



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

“LEVANTAMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE LA INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA DEL EDIFICIO DE POSGRADO DE LA  
FACULTAD DE QUÍMICA.”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO**

P R E S E N T A:

**ARTURO ZAPATA LÓPEZ**

DIRECTOR DE TESIS:

M.I. HÉCTOR MORA GARCÍA.



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F.

ABRIL 2015





---

## DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

*A mis papás Arturo y Rubí, y a mi hermano Eric por todo el apoyo para no rendirme, llegar hasta este momento tan importante en mi vida y continuar hasta donde yo quiera en la vida.*

*A mis amigos tanto en México como en el extranjero: Alex R., César O., Jova, Roberto L., Carlos L., Orlando S., Jazz, Kasia, Raúl y a todos los que me falten por nombrar que siempre me ayudaron en algún momento.*

*A todos los que forman parte de Proyectos de Ahorro de Energía por haberme brindado su amistad, además de la oportunidad de desarrollar mi trabajo con ellos.*

*A todos mis maestros por haberme dado toda la orientación posible y las herramientas importantes para enfrentar el mundo laboral.*

*A la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional Autónoma de México, por haber sido mi segundo hogar donde aprendí muchas de las cosas para ser un buen profesionalista y una mejor persona.*

*“Conquistar sin riesgo, es vencer sin gloria”*

*“Por mi raza, hablará el espíritu”.*



## ÍNDICE

<b>Abreviaturas y Acrónimos</b> .....	<b>4</b>
<b>Listado de Normas Aplicables</b> .....	<b>5</b>
<b>Capítulo I: Introducción</b> .....	<b>6</b>
1.1 Objetivo. ....	7
1.2 Conceptos y Definiciones Básicas. ....	8
1.3 Metodología.....	8
<b>Capítulo II: El Edificio y su Instalación Eléctrica</b> .....	<b>10</b>
2.1 La Subestación Eléctrica.....	10
2.2 La Instalación Eléctrica .....	11
2.3 El Sistema de Iluminación .....	12
2.4 El Pararrayos.....	12
2.5 El Sistema de Puesta a Tierra.....	13
<b>Capítulo III: Levantamiento y Análisis Bajo Norma</b> .....	<b>14</b>
3.1 Análisis de Datos.....	17
3.2 Planta Baja (Sección Química Inorgánica) .....	18
3.3 Planta Baja (Sección Química Orgánica).....	23
3.4 Medio Piso.....	27
3.5 Curva de Entrada y Salones .....	30
3.6 Sótano y Salones Exteriores .....	34
3.7 Pararrayos y Sistema de Tierra.....	41
<b>Capítulo IV: Anomalías y Propuestas de Mejora</b> .....	<b>45</b>
4.1 Anomalías Generales y Propuestas de mejora.....	45
4.2 Planta Baja (Sección Química Inorgánica) .....	48
4.3 Planta Baja (Sección Química Orgánica).....	49
4.4 Medio Piso.....	50
4.5 Curva de Entrada y Salones .....	51
4.6 Sótano y Salones Exteriores .....	51
4.7 Pararrayos y Sistema de Tierra.....	52
4.8 Monitoreo de Parámetros Eléctricos .....	54
<b>Capítulo V: Observaciones y Conclusiones</b> .....	<b>72</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>74</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>76</b>
<b>Índice de Anexos</b> .....	<b>78</b>



## **ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.**

A: Amper.

ART.: Artículo.

ANCE: Asociación de Normalización y Certificación.

CC: Centro de Carga.

C.F.E.: Comisión Federal de Electricidad.

C.U.: Ciudad Universitaria.

D.G.O. y C.: Dirección General de Obras y Conservación.

DPEA: Densidad de Potencia de Alumbrado Eléctrico.

kV: kilo Volt.

kVA: kilo Volt-Amper.

kW: kilo Watt.

Lx: Luxes.

m: Metro.

m<sup>2</sup>: Metro cuadrado.

NMX: Norma Mexicana.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

NOU: Norma Oficial Universitaria.

PAE-FI: Proyectos de Ahorro de Energía, Facultad de Ingeniería.

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México.

USAI: Unidad de Servicios de Apoyo a la Investigación.

W: Watts.

V: Volts.

$\Omega$ : Ohms.

\$: Pesos mexicanos.



## LISTADO DE NORMAS APLICABLES

- NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas (Utilización).
- NOM-025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- NOM-007-ENER-2004 Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.\*
- NOM-022-STPS-2008 Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
- NFC-17-102 Protección de las estructuras y de las zonas abiertas contra el rayo mediante pararrayos con dispositivo de cebado.
- NMX-J-549-ANCE-2005 Sistemas de protección contra tormentas eléctricas.
- Norma Oficial Universitaria (NOU).

*\*NOTA: Actualmente ya se encuentra disponible la NOM-007-ENER-2014. Durante la duración de éste trabajo, se encontraba vigente la NOM-007-ENER-2004.*



## **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.**

En la actualidad, el ahorro de energía y la normatividad en cuanto a instalaciones eléctricas se refiere, son temas que han empezado a adquirir mucha importancia por muchas razones, una de ellas es para conocer el comportamiento del sistema eléctrico y poder llevar a cabo acciones que contribuyan a mejorar su eficiencia y seguridad.

En la U.N.A.M. es un tema importante mantener las instalaciones eléctricas, seguras y dentro de un standard en cuanto a ahorro de energía se refiere, esto, para beneficiar a toda la comunidad universitaria, brindando instalaciones y condiciones óptimas en sus lugares de trabajo; hacer esto puede traducirse para la universidad, en un ahorro de dinero (presupuesto) que puede ser invertido para otros temas en la propia universidad.

La Facultad de Química de la U.N.A.M. es una de las principales instituciones educativas del país. Fundada en 1916 como Escuela Nacional de Industrias Químicas, después, el 29 de junio de 1965 se creó la División de Estudios Superiores de la entonces Escuela Nacional de Ciencias Químicas. Finalmente, a partir de 1965 pasó a llamarse Facultad de Química.

La Facultad de Química a través de su División de Estudios de Posgrado imparte los posgrados de:

- Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas.
- Maestría y Doctorado en Ciencias Bioquímicas.
- Maestría y Doctorado en Ingeniería Química.
- Maestría en Administración (Industrial).
- Maestría en Docencia para la Educación Media Superior.
- Maestría y Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales.
- Maestría y Doctorado en Ciencias del Mar y Limnología.
- Especialización en Bioquímica Clínica.

El Posgrado de la Facultad de Química se encuentra ubicado en el Edificio “B”, el cuál desde la inauguración de la Ciudad Universitaria en 1954 hasta mediados de los 70’s formó parte de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Desde ese entonces, el área correspondiente al Posgrado ha sufrido diversas modificaciones y remodelaciones (la última obra hecha en 2012), hasta abarcar actualmente el lado oriental del Edificio “B” Planta Baja y Sótano realizándose ahí, principalmente, las actividades de investigación, docencia y administrativo en un horario que comprende desde la 6:00am hasta las 10:00pm de Lunes a Viernes.



Actualmente, el edificio de Posgrado se compone de:

- ❖ Sótano.
- ❖ Planta Baja.
- ❖ Medio piso.

A la vez, la Planta Baja tiene diferentes áreas, las cuáles son:

- ✓ Química Inorgánica.
- ✓ Química Orgánica.
- ✓ Curva de Entrada.
- ✓ Salones de Entrada.

Dentro de la U.N.A.M., la Dirección General de Obras y Conservación (D.G.O.y C.) con la colaboración de Proyectos de Ahorro de Energía de la Facultad de Ingeniería (PAE-FI) se encargan de realizar revisiones de instalaciones eléctricas, diagnósticos energéticos de las dependencias de la universidad que así lo soliciten; en este caso de estudio, la Facultad de Química por medio de su Coordinación de Mantenimiento, ha solicitado realizar un levantamiento eléctrico de la instalación del Edificio de Posgrado de dicha facultad para elaboración y actualización de planos para realizar labores de mantenimiento cotidianas en la facultad de una forma más segura.

Se agradece a Proyectos de Ahorro de Energía de la Facultad de Ingeniería (PAE-FI) por el apoyo brindado para la realización de éste trabajo.

### **1.1 Objetivo.**

El objetivo que se tiene al realizar este proyecto es: Analizar con base en la normatividad vigente y con la información recabada en el levantamiento eléctrico, el estado actual del sistema eléctrico del Edificio de Posgrado de Química de la U.N.A.M. en el campus central de Ciudad Universitaria (C.U.) y realizar recomendaciones y propuestas para su mejora. Este trabajo sólo abarca el levantamiento eléctrico de la instalación, análisis de los datos obtenidos durante el levantamiento y propuestas de mejora sobre las anomalías y deficiencias que se encontraron en la instalación.



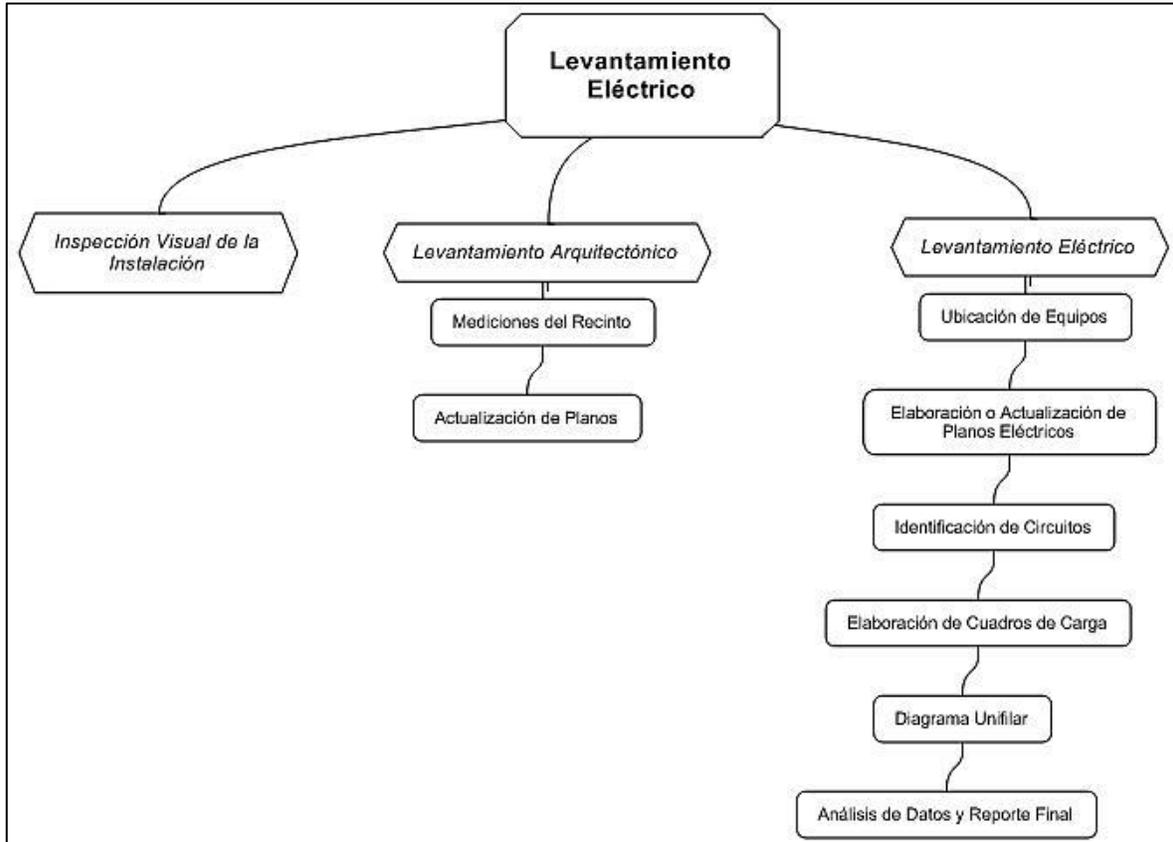
## 1.2 Conceptos y Definiciones básicas.

Es importante tener en cuenta algunos conceptos básicos antes de iniciar un levantamiento eléctrico. A continuación se mencionan los más importantes:

- ✓ *Levantamiento eléctrico:* Es aquella visita de campo donde se revisa y se recolectan datos de una instalación eléctrica para determinar su estado actual con el fin de poder elaborar un diagrama unifilar y cuadros de carga, actualizar los planos de la instalación eléctrica, tomar mediciones de los niveles de iluminación, llevar acabo medidas correctivas y preventivas, entre otras actividades.
- ✓ *Monitoreo de parámetros eléctricos:* Es la medición que se hace en un sistema eléctrico para conocer cómo se comportan sus parámetros eléctricos como: Tensión, Corriente, Factor de Potencia, entre otros, a partir principalmente de sus condiciones de operación.
- ✓ *Eficiencia energética:* Es la relación que guardan los servicios y productos finales que se obtienen con la cantidad de energía que se consume para ello.
- ✓ *Densidad de Potencia de Alumbrado Eléctrico (DPEA):* Índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en W/m<sup>2</sup>.
- ✓ *Tablero General o Principal:* Es aquel tablero que se encuentra conectado directamente a la subestación o a una fuente principal de energía eléctrica. Desde él se puede controlar la alimentación de circuitos y tableros derivados.
- ✓ *Tablero Derivado:* Son aquellos tableros que se encuentran conectados o alimentados a un circuito derivado de un tablero principal o general. Son de menor capacidad y tamaño que un tablero general. Por lo regular, llevan conectada la carga que es utilizada por los aparatos eléctricos.

## 1.3 Metodología

Para poner de una forma más clara las actividades y el procedimiento que se realizó para llevar a cabo el levantamiento eléctrico, se ordenaron en el esquema siguiente:



Esquema 1: Levantamiento Eléctrico.

El orden en que se lleva la inspección visual de la instalación, el levantamiento arquitectónico y el levantamiento eléctrico puede variar dependiendo de las personas que hagan los trabajos. El equipo esencial que se necesitó para llevar a cabo el levantamiento eléctrico fue:

- Analizador de Redes.
- Trazador de Corriente.
- Terrómetro.
- Luxómetro.
- Multímetro de Gancho.
- Vernier.
- Cámara fotográfica.

Dependiendo del alcance y/o profundidad de un levantamiento eléctrico, se puede requerir de otros equipos para la recopilación (medición) de datos.



## **CAPITULO II: EL EDIFICO Y SU INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

A continuación se hará una descripción del estado que guardan diferentes elementos que componen la instalación eléctrica del Posgrado de la Facultad de Química al momento de iniciar el levantamiento eléctrico.

Entenderemos como instalación eléctrica al conjunto de elementos necesarios para conducir y transformar la energía eléctrica, para que sea empleada en las máquinas y aparatos receptores para su utilización final y debe cumplir con los requisitos de:

- ✓ Ser segura contra accidentes e incendios.
- ✓ Ser eficiente y económica.
- ✓ Accesible y de fácil mantenimiento.
- ✓ Cumplir con los requisitos técnicos que fija el reglamento de obras e instalaciones eléctricas.

### **2.1 La Subestación Eléctrica.**

La Subestación Eléctrica que energiza al Posgrado de la Facultad de Química está dividida en 2 partes: la acometida de media tensión y el transformador tipo pedestal nuevo, están ubicados dentro de la nueva subestación que se construyó para la nueva red de 23 [kV]. En el sótano del Edificio “B” se encuentra el gabinete de baja tensión y la planta de emergencia; en este lugar se ubicaban anteriormente todos los elementos de la subestación.

La Facultad sólo tiene acceso al local viejo, al gabinete de baja tensión y la planta de emergencia; el acceso al nuevo local donde se encuentra la acometida de media tensión y el transformador tipo pedestal están a cargo de la Dirección General de Obras y Conservación.

El Gabinete de Baja Tensión está dividido en 3 secciones:

- La sección 1 cuenta con 6 Interruptores.
- La sección 2 tiene 3 Interruptores.
- La sección 3 consta de 8 Interruptores.

Junto al Gabinete de Baja Tensión, en el local del sótano del Edificio “B”, se encuentra también la Planta de Emergencia cuya capacidad es de 304[kW]/380[kVA] marca Otto Motores.



**2.2 La Instalación Eléctrica.** El Posgrado de la Facultad de Química ha sufrido varios trabajos de remodelación, la instalación eléctrica cuenta con varias partes donde es evidente su deterioro y/o falta de mantenimiento a simple vista, ya que se removió hace un par de años el falso plafón que existía dejando al descubierto toda la instalación eléctrica, esto se observa en la Imagen 1.



Imagen 1: Sótano sin Plafón.

Las remodelaciones más recientes hechas en el Edificio de Posgrado han sido en el área de Química Inorgánica; aquí, la instalación eléctrica es nueva debido a ésta reciente remodelación (2° semestre de 2012). En esta área, los tableros y centros de carga ya llevan una etiqueta con un nombre para una fácil identificación, al igual que sus circuitos correspondientes están identificados. Se encontraron contactos nuevos, además, los que están en los laboratorios, cuentan con tapa de seguridad, tanto contactos normales como contactos regulados; aunque hay algunos contactos normales que se dejaron sin, energía o sin acceso después de la remodelación, como se muestra en la Imagen 2 y



Imagen 2: Contactos sin acceso.

3. En esta área del posgrado se encuentra ubicada el área de tableros, donde se encuentran 8 tableros, 5 interruptores en caja moldeada y 2 acondicionadores de línea, que alimentan a la mayoría de los centros de carga y tableros de los laboratorios y áreas comunes del edificio.

En el área de Química Orgánica se encontró equipo nuevo, equipo viejo y sucio; algunos equipos no cuentan con sus respectivas tapas. Los Centros de Carga que se han encontrado en ésta área, no cuentan con un neutro conectado, tierra aislada y/o tierra física.

En la azotea se encuentran todos los motores de los extractores de aire para cada laboratorio, siendo en promedio 2 extractores para cada uno de ellos. En un gabinete en la azotea, se tienen instalados los interruptores del aire acondicionado, extractores y por fuera están los contactores de las lámparas para el alumbrado exterior del Posgrado.



Imagen 3: Centros de Carga obstruidos.



### 2.3 El Sistema de Iluminación.

En lo referente al sistema de iluminación, se ha encontrado que en la Planta Baja del Posgrado de Química se utilizan lámparas fluorescentes, mayoritariamente de tipo T12, le siguen de tipo T8 y de Tiras LED de 16[W], como las que se muestran en la Imagen 4, siendo éstas últimas usadas sólo en el área de Química Inorgánica en la zona de pasillos y en los laboratorios de esa área en la Planta Baja.



Imagen 4: Lámparas Tubulares de LED.

En la sección de Química Orgánica, tanto en pasillos como al interior de los laboratorios, se cuenta con lámparas fluorescentes T8. No se encontraron lámparas fluorescentes T12.

En la Planta Baja se encontraron lámparas de emergencia de tipo T8 y T12 instaladas tanto en techo como en pared, en su mayoría funcionan correctamente.

En el sótano del posgrado, se usan lámparas fluorescentes de tipo T12 y T8 (mostradas en la Imagen 5), con excepción del laboratorio 100, el cual, su iluminación es con lámparas LED ya que éste laboratorio fue remodelado hace poco tiempo; también se encontraron lámparas de emergencia, la mayoría instaladas en el techo las cuales funcionan correctamente. En la zona donde antes se ubicaba la Biblioteca del Posgrado se construyeron 3 salones totalmente nuevos cuya iluminación es con lámparas fluorescentes T5 de 14[W].

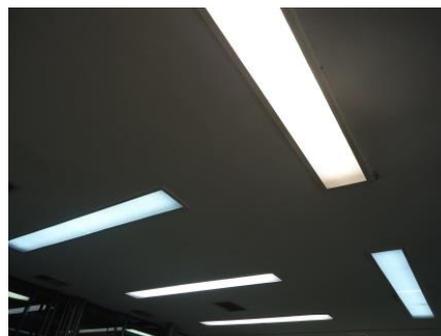


Imagen 5: Lámparas T12 y T8 en el sótano del Posgrado.

En la azotea se encontraron 10 lámparas de 400[W] y 250[W] para el alumbrado exterior del Edificio de Posgrado: 8 de aditivos metálicos y 2 de vapor de sodio.

### 2.4 El Pararrayos.

El Pararrayos instalado en la azotea del Posgrado de Química se compone de una punta de pararrayos tipo ionizante, en específico, tipo corona. El mástil está sujetado por 4 tensores; su altura es de 10 [m] (9 metros el mástil y 1 metro la punta) proporcionando un radio de protección de 32.7 [m]; se encuentra conectado a una sola bajada o hilo de puesta a tierra con un conductor desnudo de calibre 1/0 AWG.



---

### **2.5 El Sistema de Puesta a Tierra.**

Al momento en que se hizo el levantamiento en el Posgrado de Química, se encontró con que el Sistema de Puesta a Tierra como tal, no existe o no es continuo. La subestación tiene su propio hilo de tierra (1 hilo de un calibre de 250KCM) que se encuentra conectado a la malla de tierras ya existente. Tampoco existen hilos de tierra para tableros y circuitos derivados.



### CAPITULO III: LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS BAJO NORMA.

En este capítulo se hablará del levantamiento y el análisis realizado a la instalación. Para un levantamiento eléctrico más detallado, el edificio se dividió en las siguientes áreas:

- Planta Baja (Sección Química Inorgánica).
- Planta Baja (Sección Química Orgánica).
- Medio Piso.
- Curva de entrada y Salones.
- Sótano y Salones Exteriores.

Al realizar el levantamiento se contó con las herramientas correspondientes como trazador de corriente, guantes, desarmadores, radios, flexómetros, entre otros; además, se necesitó conocimiento o nociones de instalaciones eléctricas y de la normatividad aplicable.

El levantamiento eléctrico del edificio abarcó las siguientes actividades:

- Inspección de la instalación eléctrica.
- Actualización de planos eléctricos y arquitectónicos.
- Elaboración de cuadros de carga eléctrica.
- Elaboración de diagrama unifilar.
- Medición de Niveles de Iluminación (Luxes).
- Identificación de Circuitos.

La Facultad de Química, por medio de la Coordinación de Mantenimiento facilitó algunos planos arquitectónicos que ya tenían; el diagrama unifilar del Posgrado no existía, sólo contaban con un diagrama unifilar que abarcaba el Edificio B de la Facultad, por lo cual se tuvo que elaborar uno especialmente para el Posgrado.

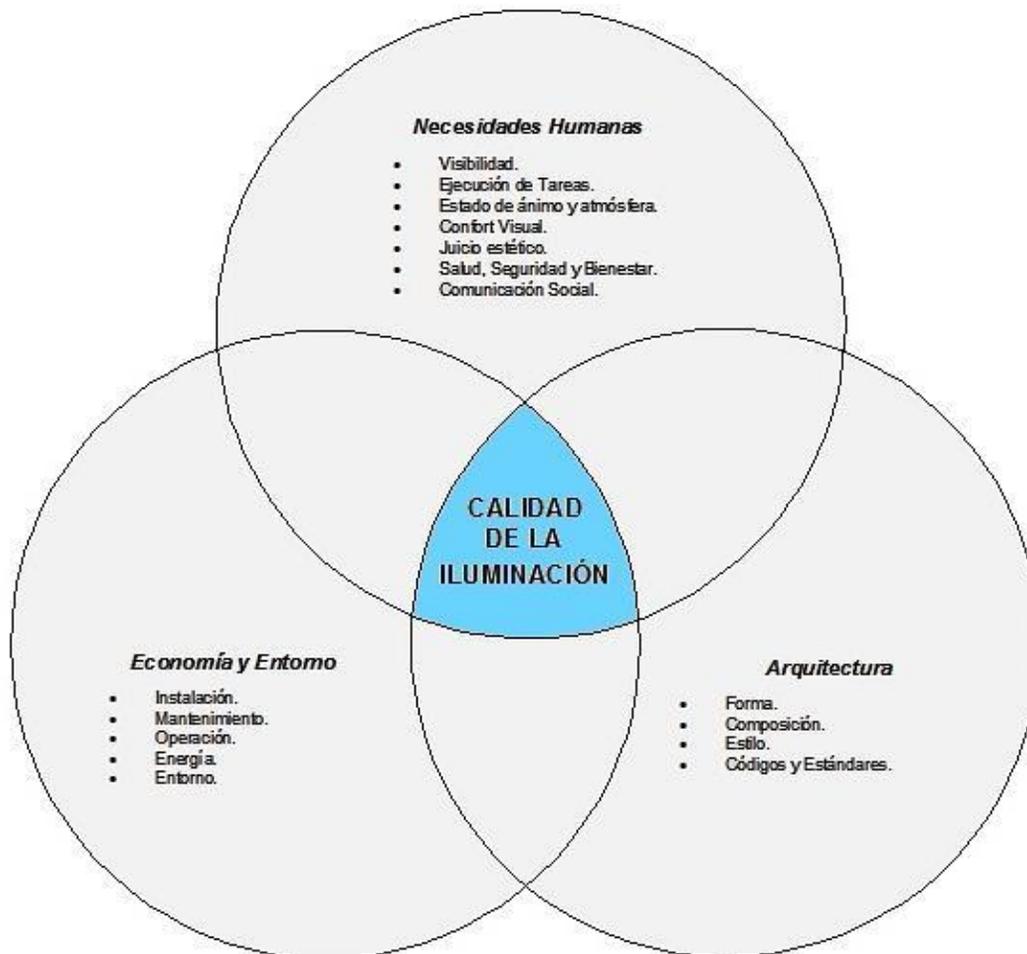
Hay que mencionar la importancia de una buena iluminación en el lugar de trabajo, pues los efectos de la luz y la sombra afectan nuestra percepción del mundo, nuestras emociones y nuestras respuestas sociológicas; ambas (luz y sombra) son esenciales para la obtención de información de nuestro mundo físico. Una iluminación de calidad nos ayuda en nuestro rendimiento visual y a mejorar nuestras comunicaciones interpersonales además de mejorar nuestro sentimiento de bienestar.

Una iluminación de calidad se compone de:

- *Necesidades Humanas:* La integran la visibilidad, la ejecución de tareas, el confort visual, la comunicación social, el estado de ánimo y la atmósfera, la salud, seguridad y bienestar y el juicio estético.



- *Arquitectura*: Compuesta por la forma, la composición, el estilo, los códigos y estándares.
- *Economía y entorno*: Formada por la instalación, el mantenimiento, la operación, la energía y el entorno.



**Esquema 2: Calidad de la Iluminación.**

El propósito general de la iluminación es atender a las necesidades de las personas. Las necesidades de las personas son complejas. Emociones, acciones, percepciones y salud son influenciadas por la iluminación; es vital para los humanos la visibilidad pues la detección y organización de los patrones de luz permiten a las personas analizar y evaluar el entorno. Cuando los objetos y los patrones son visibles, uno puede usar una pluma o lápiz para escribir, recorrer un pasillo sin tropezarse con algo en el recorrido, apreciar una pintura, etc. La visibilidad es central en una larga lista de necesidades humanas:



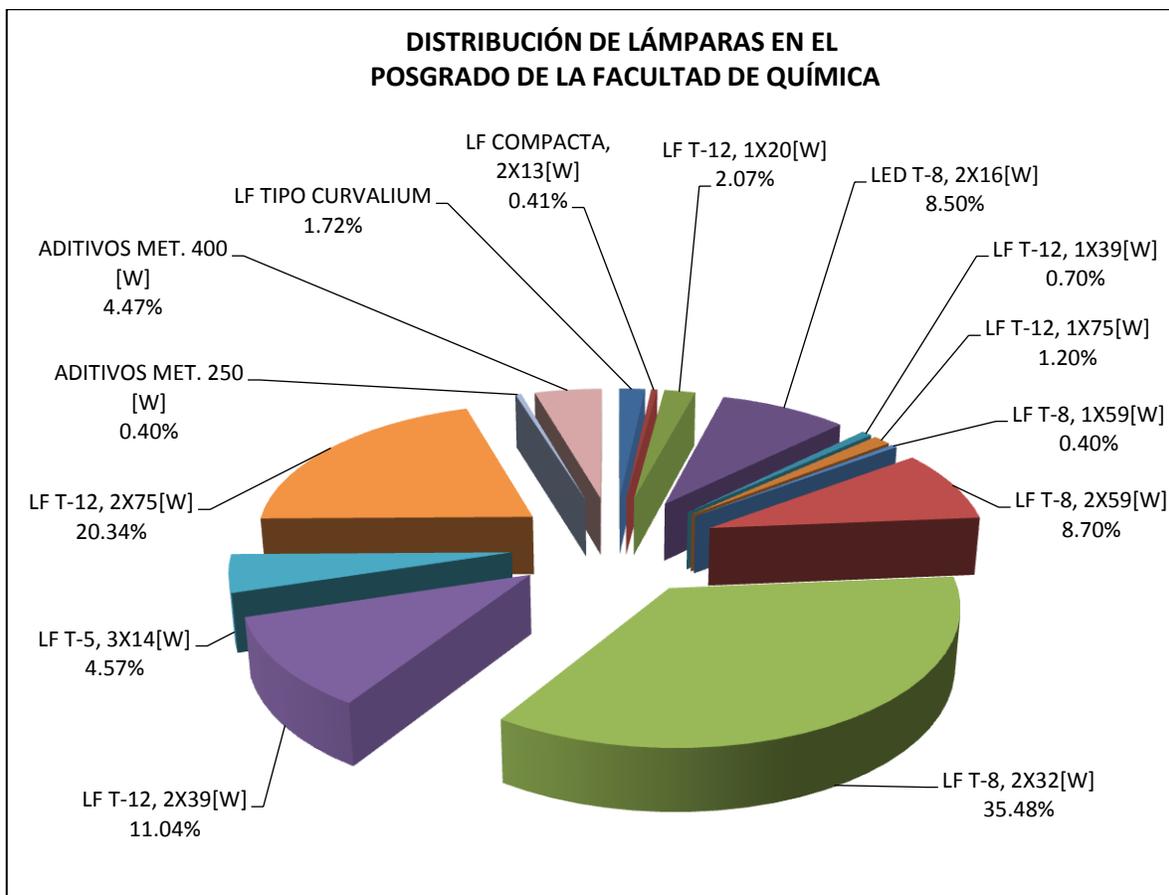
- 1) *Visibilidad:* Es la habilidad de extraer información del campo de visión cualquiera que esta sea como una banqueta o un arreglo de flores. Esto es una condición necesaria para una iluminación de buena calidad.
- 2) *Ejecución de Tareas:* Es una necesidad humana esencial. Las tareas son las actividades del usuario cualquiera que esta sea como medir las dimensiones de un lugar, ver alguna exposición en un museo, encontrar el número de cuarto del hotel, etc. La iluminación debe contribuir a que los usuarios lleven a cabo las tareas que tengan que hacer.
- 3) *Estado de Ánimo y Atmósfera:* Las necesidades del estado de ánimo y una atmósfera, abarcan respuestas emocionales de un entorno luminoso. Las preferencias, satisfacción, relajación y estimulación, son influenciadas por la iluminación. Estos Estados de Ánimo pueden influenciar otros comportamientos así como a la ejecución o desarrollo de las tareas.
- 4) *Confort Visual:* El confort visual es una necesidad esencial humana que puede afectar la ejecución de las tareas, la salud y la seguridad, el Estado de Ánimo y la atmósfera. Los oficinistas pueden verse más fatigados con una iluminación demasiado brillante, mientras que las luces estroboscópicas de un antro pueden emocionar y descansar a la misma persona.
- 5) *Juicio Estético:* Las necesidades de un juicio estético deben separarse de las respuestas emocionales. La iluminación puede comunicar un significado, reforzar patrones rítmicos en la arquitectura, mejorar el color.
- 6) *Salud, Seguridad y Bienestar:* Aunque hay necesidades de primera necesidad como la salud, la seguridad y el bienestar, frecuentemente se pasan por alto. Un ejemplo es que el parpadeo que pueden generar algunas lámparas podría provocar un efecto estroboscópico cuando se mueve alguna maquinaria, esto haría que la maquinaria parezca que se mueve a una velocidad diferente de la real. Los balastos electrónicos para las lámparas fluorescentes reducen la percepción de este parpadeo además, también reducirían la frecuencia de padecer dolores de cabeza y fatiga visual. La seguridad es una necesidad importante pero, por ejemplo, la iluminación de emergencia es sólo una parte. La luz tiene un impacto directo en los desvelos y el estado del sistema circadiano (ciclo de sueño) en lo que respecta a la supresión de melatonina en el cerebro pues las alteraciones en el sistema circadiano puede tener consecuencias a largo plazo en diferentes tipos de cáncer.



7) *Comunicación Social:* Esta necesidad incluye la creación de condiciones de iluminación que estimulen la correcta comunicación entre las personas, especialmente debido a los rasgos faciales ya que gran parte de la comunicación se hace por medio del lenguaje no verbal.

### 3.1 Análisis de Datos.

En lo que respecta al edificio de Posgrado, hay muchos tipos y tamaños de lámparas; se decidió elaborar la siguiente gráfica para mostrar de una mejor manera su distribución general en el edificio:



Gráfica 1: Distribución de Lámparas.

Los 5 tipos de lámparas más comunes en el Posgrado (en orden de mayor a menor) son:

- 1) Lámpara Fluorescente T-8, 2x32[W] (35.48%).
- 2) Lámpara Fluorescente T-12, 2x75[W] (20.34%).
- 3) Lámpara Fluorescente T-12, 2x39[W] (11.04%).
- 4) Lámpara Fluorescente T-8, 2x59[W] (8.70%).
- 5) Lámpara Tubular de LED's 2x16[W] (8.50%).



También se hizo un análisis área por área de las condiciones de iluminación del Edificio de Posgrado; a continuación se muestra lo que se encontró.

### **3.2 Planta Baja (Sección Química Inorgánica).**

El área de Química Inorgánica se conforma de laboratorios de investigación con sus respectivos cubículos cada uno. A ésta área del Posgrado se le realizó una remodelación que terminó a finales del 2012; se tienen elementos como tableros, contactos y tuberías que son nuevos, a pesar de eso, algunos contactos antiguos fueron dejados en su lugar.

A pesar de que la instalación eléctrica de ésta área es nueva, se observaron detalles y deficiencias en ella, entre otras cosas: tableros sin hilo de tierra aislada y/o hilo de tierra física, tableros obstruidos, contactos obstruidos, LED de lámparas fundidos.

Después de hacer una inspección rápida de la instalación, se procedió a pasar a cada laboratorio. Al entrar a ellos, los tableros que se encontraron ahí, si no estaban identificados se les asignó un nombre y se procedió a levantar todos sus datos (marca, tipo, serie, número de pastillas y circuitos, conductores de puesta a tierra, calibres de conductores derivados, etc.). También se identificaron los apagadores de las lámparas (qué apagador activa cuáles y cuantas lámparas); cada elemento identificado (tablero, lámparas, contactos apagadores, entre otros) se ubicó en el plano además de tomar lecturas de niveles de iluminación.

#### **3.2.1 Análisis de DPEA.**

El DPEA es el índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción y se expresa en  $[W/m^2]$ . Según lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004, por medio del DPEA, *“se establecerán los niveles de eficiencia energética con que deben cumplir los sistemas de alumbrado”*.

Se hizo un análisis de DPEA del área vaciando los datos en la siguiente tabla (Tabla 1), donde se muestra el tipo de lámpara que hay en cada área, la potencia total, cantidad total de lámparas, el área, el nivel de  $[W/m^2]$  calculado y el nivel marcado por la norma por lo que se tiene:



QUÍMICA INORGÁNICA (PLANTA BAJA)							
LABORATORIOS	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Tubular de Led's de 2x16 W en gabinete de 1.25 x 0.2, Colgante.	32	94	3,008	349.0	8.6	16.1	SI CUMPLE CON LA NORMA
TOTAL			3,008.0				
CUBICULOS	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Tubular de Led's de 2x16 W en gabinete de 1.25 x 0.2, Colgante.	32	43	1,376	184.0	7.5	16.1	SI CUMPLE CON LA NORMA
TOTAL			1,376.0				
PASILLO	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Tubular de Led's de 2x16 W en gabinete de 1.25 x 0.2, Colgante.	32	11	352	59.9	5.9	7.5	SI CUMPLE CON LA NORMA
TOTAL			352.0				

Tabla 1. DPEA Química Inorgánica Planta Baja.

El resultado del DPEA es que el área de Química Inorgánica cumple con los niveles de DPEA señalados en la norma para laboratorios, cubículos de investigadores y pasillo, pues sus niveles se encuentran por debajo de lo permitido.

### 3.2.2 Análisis de Luxes.

Para complementar el análisis del DPEA, está el análisis del nivel de iluminación o Luxes. Para éste análisis, se toma como base la norma oficial mexicana NOM-025-STPS-2008 donde se indican los niveles mínimos de iluminación requeridos en los centros de trabajo. Se muestran algunos resultados obtenidos en la siguiente tabla 2:



<b>QUIMICA INORGANICA (PLANTA BAJA)</b>				
LABORATORIO 209	MEDICION PROMEDIO DE ILUMINACION [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOM [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOU [Lx]	OBSERVACIONES
LABORATORIO	586.25	500	500	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 1	650	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 2	900	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
LABORATORIO 210	MEDICION PROMEDIO DE ILUMINACION [Lx]	NIVEL MINIMO POR NORMA [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOU [Lx]	OBSERVACIONES
LABORATORIO	483.33	500	500	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 1	270	300	300	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 2	2300	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
LABORATORIO 211	MEDICION PROMEDIO DE ILUMINACION [Lx]	NIVEL MINIMO POR NORMA [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOU [Lx]	OBSERVACIONES
LABORATORIO	750	500	500	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 1	740	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
PASILLO PRINCIPAL	MEDICION PROMEDIO DE ILUMINACION [Lx]	NIVEL MINIMO POR NORMA [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOU [Lx]	OBSERVACIONES
PASILLO	198.75	100	100	SI CUMPLE CON LAS NORMAS

Tabla 2. Niveles de Iluminación Química Inorgánica Planta Baja.

El resultado del análisis del nivel de iluminación del área de Química Inorgánica es que sólo el laboratorio 210 no cumple con los niveles de iluminación mínimos señalados en las normas (NOM y NOU) para el área de laboratorios, pues sus niveles están por debajo del permitido. Hay que mencionar que todos los laboratorios son idénticos físicamente y en la distribución de las lámparas.



Hay que mencionar de manera especial que sólo se muestra un fragmento representativo del análisis realizado; las tablas completas tanto para el DPEA como para los Niveles de Iluminación se pueden consultar en el apartado de anexos.

### 3.2.3 Análisis de Tableros.

Se realizó un análisis de los tableros en cuanto a sus protecciones, es decir, si el interruptor principal, interruptores de circuitos derivados protegen a sus conductores asociados y si el calibre del conductor de puesta a tierra es el adecuado. Para éste análisis se usó la norma NOM-001-SEDE-2012 Tabla 310-15 (b) (16) y Tabla 250-122, además del artículo 8.1.1 (e) de la Norma Oficial Universitaria que dice: “*Todos los tableros deben seleccionarse con interruptor principal*”.

A continuación se muestra un fragmento de las tablas de análisis de los tableros del área (Tablas 3 y 4); las tablas completas se pueden consultar en el apartado de anexos correspondiente.

TABLEROS DERIVADOS: INTERRUPTOR GENERAL Y TIERRA FÍSICA														
TABLERO	CONDUCTOR				PROTECCIÓN	TIERRA FÍSICA				ANÁLISIS RESPECTO A LA PROTECCIÓN				
										¿PROTEGE EL CONDUCTOR?	¿CALIBRE DE HILO PUESTO A TIERRA ADECUADO?			
L209	3	-	6	AWG	Zapatas Principales				-	NA	NO TIENE			
L209R	2	-	8	AWG	Zapatas Principales				1	-	10	AWG	NA	SI
L216	3	-	6	AWG	Zapatas Principales				1	-	8	AWG	NA	SI
L216R	2	-	8	AWG	Zapatas Principales				-	NA	NO TIENE			
L217	3	-	6	AWG	Zapatas Principales				1	-	10	AWG	NA	SI
L217R	3	-	6	AWG	Zapatas Principales				1	-	10	AWG	NA	SI
ANEXOS-R	3	-	8	AWG	Zapatas Principales				-	NA	NO TIENE			
SGN	6	-	4	AWG	3	X	75	A	1	-	1/0	AWG	NO	SI



ANEXOS	6	-	4	AWG	Zapatas Principales				1	-	1/0	AWG	NA	SI
S2GN	3	-	4	AWG	Zapatas Principales				-			NA	NO TIENE	
LUZ PASILLO	3	-	4	AWG	3	X	100	A	-			NO	NO TIENE	
TABLERO 1	3	-	2/0	AWG	3	X	225	A	-			NO	NO TIENE	
TABLERO 2	3	-	2/0	AWG	3	X	225	A	-			NO	NO TIENE	
TABLERO 3	3	-	2/0	AWG	3	X	225	A	-			NO	NO TIENE	

NA: No Aplica

**Tabla 3. Tableros Química Inorgánica Planta Baja.**

INTERRUPTORES DE TABLEROS DE DERIVADOS QUE NO PROTEGEN A CONDUCTOR									
TABLERO	CIRCUITO	PROTECCIÓN				CONDUCTORES			
L214	2,4	2	X	40	A	2	-	10	AWG
TABLERO 1	14,16,18	3	X	100	A	3	-	6	AWG
	19,21,23	3	X	100	A	3	-	4	AWG
	38,40,42	3	X	70	A	2	-	8	AWG
TABLERO 2	1,3,5	3	X	100	A	2	-	6	AWG
	14,16,18	3	X	70	A	3	-	6	AWG
	19,21,23	3	X	100	A	3	-	4	AWG
	25,27,29	3	X	100	A	3	-	6	AWG
TABLERO 3	20,22,24	3	X	100	A	3	-	8	AWG
	25,27,29	3	X	100	A	3	-	6	AWG
	31,33,35	3	X	100	A	3	-	6	AWG
S2GN	14,16	2	X	50	A	2	-	10	AWG



LUZ PASILLO	16,18,20	3	X	100	A	3	-	4	AWG
-------------	----------	---	---	-----	---	---	---	---	-----

Tabla 4. Interruptores de Tableros Química Inorgánica Planta Baja.

En el área de Química Inorgánica, hay tableros de los laboratorios que son nuevos y no tienen hilo de puesta a tierra debiendo tenerlo, independientemente si son usados para el servicio normal o para el servicio regulado pues el Artículo 250-4-a)-2) de la NOM-001-SEDE-2012 menciona: *“Los materiales conductores que normalmente no transportan corriente, que alojan a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, deben estar conectados a tierra con el fin de limitar la tensión a tierra en estos materiales”*.

Hay tableros que presentan problema del interruptor principal, en este caso, los tableros generales del área, pues si ocurriera una falla como un corto circuito o una sobrecarga por ejemplo, el interruptor principal no se activará ya que es mayor su ampacidad que la del conductor.

Respecto a los interruptores de los conductores de circuitos derivados, sólo uno de los tableros de cada laboratorio tiene un interruptor cuya capacidad no es la adecuada por lo que no protege al conductor, los demás tableros que presentan este problema son tableros generales.

También, la mayoría de los tableros del área, son de zapatas principales; aunque esto está correcto es mejor instalar un interruptor principal, pues se tiene una mayor seguridad al momento de una falla además de dar una mejor practicidad y facilidad al momento de realizar algún tipo de mantenimiento o revisión que implique des-energizar un circuito o tablero en especial.

Las tablas completas de los análisis de DPEA, Niveles de iluminación y de las protecciones de los tableros se pueden consultar en el apartado de anexos.

### **3.3 Planta Baja (Sección Química Orgánica).**

El área de Química Orgánica es muy similar al área anterior, incluye laboratorios de investigación con sus respectivos cubículos cada uno, un salón para usos múltiples y los baños de la planta baja. Esta área es una de las partes del posgrado donde la instalación eléctrica se aprecia con más descuido. Al hacer un recorrido se encontraron lámparas fundidas en pasillos, laboratorios, cubículos y baños, contactos sin tapas entre otros.

Después del recorrido se pasó a inspeccionar cada laboratorio levantando e identificando tableros, sus circuitos, contactos y apagadores con sus lámparas; también se tomaron lecturas de los niveles de iluminación y toda la información recabada se plasmó en los planos correspondientes.



---

En ésta área no se encontraron tableros dentro de los laboratorios, sólo hay 2 en el pasillo frente a los baños y los centros de carga que alimentan a los laboratorios del área también se encuentran ubicados a lo largo de los pasillos.



### 3.3.1 Análisis de DPEA.

Se realizó el análisis de DPEA correspondiente y se compararon los niveles del área con los especificados en la NOM-007-ENER-2004; a continuación se muestra la tabla de DPEA del área (Tabla 5):

QUIMICA ORGANICA (PLANTA BAJA)							
LABORATORIOS	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W en gabinete 1.25x0.3 m, colgante.	67.2	98	6,585.6	479.9	13.7	16.1	SI CUMPLE CON LA NORMA
<b>TOTAL</b>			<b>6,585.6</b>				
CUBICULOS	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W en gabinete 1.25x0.3 m, colgante.	67	80	5,376	412.0	13.9	16.1	SI CUMPLE CON LA NORMA
Lámpara Fluorescente T8 2x59 W en gabinete 0.3x2.5 m, empotrada.	123.9	2	248				
Lámpara Fluorescente T12 2x39 W en gabinete 0.3x1.25 m, empotrada.	97.5	1	98				
<b>TOTAL</b>			<b>5,721.3</b>				
BAÑOS	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente PL-L 2x32 W en gabinete 0.6x0.6 cm, empotrada	67.2	14	941	64.0	16.8	16.1	NO CUMPLE CON LA NORMA
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W en gabinete 1.25x0.3 m, colgante.	67.2	2	134				
<b>TOTAL</b>			<b>1,075.2</b>				
PASILLO	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W en gabinete 1.25x0.3 m, colgante.	67.2	22	1478.4	160.0	9.2	7.5	NO CUMPLE CON LA NORMA
<b>TOTAL</b>			<b>1,478.4</b>				

Tabla 5. DPEA Química Orgánica Planta Baja.



El análisis del DPEA muestra que la parte de los baños y el pasillo de Química Orgánica no cumplen con lo especificado por la norma oficial mexicana pues los niveles se encuentran por arriba de lo que se señala.

### 3.3.2 Análisis de Luxes.

También se realizó el análisis de los niveles de iluminación del área. A continuación se muestra la tabla con algunos resultados del análisis hecho.

QUÍMICA ORGÁNICA (PLANTA BAJA)				
SALON DE USOS MULTIPLES	MEDICION PROMEDIO DE ILUMINACION [Lx]	NIVEL MINIMO POR NORMA [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOU [Lx]	OBSERVACIONES
SALON	230	300	400	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
LABORATORIO 225	MEDICION PROMEDIO DE ILUMINACION [Lx]	NIVEL MINIMO POR NORMA [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOU [Lx]	OBSERVACIONES
LABORATORIO	685	500	500	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 1	620	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 2	570	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS

Tabla 6. Niveles de Iluminación Química Orgánica Planta Baja.

En el área de Química Orgánica, se encontró que casi todos los laboratorios y cubículos cumplen con los niveles de iluminación mínimos excepto por los laboratorios 225, 204 y el salón de usos múltiples donde los niveles de iluminación son por debajo de los mínimos que se señalan en la norma oficial mexicana y en la norma oficial universitaria.

### 3.3.3 Análisis de Tableros.

Se realizó el análisis de las protecciones (interruptores termomagnéticos) de los tableros correspondientes al área con base en la norma correspondiente y se obtuvieron las tablas siguientes:



TABLEROS DERIVADOS: INTERRUPTOR GENERAL Y TIERRA FÍSICA											
TABLERO	CONDUCTOR				PROTECCIÓN				TIERRA FÍSICA	ANÁLISIS RESPECTO A LA PROTECCIÓN	
										¿PROTEGE EL CONDUCTOR?	¿CALIBRE DE HILO PUESTO A TIERRA ADECUADO?
TP	3	-	2/0	AWG	3	X	125	A	-	SI	NO TIENE
TQ	3	-	2	AWG	3	X	125	A	-	NO	NO TIENE
CCE	3	-	8	AWG	Zapatas Principales				-	NA	NO TIENE

NA: No Aplica

**Tabla 7. Tableros Química Orgánica Planta Baja.**

INTERRUPTORES DE TABLEROS DE DERIVADOS QUE NO PROTEGEN A CONDUCTOR												
TABLERO	CIRCUITO				PROTECCIÓN				CONDUCTORES			
TQ	32,34,36				3	X	50	A	3	-	8	AWG

**Tabla 8. Interruptores Tableros Química Orgánica Planta Baja.**

Las 2 tablas anteriores muestran que:

- El Tablero TQ tiene un interruptor termomagnético principal que no protege a los conductores alimentadores en caso de alguna falla o sobrecorriente.
- Los Tableros TP, TQ y el Centro de Carga CCE no tienen hilo de puesta tierra física.
- El circuito derivado 32, 34, 36 del tablero TQ tiene un interruptor termomagnético que no protege a su conductor derivado.

Las tablas completas de los análisis de DPEA, Niveles de iluminación y de las protecciones de los tableros se pueden consultar en el apartado de anexos.

### 3.4 Medio Piso.

El Medio Piso del posgrado se conforma de oficinas, un salón de cómputo y un pasillo con las escaleras de entrada que dan a la planta baja, en resumen, es un área administrativa y de oficinas. En el recorrido de reconocimiento se ubicaron 2 centros de carga al lado de las escaleras y 2 tableros en el salón de cómputo además de poder ver que en una parte del medio piso hay algunas lámparas montadas encima de otras. Después del recorrido se levantaron primero los centros de carga y tableros encontrados, identificar los circuitos, contactos y apagadores con sus lámparas; al momento de realizar el levantamiento de los



circuitos de los centros de carga de las escaleras se detectó que los interruptores que controlan las lámparas del pasillo estaban flojos lo que provocaba, con cualquier movimiento, un “falso contacto”. Se continuó con la lectura de los niveles de iluminación y el vaciado de la información correspondiente en los planos.

### 3.4.1 Análisis de DPEA.

El DPEA de ésta área también se realizó con base en los niveles marcados en la NOM-007-ENER-2004 de igual forma que en las áreas anteriores; a continuación se muestra la tabla de resultados:

MEDIO PISO							
OFICINAS MEDIO PISO	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W, en gabinete 0.3X1.25 m, sobrepuesta.	67.2	26	1,747.2	142.518	12.3	16.1	SI CUMPLE CON LA NORMA
<b>TOTAL</b>			<b>1747.2</b>				
PASILLO MEDIO PISO	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W, en gabinete de 0.3x1.25 m, sobrepuesta.	67.2	10	672.0	62.688	10.7	7.5	NO CUMPLE CON LA NORMA
<b>TOTAL</b>			<b>672.0</b>				

Tabla 9. DPEA Medio Piso.

En la Tabla anterior vemos que el pasillo del medio piso no cumple con el nivel establecido por la norma ya que se encuentra por arriba de lo establecido no así las oficinas pues sí cumplen con la norma.

### 3.4.2 Análisis de Luxes.

Se realizó el análisis de los niveles de iluminación del medio piso y los resultados se muestran en la siguiente tabla:



MEDIO PISO				
LABORATORIO 100	MEDICION PROMEDIO DE ILUMINACION [Lx]	NIVEL MINIMO POR NORMA [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOU [Lx]	OBSERVACIONES
SALA DE COMPUTO 1	515.00	500	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
SALA DE JUNTAS	350.00	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 2	800.00	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 3	777.00	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 4	790.00	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 6	1,037.00	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 7	800.00	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 8	315.00	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 9	321.00	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
PASILLO	473.33	100	100	SI CUMPLE CON LAS NORMAS

Tabla 10. Niveles de Iluminación Medio Piso.

En cuestión de niveles de iluminación, la Tabla 10 muestra que el medio piso cumple con lo que se establece por la NOM-025-STPS-2008 y la Norma Oficial Universitaria.

### 3.4.3 Análisis de Tableros.

Se realizó el análisis de las protecciones (interruptores termomagnéticos) de los tableros del medio piso realizando las siguientes tablas:



TABLEROS DERIVADOS: INTERRUPTOR GENERAL Y TIERRA FÍSICA										
TABLERO	CONDUCTOR			PROTECCIÓN	TIERRA FÍSICA	ANÁLISIS RESPECTO A LA PROTECCIÓN				
						¿PROTEGE EL CONDUCTOR?	¿CALIBRE DE HILO PUESTO A TIERRA ADECUADO?			
M1	3	-	8	AWG	Zapatas Principales		-	NA	NO TIENE	
M2	3	-	6	AWG	3	X	100	A	NO	NO TIENE
M3	3	-	6	AWG	3	X	100	A	NO	NO TIENE

NA: No Aplica

**Tabla 11. Tableros Medio Piso.**

INTERRUPTORES DE TABLEROS DE DERIVADOS QUE NO PROTEGEN A CONDUCTOR											
TABLERO	CIRCUITO			PROTECCIÓN			CONDUCTORES				
M2	14,16			2	X	50	A	2	-	10	AWG
M3	1,3,5			3	X	100	A	3	-	6	AWG

**Tabla 12. Interruptores de Tableros Medio Piso.**

Las Tablas 11 y 12 del análisis muestran que:

- Los tableros del medio piso que tienen interruptores principales (M2 y M3), no protegen a los alimentadores.
- Todos los tableros del medio piso no tienen hilo de puesta a tierra.
- El tablero M2, en su circuito derivado 14,16 tiene un interruptor termomagnético que no protegería al conductor en caso de ocurrir una falla.

Las tablas completas de los análisis de DPEA, Niveles de iluminación y de las protecciones de los tableros se pueden consultar en el apartado de anexos.

### 3.5 Curva de Entrada y Salones.

Al entrar al posgrado, del lado izquierdo, se encuentra un área con salones donde se imparten algunas clases. Esta área limita con el área del USAI (Unidad de Servicios de Apoyo a la Investigación) de la facultad. Los salones son de distintos tamaños y sólo existe un único tablero de control eléctrico para ésta área.

La curva de entrada abarca desde la entrada principal del posgrado hasta antes de las zonas de Química Orgánica y Química Inorgánica. La curva de entrada se compone de oficinas administrativas del posgrado, cubículos de investigadores, salas de juntas con baño, algunos salones de usos múltiples y laboratorio que también se usa como cubículo de investigadores.



Como en las áreas anteriormente mencionadas, se hizo primeramente un recorrido de reconocimiento para ubicar elementos en planos, posteriormente se identificaron centros de carga, tableros, contactos, apagadores y contactos de toda el área.

### 3.5.1 Análisis de DPEA.

Se realizó el análisis del DPEA del área y en la Tabla 9 se muestran los resultados, tomando como base la norma correspondiente:

CURVA (PLANTA BAJA)							
SALONES	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T8 2x59 W, en gabinete 0.3x2.5 m, empotrada.	123.90	4	496	86.0	14.8	16.1	SI CUMPLE CON LA NORMA
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W, en gabinete 0.3x1.25 m, colgante.	67.20	6	403.2				
Lámpara Fluorescente T12 2x75 W, en gabinete, empotrada.	187.50	2	375.0				
<b>TOTAL</b>			<b>1,273.8</b>				
PASILLO	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T12 2x39 W, en gabinete, colgante.	97.5	4	390	138.9	10.6	7.5	NO CUMPLE CON LA NORMA
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W, en gabinete 0.3x1.25 m, colgante.	67.2	16	1,075.2				
<b>TOTAL</b>			<b>1,465.2</b>				



OFICINAS	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W, en gabinete 0.3x1.25 m, empotrada con difusor de acrílico.	67.2	15	1,008.0	294.60	11.8	16.1	SI CUMPLE CON LA NORMA
Lámpara Fluorescente T12 1x39 W, en canaleta, empotrada.	40.95	6	245.7				
Lámpara Fluorescente T12 2x39 W, en gabinete 0.3 x 1.25 m, empotrada.	81.9	9	737.1				
Lámpara Fluorescente T8 2x59 W, en gabinete 0.3x2.5 m, empotrada.	123.9	12	1,486.8				
<b>TOTAL</b>			<b>3,477.6</b>				

Tabla 13. DPEA Curva Planta Baja.

Nota: No se tomaron en cuenta los baños de las salas de junta y algunos cubículos por su tamaño y uso.

El análisis del DPEA nos muestra que sólo el pasillo de la curva de entrada no cumple con los niveles marcados en la norma al encontrarse por arriba de lo señalado en ella. Las demás áreas no muestran problema al cumplir con este aspecto la norma correspondiente.

### 3.5.2 Análisis de Luxes.

CURVA (PLANTA BAJA)				
PB (CURVA)	MEDICION PROMEDIO DE ILUMINACION [Lx]	NIVEL MINIMO POR NORMA [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOU [Lx]	OBSERVACIONES
CUBICULO 8	167.00	300	300	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 10 (SALON)	1,400.00	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS



CUBICULO 12 (SALON)	2,400.00	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 14 (SALON)	127.00	300	300	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 19 (SALON)	251.00	300	300	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
SANITARIOS 2	170.00	200	150	NO CUMPLE CON LA NOM
SANITARIOS 3	120.00	200	150	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
SANITARIOS 4	140.00	200	150	NO CUMPLE CON LAS NORMAS

Tabla 14. Niveles de Iluminación Curva Planta Baja.

Del análisis de los niveles de iluminación (Tabla 14) se observa que el mayor problema del área está en la zona de los salones a la entrada de la curva y en los baños de las oficinas pues más de la mitad de los salones (4 de 7 salones) no cumplen con los niveles mínimos marcados. Los baños de 3 oficinas tampoco cumplen con los niveles mínimos (sanitarios 2 cumple sólo con la NOU) aunque hay que señalar que sólo son usados por la(s) persona(s) en la oficina correspondiente.

### 3.5.3 Análisis de Tableros.

Se realizó el análisis de las protecciones (interruptores termomagnéticos) de los tableros del medio piso realizando las siguientes tablas:

TABLEROS DERIVADOS: INTERRUPTOR GENERAL Y TIERRA FÍSICA								
TABLERO	CONDUCTOR				PROTECCIÓN	TIERRA FÍSICA	ANÁLISIS RESPECTO A LA PROTECCIÓN	
	2	-	6	AWG			¿PROTEGE EL CONDUCTOR?	¿CALIBRE DE HILO PUESTO A TIERRA ADECUADO?
CCS	2	-	6	AWG	ZAPATAS PRINCIPALES	-	NA	NO TIENE
CCZ	2	-	8	AWG	ZAPATAS PRINCIPALES	-	NA	NO TIENE

NA: No Aplica

Tabla 15. Tableros Curva Planta Baja.



INTERRUPTORES DE TABLEROS DE DERIVADOS QUE NO PROTEGEN A CONDUCTOR									
TABLERO	CIRCUITO	PROTECCIÓN				CONDUCTORES			
CCZ	1	1	X	30	A	1	-	12	AWG
	3	1	X	30	A	1	-	12	AWG

Tabla 16. Interruptores de Tableros Curva Planta Baja.

En las tablas del análisis 15 y 16 de los tableros de la curva de entrada y de los salones de la entrada se puede ver que:

- Los 2 centros de carga ubicados en el área no tienen interruptor principal, son de zapatas principales.
- Ninguno de los centros de carga cuenta con hilo de puesta a tierra instalado.
- El centro de carga CCZ tiene, en sus circuitos derivados 1 y 3, interruptores termomagnéticos que, en el caso de ocurrir una falla, no se activarían y no protegerían a sus conductores respectivos.

Las tablas completas de los análisis de DPEA, Niveles de iluminación y de las protecciones de los tableros se pueden consultar en el apartado de anexos.

### 3.6 Sótano y salones exteriores.

La gran parte del área del sótano está compuesta de laboratorios de investigación con sus cubículos respectivos; durante el recorrido inicial, se descubrió que recientemente la biblioteca del posgrado, que también se encontraba en el sótano, se cambió de lugar y en el espacio que ocupaba se construyeron salones de clases totalmente nuevos incluyendo su instalación eléctrica. También el área del sótano, anteriormente, contaba con plafón y que fue removido dejando las diversas instalaciones a la vista. Hay centros de carga y tableros en los pasillos y en algunos laboratorios además, todos los elementos encontrados en el sótano son viejos; ésta área es la que tiene la instalación eléctrica más vieja y descuidada.

Se hizo el levantamiento de tableros, circuitos, apagadores, lámparas y se tomaron los niveles de iluminación



### 3.6.1 Análisis de DPEA.

Se hizo el análisis de DPEA del área con base en la norma correspondiente y los resultados se muestran en las Tablas 17 y 18:

a) Sótano.

SOTANO							
LABORATORIO 100	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Tubular de LEDs 2x16 W en gabinete, colgante.	32	30	960	134.11	7.2	16.1	SI CUMPLE CON LA NORMA
<b>TOTAL</b>			<b>960</b>				
PASILLO SOTANO	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W en gabinete de 0.3x1.25 m, colgante con Difusor de Acrílico.	67.2	19	1,277	175.8	9.17	7.5	NO CUMPLE CON LA NORMA
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W en gabinete de 0.3x1.25 m, empotrada con Difusor de Acrílico.	67.2	5	336				
<b>TOTAL</b>			<b>1,612.8</b>				
LABORATORIOS 110-115	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T12 2x75 W en gabinete de 2.5x0.3 m empotrada, con Difusor de Acrílico.	157.5	39	6,142.5	325.5	24.2	16.1	NO CUMPLE CON LA NORMA
Lámpara Fluorescente T8 2x59 W en gabinete de 2.5x0.3 m, empotrada con Difusor De Acrílico.	123.9	13	1,610.7				
Lámpara Fluorescente T12 2x39 W Empotrado.	21	6	126				
<b>TOTAL</b>			<b>7,879.2</b>				



CUBICULOS 110-115	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T12 2x39 W empotrado en gabinete de 0.3x1.25 m	82	32	2,621	121.4	21.6	16.1	NO CUMPLE CON LA NORMA
<b>TOTAL</b>			<b>2,620.8</b>				
ANEXO 2	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W sobrepuesta.	27	12	328	33.1	10.4	16.1	SI CUMPLE CON LA NORMA
Lámpara Fluorescente compacta 26 W, sobrepuesta.	27	4	109.2	8.89			
<b>TOTAL</b>			<b>436.8</b>	<b>42</b>			
SANITARIOS	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W tipo curvalum, en gabinete de 0.3x1.25 m, empotrada con Difusor de Acrílico.	67	10	672	32.00	21.0	10.8	NO CUMPLE CON LA NORMA
<b>TOTAL</b>			<b>672.0</b>				
LABORATORIOS 101-107	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T8 2x32 W en gabinete de 0.3x1.25 m, empotrada con Difusor de Acrílico.	67.2	9	604.8	507.6	19.9	16.1	NO CUMPLE CON LA NORMA
Lámpara Fluorescente T12 2x75 W en gabinete de 2.5x0.3 m, empotrado con Difusor de Acrílico.	157.5	27	4,252.5				
Lámpara Fluorescente T8 2x59 W en gabinete de 2.5x0.3 m, empotrada con Difusor De Acrílico.	123.9	16	1,982.4				



Lámpara Fluorescente T8 2x32 W tipo curvalum, empotrado.	67.2	8	537.6			
Lámpara Fluorescente T12 2x39 W en gabinete de 1.20x0.6 m, empotrada.	81.9	24	1,965.6			
Lámpara Fluorescente T12 1x39 W, colgante.	40.95	3	122.85			
Lámpara Fluorescente T12 1x75 W, empotrado.	78.75	8	630			
<b>TOTAL</b>			<b>10,095.8</b>			

Tabla 17. DPEA Sótano

b) Salones del sótano.

SALONES SOTANO							
SALÓN 1	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T5 3x14 W en gabinete de 0.6x0.6 m, empotrada con difusor de rejilla.	44.1	20	882	118.7	7.43	17.2	SI CUMPLE LA NORMA
<b>TOTAL</b>			<b>882.0</b>				
SALÓN 2	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T5 3x14 W en gabinete de 0.6x0.6 m, empotrada con difusor de rejilla.	44.1	20	882	113.33	7.78	17.2	SI CUMPLE LA NORMA
<b>TOTAL</b>			<b>882</b>				
PASILLO	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente compacta 2x13 W.	27.3	5	137	31.31	4.36	7.5	SI CUMPLE LA NORMA
<b>TOTAL</b>			<b>136.5</b>				



SALÓN 3	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T5 3x14 W en gabinete de 0.6x0.6 m, empotrada con difusor de rejilla.	44.1	20	882	106.17	8.31	17.2	SI CUMPLE LA NORMA
<b>TOTAL</b>			<b>882.0</b>				
BAÑO	POT [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	DPEA [W/m <sup>2</sup> ]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente T5 3x14 W en gabinete de 0.6x0.6 m, empotrada con difusor de rejilla.	44.1	5	221	24.36	9.05	10.8	SI CUMPLE LA NORMA
<b>TOTAL</b>			<b>220.5</b>				

Tabla 18. DPEA Salones Sótano.

Aunque en algunas áreas se tienen Lámparas Fluorescentes T8, esto no es suficiente como para cumplir con lo establecido por la norma

### 3.6.2 Análisis de Luxes.

También se realizó el análisis de los niveles de iluminación y se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Sótano.

SÓTANO				
LABORATORIO 100	MEDICION PROMEDIO DE ILUMINACION [Lx]	NIVEL MINIMO POR NORMA [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOU [Lx]	OBSERVACIONES
SALA DE COMPUTO 1	512.50	500	300	SI CUMPLE CON AMBAS
SALA DE COMPUTO 2	486.67	500	300	NO CUMPLE CON LA NOM
LABORATORIO A	452.00	500	500	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
LABORATORIO B	395.00	500	500	NO CUMPLE CON LAS NORMAS



CUBICULO 1	777.00	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 2	290.00	300	300	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
LABORATORIO 103	MEDICION PROMEDIO DE ILUMINACION [Lx]	NIVEL MINIMO POR NORMA [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOU [Lx]	OBSERVACIONES
ALMACEN	177.00	100	-	SI CUMPLE CON LA NORMA
LABORATORIO A	330.67	500	500	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
LABORATORIO B	199.00	500	500	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 1	220.00	300	300	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
LABORATORIO 104	MEDICION PROMEDIO DE ILUMINACION [Lx]	NIVEL MINIMO POR NORMA [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOU [Lx]	OBSERVACIONES
LABORATORIO	283.50	500	500	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 1	88.00	300	300	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 2	215.00	300	300	NO CUMPLE CON LAS NORMAS
CUBICULO 3	363.00	300	300	SI CUMPLE CON LAS NORMAS

Tabla 19. Niveles de Iluminación Sótano.

En el sótano (Tabla 19), todos los laboratorios tienen alguna área que no cumple con la norma pero los laboratorios 100, 103 y 104 son los que tienen más áreas que no cumplen con los niveles mínimos marcados por la norma. Aunque hay valores cercanos a los que establece la norma que pudieran ser aceptables, no se puede tomar como cumplimiento de la norma puesto que ésta, marca un rango de valores sin tolerancia.



b) Salones del sótano.

SALONES EXBIBLIOTECA	MEDICION PROMEDIO DE ILUMINACION [Lx]	NIVEL MINIMO POR NORMA [Lx]	NIVEL MINIMO POR NOU [Lx]	OBSERVACIONES
SALON 1	610.67	300	400	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
SALON 2	653.60	300	400	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
PASILLO	613.33	100	100	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
SALON 3	1,270.80	300	400	SI CUMPLE CON LAS NORMAS
BAÑO	526.67	200	150	SI CUMPLE CON LAS NORMAS

Tabla 20. Niveles de Iluminación Salones Sótano.

Los resultados de los niveles de iluminación (Tabla 20) de los salones nuevos que se ubican en lo que era la biblioteca del posgrado cumplen con lo marcado por la norma oficial mexicana y la norma oficial universitaria, lo cual es algo que se esperaría de una instalación eléctrica nueva.

### 3.6.3 Análisis de Tableros.

Se realizó el análisis de las protecciones (interruptores termomagnéticos) de los tableros del área resultando las Tablas 21 y 22 siguientes:

TABLEROS DERIVADOS: INTERRUPTOR GENERAL Y TIERRA FÍSICA														
TABLERO	CONDUCTOR			PROTECCIÓN				TIERRA FÍSICA			ANÁLISIS RESPECTO A LA PROTECCIÓN			
											¿PROTEGE EL CONDUCTOR?	¿CALIBRE DE HILO PUESTO A TIERRA ADECUADO?		
S9	3	-	6	AWG	3	X	100	A	1	-	12	AWG	NO	NO
SD	3	-	1/0	AWG	3	X	225	A	1	-	6	AWG	NO	SI
E	3	-	2	AWG	3	X	225	A				NO	NO TIENE	
F	3	-	4	AWG	Zapatras Principales						NA	NO TIENE		



L100	3	-	6	AWG	3	X	100	A	1	-	12	AWG	NO	NO
L100R	3	-	6	AWG	3	X	100	A	1	-	12	AWG	NO	NO
TR-F	3	-	8	AWG	3	X	50	A					SI	NO TIENE

NA: No Aplica

**Tabla 21. Tableros Sótano.**

INTERRUPTORES DE TABLEROS DE DERIVADOS QUE NO PROTEGEN A CONDUCTOR											
TABLERO	CIRCUITO			PROTECCIÓN			CONDUCTORES				
E	36,38,40			3	X	50	A	3	-	10	AWG
TR-F	15,17,19			3	X	50	A	3	-	8	AWG

**Tabla 22. Interruptores de Tableros Sótano.**

Los datos de las 2 tablas anteriores nos muestran que:

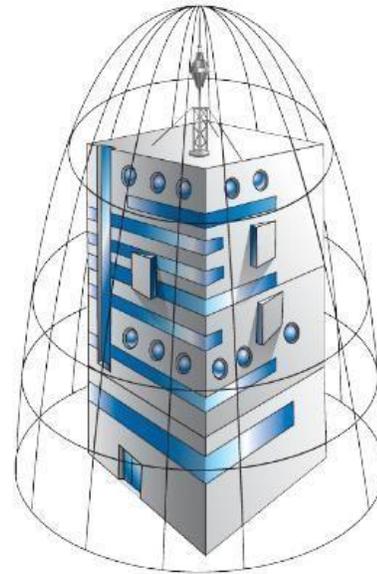
- En el sótano, la mayoría de los tableros que tienen un interruptor principal, no protege a los alimentadores.
- También, los tableros no cuentan con hilo de puesta a tierra o el calibre no es el adecuado (el calibre correcto se menciona en la Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012).
- Los tableros E y TR-F tienen circuitos derivados donde sus respectivos interruptores termomagnéticos no protegen al conductor.

Hay que notar, que el tablero S9 es nuevo, pues se instaló junto con la construcción de los nuevos salones en el área de la ex biblioteca y a pesar de ello, presenta un interruptor principal que no protege a los alimentadores y un calibre inadecuado del hilo de puesta a tierra.

Las tablas completas de los análisis de DPEA, Niveles de iluminación y de las protecciones de los tableros se pueden consultar en el apartado de anexos.

### 3.7 Pararrayos y Sistema de Tierra.

Un Pararrayos es aquel dispositivo encargado de captar las descargas atmosféricas y ofreciéndoles una trayectoria adecuada a tierra para disipar la energía del rayo sin causar daños en su trayectoria. Puede ser complicado llevar a cabo esta definición por el hecho de que, por naturaleza, los rayos no se controlan. Lograr que el rayo pase a tierra en forma directa sin causar daño no es sencillo, sobre todo porque, actualmente, los equipos están compuestos de partes electrónicas que son muy sensibles a las sobretensiones y a este tipo de perturbaciones eléctricas causadas por la naturaleza y además, como cualquier otro sistema de protección, un pararrayos tiene la función de proteger la vida humana, no sólo equipos.



Esquema 3: Protección Pararrayos.

Al Pararrayos ubicado en la azotea del edificio del Posgrado, se le realizó una inspección; cuenta con un solo conductor de bajada que fue recientemente reinstalado ya que el anterior fue cortado y robado en un gran tramo. El conductor de bajada está fijado parcialmente al perfil del edificio y en algunas partes a cancelas y/o marcos metálicos de las ventanas, lo cual según la norma NMX-J-549, no es la forma correcta de trazar el conductor de bajada del pararrayos pues menciona: *“El conductor de bajada se instalará de tal forma que su recorrido sea lo más directo posible”*. Además de que: *“El trazado de los conductores de bajada debe ser elegido de forma que evite la proximidad de conducciones eléctricas y su cruce”*.

El radio de cobertura que tiene el pararrayos no protege completamente al edificio (32.7 m) pues sólo abarca una pequeña parte de la azotea quedando mucho espacio al descubierto; sin embargo, existen en los alrededores edificios más altos con sus respectivos pararrayos y también, árboles más altos que el Edificio de Posgrado que pueden completar la protección para el edificio; esto no es algo que podamos dar por hecho ya que no conocemos las características de los otros pararrayos. Un punto a resaltar del pararrayos es que cuenta con un contador de eventos (actualmente marcando “cero”) instalado en la base del mástil en el conductor de bajada, algo que ahora deben traer por normatividad los pararrayos y que antes no era un elemento obligatorio. Otra observación respecto al pararrayos es que uno de los tensores del mástil se encuentra flojo, esto no representa un riesgo pues los demás están en buen estado, sin embargo, es importante que todos estén bien sujetos y tensos para evitar esfuerzos mecánicos excesivos en los demás causados por el movimiento del mástil.

Después de revisar el pararrayos, se procedió a ubicar y revisar el sistema de tierras del pararrayos del edificio. El registro fue difícil de ubicar pues se le encontró tapado con tierra del jardín además de no estar debidamente señalado. Al destapar el registro, se encontró que la conexión está sulfatada, le falta mantenimiento además de que no está interconectado con los demás sistemas de tierra; la norma NMX-J-549 nos menciona: “A nivel de suelo, los conductores de bajada deben interconectarse al Sistema de Puesta a Tierra”.

La puesta a tierra es la conexión intencional de un conductor, que en condiciones normales no porta corriente, a tierra o a algo que funciona en lugar de la tierra, la mayor parte de las veces, esta conexión se hace en la fuente de alimentación, como por ejemplo un transformador, y en el medio de desconexión de la acometida principal del lugar que usa la energía. Los sistemas eléctricos que se necesita que sean puestos a tierra se deben conectar de manera que limiten la tensión impuesta por las descargas atmosféricas, sobretensiones y sobrecorrientes de la línea, o contacto no intencional con líneas de tensión más alta, y que establezcan la tensión a tierra durante la operación normal.



Esquema 4: Puesta a Tierra.

Existen 3 razones básicas para poner a tierra y son:

- 1) Para limitar las tensiones causadas por descargas atmosféricas o por el contacto accidental de los conductores de alimentación con conductores de mayor tensión.
- 2) Para estabilizar la tensión bajo condiciones normales de operación.
- 3) Para facilitar la operación de los dispositivos de sobrecorriente, tales como fusibles, interruptores automáticos o relevadores, bajo condiciones de falla a tierra.

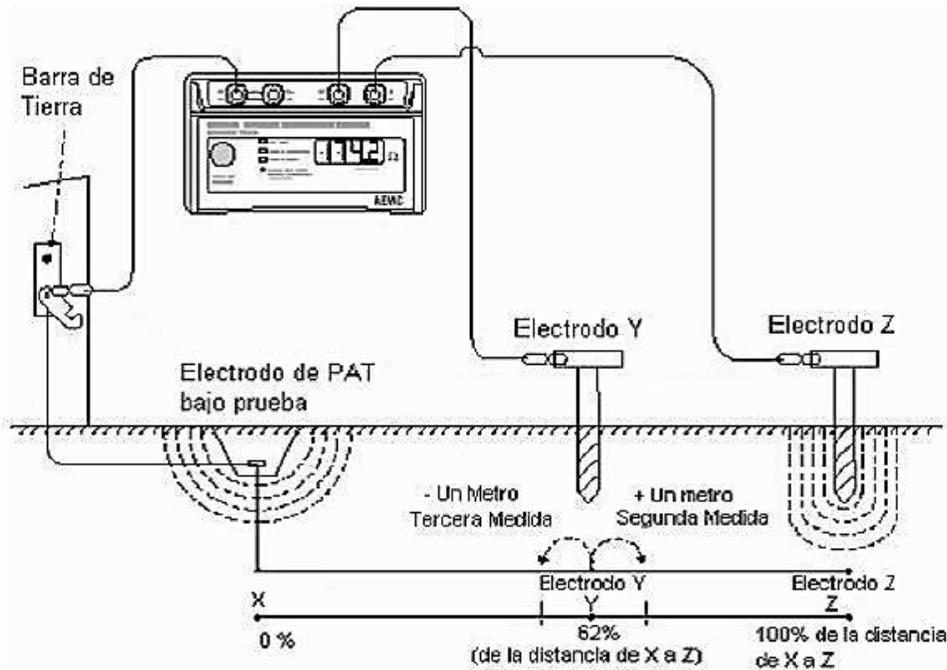
La puesta a tierra se puede dividir en 2 áreas: puesta a tierra de sistemas y puesta a tierra de equipos. Estas áreas se mantienen separadas entre sí, excepto en el punto donde reciben su fuente de alimentación.

Para terminar la revisión, se hizo la medición de la resistencia del sistema de tierra usando el método del 62%. Para este método se usan 2 electrodos, sobre el terreno se



mide una distancia 'Z' en línea recta a partir del electrodo de puesta a tierra. Un electrodo se entierra a la distancia 'Z' y el segundo electrodo se entierra al 62% de la distancia 'Z', al cual se le conoce como distancia 'Y'. Una vez hecho esto se conecta los cables desde los correspondientes bornes del terrómetro a los electrodos enterrados y se procede a hacer la medición.

Diagrama de conexión del Método del 62%



Esquema 5: Diagrama de conexiones para medir resistencia del sistema de tierras.

Se llevaron a cabo 3 mediciones diferentes aislando el sistema; los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 23, 24 y 25:

<b>Medición 1</b>			
<i>Electrodo</i>	<i>Distancia [m]/Valor de Resistencia medido [<math>\Omega</math>]</i>	<i>Valor de Resistencia para Sistema de Pararrayos según NOU</i>	<i>Observaciones</i>
Z	20 [m]	$R = 20 [\Omega]$	Sistema Aislado, Terreno Húmedo
Y	12.4 [m]		
R	2.32 [ $\Omega$ ]		

Tabla 23: Medición Sistema de Tierras.



<b>Medición 2</b>			
<i>Electrodo</i>	<i>Distancia [m]/Valor de Resistencia medido [<math>\Omega</math>]</i>	<i>Valor de Resistencia para Sistema de Pararrayos según NOU</i>	<i>Observaciones</i>
Z	20 [m]	$R = 20 [\Omega]$	Sistema Aislado, Terreno Húmedo
Y	11.4 [m]		
<b>R</b>	<b>2.72 [<math>\Omega</math>]</b>		

Tabla 24: Medición Sistema de Tierras.

<b>Medición 3</b>			
<i>Electrodo</i>	<i>Distancia [m]/Valor de Resistencia medido [<math>\Omega</math>]</i>	<i>Valor de Resistencia para Sistema de Pararrayos según NOU</i>	<i>Observaciones</i>
Z	20 [m]	$R = 20 [\Omega]$	Sistema Aislado, Terreno Húmedo
Y	13.4 [m]		
<b>R</b>	<b>2.85 [<math>\Omega</math>]</b>		

Tabla 25: Medición Sistema de Tierras.

Podemos ver que, aún con el terreno con humedad, el valor medido de la resistencia del sistema se encuentra muy por debajo del máximo permitido por la Norma Oficial Universitaria que es de 20 [ $\Omega$ ], cumpliendo sin problema con la Norma. También, tenemos que recordar que lo mencionado por la norma NMX-J-549 no es obligatorio a diferencia de alguna Norma Oficial Mexicana (NOM), a menos que la NOM especifique que la NMX en cierta sección sea obligatoria.



## CAPITULO IV: ANOMALÍAS Y PROPUESTAS DE MEJORA.

El siguiente capítulo tratará sobre las anomalías encontradas en la instalación eléctrica del posgrado al momento de hacer el levantamiento eléctrico y se hará una propuesta sobre cómo solucionar cada una de ellas, con el fin de que se cumpla con la normatividad. El desarrollo del capítulo se hará en el mismo orden en el que se ha venido haciendo, esto es:

- Planta Baja (Sección Química Inorgánica).
- Planta Baja (Sección Química Orgánica).
- Medio Piso.
- Curva de entrada y Salones.
- Sótano y Salones Exteriores.

### 4.1 Anomalías Generales y Propuestas de Mejora.

A continuación se presenta la Tabla 25 con las anomalías más comunes encontradas en cada área de la instalación eléctrica del edificio de Posgrado:

	<b>PB (Química Inorgánica).</b>	<b>PB (Química Orgánica).</b>	<b>Medio Piso.</b>	<b>Curva de entrada y Salones.</b>	<b>Sótano y Salones Exteriores.</b>
<b>Empalmes</b>					X
<b>Equipo sin Tierra Física</b>	X	X	X	X	X
<b>Equipo sin Tierra Aislada</b>		X		X	X
<b>Equipo sin Neutro</b>		X			X
<b>Equipo Sucio</b>		X	X	X	X
<b>Tableros o Centros de Carga sin barra de tierras.</b>		X	X	X	X
<b>Tablero/Centro de Carga Saturado o mal peinado.</b>		X	X		X
<b>Equipo sin tapa.</b>					X

Tabla 25: Anomalías Generales.



- ✓ *Empalmes:* El Artículo 110-14 inciso b) de la NOM-001-SEDE-2012 menciona que “Los conductores deben empalmarse con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura autógena, o soldadura con un metal de aleación fundible. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica (Véase 921-24(b)). Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante adecuado. Los conectadores o medios de empalme de los cables instalados en conductores que van directamente enterrados, deben estar listados (aprobados conforme con lo establecido en 110-2) para ese uso”.

Esta anomalía se podría solucionar usando conectores (ya sean mecánicos o soldables) o cajas para empalmes (según sea el caso) para unir los conductores o bien, hacer un mejor trabajo al conectar los tramos de conductores; además, estas uniones, se debe procurar hacerlas en las cajas de paso y no dentro de los tableros. Otra solución puede ser cambiar los conductores, debiendo tener continuidad en las conexiones.

- ✓ *Equipo sin Tierra Física:* La NOM-001-SEDE-2012 en el Artículo 647-6 inciso b) nos dice: “El equipo de utilización alambrado permanentemente y contactos deben ser puestos a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos tendido con los conductores del circuito hasta una barra conductora de puesta a tierra de equipos, marcada visiblemente con la inscripción “Puesta a tierra técnica de equipos” en el tablero de alumbrado y control del circuito derivado de origen...el conductor de puesta a tierra no debe ser menor al que se especifica en la Tabla 250-122 y estar tendido con los conductores del alimentador

La solución a esto es instalar el conductor de tierra física con su kit correspondiente en cada uno de los equipos eléctricos que lo necesiten, ya que la tierra física, en caso de ocurrir por ejemplo un corto circuito, es un medio de protección tanto para las personas como para todos los equipos que se usen en las diferentes áreas del edificio.

- ✓ *Equipo sin Tierra Aislada:* El Artículo 645-15 de la NOM-001-SEDE-2012 menciona: “Todas las partes metálicas expuestas, que no transporten corriente eléctrica, de un sistema de procesamiento de datos y cómputo electrónico, deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 o deben ser de doble aislamiento. Los sistemas de suministro de energía derivados dentro del equipo aprobado que alimenten a equipo de cómputo y las cuales son suministradas como parte de ese equipo, no deben ser considerados separadamente como derivados para propósito de aplicación de lo indicado en 250-5 d)”.



También, la misma norma en el Artículo 406-3 inciso d) dice: “Los contactos que tienen una conexión aislada del conductor de puesta a tierra proyectada para la reducción del ruido eléctrico (interferencia electromagnética)...”. La NOU nos menciona en el Art. 3.4.4 que “Los receptáculos con conexión de tierra aislada deben instalarse exclusivamente en áreas destinadas a centros de cómputo, laboratorios, salas de videoconferencias, salas de radio y TV y todas aquellas que manejen equipo electrónico sensible”.

La solución es instalar el conductor de la Tierra Aislada con su kit correspondiente en los equipos eléctricos que lo necesiten, ya que en caso de ocurrir un corto circuito, la tierra aislada es una forma de protección para los equipos sensibles a las variaciones de tensión y/o corrientes como equipos de cómputo, equipos especiales de medición o de investigación que se tengan en el edificio.

- ✓ *Equipo sin Neutro:* El Art. 110-3 inciso b) de la NOM-001-SEDE-2012 dice: “Los equipos etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta y/o instructivo”.

Para solucionar esto hay que tener en cuenta que cada circuito debe llevar su neutro desde la barra de neutro del tablero de distribución o derivado según sea el caso, para evitar que las corrientes de retorno se vayan a las fases y provoquen sobrecarga en ellas o que provoquen que el neutro empiece a llevar corriente (el neutro no debe tener corriente).

- ✓ *Equipo Sucio:* En el Artículo 110-3 inciso b) también se aplica en esta parte: “Los equipos etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta y/o instructivo”.

Hay que dar un correcto mantenimiento y limpieza a los equipos para que continúen funcionando de forma adecuada y cumplan con su tiempo de vida ayudando a que no se hagan inversiones no previstas para reemplazar equipos que todavía son relativamente nuevos o que todavía no es necesario que se reemplacen.

- ✓ *Sin barra de tierras en Tableros o Centros de Carga:* En el Artículo 110-3 inciso b) de la NOM-001-SEDE-2012 dice que: “Los equipos etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta y/o instructivo”.

Además el Art. 647-6 inciso b) menciona: “El equipo de utilización alambrado permanentemente y contactos deben ser puestos a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos tendido con los conductores del circuito hasta una barra conductora de puesta a tierra de equipos, marcada



visiblemente con la inscripción “Puesta a tierra técnica de equipos” en el tablero de alumbrado y control del circuito derivado de origen...el conductor de puesta a tierra no debe ser menor al que se especifica en la Tabla 250-122 y estar tendido con los conductores del alimentador”.

En este caso, se debe de instalar la barra de tierras en los tableros y centros de carga para poder conectar ahí los conductores de tierra correspondientes; recordemos que esto es un medio de protección tanto para las personas y para todos los equipos que se usen en las diferentes áreas del edificio.

- ✓ *Tablero/Centro de Carga Saturado o mal peinado:* La NOM-001-SEDE-2012 dice al respecto en su Artículo 110-26: “Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo”.

Hay que colocar las canalizaciones necesarias y hacer una mejor distribución de los conductores del lugar, si el espacio lo permite, para darle solución a este punto. El tener un centro de carga o tablero bien peinado ayuda a que se faciliten las labores de mantenimiento además de evitar sobrecalentamiento de los conductores derivados, que a la larga, podrían ocasionar un accidente.

- ✓ *Equipo sin tapa:* La NOM-001-SEDE-2012 en el Artículo 370-25 dice: “En las instalaciones una vez terminadas, todas las cajas deben tener una tapa, una placa de cierre o una tapa ornamental. a) Tapas y placas metálicas o no metálicas. Se permite utilizar con las cajas no metálicas, tapas metálicas o no metálicas. Cuando se utilicen tapas o placas metálicas, deben cumplir los requisitos de puesta a tierra indicados en 250-42. b) Acabados de paredes o techos combustibles expuestos. Cuando se utilice una tapa o placa de cierre, todas las paredes o techos con acabados combustibles que estén expuestos y queden entre el borde de la tapa o placa y la caja de salida, se deben sellar con material no combustible. c) Cordones flexibles colgantes. Las tapas de cajas de salida y cajas de paso que tengan aberturas a través de las cuales pasen cordones flexibles colgantes, deben estar dotadas de boquillas diseñadas para ese uso o tener una superficie lisa y perfectamente redondeada en la que se puedan soportar los cables. No se deben utilizar boquillas de goma dura o mixtas”.

Instalar la tapa correspondiente a cada uno de los equipos y componentes eléctricos soluciona esta anomalía pero es importante que la tapa que se instale NO sea distinta a la que le corresponde a cada equipo pues esto expone al personal a un accidente.

En cada área del edificio de posgrado, también se encontraron anomalías particulares; a continuación se mostrarán cuáles fueron para cada una de las áreas:



#### **4.2 Planta Baja (Sección Química Inorgánica).**

En ésta área del Posgrado, se encontraron las siguientes anomalías en la instalación eléctrica:

- ❖ *Centros de Carga o Tablero sin tierra física:* Según el Art. 647-6 inciso b) de la NOM-001-SEDE-2012: “El equipo de utilización alambrado permanentemente y contactos deben ser puestos a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos tendido con los conductores del circuito hasta una barra conductora de puesta a tierra de equipos, marcada visiblemente con la inscripción “Puesta a tierra técnica de equipos” en el tablero de alumbrado y control del circuito derivado de origen. La barra conductora de puesta a tierra debe estar conectada al conductor puesto a tierra en el lado de la línea del medio de desconexión del sistema derivado separado”.

Hay que instalar los conductores de tierra física con sus kits correspondientes en cada uno de los tableros y centros de carga. La tierra física ayuda a proteger a las personas, sus pertenencias y equipos contra los daños que pueda causar, por ejemplo, un corto circuito.

- ❖ *Equipo Eléctrico con difícil acceso y obstaculizados:* Para esto, el Art. 110-26 de la NOM-001-SEDE-2012 dice: “Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo”.

Si el espacio lo permite, se debe de cambiar de lugar el equipo eléctrico o quitar los objetos que obstaculicen el acceso a él. Tener los equipos libres para su acceso, ayuda a realizar más fácilmente las labores de mantenimiento además de que se evitan posibles accidentes.

- ❖ *Área de Tableros Principales usada para almacenar cajas vacías o basura en general:* Para este punto, también se aplica el Artículo 110-26 de la NOM-001-SEDE-2012.

Se deben de quitar del área todos los objetos como cajas vacías, basura y botes, entre otros. Esto es por seguridad tanto del personal de mantenimiento como de las personas que pudieran pasar por el lugar donde se encuentran los tableros.



### 4.3 Planta Baja (Sección Química Orgánica).

En ésta área del Posgrado, se encontraron las anomalías:

- ❖ *Centros de Carga sin tierra física:* Para este punto, se aplica el Art. 647-6 inciso b) de la NOM-001-SEDE-2012.

Se debe instalar el conductor de tierra física y su kit en todos los centros de carga que lo necesiten. Como ya se ha venido mencionando anteriormente, tener la tierra física conectada adecuadamente es un medio de protección para las personas y sus pertenencias o equipos que lleguen a usar en el edificio.

- ❖ *Equipo Eléctrico con difícil acceso u obstaculizados:* Aquí, se aplica el Art. 110-26 de la NOM-001-SEDE-2012.

Hay que reubicar el equipo o quitar los obstáculos que impidan o dificulten el acceso al equipo si el espacio lo permite. Los equipos eléctricos libres de obstáculos ayudan a realizar más fácilmente las labores de mantenimiento y evita posibles accidentes a las personas que laboren en el edificio.

- ❖ *Cables sueltos dentro de Tableros y/o Centros de Carga:* El Art. 110-7 de la NOM-001-SEDE-2012 habla de la integridad de los alambrados: “Las instalaciones de alambrado en el momento de quedar terminadas deben estar libres de cortocircuitos, fallas a tierra o cualquier conexión a tierra diferente de lo exigido o permitido en esta NOM”.

Los conductores que no se usen, que no estén en servicio (es decir conectados), se deben de quitar de los tableros y/o centros de carga donde se encuentren, esto para evitar que provoquen un corto circuito y pongan en riesgo la seguridad de la instalación eléctrica o la seguridad de las personas.

- ❖ *Tuberías del equipo saturadas:* Para esta anomalía se aplican los Artículos 110-3 inciso b) y 110-7 de la NOM-001-SEDE-2012.

Si el espacio lo permite, se deben instalar las canalizaciones necesarias y/o hacer una mejor distribución de los conductores en ellas. Hacer esto evita sobrecalentamiento en los conductores de los tableros previniendo que el aislamiento del conductor se empiece a desgastar y ello provoque algún tipo de accidente (corto circuito) en el tablero o dentro de la tubería.

- ❖ *Llave de paso de tubería cerca de un Centro de Carga:* Se aplicaría el Art. 110-26 de la NOM-001-SEDE-2012.



Si el espacio lo permite, se tiene que reubicar el centro de carga por seguridad pues al llevar a cabo labores de mantenimiento, accidentalmente podría golpearse la tubería cercana y provocar algún tipo de accidente para las personas del edificio.

- ❖ *Cubículos con contactos saturados y con alta temperatura:* En este caso, se aplican los Art. 110-3 inciso b) de la NOM-001-SEDE-2012, el Art. 110-26 y el Art. 110-13 inciso b) de la misma norma que dice: “El equipo eléctrico que dependa de la circulación natural del aire y de los principios de la convección para el enfriamiento de sus superficies expuestas, debe instalarse de modo que las paredes o el equipo instalado al lado dejen el suficiente espacio para la circulación del aire sobre dichas superficies. Para los equipos diseñados para montarse en el suelo, se deben dejar espacios libres entre las superficies superiores y adyacentes, para que se disipe el aire caliente que circula hacia arriba. El equipo eléctrico con aberturas de ventilación debe instalarse de modo que las paredes u otros obstáculos no impidan la libre circulación del aire a través del equipo”.

Hay que procurar que el lugar esté lo suficientemente ventilado para no generar sobrecalentamiento en el equipo que puede provocar que no funcione adecuadamente o un conato de incendio que ponga en riesgo la seguridad de las personas del edificio.

#### **4.4 Medio Piso.**

En el Medio Piso se encontraron las siguientes anomalías en la instalación eléctrica:

- ❖ *Lámparas puestas sobre otra lámpara:* Aquí, el Art. 110-12 de la NOM-001-SEDE-2012 dice: “Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y competente”.

Las lámparas que ya no se usen o sirvan hay que quitarlas porque además de dar un mal aspecto, es un desperdicio tener lámparas colocadas de esa forma. También podrían reubicarse las lámparas para dar una mayor iluminación a las áreas que así lo necesiten.

- ❖ *Falsos contactos en interruptores termomagnéticos:* Al igual que antes, de la NOM-001-SEDE-2012, el Art. 110-12 se aplicaría: “Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y competente”. Además de que también aplicaría el Art. 110-3 inciso b) de la misma norma.

Hay que cambiar los interruptores termomagnéticos o instalarlos correctamente para que no provoquen más falsos contactos o fallas en el suministro de la energía eléctrica, esto con el fin de evitar que ocurra un accidente en la instalación eléctrica del edificio.



#### **4.5 Curva de Entrada y Salones.**

En ésta área del Posgrado se encontraron las siguientes anomalías en la instalación eléctrica:

- ❖ *Equipo Eléctrico con difícil acceso u obstaculizado:* Para este punto, se aplica el Art. 110-26 de la NOM-001-SEDE-2012.

Nuevamente, se deben de remover los obstáculos que impidan el acceso al equipo eléctrico o si el espacio del lugar lo permite, reubicar el equipo para poder llevar labores de mantenimiento de una forma más fácil y segura.

#### **4.6 Sótano y salones exteriores.**

En ésta parte del Posgrado, las anomalías que se encontraron en la instalación eléctrica fueron:

- ❖ *Cables sueltos dentro de Tableros y/o Centros de Carga:* Se vuelve a aplicar el Art. 110-7 de la NOM-001-SEDE-2012.

Se deben de quitar los conductores que no se usen o no estén en servicio de los tableros y centros de carga para evitar posibles cortos circuitos al hacer tareas dentro del tablero.

- ❖ *Tapa dañada de Tablero y/o Centro de Carga:* El Art. 370-25 de la NOM-001-SEDE-2012 se aplica en este punto.

Hay que instalar la tapa correspondiente para el tablero o centro de carga para evitar algún accidente al personal al hacer trabajos cerca del mismo.

- ❖ *Equipo Eléctrico con difícil acceso u obstaculizado:* Aquí aplica el Art. 110-26 de la NOM-001-SEDE-2012.

Es necesario quitar todo objeto que obstaculice el acceso al equipo eléctrico o reubicarlo si el espacio del lugar lo permite.

- ❖ *Equipo Eléctrico sucio:* Para este caso, el Art. 110-3 inciso b) de la NOM-001-SEDE-2012 aplica.

Se necesita dar un buen mantenimiento a los equipos eléctricos, esto implica su adecuada limpieza y la del lugar.

- ❖ *Llave de paso de tubería de gas cerca de un Centro de Carga:* En esta anomalía aplica el Art. 110-26 de la NOM-001-SEDE-2012.



Si el espacio del lugar lo permite, se debe de reubicar el Centro de Carga o cambiar la trayectoria de la tubería.

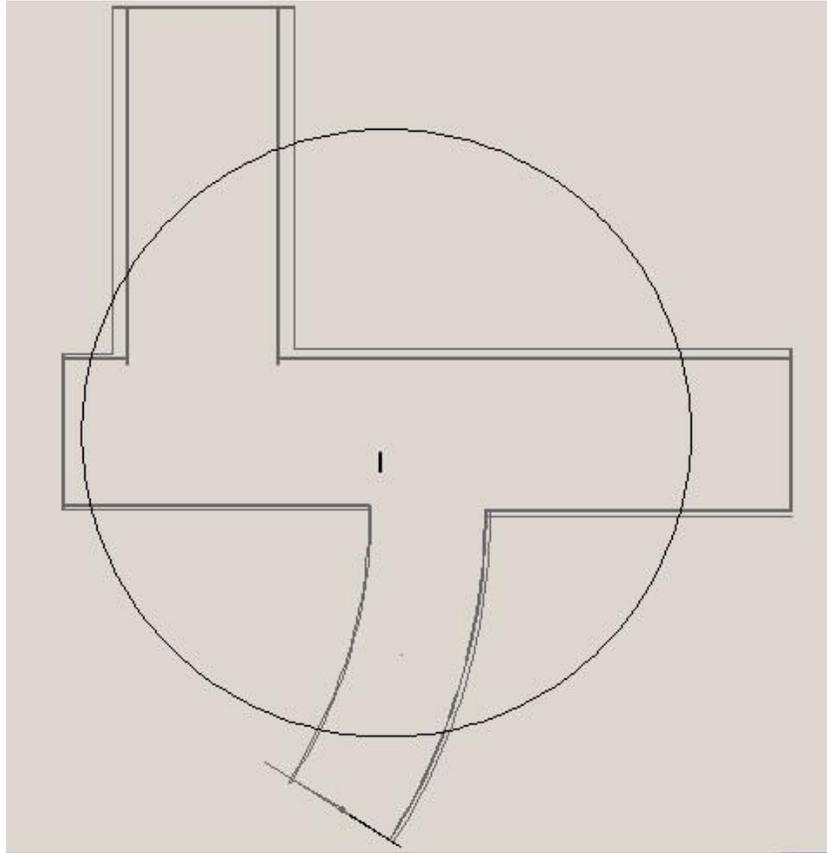
#### **4.7 Pararrayos y Sistema de Tierra.**

En lo que al pararrayos se refiere, las anomalías que se encontraron fueron las siguientes:

- ❖ *Uno de los tensores está flojo:* La Norma NFC 17-102 dice en el punto 7.3: “Cuando una verificación periódica muestre que existen fallos en el sistema de protección contra la descarga, es conveniente realizar la reparación con el menor retraso a fin de mantener la eficacia óptima del sistema”. También la Norma NMX-J-549 dice en el punto 7.3 inciso b): “En caso de cumplir con la condición de firmeza o adherencia de los elementos del Pararrayos a la superficie de fijación, proceder a sustituir o instalar adecuadamente los elementos de fijación correspondientes”.

Es necesario que el mantenimiento que se le dé al pararrayos también incluya revisar y ajustar, de ser necesario, los tensores; con esto se asegura que el pararrayos esté firme y resista esfuerzos mecánicos debido al viento o a algún movimiento sísmico.

- ❖ *El radio de cobertura del Pararrayos no abarca todo el edificio:* La Norma NFC 17-102 menciona en el punto 1.1.2: “La presente norma fija las reglas relativas a la concepción, realización, revisión y mantenimiento de instalaciones realizadas con pararrayos con dispositivo de cebado. El objetivo principal de estas instalaciones es proteger con la mayor eficacia posible a personas y bienes materiales”. También la Norma NMX-J-549 dice en su punto 7.3 inciso c): “En caso de existir equipo o elementos nuevos que se encuentre fuera de la cobertura de protección contra la incidencia directa de rayo indicada en el diseño original, realizar la evaluación correspondiente con el fin de instalar las terminales aéreas adicionales para asegurar su protección”.



**Esquema 6: Radio de Cobertura Actual del Pararrayos del Edificio.**

La principal función de un Pararrayos es proteger a las personas y bienes materiales de las descargas atmosféricas; no tiene sentido alguno instalar un pararrayos que no brinda una protección adecuada; la cobertura actual del pararrayos del edificio la vemos en el Esquema 6. Hay que hacer el estudio de protección contra descargas atmosféricas correspondiente para, en su caso instalar un pararrayos con una cobertura mejor o instalar un 2º pararrayos que complemente al que ya se tiene.

- ❖ *El conductor de bajada del pararrayos no tiene una trayectoria adecuada:* La Norma NFC 17-102 dice en su punto 2.3.3 que: “El conductor de bajada se instalará de tal forma que su recorrido sea lo más directo posible. Su trazado tendrá en cuenta el emplazamiento de la toma de tierra y deberá ser lo más rectilíneo posible, siguiendo el camino más corto, evitando cualquier acodamiento brusco o remonte”.

Hay que dar una mejor trayectoria al conductor de bajada, más directa y segura como se indica en la norma para asegurar que la energía del rayo sea dirigida a tierra sin causar accidentes a las personas y sus pertenencias que se encuentren laborando dentro del edificio.



#### **4.8 Monitoreo de Parámetros Eléctricos.**

Un monitoreo de parámetros eléctricos se lleva a cabo para registrar todos aquellos parámetros eléctricos que resulten de interés para el usuario (por ejemplo: tensión, corriente, potencias, armónicos, entre otros); con ello, se espera determinar el comportamiento de un sistema eléctrico y así ayudar a hacer mejoras en el sistema eléctrico y/o lograr ahorros de energía.

Los parámetros eléctricos que se quieran registrar de un monitoreo también dependen del modelo de los equipos que se usarán y de la configuración que se haga, por ejemplo: algunos pueden registrar hasta un número determinado de armónicas (tanto de tensión como de corriente) y otros, además, registrar factor de potencia.

Como último punto de este capítulo, se hablará de los monitoreos realizados a los diferentes sistemas eléctricos del Posgrado, los sistemas eléctricos del edificio se dividen en:

- Sistema Eléctrico Normal.
- Sistema Eléctrico de Emergencia.
- Sistema Eléctrico Regulado.

El periodo comprendido para los monitoreos de cada sistema fue de 1 semana, registrando muestras cada 5 minutos. A continuación se describirá el comportamiento de los principales parámetros eléctricos. Se usará el orden mencionado arriba para hablar específicamente de cada monitoreo.

##### **4.8.1 Sistema Eléctrico Normal.**

Se realizó el monitoreo con un analizador de redes y calidad de la energía eléctrica Marca HT ITALIA modelo PQA 824 instalado a la salida del transformador de 500 [kVA], dentro del gabinete de baja tensión de la subestación en el sótano del Edificio "B" de la Facultad de Química.



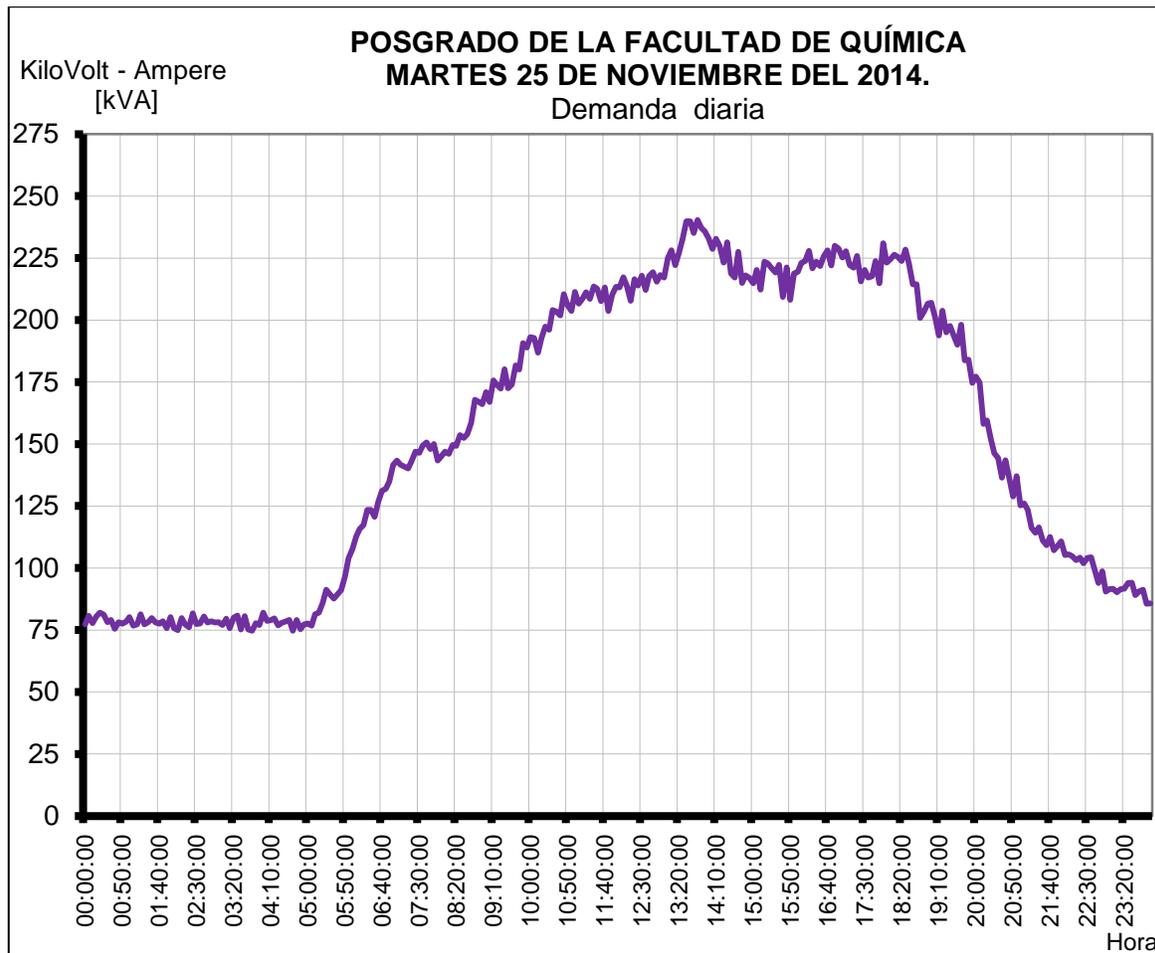
- **Demanda.**

Respecto a la demanda, los resultados del monitoreo realizado nos indica que se alcanza una demanda máxima de 240.40 [kVA] o 230.90 [kW] el día 25 de Noviembre (martes) a las 1:45pm. El horario de labores mostrado por las gráficas es de 5:00hrs a 22:00hrs aproximadamente. En la siguiente tabla se muestran las demandas máxima, mínima y promedio de las que se tuvieron registro durante el monitoreo (1 semana).

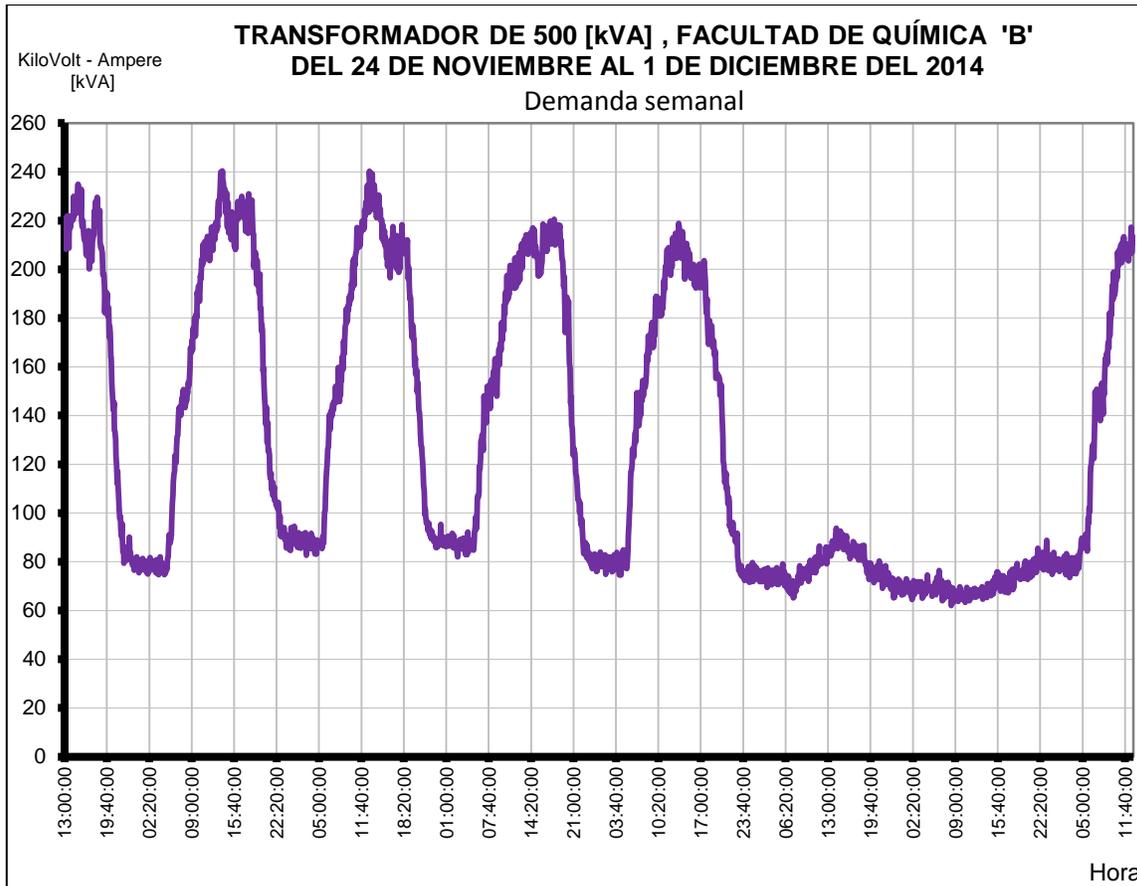
DEMANDA	[kW]	[kVA]
<b>MÁXIMO</b>	<b>230.90</b>	<b>240.40</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>55.91</b>	<b>62.08</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>121.54</b>	<b>128.70</b>

La demanda de energía eléctrica, durante el monitoreo, tuvo un comportamiento constante presentándose en la siguiente tabla y en las Gráficas 2 y 3:

Horario (hrs).	Comportamiento de la demanda.
05:00 – 12:00	La demanda se incrementa desde 62.08 hasta los 200 [kVA] aproximadamente.
12:00 – 21:00	En este periodo, la demanda se mantiene en un rango entre los 200 y los 240.4 [kVA] durante la semana.
21:00 – 05:00	Periodo en el que van terminando las actividades diarias y la demanda baja hasta alcanzar la demanda base que oscila entre los 62 y los 85 [kVA].

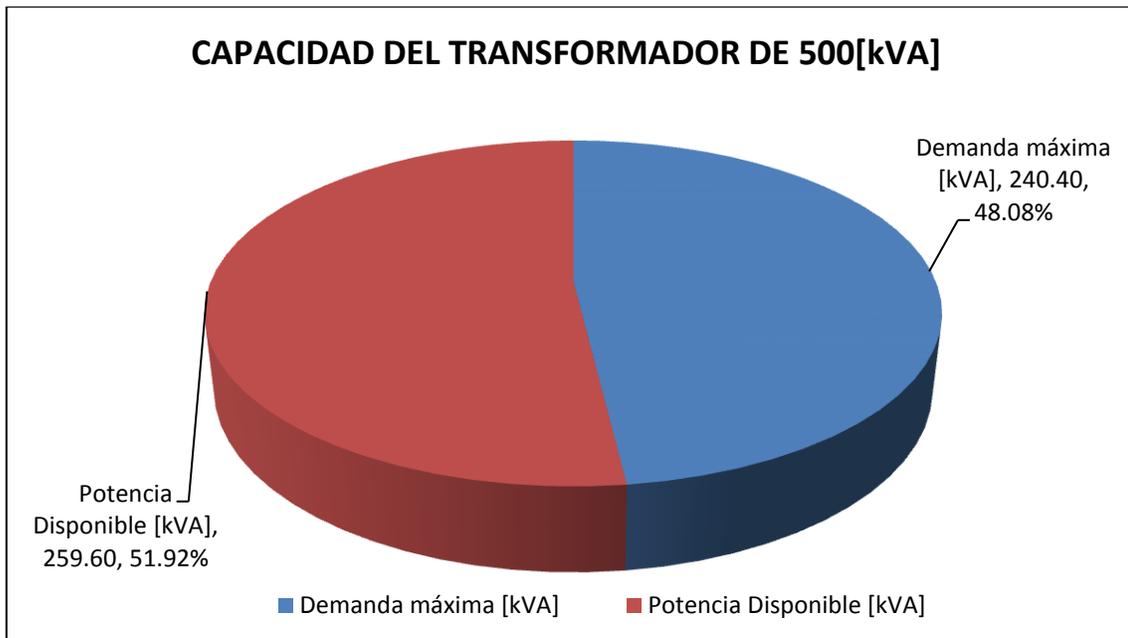


Gráfica 2: Demanda Diaria Sistema Eléctrico Normal.



**Gráfica 3: Demanda Semanal Sistema Eléctrico Normal.**

Respecto a la potencia disponible, se muestra el resultado en la Gráfica 4, tomando como base la demanda máxima de 240.40 [kVA]. La potencia disponible se define como la potencia que no se utiliza y que es posible demandar en algún momento.



**Gráfica 4: Capacidad y Demanda del Transformador.**

El transformador es apenas usado al 48% de su capacidad por lo que se puede decir que parte de su capacidad se está desperdiciando aunque tener 51% de potencia disponible, da lugar a poder hacer futuras expansiones del sistema eléctrico; se recomienda que el transformador opere cerca de su capacidad nominal (la versión anterior de la norma NOM-001 reglamentaba esto) para evitar bajos factores de potencia y penalizaciones por ello.

- **Tensión.**

En esta parte, el monitoreo dio los siguientes resultados para los valores de Tensión mínimo, máximo y promedio por fase:

FASE	TENSIÓN [V]		
	A	B	C
<b>MÁXIMO</b>	125.7	125.5	125.9
<b>MÍNIMO</b>	120.5	119.9	120.7
<b>PROMEDIO</b>	123.6	123.3	123.7

Para la tensión, se permite una tolerancia de  $\pm 10\%$  de los 127 [V] que se maneja dando un rango entre 112.8 [V] y 134.3 [V]. Del monitoreo, no se obtuvieron datos fuera del rango de tolerancia permitido.



- **Corriente.**

En la siguiente tabla se muestran los datos máximos, mínimos y promedio que se obtuvieron por fase, incluyendo el neutro, respecto a la corriente:

FASE	CORRIENTE [A]			
	A	B	C	N
MÁXIMO	658.70	665.00	730.30	158.70
MÍNIMO	182.50	144.70	167.10	35.66
PROMEDIO	355.59	332.71	358.46	84.25

Se muestra en la tabla que las fases están relativamente balanceadas. La fase C es la que muestra un valor máximo mayor que las otras 2 fases. El neutro muestra corriente alta, lo cual podría deberse a un sistema de tierras que no se encuentra conectado debidamente.

- **Consumo.**

Para el consumo del Sistema Eléctrico Normal se tiene que la carga total de tableros estimada es de 69.46 [kW] siendo el 30.08% de la demanda máxima, de motores un 47.20 [kW], el 20.44% de la demanda máxima dando una carga total de 116.67 [kW] representando el 50.5% de la demanda máxima.

Para estimar el costo de la energía eléctrica, hay que mencionar que se juntó la carga estimada de los tableros en los cuadros de carga del Sistema Eléctrico Normal y el Sistema Eléctrico de Emergencia ya que la única diferencia es que el Sistema de Emergencia está respaldado por la planta de emergencia.

También para la estimación del costo de la facturación, se tomó el precio del kW/h que establece Comisión Federal de Electricidad para la región central al mes de Enero de 2015, siendo:

<i>Energía Base</i>	\$0.9682
<i>Energía Intermedia</i>	\$1.1579
<i>Energía Punta</i>	\$2.0411

Tabla 26: Precios de la Electricidad Enero 2015.

Para la estimación del costo de energía base diaria, se tomaron los datos de la carga estimada de los sistemas eléctricos normal y sistema eléctrico de



emergencia; para estimar los costos de energía intermedia y punta se usó la carga de ambos sistemas además de añadir la carga de motores que se encuentran en la azotea, además, se tomaron los horarios para los intervalos base, intermedia y punta que maneja CFE; por lo tanto, los costos resultaron de la siguiente manera:

<i>Costo por Demanda Máxima</i>	<b>\$41,989.17</b>
---------------------------------	--------------------

<i>Costo Base Diario</i>	\$1,611.70
<i>Costo Intermedio Diario</i>	\$4,421.49
<i>Costo Punta Diario</i>	\$1,263.28
<b>Costo Diario</b>	<b>\$7,296.47</b>
<b>Costo Mensual</b>	<b>\$268,179.75</b>
<b>Costo Anual</b>	<b>\$3,218,157.02</b>

Tabla 28: Costo Sistema Eléctrico Normal.

#### 4.8.2 Sistema Eléctrico de Emergencia.

Se realizó el monitoreo del sistema con un analizador de redes y calidad de la energía eléctrica Marca HT ITALIA modelo PQA 824 instalado a la salida del gabinete de transferencia de la planta de emergencia de 380 [kW] que se encuentra en la subestación en el sótano del Edificio "B" de la Facultad de Química.

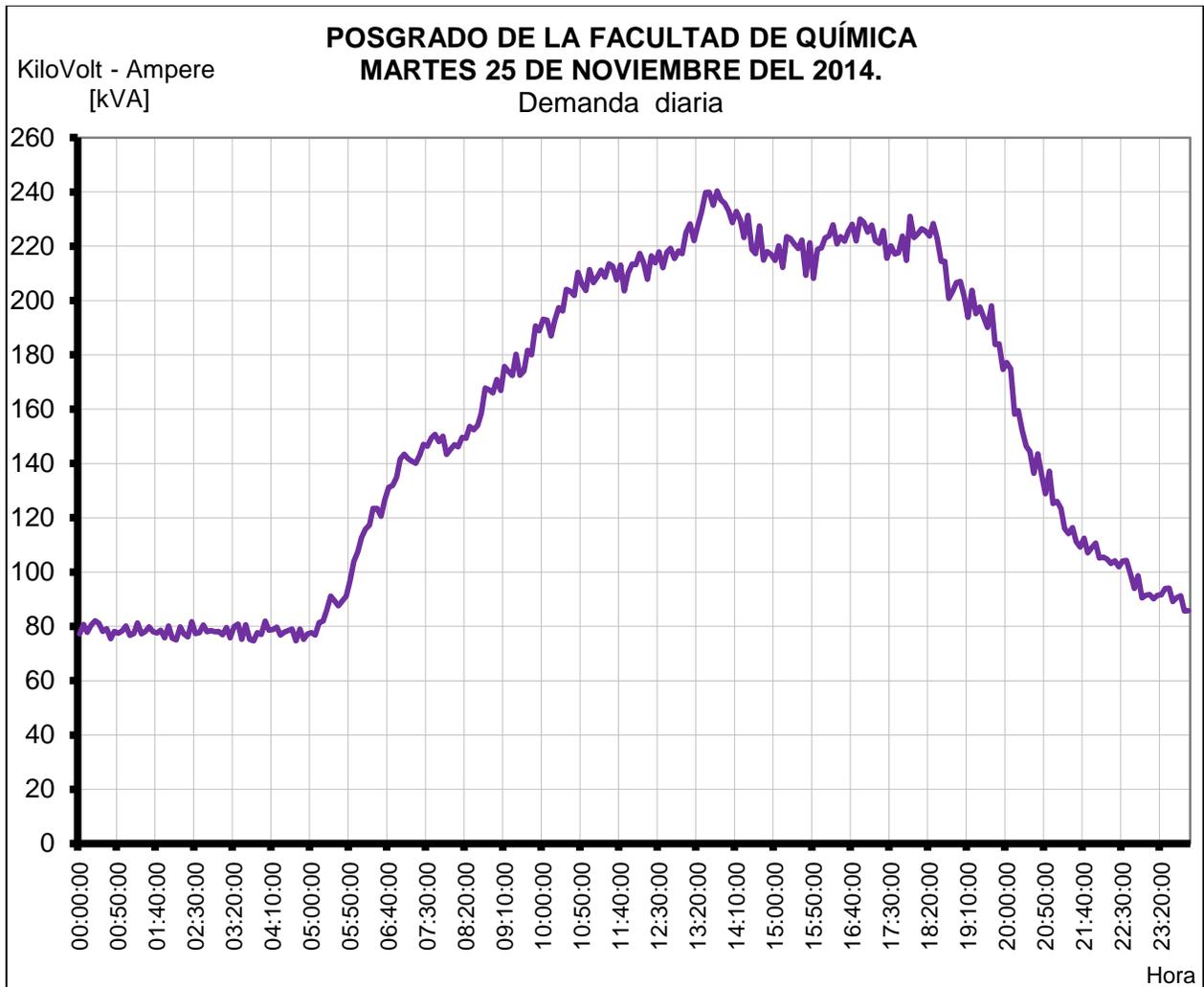
- ***Demanda.***

En la parte de demanda, los resultados del monitoreo indica que se alcanzó una demanda máxima de 138.7 [kVA] o 134.0 [kW] el día 25 de Noviembre (martes) a las 1:30pm. En la siguiente tabla se muestran las demandas máxima, mínima y promedio de las que se tuvieron registro durante el monitoreo (1 semana) del sistema eléctrico de emergencia.

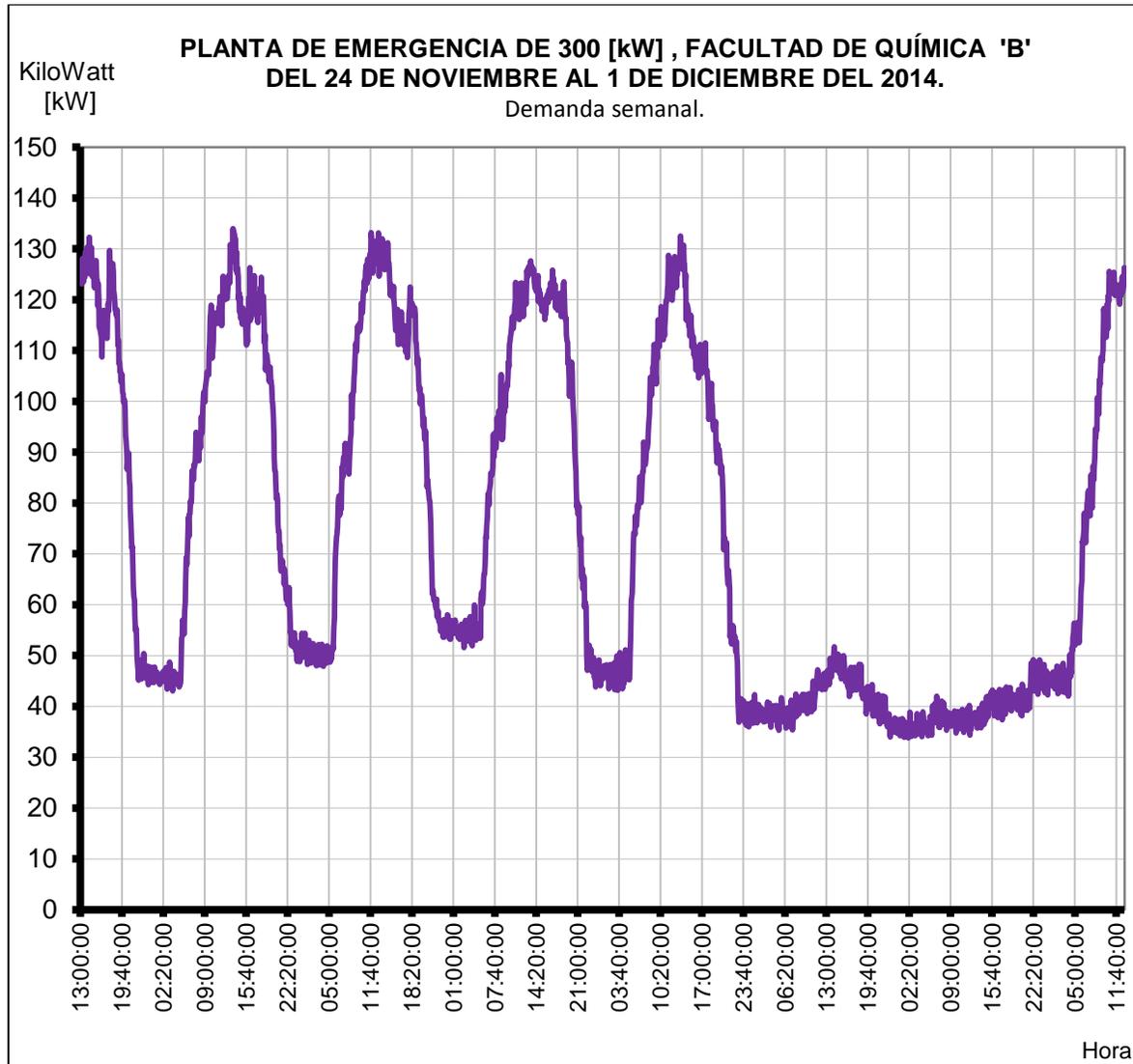


DEMANDA	[kW]	[kVA]
<b>MÁXIMO</b>	<b>134.00</b>	<b>138.70</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>33.83</b>	<b>37.39</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>73.96</b>	<b>77.31</b>

El comportamiento de la demanda que tuvo el sistema de emergencia es casi igual al del sistema normal presentándose en las siguientes gráficas 5 y 6:

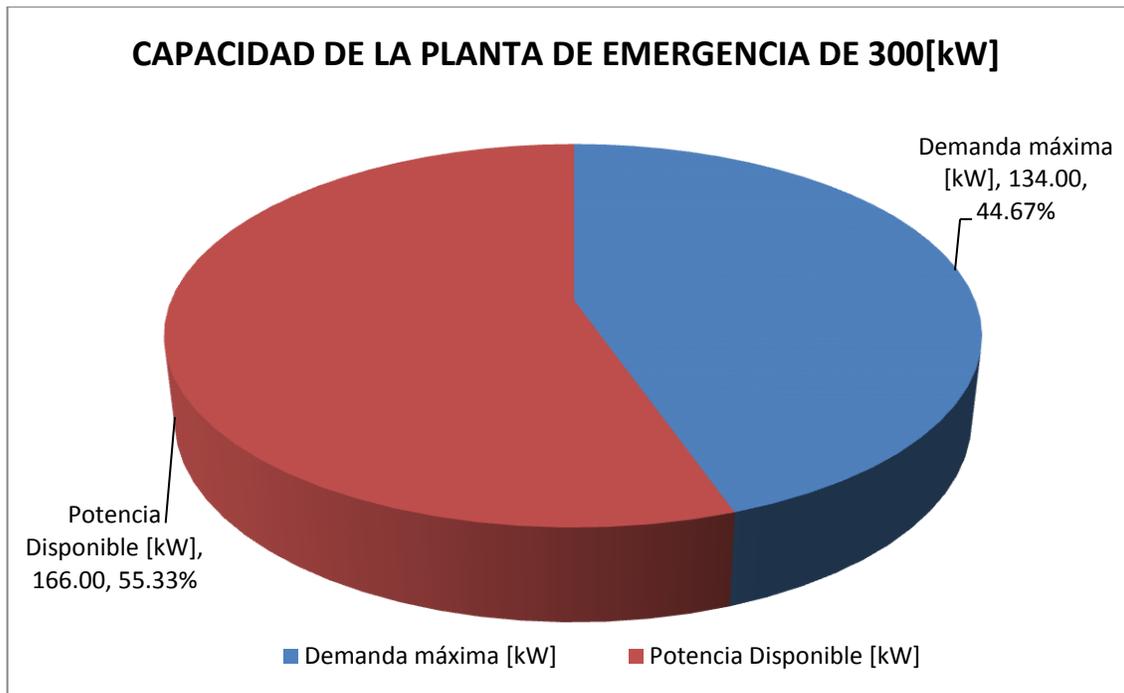


Gráfica 5: Demanda Diaria Sistema Eléctrico de Emergencia.



**Gráfica 6: Demanda semanal Sistema Eléctrico de Emergencia.**

La potencia disponible de la Planta de Emergencia se mostrará en la siguiente gráfica 7, tomando como base la demanda máxima que fue de 134 [kW] resultando:



**Gráfica 7: Capacidad y Demanda de la Planta de Emergencia.**

La planta de emergencia tiene más del 50% de su capacidad disponible aunque se recomienda que sea entre un 70-75% de su capacidad. De ser necesario, es posible conectar carga que se requiera respaldar sin rebasar el límite mencionado.

- **Tensión.**

En este punto se mostrarán los valores máximos, mínimos y promedios por fase obtenidos para la tensión del sistema de emergencia:

FASE	TENSIÓN [V]		
	A	B	C
<b>MÁXIMO</b>	<b>125.7</b>	<b>125.5</b>	<b>125.9</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>120.2</b>	<b>119.8</b>	<b>120.7</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>123.5</b>	<b>123.3</b>	<b>123.6</b>

Se permite una tolerancia de  $\pm 10\%$  para 127 [V] dando un rango entre 112.8 [V] y 134.3 [V]. Del monitoreo del sistema de emergencia tampoco se obtuvieron datos fuera del rango de tolerancia permitido.



- **Corriente.**

A continuación se mostrarán los valores que se obtuvieron máximos, mínimos y promedio por fase de corriente del sistema:

CORRIENTE [A]				
FASE	A	B	C	N
MÁXIMO	394.20	385.30	451.10	65.27
MÍNIMO	108.20	70.08	110.70	10.10
PROMEDIO	213.35	185.51	231.65	29.46

También en este sistema la fase C vuelve a presentar una corriente mayor que las otras 2 fases, además el neutro también presenta una corriente elevada debido a un sistema de tierras con conexión deficiente y/o presencia de armónicos en corriente.

- **Consumo.**

En la parte de consumo del Sistema Eléctrico de Emergencia, se estimó que la carga total de los tableros de los cuadros de carga es de 119.15 [kW] representa el 39.6% de la capacidad de la planta y el 88.8% de la demanda máxima registrada.

A lo que se refiere para la estimación de los costos de energía eléctrica, el sistema eléctrico de emergencia se sumó al sistema eléctrico normal (ver apartado del sistema correspondiente).

#### 4.8.3 Sistema Eléctrico Regulado.

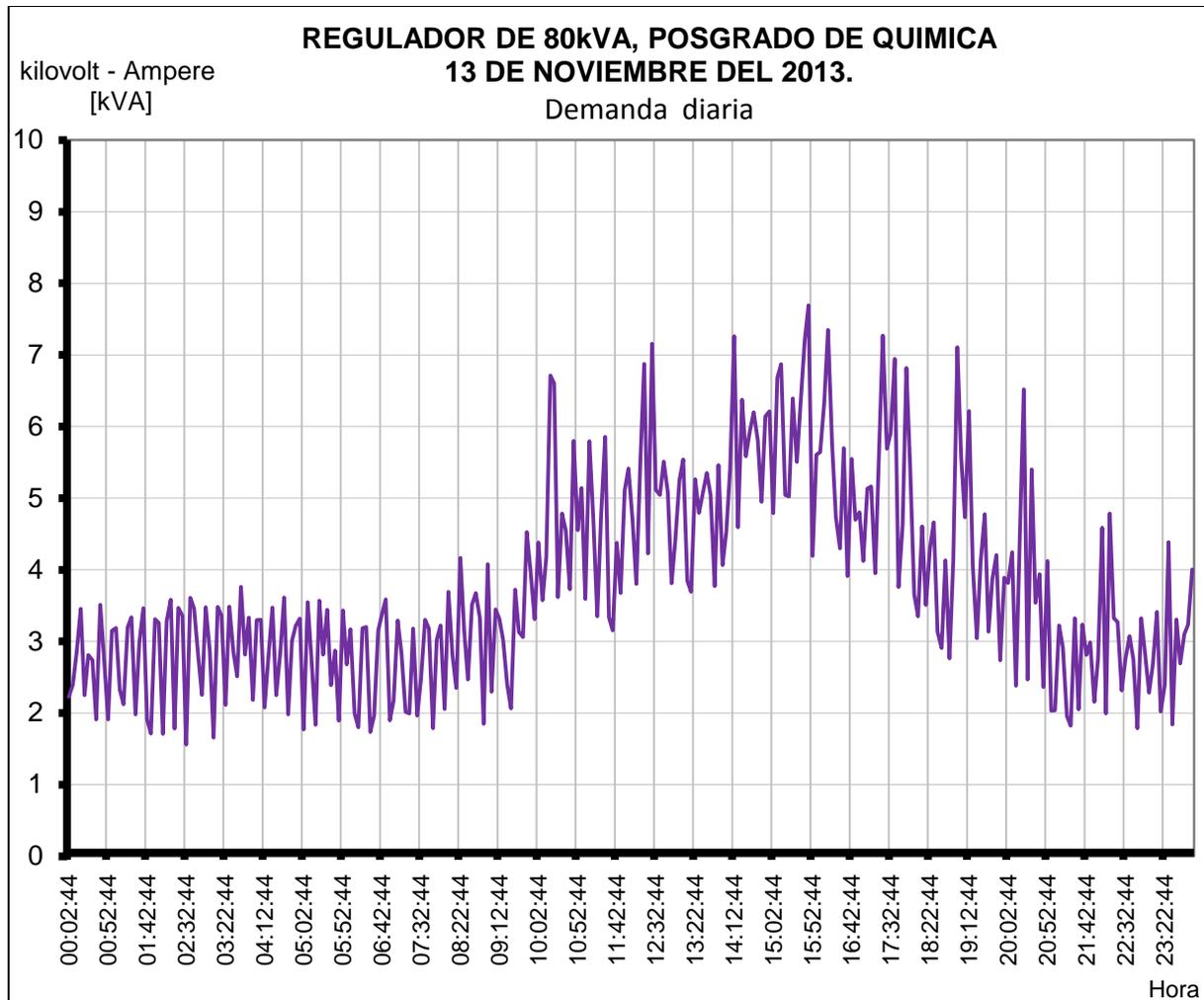
Este monitoreo se realizó con un analizador de demanda de energía eléctrica marca AMPROBE modelo DM II-PRO instalado en la parte posterior de las barras del gabinete de baja tensión de emergencia a la entrada de la alimentación del regulador; dicho gabinete se encuentra en la subestación del USAI de la Facultad de Química.

- **Demanda.**

Se obtuvo que la demanda máxima para este sistema fue de 10.97 [kW], lo que equivale a 10.98 [kVA], presentándose el día 12 de noviembre a las 13:42 hrs. (martes). En la siguiente tabla se presenta la demanda máxima, mínima y promedio que se registraron y la gráfica 8 la demanda diaria del sistema:

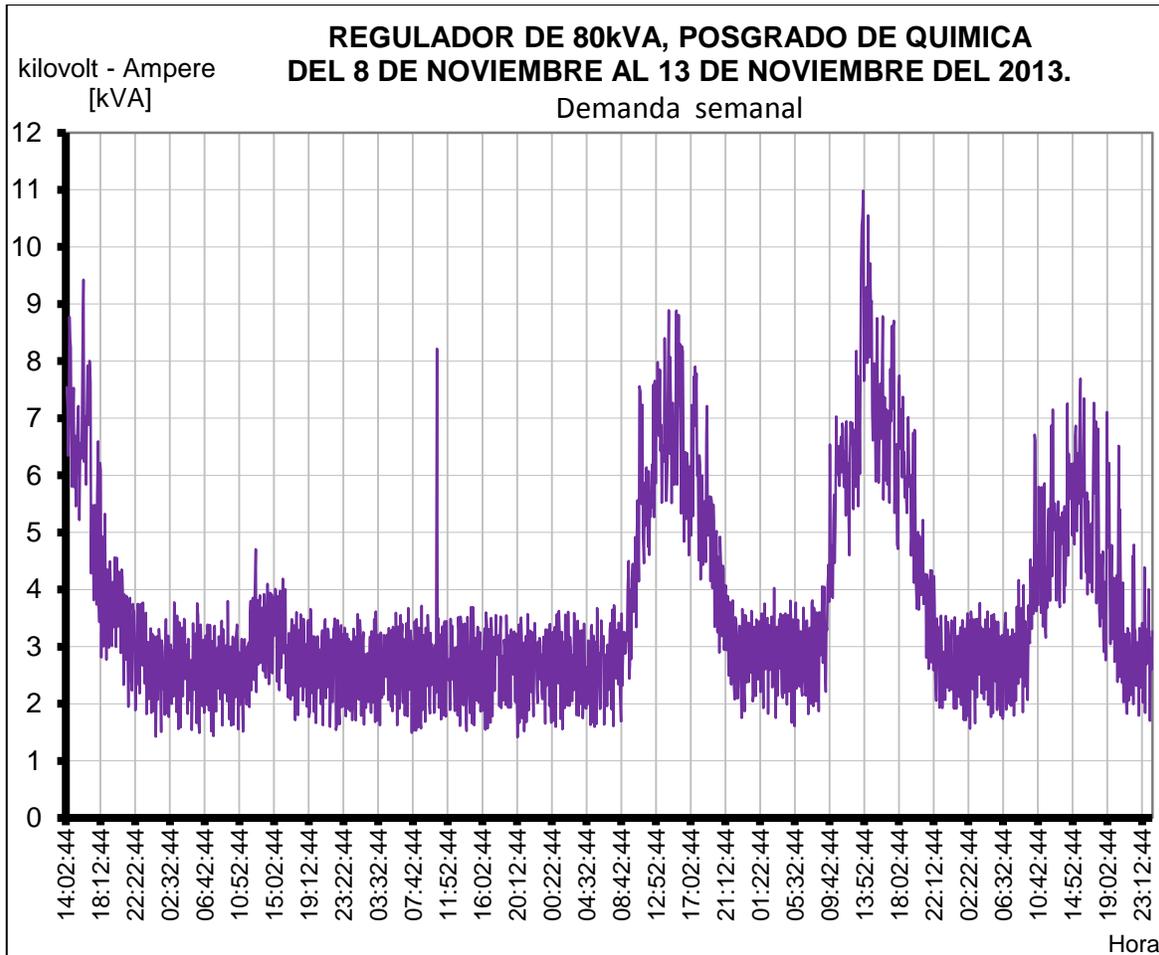


DEMANDA	[kW]	[kVA]
MÁXIMO	10.97	10.98
MÍNIMO	1.40	1.41
PROMEDIO	3.68	3.71



**Gráfica 8: Demanda diaria Sistema Eléctrico Regulado.**

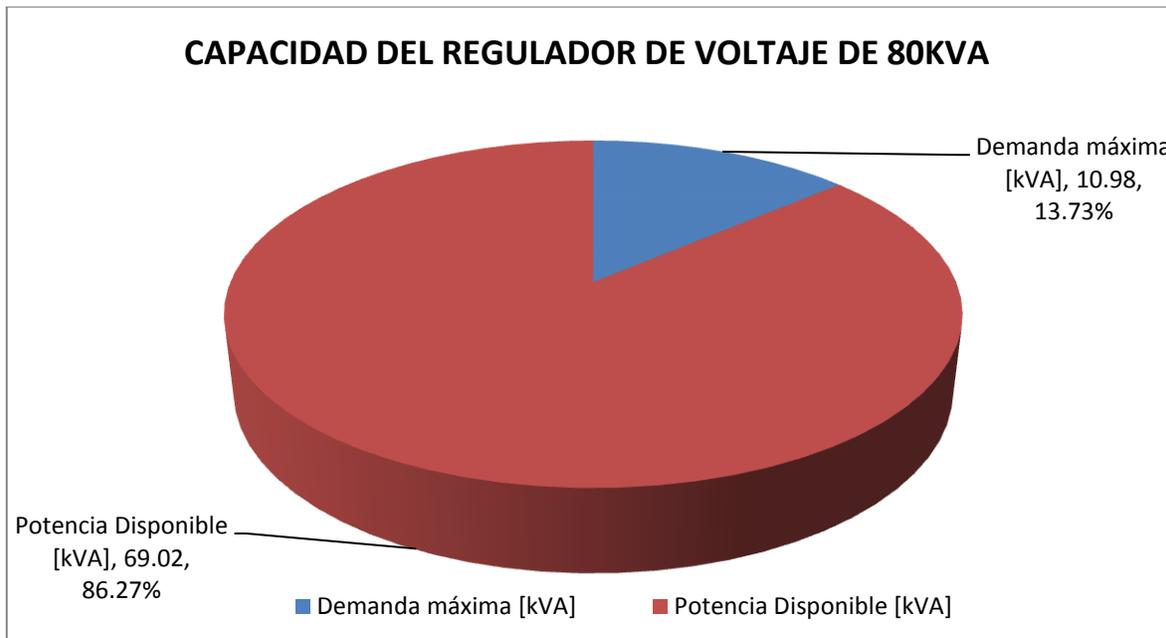
En la gráfica 9 sobre el comportamiento semanal de la demanda, se puede ver que el regulador estuvo trabajando más durante los primeros días de la semana (lunes-miércoles, parte derecha en la gráfica), un comportamiento diferente al de los otros 2 sistemas eléctricos.



**Gráfica 9: Demanda semanal Sistema Eléctrico Regulado.**

Se observa un “pico” cerca del inicio de la gráfica, esto, después de revisar los datos obtenidos, pudo deberse a una falla o corto circuito ocurrido en ese momento.

La potencia disponible del regulador se muestra en la siguiente gráfica 10, tomando como base la demanda máxima de 10.98 [kVA]:



**Gráfica 10: Capacidad y Demanda del Regulador.**

La potencia disponible del regulador de 80 [kVA] es de más del 80%; es poco lo que se le demanda al regulador puesto que la carga conectada a él no es mucha; se desperdicia mucha capacidad del regulador. La alimentación del sistema regulado proviene de una subestación diferente a la de los otros sistemas haciendo que se dificulten las maniobras en caso de ocurrir algún tipo de falla.

- **Tensión.**

A continuación se mostrarán los valores máximo, mínimo y promedio por fase, que se obtuvieron para la tensión:

FASE	TENSIÓN [V]		
	A	B	C
<b>MÁXIMO</b>	<b>134.3</b>	<b>135.0</b>	<b>136.4</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>112.8</b>	<b>113.1</b>	<b>114.3</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>123.8</b>	<b>124.4</b>	<b>125.9</b>

El regulador permite una tolerancia de  $\pm 15\%$  para la alimentación de entrada de 127 [V], dando un rango entre 107.95 [V] y 146.05 [V]. Del monitoreo del sistema regulado se obtuvo que los datos cumplen con los parámetros especificados para el tipo de regulador, por lo que el comportamiento del regulador durante el horario laboral se mantiene dentro de lo esperado.



- **Corriente.**

A continuación se mostrarán los datos máximos, mínimos y promedio obtenidos por fase para la corriente del regulador:

<b>CORRIENTE [A]</b>				
<b>FASE</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>35.14</b>	<b>54.83</b>	<b>23.95</b>	<b>51.78</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>5.41</b>	<b>3.61</b>	<b>3.55</b>	<b>5.24</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>12.03</b>	<b>14.09</b>	<b>7.87</b>	<b>51.78</b>

De estos datos, podemos ver que la corriente del neutro supera la de algunas de las fases, esto puede deberse a un desbalance y/o mala conexión con el sistema de tierras y el neutro.

- **Consumo.**

Respecto al Sistema Eléctrico Regulado, ya que se encuentra conectado a parte de los otros 2 sistemas, se pudo hacer una estimación con los datos del monitoreo del regulador de 80 [kVA] tomando los mismos precios que marca Comisión Federal de Electricidad para la región Centro a Enero del 2015 siendo:

<i>Energía Base</i>	<i>\$0.9682</i>
<i>Energía Intermedia</i>	<i>\$1.1579</i>
<i>Energía Punta</i>	<i>\$2.0411</i>

Tabla 29: Precio de la Electricidad Enero 2015.

Por lo que los costos estimados de energía eléctrica para este sistema resultaron los siguientes:

<i>Costo por Demanda Máxima</i>	<b><i>\$1,994.89</i></b>
---------------------------------	--------------------------



<i>Costo Base Diario</i>	\$15.93
<i>Costo Intermedio Diario</i>	\$68.22
<i>Costo Punta Diario</i>	\$29.68
<b><i>Costo Diario</i></b>	<b>\$113.83</b>
<b><i>Costo Mensual</i></b>	<b>\$4,726.88</b>
<b><i>Costo Anual</i></b>	<b>\$56,722.56</b>

Tabla 30: Costo Sistema Eléctrico Regulado.

Finalmente, con todos los datos anteriormente obtenidos, podemos calcular el costo estimado anual de la energía eléctrica de todo el edificio de Posgrado de la Facultad de Química, el cual resulta de:

<b><i>Costo Anual de Energía Eléctrica del Edificio de Posgrado de Química</i></b>	<b>\$3,274,879.58</b>
--	-----------------------

Esta estimación sirve para darse una idea de la cantidad que paga la institución por el suministro de energía eléctrica. Para poder saber el costo real, se debe hacer un estudio más detallado.



## **CAPITULO V: OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES.**

En este capítulo, se comentarán algunas observaciones importantes y se darán las conclusiones sobre el levantamiento realizado en el Posgrado de Química.

- Se cumplió con el objetivo planteado pues realizó el levantamiento del Posgrado de Química; se llevó a cabo análisis de los datos obtenidos y se realizó un diagnóstico con recomendaciones y propuestas para mejorar y/o corregir la instalación eléctrica.
- La instalación eléctrica del Posgrado de Química, a pesar de tener características de una instalación de alrededor de 50 años (desde que el edificio pertenecía a la Facultad de Veterinaria), se le ha dado mantenimiento, acondicionamiento en ciertas partes del edificio e inclusive se remodeló en algunas partes; esto no implica que la instalación esté bien del todo pues se siguen teniendo problemas. La instalación eléctrica, quedaría sin problemas hasta el momento en que se lleve a cabo una remodelación completa del edificio, lo que implicaría una gran inversión.
- Aunque las anomalías que se encontraron en la instalación eléctrica son, en su mayoría, “comunes”, hay algunas que implican un riesgo como el no tener un sistema de tierras debidamente conectado.
- Contrario a lo que se esperaba, en general, se tuvo buen apoyo por parte del personal administrativo, académico y estudiantil del posgrado para realizar el levantamiento de la instalación eléctrica a pesar de que en ciertos momentos se pudo llegar a interrumpir momentáneamente las tareas que realizaban.
- La iluminación al interior del edificio no es la mejor en varios pasillos, salones y/o laboratorios pues están bastante oscuros o no cumplen con los niveles establecidos por la Norma Oficial Universitaria o la NOM-007-ENER-2004 (apartado de análisis de iluminación y anexos). Se han empezado a reemplazar las lámparas viejas con lámparas tubulares de Led y/o T8 aunque en poco tiempo las lámparas T8 empezarán a desaparecer; se debe dar cierta prioridad a la sustitución de lámparas en los laboratorios, sobretodo en Química Orgánica y el Sótano.
- Hay centros de carga obstruidos en los laboratorios (cajas, tanques de oxígeno, basura, botes de pintura, material de laboratorio, etc.) haciendo difícil poder acceder a ellos en caso de que se requiera; se debería tener un mejor control en el manejo de residuos de sustancias y tanques flamables ya que es un gran riesgo



que se encuentren cerca de un tablero. Además, un par de tuberías pasan al lado de algunos centros de carga.

- Se tuvieron quejas de profesores de laboratorio por no tener suficientes contactos en sus lugares de trabajo a pesar de que saturan los contactos existentes con multicontactos (pudiendo causar una sobrecarga del circuito); en varios de esos laboratorios, se encontraron varios contactos no energizados y accesibles que se pueden habilitar evitando colocar nuevos.
- Al tener al Sistema Eléctrico Regulado conectado a una subestación diferente al Sistema Eléctrico Normal y al Sistema Eléctrico de Emergencia, se vuelve complicado el realizar labores de mantenimiento en caso de que se requiera.
- Hay algunos interruptores en el gabinete de baja tensión que se encuentra en el Edificio “B” de la Facultad que alimentan al Posgrado y al propio Edificio “B”; en caso de activarse uno de esos interruptores, se interrumpirá la energía para ambos edificios. Lo mejor debe ser tener alimentación independiente para cada edificio.
- Hay zonas del edificio que cumplen por mucho con los luxes indicados (demasiada iluminación) y hay otras zonas que no los llegan a cumplir por muy poco; se debería quitar lámparas de las zonas que se encuentran demasiado iluminadas y colocarlas en las que les falta poco para cumplir con la cantidad de luxes.
- Muchas de las deficiencias e irregularidades de la instalación eléctrica terminan por verse traducidas en lo que paga la institución por el suministro de energía eléctrica; la cantidad estimada que se paga por el suministro de la energía eléctrica, puede reducirse si se hicieran las correcciones y/o mejoras necesarias a la instalación eléctrica pero para verlo más detalladamente hay que hacer otro estudio diferente el cual ya no forma parte de esta tesis.
- Una instalación eléctrica debe cumplir al 100% con las normas que apliquen pero esto sólo es idealmente, la realidad es que ninguna lo hará ya que siempre estará presente el factor humano, lo que implica que existan errores; esto no significa que no se haga lo posible para que la instalación eléctrica cumpla lo más posible con las normas.



## BIBLIOGRAFIA.

- ❖ *“Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales”*. Gilberto Enríquez Harper. Editorial Limusa. México, D.F. 1999.
- ❖ *“Redes Eléctricas 2”*. Jacinto Viqueira Landa. Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Eléctrica. México, D.F. 2004.
- ❖ *“Sistema de Tierras en Redes de Distribución”*. Guillermo López Monroy. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. México, D.F. Octubre 2012.
- ❖ *“Fundamentos de Instalaciones Eléctricas”*. Joseph H. Foley. Editorial McGraw-Hill. México, D.F. 1983.
- ❖ *“IESNA Lightning Handbook”*. Illuminating Engineering Society of North America. United States of America. 2000.
- ❖ *“Aspectos Básicos de Levantamiento”*. Genaro Balderas Orozco. Proyectos de Ahorro de Energía PAE-FI. México, D.F. 2012.
- ❖ *“Calidad de la Energía”*. Santiago Barcón, Rafael Guerrero, Iván Martínez. Editorial McGraw-Hill. 2012.
- ❖ *“Código Eléctrico Nacional NEC 1999”*. Mark W. Earley, Joseph V. Sheehan, John M. Caloggero. National Fire Protection Association (NFPA). United States of America. 1999.
- ❖ *“Grounding of Industrial and Commercial Power Systems”*. The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). United States of America. 1992.
- ❖ *“Guías gráfica para la identificación del Sistema Eléctrico de Baja Tensión y Respaldo”*. Proyectos de Ahorro de Energía PAE-FI. México, D.F. Mayo 2013.
- ❖ *“Guía gráfica para la identificación del Sistema Eléctrico de Potencia”*. Proyectos de Ahorro de Energía PAE-FI. México, D.F. Mayo 2013.
- ❖ Folleto: *“Sistema de Pararrayos tipo Dipolo Corona”*. Segurelec.
- ❖ Folleto: *“Elementos de evaluación en los Diagnósticos Energéticos (DE)”*. Ing. Héctor Juárez Mondragón. Enero 2012.



- 
- ❖ Folleto: “Guía para Elaborar un Diagnóstico Energético en Instalaciones”. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (C.O.N.U.E.E.). 2011.
  - ❖ Página web Comisión Federal de Electricidad: [www.cfe.gob.mx](http://www.cfe.gob.mx)
  - ❖ Página web Facultad de Química U.N.A.M.: [www.química.unam.mx](http://www.química.unam.mx)
  - ❖ Página web Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia U.N.A.M.: [www.fmvz.unam.mx](http://www.fmvz.unam.mx)
  - ❖ Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 “Instalaciones Eléctricas (Utilización)”.
  - ❖ Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”.
  - ❖ Norma Mexicana NMX-J-549-ANCE-2005 “Sistemas de protección contra tormentas eléctricas”.
  - ❖ Norma Francesa NFC 17-102:1995 “Protección de las Estructuras y de las Zonas Abiertas contra el rayo mediante pararrayos con dispositivo de cebado”.
  - ❖ Norma Oficial Universitaria (NOU) “Instalaciones Eléctricas”.



## ÍNDICE DE FIGURAS

### ***Índice de Imágenes***

Imagen 1: Sótano sin Plafón .....	
Imagen 2: Contactos obstruidos .....	
Imagen 3: Centros de Carga obstruidos.....	
Imagen 4: Lámpara Tubular de Led .....	
Imagen 5: Lámparas T12 y T8 en el sótano.....	

### ***Índice de Tablas***

Tabla 1: DPEA Química Inorgánica Planta Baja .....	
Tabla 2: Niveles de Iluminación Química Inorgánica Planta Baja .....	
Tabla 3: Tableros Química Inorgánica Planta Baja.....	
Tabla 4: Interruptores de Tableros Química Inorgánica Planta Baja .....	
Tabla 5: DPEA Química Orgánica Planta Baja.....	
Tabla 6: Niveles de Iluminación Química Orgánica Planta Baja.....	
Tabla 7: Tableros Química Orgánica Planta Baja .....	
Tabla 8: Interruptores de Tableros Química Orgánica Planta Baja.....	
Tabla 9: DPEA Medio Piso.....	
Tabla 10: Niveles de Iluminación Medio Piso .....	
Tabla 11: Tableros Medio Piso.....	
Tabla 12: Interruptores de Tableros Medio Piso .....	
Tabla 13: DPEA Curva Planta Baja.....	
Tabla 14: Niveles de Iluminación Planta Baja.....	
Tabla 15: Tableros Curva Planta Baja .....	
Tabla 16: Interruptores de Tableros Curva Planta Baja .....	
Tabla 17: DPEA Sótano .....	
Tabla 18: DPEA Salones Sótano.....	
Tabla 19: Niveles de Iluminación Sótano .....	
Tabla 20: Niveles de Iluminación Salones Sótano.....	
Tabla 21: Tableros Sótano.....	
Tabla 22: Interruptores de Tableros Sótano .....	
Tabla 23: Medición de Sistema de Tierras.....	
Tabla 24: Medición de Sistema de Tierras.....	
Tabla 25: Medición de Sistema de Tierras.....	
Tabla 26: Anomalías Generales.....	
Tabla 27: Precios de la Electricidad a Enero 2015 .....	
Tabla 28: Costo Sistema Eléctrico Normal.....	
Tabla 29: Precios de la Electricidad a Enero 2015 .....	
Tabla 30: Costo Sistema Eléctrico Regulado .....	



Tabla 31: Costo Sistema de Iluminación Actual.....  
Tabla 32: Costo Sistema de Iluminación Propuesto.....

### **Índice de Esquemas**

Esquema 1: Levantamiento Eléctrico.....  
Esquema 2: Calidad de la Iluminación.....  
Esquema 3: Protección Pararrayos.....  
Esquema 4: Puesta a Tierra.....  
Esquema 5: Diagrama de conexiones para medir resistencia del Sistema de Tierras.....  
Esquema 6: Radio de cobertura actual del Pararrayos del Edificio.....

### **Índice de Gráficas**

Gráfica 1: Distribución de Lámparas.....  
Gráfica 2: Demanda Diaria Sistema Eléctrico Normal.....  
Gráfica 3: Demanda Semanal Sistema Eléctrico Normal.....  
Gráfica 4: Capacidad y Demanda del Transformador.....  
Gráfica 5: Demanda Diaria Sistema Eléctrico Emergencia.....  
Gráfica 6: Demanda Semanal Sistema Eléctrico Emergencia.....  
Gráfica 7: Capacidad y Demanda de la Planta de Emergencia.....  
Gráfica 8: Demanda Diaria Sistema Eléctrico Regulado.....  
Gráfica 9: Demanda Semanal Sistema Eléctrico Regulado.....  
Gráfica 10: Capacidad y Demanda del Regulador.....



## ÍNDICE DE ANEXOS

### ***Índice de Tablas***

Tabla 1: DPEA Química Inorgánica Planta Baja .....	
Tabla 2: Niveles de Iluminación Química Inorgánica Planta Baja .....	
Tabla 3: DPEA Química Orgánica Planta Baja.....	
Tabla 4: Niveles de Iluminación Química Orgánica Planta Baja.....	
Tabla 5: DPEA Medio Piso.....	
Tabla 6: Niveles de Iluminación Medio Piso .....	
Tabla 7: DPEA Curva Planta Baja .....	
Tabla 8: Niveles de Iluminación Curva Planta Baja .....	
Tabla 9: DPEA Sótano.....	
Tabla 10: DPEA Salones Sótano.....	
Tabla 11: Niveles de Iluminación Sótano .....	
Tabla 12: Niveles de Iluminación Salones Sótano.....	
Tabla 13: Tableros Planta Baja.....	
Tabla 14: Interruptores de Tableros Planta Baja.....	
Tabla 15: Tableros Sótano.....	
Tabla 16: Interruptores de Tableros Sótano .....	
Tabla 17: Anomalías .....	

### ***Índice de Planos***

Diagrama Unifilar .....	
Diagrama Unifilar Sistema Normal y Tablero TQ .....	
Diagrama Unifilar Sistema Regulado .....	
Plano Sótano: Lámparas .....	
Plano Sótano: Contactos .....	
Plano Sótano: Contactos Regulados .....	
Plano Planta Baja y Medio Piso: Lámparas .....	
Plano Planta Baja y Medio Piso: Contactos .....	
Plano Planta Baja y Medio Piso: Contactos Regulados .....	
Plano Planta Baja Curva: Lámparas .....	
Plano Planta Baja Curva: Contactos .....	
Plano Azotea: Motores y Extractores .....	

### ***Índice de Cuadros de Carga***

Cuadros de Carga Planta Baja .....	
Cuadros de Carga Sótano .....	

