntas	221.7	594.2	319.58	300	Cumple
Bodega	66.25	532.7	105.23	100	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

*Los valores de luxes máximos y mínimos obtenidos se refieren al valor que obtuvo algún recinto, es decir, existe una oficina que obtuvo un valor promedio de 44 luxes, mientras que hay otra que obtuvo un valor promedio de 665.25 luxes.

En el análisis por zona se identifico que todas cumplen con los valores de $\%K_f$ establecidos en la norma, además, de los 169 recintos solo 6 se encuentran fuera del rango para el factor de reflexión. Al identificar los valores de $\%K_f$ máximos obtenidos, se encontró que en las oficinas, los pasillos y los laboratorios existen recintos que no cumplen con el valor de la norma.

Tabla 5-17: Análisis de la NOM-025-STPS-2008 (Factor de reflexión)

Análisis de la NOM-025-STPS-2008 (Factor de reflexión)				
Zona	*$\%K_f$ máximo obtenido	Evaluación del cumplimiento		
		$\%K_f$ promedio obtenido	$\%K_f$ máximo permisible	Cumplimiento
Oficinas	57.2	19.32	50	Cumple
Sala de cómputo	45.2	22.40	50	Cumple
Comedor	43.4	30.17	50	Cumple
Pasillo	63.11	32.94	60	Cumple
Laboratorio	64.5	42.00	50	Cumple
Sala de juntas	28.7	17.49	50	Cumple
Bodega	20.6	12.82	50	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

*El valor de $\%K_f$ máximo obtenido se refiere al valor que obtuvo algún recinto, es decir, existe una oficina que obtuvo un valor promedio de 57.2%.

5.3.8. Evaluación de la Densidad Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

Para este análisis se censó un área total de 2770.42 [m²] y se tiene una carga instalada de iluminación de 23.96 [kW], para verificar el cumplimiento de acuerdo a la NOM-007-ENER-2014, se tomó un valor de 14 [W/m²] que corresponde al valor de densidad de potencia eléctrica para Escuelas e Instituciones Educativas, obteniendo un resultado de 8.4 [W/m²], por lo que se puede concluir que el edificio cumple con lo marcado en la norma.

Se calculó el DPEA por cada tipo de zona, de los 9 registrados, 7 cumplieron con el valor establecido en la norma.

Tabla 5-18: Análisis de la NOM-007-ENER-2014

Análisis de la NOM-007-ENER-2014			
Zona	[W/m²] Obtenido	[W/m²] Norma	Cumplimiento
Oficinas	8.95	11.95	Cumple
Sala de cómputo	9.19	13.24	Cumple
Comedor	15.28	10.66	No Cumple
Pasillo	5.16	7.1	Cumple
Laboratorio	11.03	19.48	Cumple
Sala de juntas	5.5	13.24	Cumple
Bodega	7.23	6.78	No Cumple
Servidores	13.12	13.24	Cumple
Sanitarios	6.83	10.55	Cumple
Total del Edificio	8.4	14	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

5.3.9. Análisis de resultados

A pesar de que el 59.6% de los recintos medidos cumplen con los niveles óptimos de iluminación, al realizar un análisis con el factor de reflexión y el DPEA, se encontró que sólo 40 recintos cumplen con ambas normas, 77 cumplen con DPEA, pero no con iluminación y 25 cumplen con iluminación, pero no con DPEA.

Esto se hace tangible considerando que para una oficina con un área promedio de 12.28 [m²] se tienen instaladas 6 lámparas o que un pasillo de 39.07 [m²] tiene 21 lámparas, aunado a ello, la tecnología es reciente y eficiente, lo que contribuye a concluir que tienen una tecnología buena pero el sembrado puede no ser el más indicado. En el análisis del factor de reflexión, 6 recintos medidos no cumplieron con los rangos de la norma, por lo que existe deslumbramiento en estas áreas, de los cuales 5 son laboratorios y una oficina, este resultado se debe principalmente a que la mayor parte de las superficies en las que trabajan son blancas o metálicas.

Analizando la situación más crítica, se tiene que 1 lugar no cumple tanto en iluminación como en DPEA, lo que significa que tiene demasiada carga instalada la cual es ineficiente y no alcanza a cubrir las necesidades de iluminación.

Por lo anteriormente expuesto, se considera necesario hacer cambios en el sistema de iluminación, enfocado en mantener la tecnología con la que ya cuentan, pero mejorando el sembrado, los balastos y la homogeneidad de tecnología en lámparas.

5.3.10. Propuestas de mejora al Sistema de Iluminación

En el Instituto de Geofísica se identificó el uso de diferentes tipos de tecnologías así como una distribución irregular de las mismas entre recintos, aunado a ello, se observó que a pesar de contar con luminarias y lámparas en buen estado y con tecnologías recientes, los niveles de iluminación no eran los óptimos en todos los casos, es por ello que las propuestas para el Instituto estará compuesta por recomendaciones y observaciones para asegurar el óptimo desempeño de su Sistema de Iluminación.

Homogeneizar las tecnologías

Se observa que se cuenta con luminarias y lámparas eficientes, sin embargo, las tecnologías utilizadas difieren entre los recintos cuya utilidad es la misma, un sistema de iluminación homogéneo puede reducir la posibilidad de contar con recintos cuyos niveles de iluminación se encuentren fuera del nivel promedio, permitiendo identificar fácilmente necesidades puntuales así como facilitando la reforma del Sistema de iluminación en caso de considerarse necesario.

Adquirir equipos con un factor de balastro más alto

Considerando los factores anteriormente explicados y los niveles de iluminación obtenidos, esta propuesta sugiere adquirir equipos con un factor de balastro más alto del que se tiene actualmente, esta mejora en conjunto con la implementación de la medida anterior ayudaría a elevar los niveles de iluminación de las lámparas instaladas, se sugiere implementar

esta propuesta en las zonas cuyos niveles de iluminación están cercanos a cumplir con los valores de la norma.

Mejorar el sembrado de las luminarias

A lo largo del estudio se identificó que el Instituto cuenta con niveles de DPEA muy por debajo del valor máximo establecido por la NOM-007-ENER-2014, tal es el caso de las oficinas cuyo DPEA obtenido fue de $8.95 \text{ [W/m}^2\text{]}$ siendo de $11.95 \text{ [W/m}^2\text{]}$ el máximo permitido, las Salas de cómputo con $9.19 \text{ [W/m}^2\text{]}$ siendo de $13.24 \text{ [W/m}^2\text{]}$ el máximo permitido, los laboratorios con $11.03 \text{ [W/m}^2\text{]}$ siendo de $19.48 \text{ [W/m}^2\text{]}$ el máximo permitido y las Salas de juntas con $5.5 \text{ [W/m}^2\text{]}$ siendo de $13.24 \text{ [W/m}^2\text{]}$ el máximo permitido. Al comparar los niveles de iluminación con el DPEA obtenido para estos recintos se identificó que en muchos casos el sembrado de las luminarias puede ser deficiente, esto debido a que se observan lugares con dimensiones similares pero que no cuentan con el mismo número de luminarias instalados o recintos con luminarias de distintos tamaños sin un propósito específico para ello, contar con un sembrado homogéneo permite facilitar la implementación de reformas en el Sistema de iluminación ya que no es necesario identificar las necesidades particulares de cada recinto.

Solicitar un estudio especializado

Debido al alcance de este trabajo, se sugiere realizar un análisis más preciso del Sistema de Iluminación, debido a la complejidad que conlleva una propuesta firme para el Instituto, actualmente se cuenta con diferentes tecnologías instaladas que son eficientes, pero que no cumplen con los niveles mínimos de iluminación en todos los casos, recintos con dimensiones muy variadas para un mismo uso que dificultan proponer la implementación de un sólo tipo de luminaria ya que puede ser benéfico en unos casos y contraproducente en otros y un sembrado de luminarias irregular incluso entre recintos con dimensiones y usos iguales.

5.4. Análisis en la instalación eléctrica del SITE

Como parte del Diagnóstico Energético, el Secretario Técnico expresó las inquietudes respecto al área de Servidores del Instituto, debido a que en un futuro se tiene planeado agregar más carga y requieren saber si cuentan con la capacidad para agregarla. Para este análisis se requirió hacer un seguimiento de la carga actual del área de Servidores hasta el Tablero General de Distribución del Edificio, tomando en cuenta la capacidad de las protecciones, los conductores y el UPS, además se realizaron observaciones del estado general de la instalación eléctrica enfocado en esa área.

El área de Servidores (SITE) del Instituto de Geofísica se encuentra ubicada al fondo del pasillo de “Servicio Mareográfico” en la Planta Baja del Edificio, tiene instalados dos tableros identificados como “Tablero 2R” y “Tablero 2RA”, debido a que estos alimentan equipo crítico para las actividades de investigación del instituto, no fueron identificados en los circuitos.

Para analizar la capacidad disponible en los tableros, se midieron las corrientes que demanda cada una de las fases del interruptor que los alimenta.

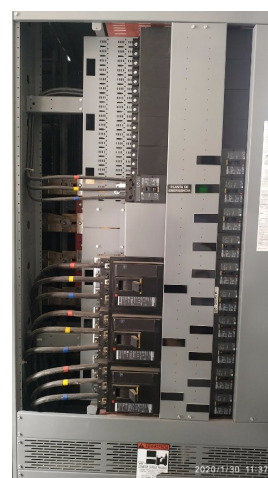
Con la información del seguimiento de las cargas instaladas en el área de Servidores (SITE), se realizó el diagrama unifilar que describe las conexiones entre tableros hasta llegar a ese punto.

Tablero A

El tablero A se encuentra en la subestación y proporciona energía a todo el edificio, cuenta con un interruptor general con capacidad de 1,600 [A] y barra de neutro, es de 44 polos y tiene 14 interruptores trifásicos. Del tablero se encontró que el gabinete y todos los interruptores se encuentran en buen estado, con la capacidad visible, pero sin identificar la carga que alimentan en su mayoría.

La protección correspondiente al área de servidores se encuentra en los circuitos 27,29 y 31, tiene una capacidad de 300 [A], con conductores calibre 400 KCM.

Figura 5-23: Imagen 19 Tablero de distribución T3N2



Fuente: Elaboración propia.

*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.4. ANÁLISIS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SITE GEOFÍSICA*

Tabla 5-19: Medición de la corriente (Salida Tablero A)

Medición de la Corriente (Salida)	
Fase	[A]
A	102.2
B	100
C	98.5

Fuente: Elaboración propia.

Se identificó el calibre de los conductores y se comparó de acuerdo a lo establecido en la NOM-001-SEDE-2012, Anexo Instituto de Geofísica Apéndice D-4, para este caso tiene una capacidad de conducción de hasta 335 [A] por lo que se determinó que es adecuado.

Tablero C

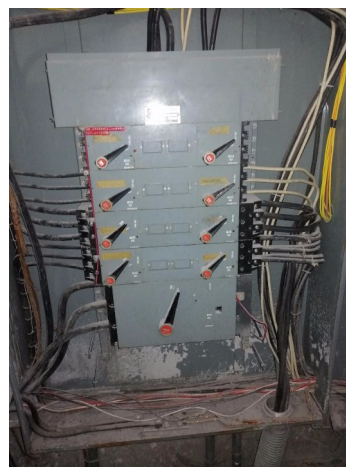
El “Tablero C” se alimenta del “Tablero A” de la protección antes mencionada, el cual se encuentra a una distancia aproximada de 80 metros, es de 24 polos y cuenta con un interruptor general con capacidad de 500 [A]. Tiene 6 interruptores trifásicos, de ellos el correspondiente al área de servidores se encuentra ubicado en los circuitos 14,16 y 18, con una capacidad de 125 [A] y conductores calibre 3/0 AWG. Se identificó que el calibre sea adecuado de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012, Anexo Instituto de Geofísica Apéndice D-4, ya que pueden conducir hasta 200 [A].

Tabla 5-20: Tablero C

Localización: Pasillo Central (Planta Baja)			
Tablero "B" 3φ	Nombre: Tablero C		
	Interruptor Principal: 500 [A]		
Capacidad [A]	Circuito		Capacidad [A]
Libres	1	2	Libres
	3	4	
	5	6	
100	7	8	100
	9	10	
	11	12	
100	13	14	125
	15	16	
	17	18	
100	19	20	225
	21	22	
	23	24	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-24: Imagen 20
Tablero C



*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.4. ANÁLISIS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SITE GEOFÍSICA*

Se midieron las corrientes de entrada del tablero y se verificó que la secuencia de fases fuera correcta, sin embargo se observó que se encontraban intercambiadas la Fase A y la C.

Tabla 5-21: Medición de la corriente (Entrada Tablero C)

Medición de la corriente (Entrada Tablero C)	
Fase	[A]
C	94.5
B	104.9
A	100

Fuente: Elaboración propia.

Del tablero se encontró que el gabinete y los interruptores se encuentran en buen estado, con exceso de polvo, la capacidad visible, pero sin identificar la carga que alimentan.

Interruptor C

El interruptor de caja moldeada se alimenta del “Tablero C” de la protección antes mencionada, el cual se encuentra a una distancia aproximada de 40 metros, tiene una capacidad máxima de 150 [A] y opción de ajuste de retardo, con conductores de entrada calibre 3/0 AWG.

Durante la inspección de este interruptor se encontró que los conductores de entrada están trozados, al investigar las especificaciones técnicas del mismo, no encontramos impedimentos físicos para conectar un conductor de calibre 3/0 AWG.

Figura 5-25: Imagen 21 Interruptor C



Fuente: Elaboración propia.

Este interruptor alimenta al “Tablero 6C” pasando por un sistema de control “DALE 3200”, con conductores calibre 1/0 AWG, el cual realiza el bypass entre la planta generadora de emergencia y la energía de la subestación.

*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.4. ANÁLISIS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SITE GEOFÍSICA*

Tabla 5-22: Medición de la corriente (Salida Interruptor C)

Medición de la corriente (Entrada Tablero C)		Capacidad del interruptor
Fase	[A]	[A]
A	86.7	150
B	64.5	
A	72.5	

Fuente: Elaboración propia.

Se identificó que el calibre es adecuado de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012 ,Anexo Instituto de Geofísica Apéndice D-4, ya que pueden conducir hasta 150 [A].

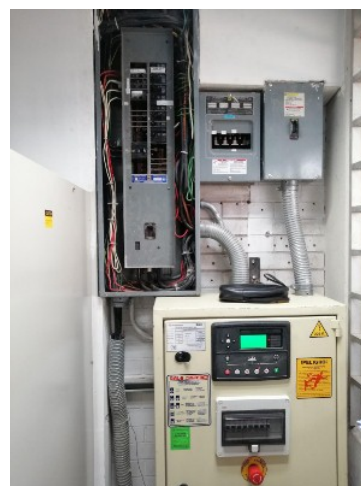
Tablero 6C

El tablero “6C” se alimenta del “Interruptor C” el cual se encuentra en la misma habitación, es de la marca SQUARE D DE MEXICO S.A. y tiene una capacidad máxima de 225 [A] en barras, cuenta con interruptor principal sin la capacidad indicada, es de 42 polos y tiene 13 interruptores, 4 monofásicos, 8 bifásicos y un trifásico ubicado en los circuitos 31,33 y 35, correspondiente al área de servidores, con una capacidad de 100 [A] y conductores calibre 2 AWG.

Tabla 5-23: Tablero 6C

Localización: Pasillo Maremográfico ÜPS” (Planta Baja)			
Tablero 3 ϕ	Nombre: Tablero 6C		
	Interruptor Principal: 225 [A]		
Capacidad [A]	Circuito		Capacidad [A]
Libres	1	2	S/D
S/D	3	4	Libre
	5	6	
S/D	7	8	S/D
S/D	9	10	S/D
40	11	12	S/D
	13	14	
Libres	15	16	S/D
	17	18	S/D
	19	20	S/D
	21	22	
	23	24	50
	25	26	40
	27	28	
29	30		

Figura 5-26: Imagen 22
Tablero 6C



*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.4. ANÁLISIS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SITE GEOFÍSICA*

Capacidad [A]	Circuito		Capacidad [A]
100	31	32	Libres
	33	34	
	35	36	
Libres	37	38	
	39	40	
	41	42	

Fuente: Elaboración propia.

Del tablero se encontró que todos los interruptores están en buen estado, con la capacidad visible, pero en su mayoría sin identificar la carga que alimentan, por otra parte, los conductores no tenían un acomodo adecuado y esto impedía cerrar con facilidad el gabinete.

Tabla 5-24: Medición de la corriente (Salida Interruptor 6C)

Medición de la Corriente (Salida del tablero 6C, entrada UPS)		Capacidad del interruptor
Fase	[A]	[A]
A	50.4	100
B	50	
C	49.7	

Fuente: Elaboración propia.

Se identificó que el calibre es adecuado de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012, Anexo Instituto de Geofísica Apéndice D-4, ya que pueden conducir hasta 115 [A].

UPS

El UPS se alimenta del “Tablero 6C” de la protección antes mencionada, el cual se ubica en la misma habitación, sus conductores de entrada y salida son de calibre 2 AWG.

Tabla 5-25: Medición de la corriente (Salida UPS, entrada tablero 2R)

Medición de la Corriente (Salida del tablero 6C, entrada UPS)	
Fase	[A]
A	49
B	50
C	32

Fuente: Elaboración propia.

Se identificó que el calibre es adecuado de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012 Anexo Instituto de Geofísica Apéndice D-4, ya que pueden conducir hasta 115 [A].

*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.4. ANÁLISIS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SITE GEOFÍSICA*

Tablero 2R

El “tablero 2R” se alimenta del UPS, el cual se encuentra en el cuarto contiguo, no cuenta con interruptor principal, es de 22 polos, está aterrizado y cuenta con tierra física, es de la marca SQUARE D COMPANY con una capacidad máxima de 100 [A] en barras. Tiene 9 interruptores, 6 monofásicos de 30 [A], 2 monofásicos de 20 [A] y un interruptor trifásico de 50 [A] ubicado en los circuitos 19,21 y 23, que alimenta al tablero 2RA, con conductores calibre 4 AWG.

Tabla 5-26: Tablero 2R

Localización: SITE de cómputo (Planta Baja)			
Tablero 3	Nombre: 2R		
	Interruptor Principal:No Tiene		
Capacidad [A]	Circuito		Capacidad [A]
Libres	1	2	Libres
	3	4	
	5	6	
30	7	8	
30	9	10	
20	11	12	
Libres	13	14	30
	15	16	20
	17	18	30
50	19	20	30
	21	22	Libres
	23	24	

Figura 5-27: Imagen 23
Tablero 2R



Fuente: Elaboración propia.

De la inspección visual del tablero se encontró que el gabinete y todos los interruptores se encuentran en buen estado, con la capacidad visible, pero sin identificar la carga conectada, salvo por una indicación de energía regulada debido a que el tablero se encuentra respaldado por el (UPS).

Tabla 5-27: Tabla 64 Medición de la corriente (Entrada 2R)

Medición de la Corriente (Entrada 2RA)		Capacidad del interruptor de alimentación
Fase	[A]	[A]
A	49	50
B	41.9	
C	28.9	

Fuente: Elaboración propia.

*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.4. ANÁLISIS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SITE GEOFÍSICA*

Al realizar las mediciones de corriente en dichos conductores, se observó que tanto la fase A como la Fase B se encuentran en los límites de la capacidad máxima del interruptor, siendo la fase A el caso crítico, además se percibió una temperatura elevada en el mismo respecto a la del ambiente.

Se comparó de acuerdo a lo establecido en la NOM-001-SEDE-2012, Anexo Instituto de Geofísica Apéndice D-4, el conductor tiene una capacidad de conducción de hasta 85 [A], por lo que se determinó que es adecuado.

Se encontró que la mayor cantidad de corriente demandada por el tablero va al interruptor de 50 [A].

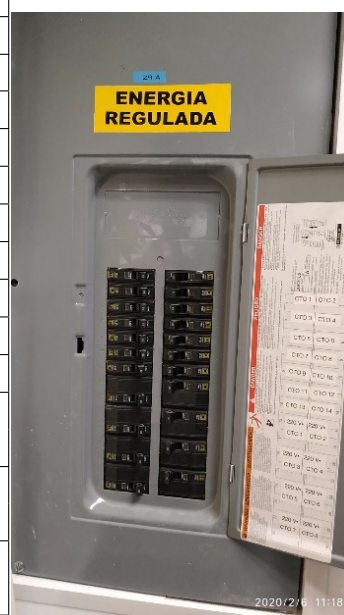
Tablero 2RA

El “Tablero 2RA” se alimenta del “Tablero 2R” del interruptor mencionado anteriormente, ubicado en la misma habitación, no cuenta con interruptor general, es de 30 polos y tiene tierra física, es de la marca SQUARE D con una capacidad máxima de 200[A] en barras. Del circuito 1 al 14 cuenta con 14 interruptores monofásicos de 30 [A], del 15 al 30 tiene 8 interruptores bifásicos de 30 [A]. El calibre de los conductores de salida del tablero, que alimentan la carga final son de 10 AWG.

Tabla 5-28: Tablero 2RA

Localización: SITE de cómputo (Planta Baja)			
Tablero 3	Nombre: 2RA		
	Interruptor Principal: No Tiene		
Capacidad [A]	Circuito		Capacidad [A]
30	1	2	30
30	3	4	30
30	5	6	30
30	7	8	30
30	9	10	30
30	11	12	30
30	13	14	30
30	15	16	30
	17	18	
30	19	20	30
	21	22	
30	23	24	30
	25	26	
30	27	28	30
	29	30	

Figura 5-28: Imagen 24 Tablero 2RA



Fuente: Elaboración propia.

*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.4. ANÁLISIS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SITE GEOFÍSICA*

El resultado de la inspección visual muestra que el gabinete y todos los interruptores se encuentran en buen estado, con la capacidad visible pero sin identificar la carga conectada. Se identificó el calibre de los conductores que alimentan la carga final y se comparó de acuerdo a lo establecido en la NOM-001-SEDE-2012, Anexo Instituto de Geofísica Apéndice D-4, el conductor tiene una capacidad de conducción de hasta 35 [A], por lo que es correcto.

Observaciones finales del análisis

- Del tablero general A al tablero de distribución C se encontró que las fases A y C estaban intercambiadas y que la coordinación de protecciones no es la correcta dado que va de una capacidad menor a una mayor.
- Del Tablero de distribución C al “Interruptor C” se encontró que la coordinación de protecciones no es la correcta dado que va de una capacidad menor a una mayor.
- Existe un desbalance en las fases desde el tablero C hasta el Tablero 6C.
- Se encontró que el Tablero 2R es alimentado directamente en barras por el UPS, por lo que no está protegido en caso de falla.
- El interruptor que alimenta al tablero 2RA se encuentra al límite de su capacidad nominal y cuenta con un desbalance entre fases. Es conveniente que se considere cambiarlo por uno de mayor capacidad, tomando en cuenta que el tablero 2R soporta una corriente máxima de 100[A] en barras, además de que el interruptor que alimenta ese tablero es de 100 [A].
- El tablero 2RA tiene un exceso de interruptores de 30 [A], cuyas capacidades máximas superan al interruptor de alimentación de 50 [A], esto es importante ya que se puede mal interpretar y pensar que se tiene capacidad para aumentar carga, siendo que las condiciones actuales demuestran que no es así.
- En general los conductores utilizados son adecuados.

Tabla 5-29: Tabla 66 Comparación de conductores con la norma

Calibre del conductor	Capacidad [A] 75° NOM-001-SEDE-2012	Corriente máxima medida [A]
400 KCM	335	104.9
3/0 AWG	200	86.7
1/0 AWG	150	86.7
2 AWG	115	50.4
4 AWG	85	49
10 AWG	35	-

Fuente: Elaboración propia.

*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.4. ANÁLISIS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SITE GEOFÍSICA*

Debido a que el instituto no proporciono datos del UPS se realizo un análisis de la capacidad que debería tener el UPS para aumentar la carga tomando en cuenta las condiciones actuales de la instalación.

- Análisis tomando en cuenta la capacidad del conductor

Se tomo como referencia la capacidad del conductor a 75 (Conductor de calibre 2 AWG que se encuentra tanto a la entrada como salida del UPS con capacidad de 115[A]) según la NOM-001-SEDE-2012, con el fin de no sobre estimar o subestimar la capacidad real del conductor.

Con la capacidad de corriente de este conductor, así como el nivel de tensión, se calculó el valor de potencia mínimo que el UPS debe tener para soportar la corriente nominal del conductor.

$$S = \sqrt{3}(V_L * I\phi) \quad (5-1)$$

$$S = \sqrt{3}(220[V] * 115[A]) = 43.82[kVA] \quad (5-2)$$

Tomando en cuenta que la demanda actual de corriente es de 50[A], si la capacidad del UPS supera el valor calculado, se podría aumentar la carga hasta tener una demanda en corriente de 115[A].

- Análisis tomando en cuenta la capacidad de la protección

Otro aspecto a considerar es la capacidad nominal de la protección ala que esta conectado el UPS (Interruptor de 100[A]), para este calculo se utilizo una capacidad en corriente de -20% del interruptor para evitar sobrecalentamientos, es decir, de 80[A], con el cual se obtiene el valor de potencia minimo que el UPS debe tener.

$$S = \sqrt{3}(220[V] * 80[A]) = 30.48[kVA] \quad (5-3)$$

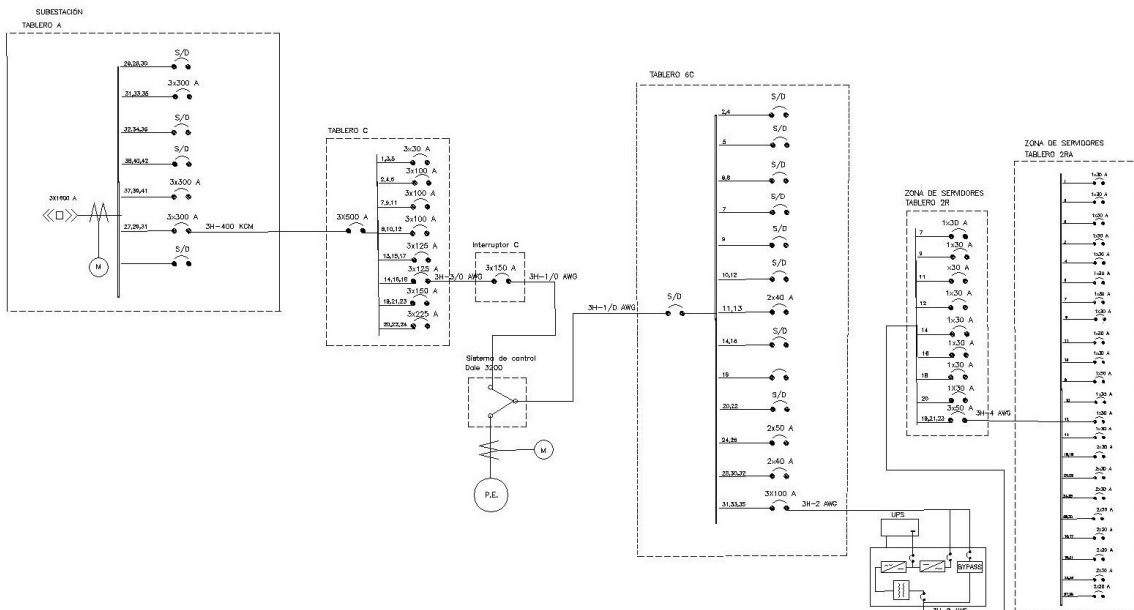
Tomando en cuenta que la demanda actual de corriente es de 50[A], si la capacidad del UPS supera el valor calculado, se podría aumentar la carga hasta tener una demanda en corriente de 80[A].

Con estos valores se concluye que es posible aumentar la carga de la zona de servidores hasta siempre y cuando se tomen en cuenta las observaciones y valores máximos que toleran los componentes mencionadas en los puntos anteriores.

*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.4. ANÁLISIS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SITE GEOFÍSICA*

Unifilar del la instalación eléctrica del SITE

Figura 5-29: Diagrama del SITE



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se recomienda que se actualice el diagrama unifilar completo del Instituto, se realice un mantenimiento periódico e inspecciones generales de los tableros y las condiciones de los componentes, además de que en caso de realizarse alguna cambios en el Sistema eléctrico se identifique que la secuencia de fase sea la correcta.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Resultados

Se realizó en los institutos de Geofísica y Geología un diagnóstico energético, un análisis del sistema de iluminación y un análisis eléctrico en un área específica, con el fin de identificar el uso que se le da actualmente a la energía, conocer el comportamiento que esta tiene y dar un panorama general de las instalaciones, tras lo cual se obtuvieron resultados respecto a ambos institutos.

En cuanto a las mediciones de los consumos realizados en las subestaciones que alimentan a los Institutos, se identificó que su comportamiento mensual es muy similar, teniendo los mismos periodos de consumos mínimos y máximos. El consumo de energía también presenta similitudes en los perfiles de carga típico y de fin de semana, con comportamientos de acuerdo a las actividades y horarios que se tienen en cada Instituto y una carga base constante incluso los fines de semana lo que implica que en todo momento cuentan con equipo operando, al realizarse el levantamiento y el análisis por usos finales se identificó que esta carga base se debe principalmente al uso de equipos de laboratorios y al uso de equipos de cómputo, siendo estos dos, los únicos que tienen horarios intensivos de hasta 24 horas diarias de operación.

Para analizar las cargas, estas fueron divididas por usos finales con el fin de identificar aquellas cuyo consumo y demanda eran las más representativas en cada Instituto.

Con lo anterior se observó que en ambos institutos el uso de equipos misceláneos tiene una carga instalada considerable en comparación con los demás usos, siendo la primera y segunda carga más importante para Geofísica y Geología respectivamente, al igual que las cargas en laboratorios y cómputo, que dado el fin que tienen los edificios, puede considerarse evidente al ser Institutos de investigación. Es importante considerar que si bien la

*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.4. ANÁLISIS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SITE GEOFÍSICA*

carga instalada por uso de equipo misceláneo es de las principales en ambos institutos, no sucede lo mismo en el análisis de consumos, donde ocupan el quinto y cuarto lugar para Geofísica y Geología respectivamente, por lo que se concluye que a pesar de tener muchos equipos como cafeteras, microondas y refrigeradores de uso personal, no se está haciendo un uso excesivo de ellos.

En el Instituto de Geología se identificó que la mayor parte de su consumo está destinado para la iluminación, lo que sugiere un problema en este uso sumado a que su valor en DPEA no cumple con normatividad. Se observó que su tecnología es obsoleta y se concluyó que su Sistema de Iluminación es deficiente, presentando una gran oportunidad de mejora y por lo tanto de ahorro, tanto económico como energético.

Las propuestas realizadas y simuladas para el Instituto de Geología significarían en caso de implementarse, una reducción de la carga instalada del 6.16 % y una reducción en el consumo del 18.39 %. Ambos valores son relevantes debido a que en el caso de la carga instalada, la disminución se verá reflejada en el DPEA donde el valor obtenido para el edificio tras la simulación de la propuesta fue de 10.89 [W/m²], cumpliendo con los niveles máximos permitidos en la NOM-007-ENER-2014, que para este caso es de 14 [W/m²]. En cuanto al consumo, la disminución del 18.39 % significa un ahorro de 3,736.86 [kWh] mensuales que en términos económicos significaría un ahorro anual de \$67,463.03.

En el Instituto de Geofísica su consumo principal es en equipo de cómputo, el cual se encuentra distribuido en la mayor parte de las zonas y en muchos casos permaneciendo activos de 10 a 24 horas debido a la actividad intensiva que en ellos se realiza, agregando la carga del área de servidores que trabaja 24 horas es notorio que este sea el uso principal. En el Instituto de Geofísica la iluminación es el tercer consumo más importante, lo que es evidente tomando en cuenta que tienen tecnología eficiente en su sistema. Sin embargo debido a que algunas zonas no cumplen con los niveles de iluminación, se concluyó que el sembrado de las luminarias no es el correcto.

Se observó que existían muchos factores que dificultaban dar una propuesta firme que ayudara a la mayor parte del instituto, se identificó que el sembrado de luminarias no era el adecuado, por lo que a pesar de contar con lámparas eficientes y buenos luminarios no cumplían en algunas zonas con niveles mínimos en iluminación, por ello la propuesta consistió en una serie de recomendaciones a implementar en el Sistema de iluminación:

Homogeneizar las tecnologías.

Adquirir equipos con un factor de balastro más alto.

Mejorar el sembrado de las luminarias.

Solicitar un estudio especializado (En caso de considerar insuficientes las medidas anterior-

*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.4. ANÁLISIS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SITE GEOFÍSICA*

res).

Finalmente para ambos institutos el consumo por uso de equipo de laboratorio es representativo ocupando el segundo lugar en ambos casos y determinando que es correcto debido las actividades de investigación que en ellos se realiza.

En el análisis de la instalación eléctrica realizada en los Laboratorios del Instituto de Geología, se elaboró un diagrama unifilar con el cual se puede dar seguimiento a la carga desde los tableros de distribución general, además, se realizaron observaciones respecto al estado de los tableros. Por último, se elaboró un croquis en el cual se identificó el interruptor dentro de los tableros que alimenta a cada contacto en los laboratorios, permitiendo con ello un seguimiento desde los contactos hasta el tablero de distribución general del Instituto.

En el Instituto de Geofísica se analizó la instalación eléctrica del SITE, para ello se rastrearon las cargas hasta la subestación y con las modificaciones detectadas a lo largo del seguimiento se actualizó el diagrama unifilar, además se realizaron observaciones respecto al estado de los tableros, los conductores e interruptores. Desde la subestación hasta el tablero que alimenta el SITE se identificaron puntos importantes donde debían tomarse medidas por la capacidad en los interruptores, también se identificó que la secuencia de fases en los conductores fuese correcta y que la coordinación de protecciones fuera la adecuada.

Finalmente, se analizó la capacidad que tiene el recinto para aumentar carga, tomando en cuenta las condiciones actuales de la instalación y el UPS.

Conclusiones

Es importante que ambos Institutos lleven un mejor control de la información, tanto de las reformas realizadas por terceros, como de las modificaciones que realicen sus trabajadores. Además consideramos necesario que se soliciten servicios especializado en Instalaciones eléctricas, que auxilien en el monitoreo, coordinación y planeación de los trabajos que se realicen, esto podría ser con el apoyo de otras Facultades o contratando terceros.

A pesar de que ambos Institutos cuentan con los mismos años en su actual ubicación en Ciudad Universitaria, es evidente que en el Instituto de Geofísica se han llevado a cabo más reformas tanto a su sistema de iluminación como a la infraestructura.

Para realizar un análisis completo de un Sistema iluminación, es necesario apoyarse tanto en la NOM-025-STPS-2008 como con la NOM-007-ENER-2014. Esto es debido a que mientras que la NOM-007 sirve para conocer la eficiencia del sistema de iluminación, la NOM-025 indica los niveles mínimos de iluminación y los índices de reflexión para asegurar

*CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL INSTITUTO DE
5.4. ANÁLISIS EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SITE GEOFÍSICA*

que existan las condiciones visuales adecuadas para el trabajo que ahí se realice. El utilizar sólo una de estas normas para realizar un análisis del sistema de iluminación resultaría en una evaluación incorrecta, es necesario utilizar ambas para contar con un equilibrio entre la carga instalada y las necesidades visuales.

Al analizar el consumo por uso final se identificó que en ambos Institutos se tiene un buen uso de la energía ya que los consumos se concentran en los laboratorios, los equipos de cómputo y la iluminación.

En cuanto a este último uso, ambos institutos tienen problemas en sus Sistemas de Iluminación, ya sea por el uso de tecnología ineficiente o por la falta de una correcta distribución del sembrado. Sin embargo, durante la realización de este estudio se observó que en ambos Institutos se están llevando a cabo reformas tanto estructurales como en el Sistema de iluminación, al instalar tecnologías más eficientes que las encontradas al iniciar el estudio.

APÉNDICE A

DEFINICIONES

Lumen: Unidad de flujo luminoso del Sistema Internacional, de símbolo lm, que equivale al flujo luminoso emitido por un foco puntual de 1 candela de intensidad en un ángulo sólido de 1 estereorradián.

Luxes: Unidad de medida de la iluminancia, nivel de iluminación o densidad luminosa.

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

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

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

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

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

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

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

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

Deslumbramiento: es cualquier brillo que produce molestia y que provoca interferencia

a la visión o fatiga visual.

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

Diagrama unifilar: Representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella.

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

Recinto: Espacio comprendido dentro de ciertos límites (muros, vallas, etc.) que se utiliza con un fin determinado.

APÉNDICE B

ABREVIATURAS

IC: índice de Área.

KF: Factor de reflexión.

DPEA: Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado.

kVA: Kilovolt Ampere.

W: Watt.

kW: Kilowatt.

kWh: Kilowatt hora.

kWh/mes: Kilowatt hora por mes.

LED: Light Emitting Diode.

UPS: Uninterruptible Power Supply.

A: Ampere.

KCM: Circular Mil.

AWG: American Wire Gauge.

S: Potencia Aparente.

VL: Voltaje de Línea.

ϕ : Fase.

3 ϕ : Trifásico.

I ϕ : Corriente de Fase.

\$: Pesos Mexicanos.

APÉNDICE C

ANEXOS INSTITUTO DE GEOLOGÍA

I Registro de mediciones de Geología

Perfil de Carga Mensual

Tabla C-1: Perfil de Carga Mensual (Enero 2020)

Instituto de Geología			
Periodo de medición	01/01/20 al 31/01/20	Registro máximo:	158 [kW]
Punto de medición:	Transformador de 500 kVA	Registro mínimo:	44 [kW]
Intervalo de registro:	15 minutos	Registro promedio:	84 [kW]

Fuente: Elaboración propia.

Perfil de Carga Típico (lunes 27)

Tabla C-2: Perfil de Carga Típico (Miércoles 29)

Instituto de Geología			
Periodo de medición	01/01/20 al 31/01/20	Registro máximo:	158 [kW]
Punto de medición:	Transformador de 500 kVA	Registro mínimo:	[kW]
Intervalo de registro:	15 minutos	Registro promedio:	[kW]

Fuente: Elaboración propia.

APÉNDICE C. ANEXOS INSTITUTO DE GEOLOGÍA

Perfil de Carga Típico (Sábado 25 y Domingo 26)

Tabla C-3: Perfil de Carga Típico (sábado 25 y Domingo 26)

Instituto de Geología			
Sábado 25			
Periodo de medición	01/01/20 al 31/01/20	Registro máximo:	87 [kW]
Punto de medición:	Transformador de 500 kVA	Registro mínimo:	72 [kW]
Intervalo de registro:	15 minutos	Registro promedio:	79 [kW]
Domingo 26			
Periodo de medición	01/01/20 al 31/01/20	Registro máximo:	85 [kW]
Punto de medición:	Transformador de 500 kVA	Registro mínimo:	71 [kW]
Intervalo de registro:	15 minutos	Registro promedio:	78 [kW]

Fuente: Elaboración propia.

Consumo de energía acumulado

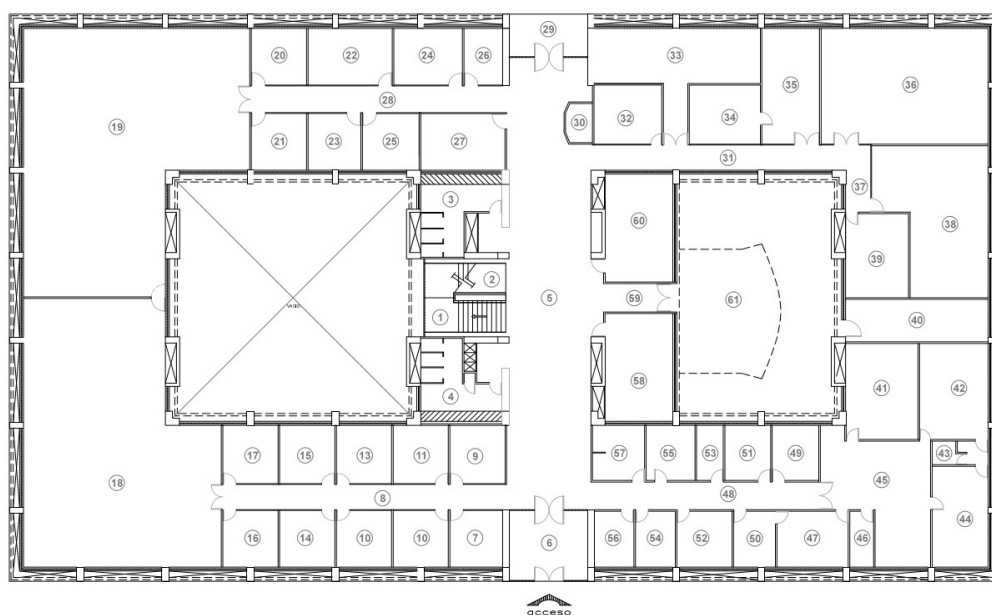
Tabla C-4: Consumo de Energía Acumulada Mensual

Instituto de Geología			
Periodo de medición	01/01/20 al 31/01/20	Consumo (L-V):	49,364 [kWh]
Punto de medición:	Transformador de 500 kVA	Consumo (SAB):	6,797 [kWh]
Intervalo de registro:	15 minutos	Consumo (DOM):	6,653 [kWh]
Intervalo de registro:	15 minutos	Consumo Total:	62,814 [kWh]

Fuente: Elaboración propia.

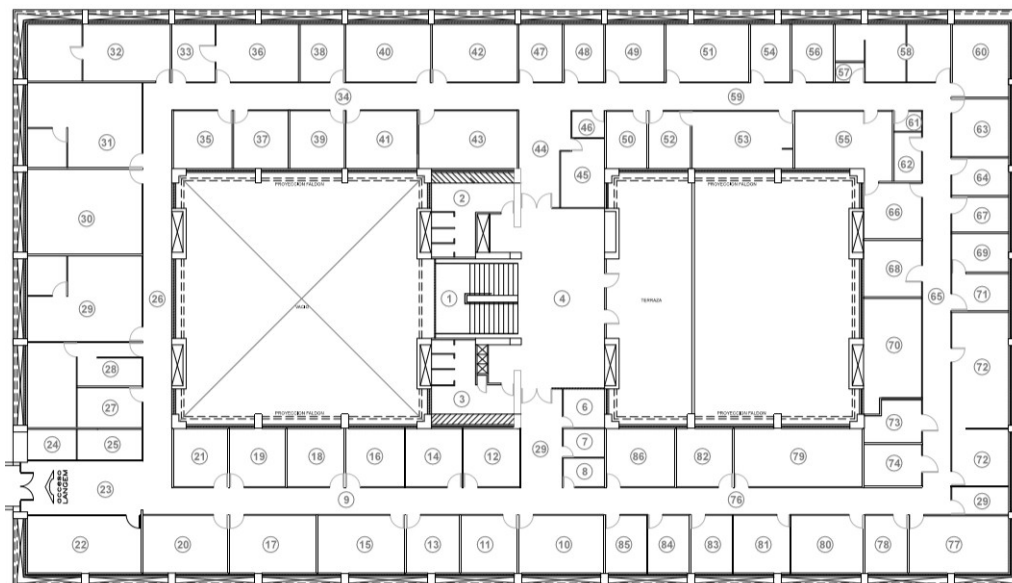
II Mapas Instituto de Geología

Figura C-1: Planta Baja



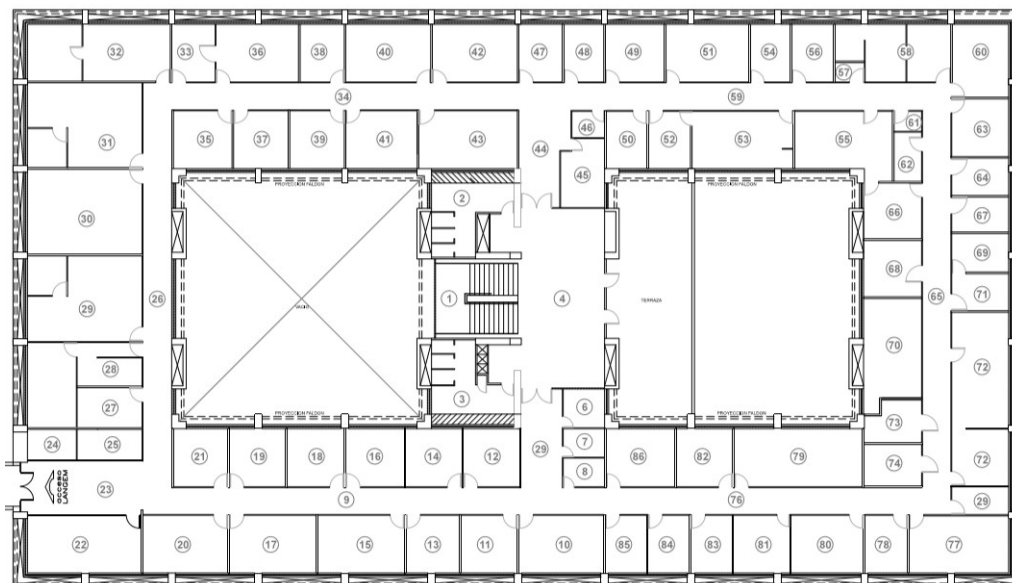
Fuente: Instituto de Geología.

Figura C-2: Primer Nivel



Fuente: Instituto de Geología.

Figura C-3: Segundo Nivel



Fuente: Instituto de Geología.

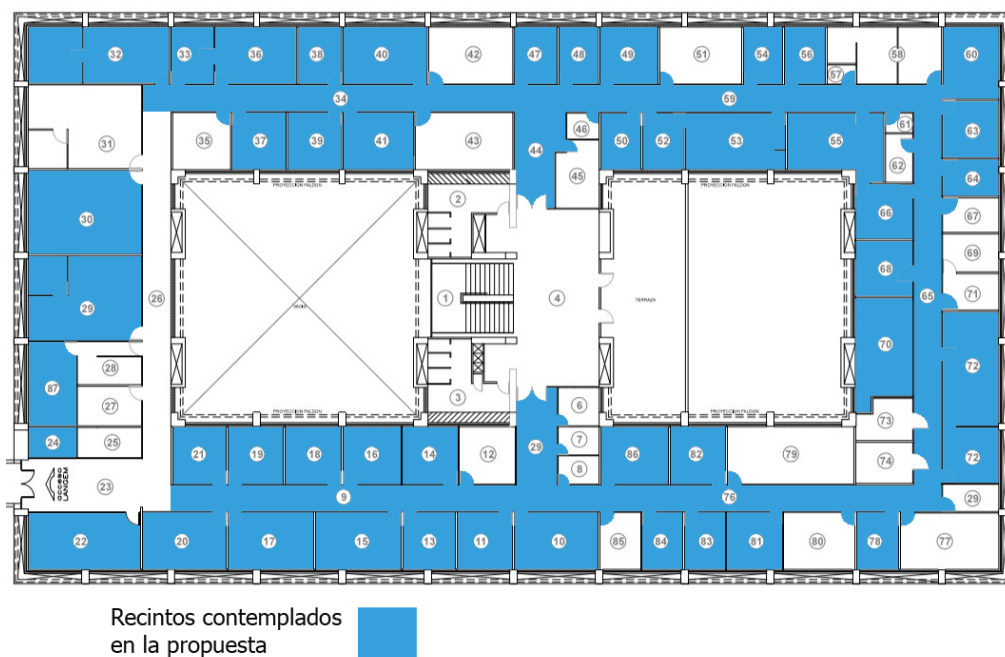
III Recintos contemplados en las propuestas de iluminación

Figura C-4: Recintos contemplados en planta baja



Fuente: Instituto de Geología.

Figura C-5: Recintos contemplados en el primer nivel




Fuente: Instituto de Geología.

Figura C-6: Recintos contemplados en el segundo nivel



Fuente: Instituto de Geología.

Tabla C-5: Ficha técnica del panel LED empotrable

Nombre	Panel LED Empotrable	
Marca	Philips	 <p>FlexBlend empotrable RC340B LED365/940 PSD W60L60 VPC MLO PIP</p>
Modelo	RC340B	
Potencia [W]	37	
Lúmenes [lm]	3600	
Vida útil [h]	50,000	
Temperatura [K]	4,000	
Dimensiones [m]	0.6x0.6	
Costo Unitario [\$]	1,319.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla C-6: Ficha técnica de la lámpara fluorescente TL5

Nombre		TL5 Fluorescente	
Marca	Philips		
Modelo	TL5 Essential 14w/840 ISL/40		
Potencia [W]	14		
Lúmenes [lm]	1350		
Vida útil [años]	35,000		
Temperatura [K]	4,000		
Dimensiones [cm]	0.56		
Costo Unitario [\$]	33.69		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla C-7: Ficha técnica del balastro electrónico

Nombre		Balastro electrónico	
Marca	Philips		
Modelo	ICN3S14T73M		
Potencia de línea [W]	48		
F.P	0.98		
Factor de balastro	1		
Costo Unitario [\$]	215.00		

Fuente: Elaboración propia.

APÉNDICE D

ANEXOS INSTITUTO DE GEOFÍSICA

I Registro de mediciones de Geofísica

Perfil de Carga Mensual

Tabla D-1: Perfil de Carga Mensual(Enero 2019)

Instituto de Geofísica			
Periodo de medición	01/01/19 al 31/01/19	Registro máximo:	120 [kW]
Punto de medición:	Transformador de 300 kVA	Registro mínimo:	50 [kW]
Intervalo de registro:	15 minutos	Registro promedio:	75 [kW]

Fuente: Elaboración propia.

Perfil de Carga Típico (Miércoles 30)

Tabla D-2: Perfil de Carga Típico (Miércoles 30)

Instituto de Geofísica			
Periodo de medición	01/01/19 al 31/01/19	Registro máximo:	119 [kW]
Punto de medición:	Transformador de 300 kVA	Registro mínimo:	66 [kW]
Intervalo de registro:	15 minutos	Registro promedio:	86 [kW]

Fuente: Elaboración propia.

APÉNDICE D. ANEXOS INSTITUTO DE GEOFÍSICA

Perfil de Carga Típico (Sábado 26 y Domingo 27)

Tabla D-3: Perfil de Carga Típico (sábado 26 y Domingo 27)

Instituto de Geofísica			
Sábado 26			
Periodo de medición	01/01/19 al 31/01/19	Registro máximo:	78 [kW]
Punto de medición:	Transformador de 300 kVA	Registro mínimo:	66 [kW]
Intervalo de registro:	15 minutos	Registro promedio:	71 [kW]
Domingo 27			
Periodo de medición	01/01/19 al 31/01/19	Registro máximo:	73 [kW]
Punto de medición:	Transformador de 300 kVA	Registro mínimo:	66 [kW]
Intervalo de registro:	15 minutos	Registro promedio:	69 [kW]

Fuente: Elaboración propia.

Consumo de energía acumulado

Tabla D-4: Consumo de Energía Acumulada Mensual

Instituto de Geofísica			
Periodo de medición	01/01/19 al 31/01/19	Consumo (L-V):	43,341 [kWh]
Punto de medición:	Transformador de 300 kVA	Consumo (SAB):	6,266 [kWh]
Intervalo de registro:	15 minutos	Consumo (DOM):	6,233 [kWh]
Intervalo de registro:	15 minutos	Consumo Total:	55,840 [kWh]

Fuente: Elaboración propia.

II Mapas Instituto de Geofísica

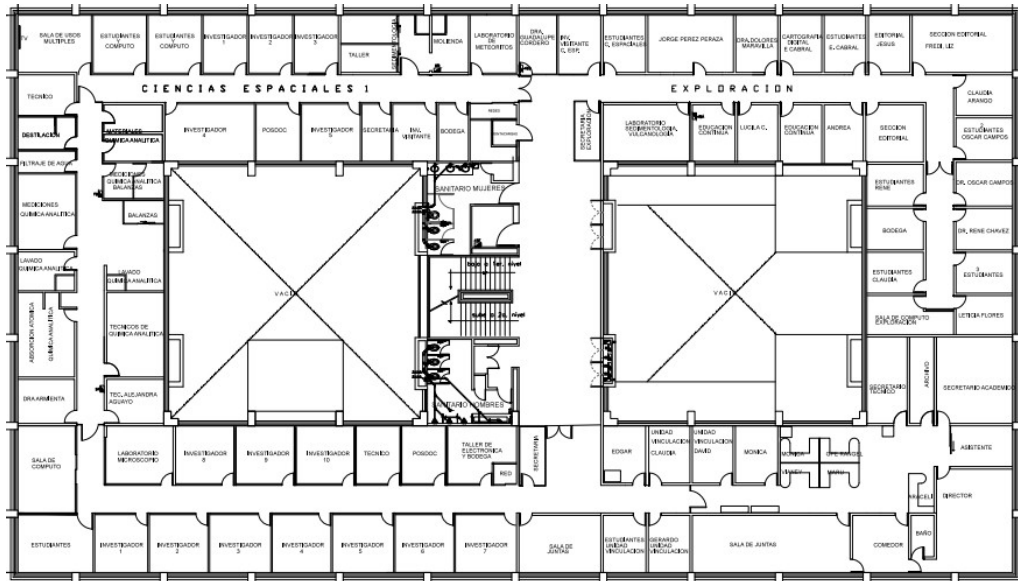
Figura D-1: Planta Baja



Fuente: Elaboración propia.

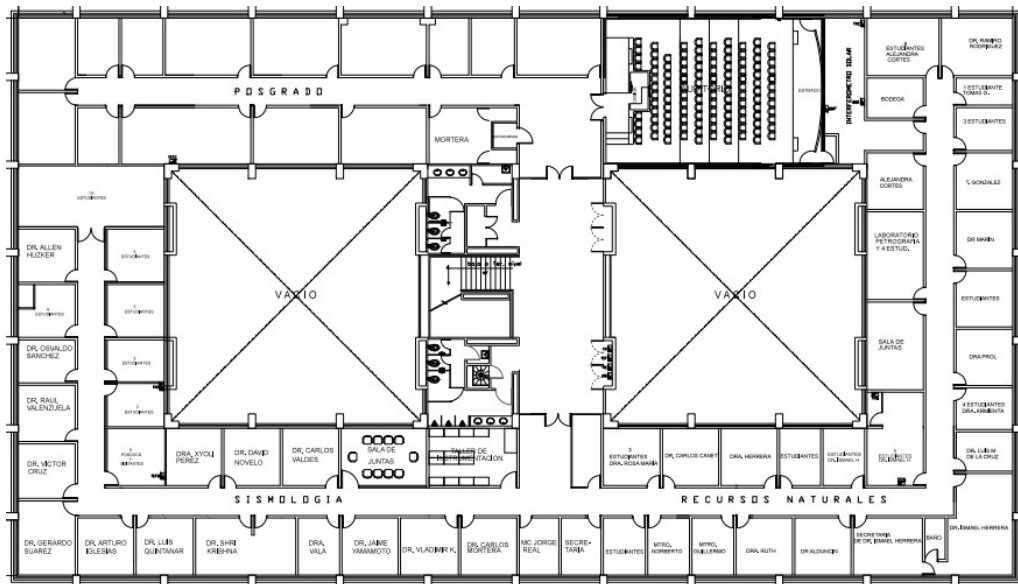
APÉNDICE D. ANEXOS INSTITUTO DE GEOFÍSICA

Figura D-2: Primer Nivel



Fuente: Elaboración propia.

Figura D-3: Segundo Nivel



Fuente: Elaboración propia.

III Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 C a 90 C.

Figura D-4: Ampacidades

Tabla 310-15(b)(16) Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*

Área mm ²	Tamaño o designación AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor [véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C			75 °C		
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
		TIPOS W, UF	TIPOS LSOH RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, LSOH, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS THWN, XHHW, USE	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, HWN- 2, RHH, RHW- 2, USE-2, HH, XHHW, HHW- 2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18**	-	-	14	-	-	-
1.31	16**	-	-	18	-	-	-
2.08	14**	15	20	25	-	-	-
3.31	12**	20	25	30	-	-	-
5.26	10**	30	35	40	-	-	-
8.37	8	40	50	55	-	-	-
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Fuente: Elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

@miscdicc, author = DOF, title = NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales [en línea], howpublished = http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5355593&fecha=07/08/2014, month =Accedido: [14/05/2019]

@miscdicc, author = DOF, title = NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo [en línea], howpublished = <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/nom-025.pdf>, month =Accedido: [14/05/2019]

ÍNDICE DE TABLAS

3-1. Niveles mínimos de iluminación en áreas de trabajo	17
3-2. Índice de Área	18
3-3. Ejemplo de niveles Máximos de DPEA	20
4-1. Número de recintos por nivel (IGEOL)	23
4-2. Recintos medidos	23
4-3. No. de equipos de laboratorio	30
4-4. Consumo mensual estimado por uso de laboratorio	30
4-5. No. de equipos de cómputo	31
4-6. Consumo mensual estimado por uso de equipo de cómputo	32
4-7. No. de equipos de climatización	32
4-8. Consumo mensual estimado por climatización de espacios	33
4-9. No. de equipos misceláneos	34
4-10. Consumo mensual estimado por uso de equipos misceláneos	34
4-11. No. de equipos de oficina	35
4-12. Consumo mensual estimado por uso de equipo de oficina	35
4-13. Consumo mensual estimado por zona	36
4-14. Consumo mensual estimado por uso de iluminación	37
4-15. Descripción General de las zonas y luminarias	37
4-16. Análisis de la NOM-025-STPS-2008 (Iluminación)	40
4-17. Análisis de la NOM-025-STPS-2008 (Factor de reflexión)	40
4-18. Análisis de la NOM-007-ENER-2014	41
4-19. Zonas contempladas en la propuesta	44
4-20. Distribución de tecnología en las zonas contempladas en la propuesta	45

4-21. Reducción de energía en la zonas propuestas	47
4-22. Análisis de la NOM-007-ENER-2014	48
4-23. Datos de luminarias y dimensiones de oficinas	49
4-24. Datos de luminarias y dimensiones de Laboratorios	50
4-25. Datos de luminarias y dimensiones de salas de cómputo	51
4-26. Datos de luminarias y dimensiones de Pasillos	52
4-27. Datos de luminarias y dimensiones de Laboratorios	53
4-28. Costos de la inversión	53
4-29. Costo de la energía	54
4-30. Tiempo de recuperación	54
4-31. Laboratorios de muestra	55
4-32. Tablero del laboratorio de Paleoeología	56
4-33. Tablero A del Laboratorio Microbiología de Cosmos	59
4-34. Tablero B del Laboratorio Microbiología de Cosmos	59
4-35. Tablero A del Laboratorio Biogeoquímica	62
4-36. Interruptor del Laboratorio Biogeoquímica	63
4-37. Tablero C del Laboratorio Bioquímica	63
4-38. Tablero del Laboratorio Paleoambiente	67
5-1. Número de recintos por nivel	71
5-2. Recintos medidos	71
5-3. No. de equipos de laboratorio	78
5-4. Consumo mensual estimado por uso de laboratorio	78
5-5. No. de equipos de cómputo	79
5-6. Consumo mensual estimado por uso de equipo de cómputo	80
5-7. No. de equipos de climatización	80
5-8. Consumo mensual estimado por climatización de espacios	81
5-9. No. de equipos misceláneos	82
5-10. Consumo mensual estimado por uso de equipos misceláneos	82
5-11. No. de equipos de oficina	83
5-12. Consumo mensual estimado por uso de equipo de oficina	83
5-13. Consumo mensual estimado por zona	84
5-14. Consumo mensual estimado por uso de iluminación	85
5-15. Descripción General de las Zonas y luminarias	85
5-16. Análisis de la NOM-025-STPS-2008 (Iluminación)	88
5-17. Análisis de la NOM-025-STPS-2008 (Factor de reflexión)	88
5-18. Análisis de la NOM-007-ENER-2014	89
5-19. Medición de la corriente (Salida Tablero A)	93

5-20. Tablero C	93
5-21. Medición de la corriente (Entrada Tablero C)	94
5-22. Medición de la corriente (Salida Interruptor C)	95
5-23. Tablero 6C	95
5-24. Medición de la corriente (Salida Interruptor 6C)	96
5-25. Medición de la corriente (Salida UPS, entrada tablero 2R)	96
5-26. Tablero 2R	97
5-27. Tabla 64 Medición de la corriente (Entrada 2R)	97
5-28. Tablero 2RA	98
5-29. Tabla 66 Comparación de conductores con la norma	99
C-1. Perfil de Carga Mensual (Enero 2020)	109
C-2. Perfil de Carga Típico (Miércoles 29)	109
C-3. Perfil de Carga Típico (sábado 25 y Domingo 26)	110
C-4. Consumo de Energía Acumulada Mensual	110
C-5. Ficha técnica del panel LED empotrable	113
C-6. Ficha técnica de la lámpara fluorescente TL5	114
C-7. Ficha técnica del balastro electrónico	114
D-1. Perfil de Carga Mensual(Enero 2019)	115
D-2. Perfil de Carga Típico (Miércoles 30)	115
D-3. Perfil de Carga Típico (sábado 26 y Domingo 27)	116
D-4. Consumo de Energía Acumulada Mensual	116

ÍNDICE DE FIGURAS

4-1. Gráfica 1 Perfil de Carga Mensual (Enero 2020)	24
4-2. Gráfica 2 Perfil de Carga Tipico (Miercoles 29)	25
4-3. Gráfica 3 Perfil de Carga de Fin de Semana (Sábado 25 y Do- mingo 26)	26
4-4. Gráfica 4 Consumo de Energía Acumulada Mensual	27
4-5. Gráfica 5 Carga instalada por uso final del edificio	28
4-6. Gráfica 6 Consumo mensual estimado por uso final del edificio .	28
4-7. Gráfica 7 Carga total instalada por piso	29
4-8. Gráfica 8 Consumo mensual estimado por piso	29
4-9. Gráfica 9 Uso de equipo de laboratorio	30
4-10. Gráfica 10 Consumo mensual estimado por uso de equipo de laboratorio	30
4-11. Gráfica 11 Uso de equipo de cómputo	31
4-12. Gráfica 12 Consumo mensual estimado por uso de equipo de cómputo	32
4-13. Gráfica 13 Climatización	32
4-14. Gráfica 14 Consumo mensual estimado por climatización de es- pacios	33
4-15. Gráfica 15 Uso de equipos misceláneos	34
4-16. Gráfica 16 Consumo mensual estimado por uso de equipos mis- celáneos	34
4-17. Gráfica 17 Uso de equipo de oficina	35
4-18. Gráfica 18 Consumo mensual estimado por uso de equipo de oficina	35
4-19. Gráfica 19 Iluminación	36

4-20. Gráfica 20 Consumo mensual estimado por iluminación	37
4-21. Gráfica 21 No. de Lámparas por Tecnología	39
4-22. Gráfica 22 Cumplimiento de la NOM-025-STPS-08	39
4-23. Gráfica 23 Carga instalada total original y con la propuesta . .	46
4-24. Gráfica 24 Consumo total original y con la propuesta	46
4-25. Gráfica 25 Consumo mensual estimado original (izquierda) y consumo mensual con la propuesta (derecha) por recinto	47
4-26. Simulación de Iluminación en oficinas	49
4-27. Simulación de Iluminación en laboratorios	50
4-28. Simulación de Iluminación en Salas de computo	51
4-29. Simulación de Iluminación en el Auditorio	52
4-30. Simulación de Iluminación los pasillos	53
4-31. Imagen 1 Tablero del laboratorio de Paleoecología	56
4-32. Esquema 1 Distribución de contactos Laboratorio de Paleoecología	56
4-33. Imagen 2 Observaciones del Tablero del Laboratorio de Paleo- ecología	57
4-34. Imagen 3 Tablero de distribución T3N2	57
4-35. Imagen 4 Tablero de distribución derivado TD2	58
4-36. Diagrama 1 Laboratorio de Paleoecología	58
4-37. Imagen 5 Tablero A Laboratorio Microbiología de Cosmos . . .	59
4-38. Imagen 6 Tablero B Laboratorio Microbiología de Cosmos . . .	59
4-39. Esquema 2 Distribución de contactos Laboratorio Microbiología de Cosmos	60
4-40. Imagen 7 Tablero de distribución derivado TD1	60
4-41. Imagen 8 Tablero de distribución T3N1	61
4-42. Imagen 9 Tablero de distribución derivado TD1	61
4-43. Diagrama 2 Laboratorio Microbiología de Cosmos	62
4-44. Imagen 10 Tablero A Laboratorio Biogeoquímica	62
4-45. Imagen 11 Tablero C Laboratorio Biegeoquímica	63
4-46. Esquema 3 Distribución de contactos Laboratorio Biogeoquímica	64
4-47. Imagen 12. Tablero de distribución derivado TD1	64
4-48. Imagen 13. Tablero de distribución derivado TD1	65
4-49. Imagen 14 Tablero de distribución derivado TD2	65
4-50. Imagen 15 Tablero de distribución T5N1	66
4-51. Diagrama 3 Laboratorio Biogeoquímica	66
4-52. Imagen 16 Tablero Laboratorio Paleoambiente	67

4-53. Esquema 4 Distribución de contactos Laboratorio Paleoambiente	67
4-54. Tablero de distribución T1N2	68
4-55. Imagen 18 Tablero de distribución derivado TD2	68
4-56. Diagrama 4 Laboratorio Paleoambiente	69
5-1. Gráfica 26 Perfil de Carga Mensual (Enero 2019)	72
5-2. Gráfica 27 Perfil de Carga Tipico (Miercoles 30)	73
5-3. Gráfica 28 Perfil de Carga de Fin de Semana (Sábado 26 y Domingo 27)	74
5-4. Gráfica 29 Consumo de Energía Acumulada Mensual	75
5-5. Gráfica 30 Carga instalada por uso final del edificio	76
5-6. Gráfica 31 Consumo mensual estimado por uso final del edificio	76
5-7. Gráfica 32 Carga total instalada por piso	77
5-8. Gráfica 33 Consumo mensual estimado por piso	77
5-9. Gráfica 34 Uso de equipo de laboratorio	78
5-10. Gráfica 35 Consumo mensual estimado por uso de laboratorio	78
5-11. Gráfica 36 Uso de equipo de cómputo	79
5-12. Gráfica 37 Consumo mensual estimado por uso de equipo de cómputo	80
5-13. Gráfica 38 Climatización	80
5-14. Gráfica 39 Consumo mensual estimado por climatización de espacios	81
5-15. Gráfica 40 Uso de equipos misceláneos	82
5-16. Gráfica 41 Consumo mensual estimado por uso de equipos misceláneos	82
5-17. Gráfica 42 Uso de equipo de oficina	83
5-18. Gráfica 43 Consumo mensual estimado por uso de equipo de oficina	83
5-19. Gráfica 44 Iluminación	84
5-20. Gráfica 45 Consumo mensual estimado por uso de iluminación	85
5-21. Gráfica 46 No. de Lámparas por Tecnología	86
5-22. Gráfica 47 Cumplimiento de la NOM-025-STPS-08	87
5-23. Imagen 19 Tablero de distribución T3N2	92
5-24. Imagen 20 Tablero C	93
5-25. Imagen 21 Interruptor C	94
5-26. Imagen 22 Tablero 6C	95
5-27. Imagen 23 Tablero 2R	97

5-28. Imagen 24 Tablero 2RA	98
5-29. Diagrama del SITE	101
C-1. Planta Baja	110
C-2. Primer Nivel	111
C-3. Segundo Nivel	111
C-4. Recintos contemplados en planta baja	112
C-5. Recintos contemplados en el primer nivel	112
C-6. Recintos contemplados en el segundo nivel	113
D-1. Planta Baja	116
D-2. Primer Nivel	117
D-3. Segundo Nivel	117
D-4. Ampacidades permisibles en conductores aislados	118