

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES
AVANZADOS, S.C.**

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA



**ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN LA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE JALISCO**

**Tesis que como requisito para obtener el grado de
Maestro en Energías Renovables presenta:**

RUBÉN OCHOA VIRGEN

Director de tesis

DR. RICARDO BELTRÁN CHACÓN

Guadalajara, Jal. 07 Febrero 2017



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi hija Diana Carolina, fuente de inspiración y fortaleza en mi VIDA.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las industrias que por motivos justificados y no justificados no brindaron las condiciones favorables a realizar un diagnóstico energético en sus instalaciones, provocando con ello realizarlo en La Universidad Tecnológica de Jalisco.

A los que de alguna forma dieron animo a través de su entusiasmo, aportando comentarios y sugerencias válidas e invalidas entre ellos; Profesores, personal administrativo y de apoyo, sobre todo a los alumnos que con sus ideas contrastantes obligaban a explicar que es lo que se pretendía realizar y a donde se quería llegar. A los directivos de la Universidad que creyeron en la aportación estudiantil de la maestría en Energías Renovables.

A mis amigos Alberto S. y Jorge P. que desde sus críticas propositivas exigían que fuera de aportación el estudio.

A los Doctores Alberto Duarte, Hilda Esparza, Antonino Pérez, y Mauricio Garza por trasmitirme su conocimiento e instruirme, dándome esa formación de investigar en el área de energía renovable.

Al Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. y a la Coordinación General de Universidades Tecnológicas por darme la oportunidad de prepararme profesionalmente en un área tecnológica y sustentable en nuestro contexto social.

En particular al Dr. Ricardo Beltrán Chacón, por sus asesoría, asertividad y paciencia, para que se concluyera satisfactoriamente.

Por siempre Gracias.

RESUMEN

El estudio enfocado a la eficiencia eléctrica, se realizó en la Universidad Tecnológica de Jalisco. Siendo esta una casa de estudios presenta un lugar idóneo para realizar el estudio energético, donde los alumnos y todos los que pertenecen a la comunidad universitaria sigan el ejemplo con pequeñas o grandes ideas para la eficiencia energética y sea un motivo de trasladar todas estas acciones en otras instancias a las que cada uno pertenece.

En cuestión de energías renovables uno de sus objetivos es fomentar una cultura tecnológica de cambio para utilizar energías limpias; El diagnóstico de energía eléctrica en La Universidad Tecnológica de Jalisco fue el preámbulo de inicio para conocer el estado de los consumos eléctricos y sus mejoras, esto para que en un futuro inmediato se pretende establecer una generación alterna de energía limpia, conociendo de ante mano que existe un buen uso, optimización y eficiencia eléctrica.

El estudio realizado se basó en la norma NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011, del Sistema de Gestión de la Energía, en el método instituido por el Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica (FIDE) y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE).

El resultado fue producto de realizar acciones técnicas sencillas como, el seccionar circuitos, cambiar, mover, modificar equipos y adaptaciones a la red eléctrica, así como también actividades complejas; investigar, analizar, comprobar y demostrar, proyectándolo como un procedimiento de continuidad en la forma de trabajo institucionalizado en la Universidad para mejoras futuras.

El costo de lo adquirido fue modesto, de gasto corriente, entendiéndolo que no se contaba con las condiciones de inversión, sin embargo, los resultados aun así son de consideración y muy aceptables.

Como resultado final del estudio aplicando la metodología se muestra a continuación

Subestación I:

- Se obtuvo una disminución de consumo de 2,789 kWh en el 2015 con respecto a lo consumido en el año 2014.
- En relación a las toneladas equivalentes a Carbón 2015 se redujo un 0.3552 TEC con respecto al 2014.

Subestación II:

- Se obtuvo una disminución de consumo de 4,773 kWh en el 2015 con respecto a lo consumido en el año 2014.
- En relación a las toneladas equivalentes a Carbón 2015 se redujo un 0.5864 TEC con respecto al 2014.

En base a las actividades realizadas obtuvimos el siguiente ahorro:

En total la Universidad dejó de pagar \$237,631 pesos anuales en el 2015 con referencia al 2014.

ABSTRACT

The study, focused on electricity efficiency, was done at the Technological University of Jalisco. Being this a study center, it presents the ideal place for an energetic study, where students and everyone that belongs to the university community follow the example with little or great ideas for energetic efficiency and becomes a reason for translating all these actions to other institutes where they belong.

When it comes to renewable energies, one of its objectives is to encourage a technological culture of change to use clean energies, the diagnosis of electrical energy at the Technological University of Jalisco was the preamble for starting to know the state of electrical consumption and its improvement, so that in an immediate future a generation of alternate clean energy can be established, knowing beforehand that there is a good use, optimization and efficiency of electricity.

The performed study was based on the norm NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011, of the Management of Energy System, in the method instituted by the Trust for Electric Energy Saving (FIDE) and the National Commission for the Efficient Use of Energy (CONUEE).

The result was product of performing simple technical actions such as sectioning circuits, changing, moving and modifying equipment and electric grid adaptations, but also complex activities, investigating, analyzing, proving and showing, projecting this as a continuing procedure in the form of institutionalized work at the University for future improvements.

The cost of what was acquired was modest, of current expenditure, understanding that investment conditions were not foreseen, nevertheless the results are of consideration and acceptable.

As a final result of the study applying the methodology it is shown as follows.

Substation I:

- An efficiency of consumption of 2,789 kWh was obtained with respect to consumption in the year 2014.
- In relation to the Carbon equivalent tons 2015, there was reduction of 0.3552 TEC with respect to 2014.

Substation II:

- An efficiency of consumption of 4,773 kWh was obtained with respect to consumption in the year 2014.
- In relation to the Carbon equivalent tons 2015, there was a reduction of 0.5864 TEC with respect to 2014.

Based on the performed activities we obtained the following saving:

In total the University stopped paying \$237,631 pesos annually in 2015 with reference to 2014.

INDICE

DEFINICIONES	11
INTRODUCCIÓN	13
JUSTIFICACIÓN	14
HIPÓTESIS	14
OBJETIVOS	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL	15
1.1 Marco Contextual	15
1.1.1 Historia de la Universidad Tecnológica de Jalisco.....	15
1.1.2 Política Integral de la Universidad Tecnológica de Jalisco	16
1.1.3 Objetivos Ambientales de la Universidad Tecnológica de Jalisco	16
1.1.4 Misión de la Universidad Tecnológica de Jalisco	16
1.1.5 Visión de la Universidad Tecnológica de Jalisco	16
1.2 Metodología	16
CAPÍTULO II EFICIENCIA ELÉCTRICA	18
2.1 Concepto de Eficiencia Eléctrica	18
2.1.1 Tipos de Eficiencia Eléctrica.....	18
2.1.2 Diagnóstico de Desempeño Energético	19
2.1.3 Diagnóstico Nivel Uno (Medida de ahorro).....	19
2.1.4 Diagnóstico Nivel Dos (Evaluación de la eficiencia eléctrica).....	19
2.1.5 Diagnóstico Nivel Tres de Monitoreo (Análisis de las condiciones de operación).....	20
2.2 Procedimientos para Realizar un Diagnostico Energético	20
RESULTADO DEL DESARROLLO	
CAPÍTULO III DIAGNÓSTICO NIVEL UNO	24
3.1 Subestaciones Eléctricas	27
3.1.1 Subestación Eléctrica I	27
3.1.2 Subestación Eléctrica II	27

3.1.3 Comportamiento anual 2014 de los consumos kWh de Subestación I y II.....	27
3.2 Síntesis de Análisis Inicial	28
3.3 Descripción de las Cargas Eléctricas	29
3.3.1 Relación de las Cargas Instaladas en la Subestación I.....	30
3.3.2 Relación de las Cargas Instaladas en la Subestación II	34
3.4 Seccionamiento de Circuitos Eléctricos en las Áreas.....	39
3.5 Control de Iluminación	44
CAPÍTULO IV DIAGNÓSTICO NIVEL DOS	48
4.1 Diagnóstico Nivel Dos (Evaluación de la energía de consumo)	48
4.2 Equipos Iluminación	48
4.2.1 Iluminación interna de edificios de docencia.....	48
4.2.2 Iluminación externa pasillos, andadores, áreas de estacionamiento	52
4.2.3 Iluminación de área de talleres	53
4.3 Equipo de cómputo, copiadoras, escáner, impresoras.....	55
4.4 Equipos auxiliares	55
4.4.1 Motores	55
CAPÍTULO V DIAGNÓSTICO NIVEL TRES	56
5.1 Estudio de Calidad de la Energía	56
5.2 Análisis de las Redes Eléctricas.....	56
5.2.1 Subestación I	56
5.2.2 Subestación II.....	59
5.3 Resultado de Estudio Inicial de la Calidad de la Energía	61
5.3.1 Subestación I	61
5.3.2 Subestación II.....	62
5.3.3 Detección de problemas arrojados por el estudio	63
5.4 Control total de distorsión armónica (THD)	63
5.5 Análisis Termográfico	66
5.2.1 Subestación I.....	67
5.2.2 Subestación II.....	76



CAPÍTULO VI ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA	80
6.1 Administración de las Demandas Eléctricas.....	80
CAPÍTULO VII RESULTADOS	83
7.1 Relación de Consumo kWh –Costo Subestación I y II	83
7.2 Relación de Matrícula Subestación I y II	84
7.3 Relación de Consumo 2014-2015.....	85
7.3.1 Subestación I.....	85
7.3.2 Subestación II.....	86
7.4 Relación de Costo 2014-2015.....	87
7.4.1 Subestación I.....	87
7.4.2 Subestación II.....	88
7.5 Relación de Consumo Anual por Alumno 2014-2015 Subestación I y II.....	89
7.6 Relación de Costo Anual por Alumno 2014-2015 Subestación I y II.....	90
7.7 Relación de Toneladas Equivalentes de Carbono 2014-2015 Subestación I y II.....	91
7.8 Listado de Áreas de Oportunidad del Estudio	92
CONCLUSIONES	94
ANEXOS	96
REFERENCIAS	98
BIBLIOGRAFÍA	99

DEFINICIONES

Amperímetro: Medidor de corriente, es un instrumento que se utiliza para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

Analizador de redes: es un instrumento capaz de analizar las propiedades de las redes eléctricas, especialmente aquellas propiedades asociadas con la reflexión y la transmisión de señales eléctricas, conocidas como parámetros de dispersión.

Anomalía: cambio o desviación respecto de lo que es normal, regular, natural o previsible.

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

Armónico: son el resultado de cargas no lineales, las cuales ante una señal de tipo sinusoidal presentan una respuesta no sinusoidal.

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

Demanda eléctrica: hace referencia a la cantidad de energía que se necesita en un momento determinado y se mide en kilovatios (kW).

Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA): índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en W/m².

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

Eficiencia energética: es una práctica que consiste en reducir la cantidad de energía requerida para proporcionar los mismos productos y servicios, buscando la generación de energías renovables y protegiendo el medio ambiente.

Energías No Renovables (Energías convencionales): se refiere a aquellas fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada y cuya velocidad de consumo es mayor que la de su regeneración.

Energías Renovables: son todas aquellas que provienen de una fuente natural, son recursos limpios y casi inagotables.

Factor de Reflexión de la Superficie (Kf): es el cociente de dividir el flujo luminoso reflejado por una superficie y el flujo luminoso incidente en ella.

Ficha técnica: es un documento que resume el funcionamiento y otras características de un componente con el suficiente detalle para ser utilizado por un ingeniero de diseño y diseñar el componente en un sistema.

Iluminación; iluminancia: es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en luxes.

Iluminación exterior: sistema de iluminación que tiene como finalidad principal el proporcionar condiciones mínimas de iluminación para el tránsito seguro de peatones y vehículos en vialidades y espacios exteriores.

Iluminación general interior: la iluminación que se localiza en los espacios interiores de un edificio, destinada a iluminar uniformemente las diferentes áreas dentro del mismo.

Lumen: es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente.

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

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

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

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

Red eléctrica: es una red interconectada que tiene el propósito de suministrar electricidad desde los proveedores hasta los consumidores.

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

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

Termografía: es una técnica que permite calcular y estimar temperaturas a distancia, con exactitud y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar.

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla del tema de energías renovables se entiende que son aquellas que se generan por elementos no fósiles y sus producciones son virtualmente más limpias, como son la *Eólica*, *Solar*, *Solar Térmica*, *Biomasa*, *Geotérmica*, por nombrar las más comunes; el sustituto de este tipo de energía por las energías de consumos fósiles, tiene la peculiaridad de ser energías sustentables y se pueden obtener de fuentes naturales, siendo de nula o menor emisión de contaminantes.

Este trance tecnológico de sustitución de energías convencionales por las alternativas de energías renovables, pareciera ser pasivo y lento, debido a eso es necesario que en la actualidad los consumos de energía que se utilizan (sean renovables y no renovables) se deben cuidar, haciendo sus consumos más eficientes, y por consiguiente, buen uso y optimización energéticos.

Un estudio bien fundamentado para optimizar la eficiencia eléctrica, establecerá los pasos a seguir (elementos y aspectos importantes en él) y la manera en que se debe actuar para llegar a la eficiencia y buen uso de la energía eléctrica.

El hecho de realizar un estudio para aumentar la eficiencia eléctrica tendrá sus bases en llevar a cabo un diagnóstico energético, en el que se encontrará el estado actual del consumo eléctrico de la Universidad, dando pauta a establecer lo indicado por los métodos ya definidos por las instituciones dedicadas a la eficiencia y ahorro energético, con el fin de implementar el procedimiento a seguir dentro de la propia Universidad.

Una vez manteniendo el control de optimización y buen uso de la energía, y con una propuesta de generación eléctrica propia de parte de la Universidad, será viable lograr una eficiencia eléctrica, lo cual estará atendiendo a los principios que dan validez al concepto de energías renovables.

JUSTIFICACIÓN

Las Universidades Tecnológicas tienen como objetivo la formación de Técnicos(as) Superior Universitario e Ingenieros(as) a través del sistema enseñanza-aprendizaje, en el cual se desarrollarán sus conocimientos y habilidades que tendrán que aplicar en el ámbito laboral y profesional, por lo que se considera que es la propia Universidad Tecnológica de Jalisco la que debe ser ejemplo a seguir para lograr la *optimización, eficiencia y buen uso de los energéticos*.

Una de estas preocupaciones estriba en contemplar la eficiencia eléctrica como una situación emergente que requiere ser atendida, por tal razón se debe fomentar con hechos e impulsar a los alumnos a desarrollar conocimientos, hábitos y conductas, para ser partícipes de acciones emprendedoras dentro del ámbito escolar para que en el ámbito laboral, a futuro, sean ellos los precursores, iniciadores y partidarios de la eficiencia energética, logrando con ello promover la racionalidad y buen uso de la energía eléctrica.

En la Universidad Tecnológica de Jalisco no existe una referencia medible para relacionar la energía consumida con la cantidad de alumnos cursantes en la institución, entonces, es necesario establecer la forma de medición para conocer la ponderación medible entre lo consumido-pagado y los alumnos cursantes, una vez existiendo el método se logrará establecer la eficiencia del consumo eléctrico por cada uno de ellos.

HIPÓTESIS

La realización de un estudio de diagnóstico eléctrico en la Universidad Tecnológica de Jalisco, permitirá identificar los equipos y áreas donde pueda ser factible proponer alternativas de mejora para la eficiencia eléctrica.

OBJETIVOS

Estudiar, analizar y evaluar la red eléctrica y los aparatos y/o equipos de consumo eléctrico de la UTJ a través de un estudio viable para mejorar la optimización y eficiencia eléctrica, así como su distribución, buen uso y consumo de la misma.

Objetivos específicos

- Concientizar a la comunidad Universitaria para racionalización de la energía eléctrica.
- Capacitar al personal directo en función de rol de su actividad.
- Evaluar el estado actual de los equipos de consumo eléctrico para su probable cambio.
- Mantener como mejora continua la certificación ISO14000.

CAPITULO I

MARCO CONTEXTUAL

1.1.1 Historia de la Universidad Tecnológica de Jalisco

La Universidad Tecnológica de Jalisco, forma parte de un Subsistema de 114 UT's, creadas a partir del año 1991, por iniciativa del gobierno federal a través de la SEP. La Universidad Tecnológica de Jalisco fue creada el 29 de marzo de 1999 mediante decreto No.17879, publicado en el periódico oficial del gobierno del Estado de Jalisco como organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonios propios.

La Universidad Tecnológica de Jalisco, se ubica en las faldas del Cerro del Cuatro en la calle Luis J. Jiménez # 577, entre las calles Domingo Loaeza y Juan Bautista Ceballos, en la Colonia Primero de Mayo. Posee una extensión territorial de 19,926.07 mts² construida entre superficies desiguales e irregulares a la cual tiene una adaptación al terreno, la construcción es de tipo vanguardista contemporáneo francés.

La Universidad Tecnológica de Jalisco cuenta con 13 edificaciones mayores y 8 de servicio básico, su inicio de construcción data desde 1999 y han sido edificadas a través de sus 18 años de servicio institucional.

1.1.2 Política Integral de la Universidad Tecnológica de Jalisco

La Universidad Tecnológica de Jalisco asume el compromiso de formar Técnicos(as) Superiores Universitarios(as) e Ingenieros(as), a través de programas educativos pertinentes e impartidos por personal calificado así como ofrecer educación continua y servicios tecnológicos de calidad, con el propósito de atender las necesidades de egresados(as), sector productivo y de servicios, fomentando un impacto positivo al medio ambiente mediante la mejora continua y en el marco de la legislación correspondiente.

1.1.3 Objetivos Ambientales de la Universidad Tecnológica de Jalisco

- I. Optimizar el uso de los recursos naturales, energéticos y de servicios con los que cuenta la Institución.
- II. Promover la educación ambiental entre la comunidad universitaria.

1.1.4 Misión de la UTJ

Formar capital humano emprendedor con sólida preparación a través de programas educativos de calidad desde su concepción y estructura psicopedagógica, hasta la obtención de una pertinencia social, académica y laboral.

1.1.5 Visión de la UTJ

Institución reconocida, que atiende los requerimientos del sector productivo de bienes y de servicios caracterizados por su calidad, pertinencia y relevancia.

1.2 Metodología

La Metodología para realizar el estudio de eficiencia eléctrica de la Universidad será refiriéndonos en la norma NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011 que es una norma mexicana y coincide totalmente con de la norma internacional ISO 50001 y es de aplicación voluntaria.

La norma ISO 50001 (SGEn) proporciona a las organizaciones estrategias de gestión para aumentar y mejorar la eficiencia energética, reduciendo sus costos y por consiguiente emitir menos contaminantes al medio ambiente.

Esta norma se rige por el ciclo de Deming (de Edwards Deming), también conocida como círculo PDCA (del Inglés plan-do-check-act esto es; planificar-hacer-verificar-actuar) o espiral de mejora continua.

En base a las necesidades de realizar el estudio se establece lo siguiente:

Planificar:

- Detectar el alcance del estudio cumpliendo con su objetivo.
- Obtención de datos históricos del consumo eléctrico.
- Obtención de datos de consumo eléctrico en el proceso del estudio.
- Obtención de datos después de las posibles mejoras del estudio.
- Obtención de datos de los equipos instalados.
- Detectar las áreas de control de consumo respetando su función de servicio.
- Establecer un plan de mejora continua.

Hacer:

- Realizar diagramas unifilares de las subestaciones I y II.
- Realizar estudio del análisis de calidad de energía eléctrica en UTJ.
- Realizar estudio termográfico de subestaciones y tableros.
- Realizar estudio comparativo tecnológico de los equipos instalados.
- Detectar probables problemas arrojados en instalación eléctrica.
- Realizar cambios, modificaciones e innovaciones arrojados del estudio.
- Realizar propuestas de gestión y económicas de equipo con mejor eficiencia tecnológica.

Verificar:

- Comparación de consumos eléctricos referente al antes y después de las modificaciones.
- Corroborar estudio de análisis de calidad de la energía con equipo externo.

Actuar:

- Establecer un plan de mejora continua.
- Establecer cambios tecnológicos a corto, mediano y largo plazos.

Paso N° 1 *Diagnóstico Energético.*

Estudio y análisis energético para determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía eléctrica, determinando los aspectos fundamentales a diagnosticar.

Paso N° 2 Control de la Demanda.

Acciones y procesos dirigidos para reducir la demanda eléctrica con respecto al horario a utilizar, áreas en función de sus consumos reales, equipos y sistemas eléctricos energizados, en razón de que su utilización se produzca eficientemente.

Paso N° 3 Adquisición de Tecnología.

Referido a los nuevos equipos, materiales o refacciones tecnológicas a utilizar que sean de mejor y/o mayor eficiencia eléctrica.

Paso N° 4 Conservación de la Energía.

Conjunto de actividades dirigidas a reducir el consumo eléctrico sin que esto afecte al servicio o producto.

CAPÍTULO II

EFICIENCIA ELÉCTRICA

2.1 Concepto de Eficiencia Eléctrica

Es la cantidad de energía eléctrica útil que se aprovecha con respecto a la cantidad de energía eléctrica que se invierte, también se refiere a la tecnología que utilizan menos energía eléctrica para realizar el mismo trabajo o función.

La eficiencia eléctrica general partirá del consumo real de todos los equipos en servicio y/o energizados con respecto a la función de servicio que están brindando de acuerdo a sus necesidades, esto es en los conceptos de iluminación, equipos de cómputo, equipos auxiliares y red eléctrica en general.

2.1.1 Tipos de Eficiencia Eléctrica

Basado en la Norma ISO 50001, la eficiencia eléctrica es la proporción de una relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de equipos o maquinaria eléctrica y la entrada de energía.

$$Eficiencia\ Energética = \frac{\text{Resultado}}{\text{Entrega Total de la Energía}}$$

En el caso de la electricidad, la eficiencia energética eléctrica se calcula en términos de consumo específico eléctrico, esto es, la cantidad de energía eléctrica necesaria para fabricar un determinado producto o para realizar un determinado servicio, expresado así:

$$\text{Consumo Específico Eléctrico} = \frac{\text{Energía Consumida en kW x hora}}{\text{Unidad de Producto o Servicio}}$$

2.1.2 Diagnóstico de Desempeño Energético.

Es el estudio para la evaluación del consumo energético en la Universidad, consistente en la valoración de todas las formas y fuentes de energía, estableciendo análisis críticos en las instalaciones eléctricas, obteniendo un punto de partida para la implantación y control de un programa integral de eficiencia eléctrica. El diagnóstico establece metas de ahorro de energía eléctrica disminuyendo dichos consumos sin afectar las necesidades de servicio de la Universidad, dando un buen uso, optimización y eficiencia eléctrica.

Existen tres etapas de diagnóstico energético que nos permiten establecer el alcance del estudio y objetivos a lograr. Estas etapas instituidas por el Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica (FIDE) y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE).

2.1.3 Diagnóstico de Nivel Uno (*medida de ahorro*).

Es de aplicaciones inmediatas y con poca inversión, se detectan medidas de ahorro, consistente en la inspección visual del estado de operaciones eléctricas de las instalaciones, análisis de registros de mantenimiento y operación que rutinariamente se llevan en la Universidad, así como los consumos y gastos por conceptos de energía eléctrica. En el diagnóstico inicial se detectarán los detalles encontrados y considerados como desperdicio de energía.

2.1.4 Diagnóstico de Nivel Dos (*Evaluación de la eficiencia eléctrica*).

Es la evaluación de la eficiencia eléctrica de áreas en equipos comunes de uso, estableciendo un análisis detallado de los registros de datos históricos de los consumos de energía eléctrica en las áreas, equipos y/o maquinaria de servicios en general y su evaluación, se realiza un comparativo con los equipos eléctricos de nueva tecnología para obtener una simulación de datos de eficiencia eléctrica actuales y en sus condiciones de operación, contemplando la actualización de normas vigentes de eficiencia eléctrica aplicables de los equipos.

2.1.5 Diagnóstico Nivel Tres de Monitoreo (*Análisis de las condiciones de operación*).

Mediante equipos especializados de medición y control, se analizan las condiciones de operación y diseño de la red eléctrica de la Universidad, esto es con monitoreo y seguimiento continuo, estableciendo un diagnóstico de comportamiento para dictaminar técnicas en los procesos, estudiando diferentes esquemas de interrelación en los equipos, maquinarias y red eléctrica, facilitando la evaluación de los efectos de cambio de operación y de modificaciones de consumo específicos de la energía eléctrica, requiriendo información completa de la energía eléctrica.

2.2 Procedimiento para realizar un Diagnóstico Energético:

El procedimiento para obtener un diagnóstico de la eficiencia, optimización y buen uso de la energía de la Universidad son los siguientes:

Pre Diagnóstico de antecedente Técnico.

Consiste en realizar la recolección de datos básicos en general de los equipos instalados y sus consumos eléctricos, con el objeto de dimensionar previamente el alcance del diagnóstico.

Período del Diagnóstico

Comprendido del año 2014 al 2015.

Trabajos previos de gabinete.

Consiste en establecer el plan de trabajo determinando el seguimiento y la información a obtener, así como solicitar autorización verbal para la realización de dicho proyecto.

- Determinar las estrategias para realizar los trabajos.
- Determinar el inicio de los trabajos.
- Estructurar la información saliente.

Recopilación de la información de la instalación.

- Establecer el orden, seguimiento y recopilación de datos de todo aquello que genere un consumo eléctrico en la Universidad.
- Características de consumo (conocer el tipo de carga de mayor consumo).
- Consumos históricos anuales.
- Factor de servicio (días, horarios de servicio de la instalación eléctrica).
- Características físicas de la infraestructura y equipos de consumo.

- Inspección visual de características de consumo (costumbres, hábitos, necesidades).

Toma de Lecturas y Mediciones

- Obtener lecturas en puntos iniciales de suministro de energía.
- Obtención de lecturas en diferentes áreas de la Universidad.
- Comparación de lecturas.

Analizar Lecturas y Datos

- Estudio y análisis de los datos obtenidos.
- Valorar el comportamiento de las mediciones.
- Análisis de factibilidad técnica para propuesta de ahorro.

Estimación Económica del Potencial de Ahorro

A través del análisis obtenido, y con datos estudiados y comparados, valorando el costo-beneficio, se establecen propuestas de trabajo a realizar considerando por sus costos y tiempos los siguientes puntos.

- Medidas a aplicar en donde inmediatamente es factible los cambios.
- Cambios inmediatos de bajo costo de adquisición de equipo.
- Cambios a mediano plazo por su grado de trabajo y costo.
- Cambios a largo plazo a realizar por su alto costo.

Aplicación de Medidas Correctivas

Trabajo donde es visualmente considerado un ahorro inmediato.

- Evaluación del estado energético actual de la instalación. - Análisis y estudio de los datos obtenidos.
- Determinación del potencial de ahorro de energía. - Estimación del ahorro pretendido alcanzado por la comparación del gasto de demanda con el de gasto de inversión.
- Análisis de factibilidad técnica para la realización de las propuestas de ahorro de energía.
- Evaluación económica.
- Selección de las medidas ahorradoras a implementar.
- Aplicación de acciones correctivas.

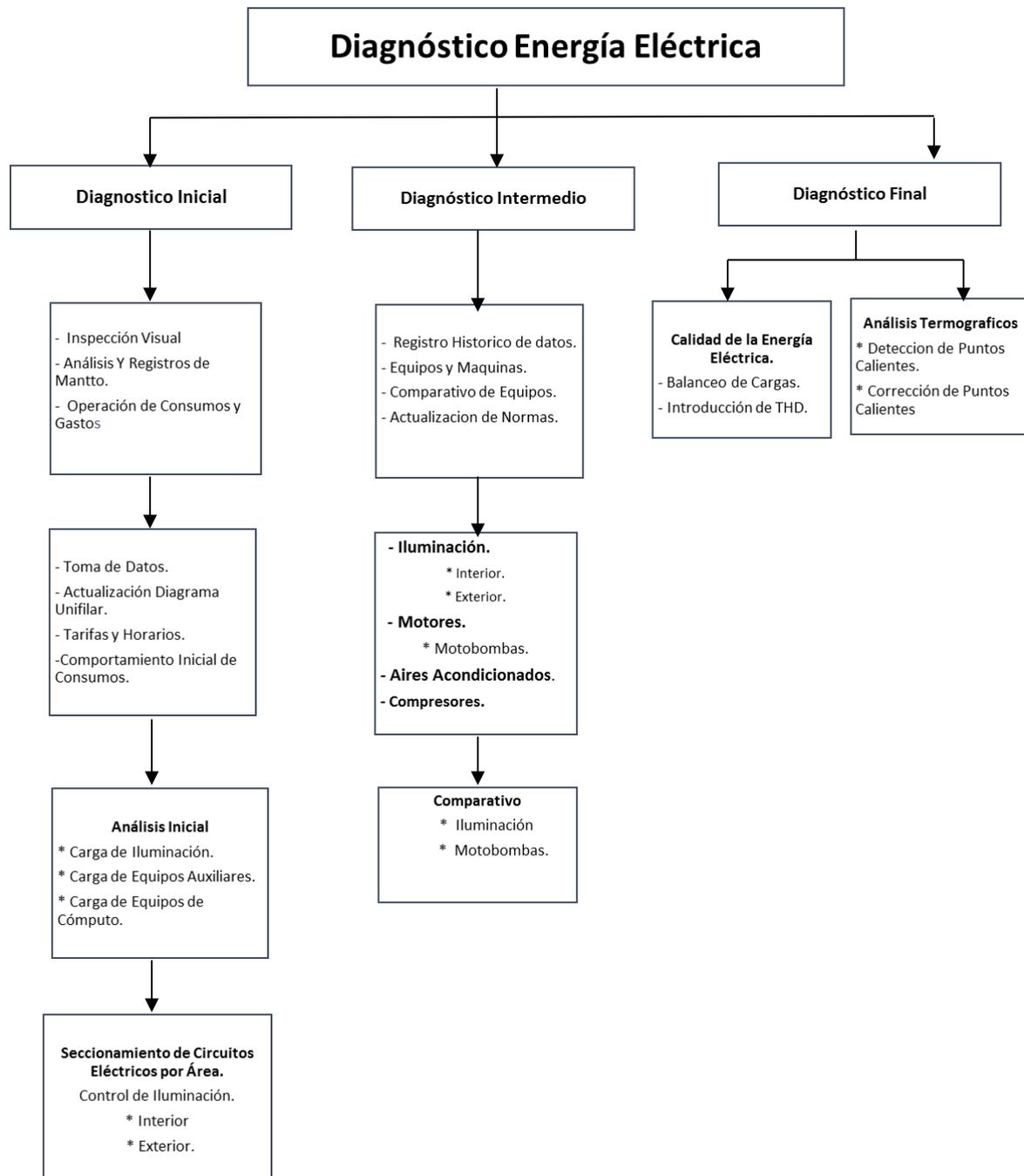


Fig. 2.0 Esquema Diagnóstico Energía Eléctrica



RESULTADO DEL DESARROLLO

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO NIVEL UNO

La Universidad Tecnológica de Jalisco cuenta con dos servicios de alimentación eléctrica, se identifican internamente como subestación Eléctrica I y Subestación Eléctrica II con las siguientes características:

Tabla 3.0
 Resultado del Desarrollo

Identificación Interna	N° de Servicio	Carga Conectada	Tarifa
Subestación Eléctrica I	443 020 904 181	331 kW	HM
Subestación Eléctrica II	443 990 602 100	140 kW	HM

En el plano siguiente se muestran las cargas conectadas de las subestaciones respectivas.

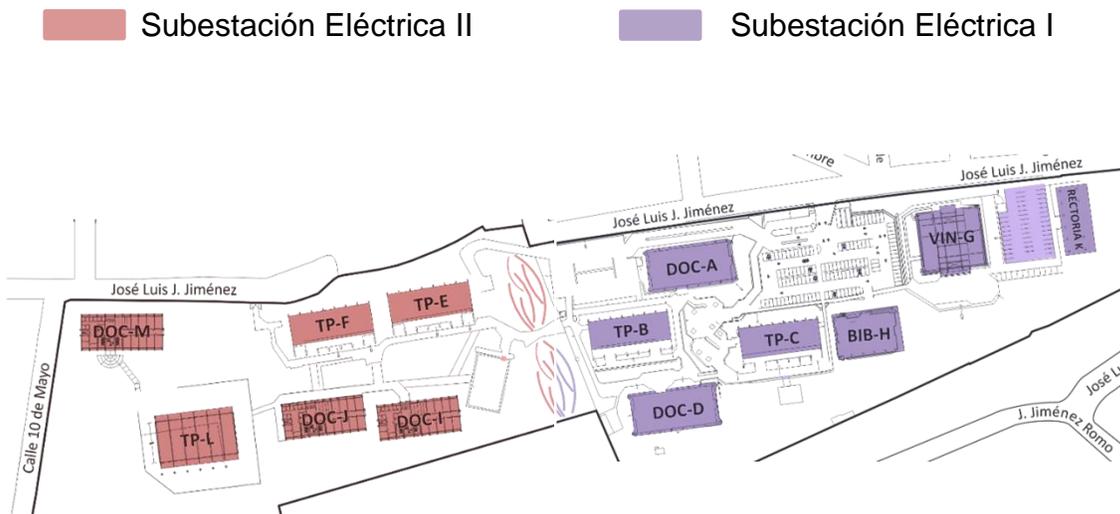


Fig. 3.0 Subestación I (izquierda) y Subestación II (derecha)

AVISO RECIBO

Comisión Federal de Electricidad
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN

Av. Paseo de la Reforma Núm. 164
Col. Juárez, México, D.F. 06600
RFC: CFE370814-Q10

Número de Servicio:
443 990 602 181

Total a pagar:
\$46,458.00
(CUARENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y OCHO PESOS 00/100 M.N.)

Fecha límite de pago:
14 FEB 15

Nombre y Domicilio:
UNIV TECNOL. JALISCO
LUIS J. JIMENEZ 577
JUAN BALUSTITA CEBALLOS Y 12 DE OCTUBRE
PRIMERO DE MAYO
GUADALAJARA, JAL.

Ruta	Periodo	No. Medidor
82DX15S010010655	31 DIC 14 A 31 ENE 15	0FA394

Tarifa	Carga conectada	Demanda contratada	Multiplicador
HM	334	334	80

Función y período	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh base				8,558
kWh intermedia				10,186
kWh punta				4,187
kW base				84
kW intermedia				63
kW punta				66
kVArh				4,883

Conceptos	Totales	Precios unitarios
Energía en base kWh	8,558	0.92050
Energía en intermedia kWh	10,186	1.10640
Energía en punta kWh	4,187	1.99910
Demanda facturable kW	69	181.85000

Avisos Importantes

- Corte a partir de 15 FEB 15.
- Nos transformamos para servirte mejor.
- Servicio a Clientes Teléfono 071.

Mes	Demanda máxima kW	Consumo total kWh	F.P. %	F.C. %	Precio medio
ENE 14	85	25,584	97.60	40	2.0271
FEB 14	93	25,476	97.65	40	2.1071
MAR 14	103	28,681	97.17	37	2.0467
ABR 14	101	5,925	96.72	49	1.9487
ABR 14	82	16,321	96.01	33	2.0465
MAY 14	100	29,176	96.72	35	1.8933
JUN 14	70	30,382	96.54	40	1.6364
JUL 14	85	25,744	97.54	38	1.8819
AGO 14	91	25,827	96.89	34	1.9541
SEP 14	93	27,338	96.98	40	1.9045
OCT 14	121	25,677	97.40	35	1.9254
OCT 14	89	6,166	97.47	41	1.8479
NOV 14	81	24,885	98.15	38	1.8694
DIC 14	69	17,835	98.14	30	1.9716
ENE 15	69	22,931	97.81	37	1.7465

Conceptos	\$ Importe
Energía	27,517.66
Demanda Facturable	12,547.65
2% Baja Tensión	801.30
Bonificación Factor de Potencia	817.33
Subtotal	40,049.28
IVA 16%	6,407.88
Facturación del Periodo	46,457.16
Adeudo Anterior	40,788.97
Su Pago	40,788.00
Total	\$46,458.13

Fecha, hora y lugar de impresión:
27/5/015 13:18:28 hrs.
Poza Rica 1666 18 de Marzo Guadalupe Guadalupe Jalisco Mexico 44930
El Gobierno Federal trabaja contra la impunidad, con tu ayuda fortalecemos la lucha
Secretaría de la Función Pública quejas y denuncias al Teléfono:

443990602181

01 443990602181 150214 000046458 8

Cuenta: 82DX15S010010655

Total a pagar:
\$46,458.00
(CUARENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y OCHO PESOS 00/100 M.N.)

TALÓN DE CAJA

Clave de envío: Repartir

Fig. 3.1 Recibo de la Subestación I

AVISO RECIBO

Comisión Federal de Electricidad
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN

Av. Paseo de la Reforma Num. 164
Col. Juárez, México, D.F. 06600
RFC: CFE370814-QIO

Nombre y Domicilio:
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE JAL.
LUIS J JIMENEZ 977
AV LUIS COVARRUBIAS Y 15 Y 15 DE SEPTIEMBRE
PRIMERO DE MAYO
GUADALAJARA, JAL.

Número de Servicio:
443 020 904 100

Total a pagar:
\$62,195.00
(SESENTA Y DOS MIL CIENTO NOVENTA Y CINCO PESOS 00/100 M.N.)

Fecha límite de pago:
14 FEB 15

Ruta	Periodo	No. Medidor
82DX15S010010650	31 DIC 14 A 31 ENE 15	5P1J45

Tarifa	Carga conectada	Demanda contratada	Multiplicador
HM	1300	1300	80

Función y periodo	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh base				3,832
kWh intermedia				10,916
kWh punta				3,944
kW base				23
kW intermedia				70
kW punta				81
kVArh				2,292

Conceptos	Totales	Precios unitarios
Energía en base kWh	3,832	0.92050
Energía en intermedia kWh	10,916	1.10640
Energía en punta kWh	3,944	1.99910
Demanda facturable kW	81	181.85000

Avisos Importantes

- Corte a partir de 15 FEB 15.
- Nos transformamos para servirte mejor.
- Servicio a Clientes Teléfono 071.

Datos Históricos

Mes	Demanda máxima kW	Consumo total kWh	F.P. %	F.C. %	Precio medio
ENE 14	55	13,502	98.29	33	2.1645
FEB 14	55	12,102	98.25	33	2.2753
MAR 14	62	15,224	97.55	33	2.1319
ABR 14	56	2,754	97.90	41	2.0435
MAY 14	40	7,954	95.88	33	2.0489
JUN 14	69	14,600	97.51	28	2.1149
JUL 14	71	20,998	98.33	41	1.8802
AGO 14	69	19,615	97.84	36	1.9243
SEP 14	67	18,174	97.74	33	1.9842
OCT 14	80	20,036	98.49	33	2.0153
NOV 14	71	17,204	98.91	38	1.8422
DIC 14	79	4,629	99.14	40	1.9805
ENE 14	85	19,348	98.96	32	2.1422
FEB 14	76	14,683	98.59	26	2.2485
MAR 14	81	18,692	99.26	31	2.0376

Estado de cuenta

Conceptos	\$ Importe
Energía	23,489.27
Demanda Facturable	14,729.85
2% Baja Tensión	764.38
Bonificación Factor de Potencia	896.62
Int S/doc	84.45
Subtotal	38,171.33
IVA 16%	6,107.41
Facturación del Periodo	44,278.74
Adeudos Doc	17,916.55
Adeudo Anterior	56,325.63
Su Pago	56,325.00
Total	\$62,195.92

Fecha, hora y lugar de impresión:
2/ 5/ 015 13:27:42 hrs.
Pozza Rica 1666 18 de Marzo Guadalupe Jalisco México 44930
El Gobierno Federal trabaja contra la impunidad, con tu ayuda fortalecemos la lucha
Secretaría de la Función Pública quejas y denuncias al Teléfono:

443020904100 01 443020904100 150214 000062195 6

Cuenta: 82DX15S010010650 Clave de envío: Repartir

Total a pagar:
\$62,195.00
(SESENTA Y DOS MIL CIENTO NOVENTA Y CINCO PESOS 00/100 M.N.)

TALÓN DE CAJA

Fig. 3.2 Recibo de la Subestación II

3.1 Subestaciones Eléctricas

3.1.1 Subestación Eléctrica I

La alimentación es a través de la acometida respectiva en 23 kV, en la subestación I su transformador es de tipo poste de 500 kVA de 23 kV a 220 Volts con tablero principal tipo I-line de 1,250 amperes, derivando respectivamente con su interruptores primarios y secundarios, que estos a su vez alimentan a los tableros principales de cada uno de los edificios, correspondientemente (ver Anexo 1).

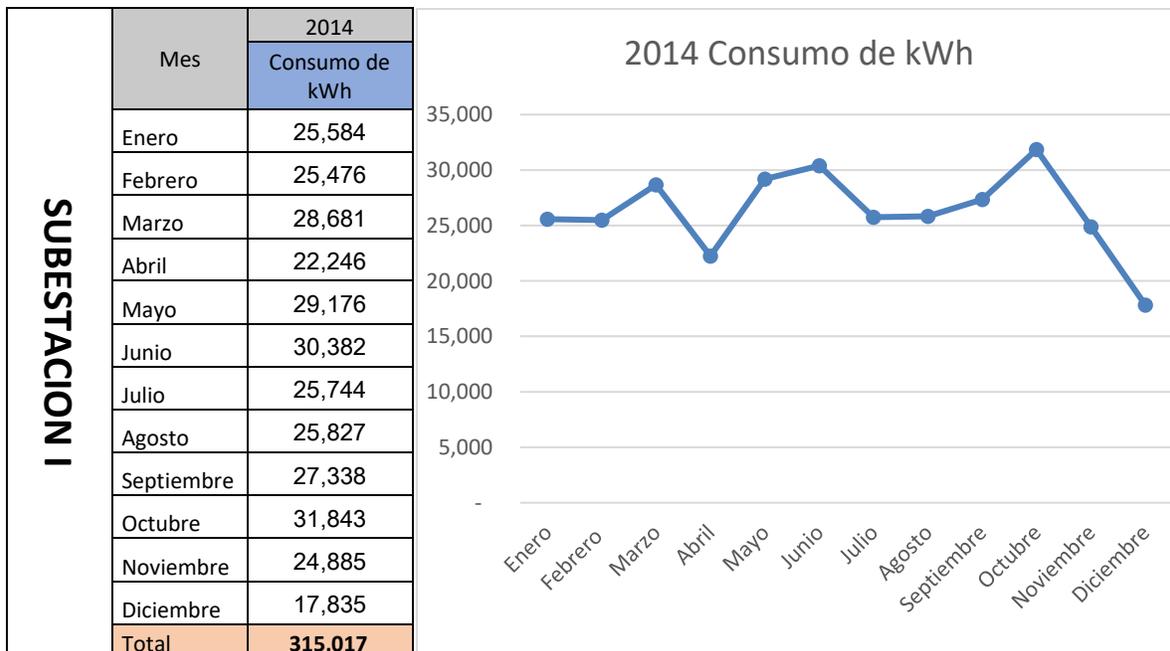
3.1.2 Subestación Eléctrica II

La línea de red de la acometida es de 23 kV, en la subestación II su transformador es tipo pedestal de 500 kVA de 23 kV a 220 Volts con tablero principal QDPACK de 1,125 amperes, derivando respectivamente con sus interruptores primarios y secundarios, que estos a su vez alimentan a los tableros principales de cada uno de los edificios y a la vez interconectada a una planta de energía eléctrica o de emergencia (ver Anexo 2).

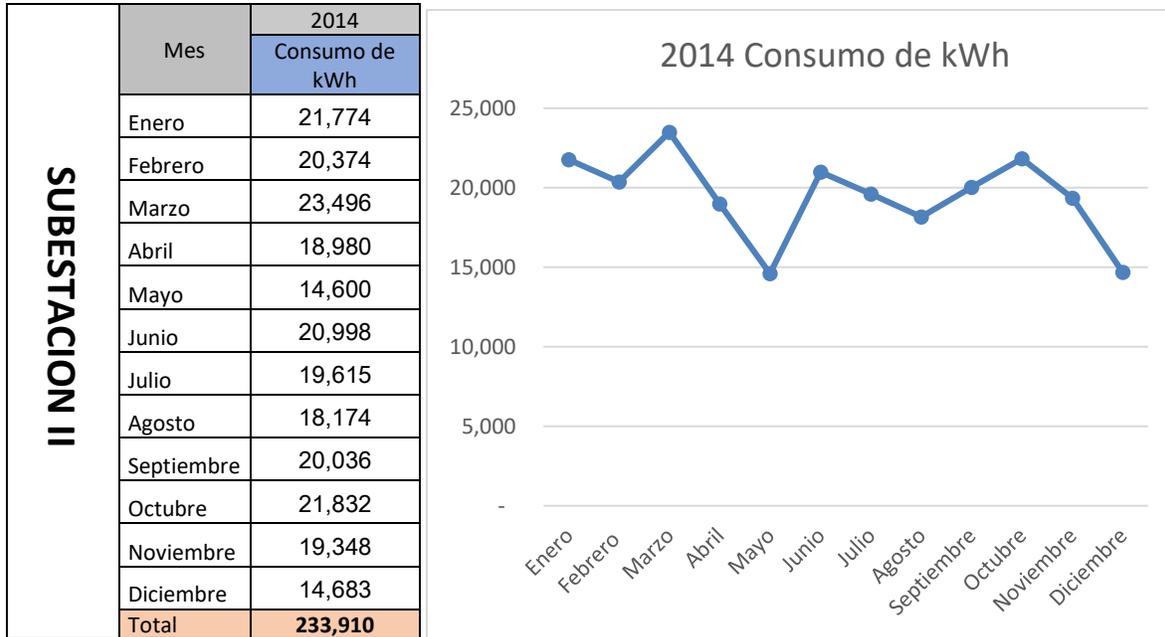
3.1.3 Comportamiento anual 2014 de los consumos kW de Subestación I y II

Las siguientes gráficas se muestran la tendencia de los consumos eléctricos mensuales en las subestaciones I y II.

Gráfica 3.0
Consumo 2014 Subestación I



Gráfica 3.1
 Consumo 2014 Subestación II



3.2 Síntesis de Análisis Inicial

En los datos presentados en el antecedente técnico y los recibos de facturación del proveedor suministrador de la energía CFE, se establecen las siguientes consideraciones:

- a) El factor de potencia presenta ser una variable estable y controlada, por lo cual no será tema de estudio.
- b) Las cargas en consumó de kWh, no presentan una estabilidad de consumo, esto es, varían según el mes facturado.
- c) Las cargas eléctricas de talleres y laboratorios didácticos su factor de servició es demostrativo, de utilidad esporádica y de menor trabajo.
- d) Las cargas eléctricas de mayor factor de servicio o mayor tiempo de trabajo por las cuales se enfocará el estudio y diagnóstico son:
 - Cargas eléctricas de Iluminación.
 - Cargas eléctricas de equipos de cómputo.
 - Cargas eléctricas de equipos auxiliares.

3.3 Descripción de las Cargas Eléctricas.

Se define una carga eléctrica como todo aquello que consume o que utiliza electricidad.

Las cargas eléctricas se dividen en tres tipos:

- **Cargas Resistivas:** son aquellas que consumen electricidad y por lo general producen o disipan calor, su consumo se mide en watts.
- **Cargas Inductivas:** son aquellas que utilizan la electricidad, pero no la disipan, en las cuales se generan campos magnéticos que interactúan y producen movimiento (Energía Mecánica) su consumo se mide en VA (Volts Amperes).
- **Cargas Capacitivas:** son aquéllas que utilizan la electricidad, pero no la disipan, simplemente la absorben y luego la devuelven al sistema, su consumo se mide en VAR (Volts Amperes Reactivos).

En las siguientes tablas se establecen a detalle las cargas y consumos de las subestaciones y áreas respectivas.

3.3.1 Relación de Cargas Instaladas en la Subestación I

Tabla 3.1
 Relación de las Cargas Instaladas en la Subestación I

LAMPARAS INSTALADAS EN LA SUBESTACION I				
Edificio	Características	Cantidad	Watts	Watts totales
DOCENCIA "A"	Balastro 2X40 W	858	40	34,320
	Foco sencillo 60 W	3	60	180
	Reflector par 50 W	20	50	1,000
	Foco vapor de sodio 250 W	4	250	1,000
DOCENCIA "D"	Balastro 2X40 W	734	40	29,360
	Foco sencillo 60 W	3	60	180
	Foco ahorrador 20 W	12	20	240
	Reflector par 20 50 W	15	50	750
	Foco vapor de sodio 400 W	2	400	800
TALLER PESADO "B"	Balastro 2x54 W	12	54	648
	Balastro 2x39 W	40	39	1,560
	Foco sencillo 60 W	7	60	420
	Foco vapor de mercurio 250 W	16	250	4,000
	Foco vapor de sodio 250 W	7	250	1,750
TALLER PESADO "C"	Balastro 2x54 W	2	54	108
	Balastro 2x39 W	11	39	429
	Balastro 2x75 W	4	75	300
	Foco sencillo 60 W	7	60	420
	Foco vapor de mercurio 250 W	24	250	6,000
	Foco vapor de sodio de 400 W	5	400	2,000
BIBLIOTECA	Balastro 2x32 W	16	32	512
	Balastro 3x32 W	234	32	7,488
	Foco sencillo 60 W	16	60	960
	Foco vapor de sodio 400 W	6	400	2,400
EDIFICIO "G"	Balastro 3x32 W	96	32	3,072
	Foco mr16 50 W	65	50	3,250
	Reflector de 75 W	80	75	6,000
	Foco sencillo 60 W	50	60	3,000
	Foco vapor de sodio 400 W	6	400	2,400
RECTORIA "K"	Balastro 2x28 W	310	28	8,680
	Foco tipo bala 19 W	49	19	931
	Foco Vapor de sodio 400 W	4	400	1,600
	Balastro pía 100 W	2	100	200
	Foco ahorrador 160 W	9	160	1,440
ESTACIONAMIENTO	Balastro pía 100 W	3	100	300
	Foco vapor de sodio 25 0W	9	250	2,250
TOTAL			129,948	

Tabla 3.2
 Relación de Cargas en equipos de Aire Acondicionado Subestación I

Edificio	Código	Capacidad (Toneladas)	Amperaje	Potencia (Watts)
Docencia A	A-08	2	9.6	2,000
	A-09	2	9.6	2,000
Potencia				4,000
Docencia D	D-01	1	15	3,200
	D-02	1.5	12.5	2,750
	D-03	5	25	5,500
	D-05	2	9.6	2,000
	D-11	1.75	15.6	3,400
Potencia				16,850
Taller Pesado B	B-03	3	15	3,300
Potencia				3,300
Biblioteca	H-01	5	17.4	3,800
	H-02	5	17.4	3,800
	H-03	5	17.4	3,800
	H-04	10	25.8	5,600
	H-05	10	25.8	5,600
	H-06	10	25.8	5,600
	H-07	5	17.4	3,800
	H-08	5	17.4	3,800
	H-09	5	17.4	3,800
	H-10	5	17.4	3,800
	H-11	5	17.4	3,800
	H-12	2	12.6	3,300
	H-13	5	17.4	3,800
Potencia				54,300
Edificio G	G-01	15	84.9	18,600
	G-02	3	21.5	4,700
	G-03	3	21.5	4,700
	G-04	2	12.5	2,750
	G-08	1	10.8	2,300
Potencia				33,050
Rectoría	K-01	4	23.1	5,000
	K-02	4	32.7	7,100
	K-03	3	19.5	4,200
	K-04	2	13.8	3,000
	K-05	2	13.8	3,000
	K-06	3	19.5	4,200
	K-07	2	13.8	3,000
	K-08	2.5	18.9	4,100
Potencia				33,600
Potencia Total				145,100

Tabla 3.3
Equipos de Cómputo de la Subestación I

Equipos	Amperaje	Potencia (W)	Potencia Total (W)
975	1.9	241.3	235,268

Cálculos del Total de los kilowatts Mensuales de la Subestación I

Aires Acondicionados 145,100 Watts

Equipos de cómputo 235,268 Watts

Luminarias 129,948 Watts

El cálculo del consumo mensual se realiza mediante:

$$\text{Aires Acondicionados (20 días) (145,100 Watts)} \left(\frac{2.3 \text{ horas de servicio}}{1000} \right) = 6,674.60 \text{ kWh mensual}$$

$$\text{Equipos de Cómputo (20 días) (235,628 Watts)} \left(\frac{1.3 \text{ horas de servicio}}{1000} \right) = 6,116.97 \text{ kWh mensual}$$

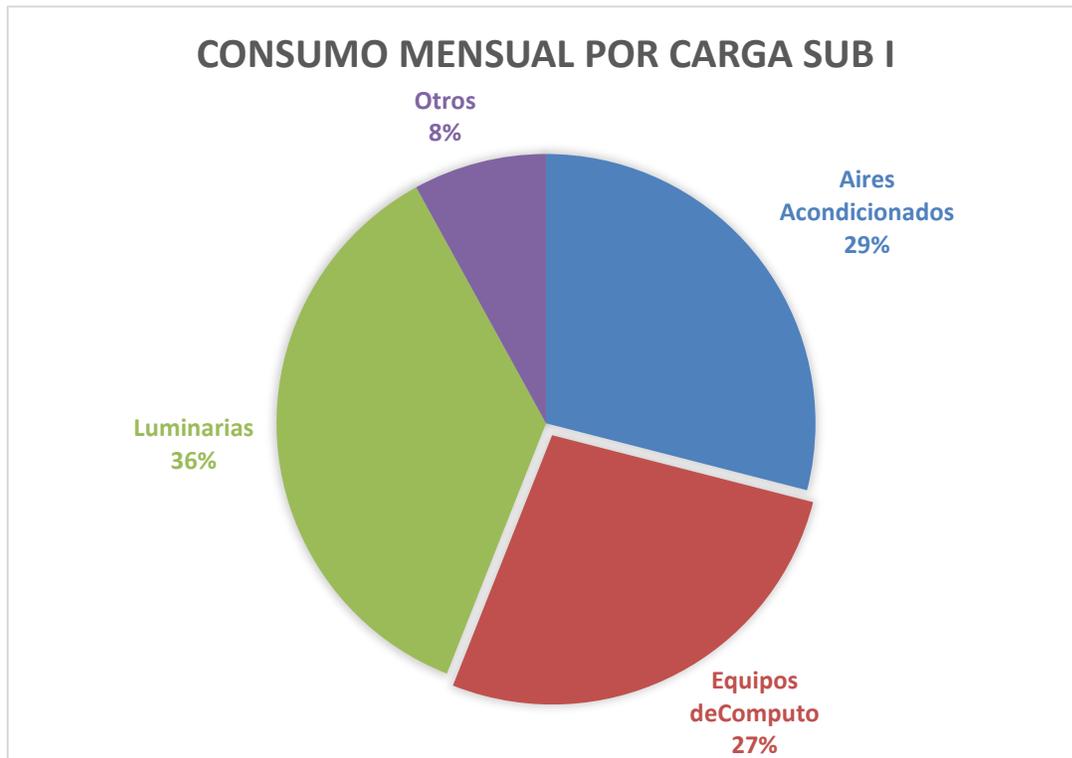
$$\text{Luminarias (20 días) (129,948 100 Watts)} \left(\frac{3.2 \text{ horas de servicio}}{1000} \right) = 8,316.67 \text{ kWh mensual}$$

Total 21,108.24 kWh mensual

Gráfica 3.2
 Consumo kWh 31 Diciembre 2014 a 31 Enero 2015 Subestación

Consumo kWh 31 Diciembre 2014 a 31 Enero 2015 Subestación I	
Aires Acondicionados	6,674.60
Equipos de Computo	6,116.97
Luminarias	8,316.67
Otros	1,822.76
Total	22,931.00

Tabla 3.4
 Consumo kWh 31 de Diciembre 2014 a 31 de Enero 2015 Subestación I



3.3.2 Relación de las Cargas Instaladas en la Subestación II

Tabla 3.5
 Lámparas Instaladas en la Subestación II

LAMPARAS INSTALADAS EN LA SUBESTACIÓN II				
Edificio	Características	Cantidad	Watts	Watts totales
DOCENCIA "I"	Balastro 2x32 W	270	32	8640
	Balastro 3x32 W	729	32	23328
	Balastro 2x17 W	200	17	3400
	Foco ahorrador 17 W	3	17	51
	Foco vapor aditivos metálicos 400 W	6	400	2400
DOCENCIA "J"	Balastro 2x32 W	264	32	8448
	Balastro 3x32 W	735	32	23520
	Balastro 2x17 W	196	17	3332
	Foco ahorrador 17 W	6	17	102
	Foco vapor aditivos metálicos 400 W	7	400	2800
TALLER PESADO "E"	Balastro 2x54 W	8	54	432
	Balastro 2x39 W	11	39	429
	Foco sencillo 60 W	7	60	420
	Foco vapor de mercurio 250 W	17	250	4250
	Foco vapor de sodio 400 W	5	400	2000
TALLER PESADO "F"	Balastro 2x54 W	10	54	540
	Balastro 2x39 W	14	39	546
	Foco sencillo 60 W	7	60	420
	Foco vapor de mercurio 250 W	14	250	3500
	Foco vapor de sodio 400 W	4	400	1600
CATERPILLAR	Balastro 2x28 W	126	28	3528
	Balastro 3x54 W	32	54	1728
	Foco aditivos metálicos 250 W	22	250	5500
	Foco vapor de sodio 400 W	4	400	1600
	Foco aditivo metálico 400 W	5	400	2000
	Balastro pia 100 W	3	100	300

TOTAL	104,814
--------------	----------------

Tabla 3.6
 Aires Acondicionados en la Subestación II

Edificio	Código	Capacidad (Toneladas)	Amperaje	Potencia (Watts)
Docencia I	I-01	1.75	11.5	2500
Potencia				2,500
Taller Pesado E	E-02	1	10.8	2300
Potencia				2,300
Taller Pesado F	F-01	3	15	3,300
Potencia				3,300
Potencia Total				8,100

Tabla 3.7
 Equipos de Cómputo en la Subestación II

Equipos	Amperaje	Potencia (W)	Potencia Total (W)
296	1.9	241.3	71,425

Cálculos del Total de los kilowatts Mensuales de la Subestación II

Aires acondicionados 8,100 Watts

Equipos de cómputo 71,425 Watts

Luminarias 104,814 Watts

$$\text{Aires Acondicionados (20 días) (8,100 Watts)} \left(\frac{4.5 \text{ horas de servicio}}{1000} \right) = 1,944.00 \text{ kWh mensual}$$

$$\text{Equipos de Cómputo (20 días) (71,425 Watts)} \left(\frac{2.3 \text{ horas de servicio}}{1000} \right) = 6,142.55 \text{ kWh mensual}$$

$$\text{Luminarias (20 días) (104,814 Watts)} \left(\frac{4.5 \text{ horas de servicio}}{1000} \right) = 9,433.26 \text{ kWh mensual}$$

Total 17,519.81 kWh mensual

Tabla 3.8
 Consumo kWh 31 de Diciembre 2014 a 31 de Enero 2015 Subestación II

Consumo kWh 31 Diciembre 2014 a 31 Enero 2015 Subestación II	
Aires Acondicionados	1,944.00
Equipos de Computo	6,142.55
Luminarias	9,433.26
Otros	1,172.19
Total	18,692.00

Gráfica 3.3
 Consumo kWh 31 Diciembre 2014 a 31 Enero 2015 Subestación II



Cargas de iluminación

Se consideran todas las luminarias instaladas tanto iluminación interior como exterior, en la Universidad se cuenta con lo siguiente:

Tabla 3.9
Cargas de Iluminación

Iluminación Total		
Subestación I	Lámpara T8 Slim line de 32 W	1,386
	Lámpara T5 Slim line de 28 W	326
	Lámpara T8 Curvalum de 328 W	858
	Lámpara Vapor de aditivos metálicos 400 W	46
	Lámpara Vapor de Mercurio 250 W	36
	Varios, Otros	132
	Total	2,784
Subestación II	Lámpara T8 Slim line de 32 W	3,172
	Lámpara T5 Slim line de 28 W	120
	Lámpara T8 Curvalum de 328 W	368
	Lámpara Vapor de aditivos metálicos 400 W	36
	Lámpara Vapor de Mercurio 250 W	36
	Varios, otros	84
	Total	3,816

Cargas de Equipos de Cómputo

Se contempla a todos los equipos de cómputo (Pc's), considerando los equipos adjuntos al mismo (impresoras, copadoras, escáner, etc.).

Tabla 3.10
Cargas de Equipos de Cómputo

Equipos de Cómputo Totales		
Subestación I	Equipos de Cómputo	975
	Equipos adjuntos (impresoras y escáner).	96
	Total	1,071
Subestación II	Equipos de Cómputo	296
	Equipos adjuntos (impresoras y escáner).	32
	Total	328

Cargas de Equipos Auxiliares.

Se considera todo equipo necesario para brindar el servicio de necesidades y funcionamiento de las áreas en general.

Tabla 3.11
 Cargas de Equipos Auxiliares

Equipos de Auxiliares Totales		
Subestación I	Aires Acondicionados	34
	Reguladores	21
	Secadores de Manos	25
	Bombas	2
	Extractores de Aire	3
	Banco de Baterías	1
	Compresor de Aire	2
	Hidroneumático	1
	Transformador Seco	0
	Subestaciones	1
	Barra de acceso vehicular	1
	Total	91
<hr/>		
Subestación II	Aires Acondicionados	3
	Reguladores	9
	Secadores de Manos	8
	Bombas	2
	Extractores de Aire	12
	Banco de Baterías	0
	Compresor de Aire	3
	Hidroneumático	2
	Transformador Seco	1
	Subestaciones	1
	Barra de acceso vehicular	0
	Total	41

3.4 Seccionamiento de Circuitos Eléctricos en las Áreas

Al efectuar una revisión primaria dentro de cada uno de los edificios que conforman la Universidad, se encontró en la iluminación en general áreas de oportunidad, tales como son: salas de juntas, cubículos, aulas, pasillos, sanitarios, etc. dichas áreas son energizadas con un solo interruptor general para todas las lámparas prendidas, provocando que se mantuvieran zonas iluminadas sin tener un aprovechamiento eficiente. Aunado a esto, el interruptor no se encontraba en un lugar estratégico o de fácil acceso para su interrupción.

Al realizar seccionamiento de los circuitos de iluminación en los edificios, se consideró la independización en 2 o más secciones o circuitos eléctricos. En la tabla siguiente se desglosan los edificios, secciones y lámparas intervenidas según la subestación.

Tabla 3.12
 Seccionamiento de Lámparas

Seccionamiento de lámparas				
Área	Edificio	Secciones	Lámparas Intervenidas	
Subestación I	Docencia A	26	73	
	Taller Pesado B	8	26	
	Taller Pesado C	8	26	
	Docencia D	29	84	
	Edificio G	3	22	
	Edificio H	7	112	
	Total			343
Subestación II	Taller Pesado E	8	26	
	Taller Pesado F	8	26	
	Docencia I	22	61	
	Docencia J	22	61	
	Docencia M	7	66	
	Total			240

Edificio Biblioteca "H"

En el denominado edificio "H" ó conocido como Biblioteca, se realizó el seccionamiento de siete circuitos con una afectación total de 112 lámparas o luminarias procediendo a mantener energizadas únicamente el área de servicio o zona de lectura a utilizar, generando un sentido de eficiencia y buen uso en la iluminación (ver Fig. 3.3).

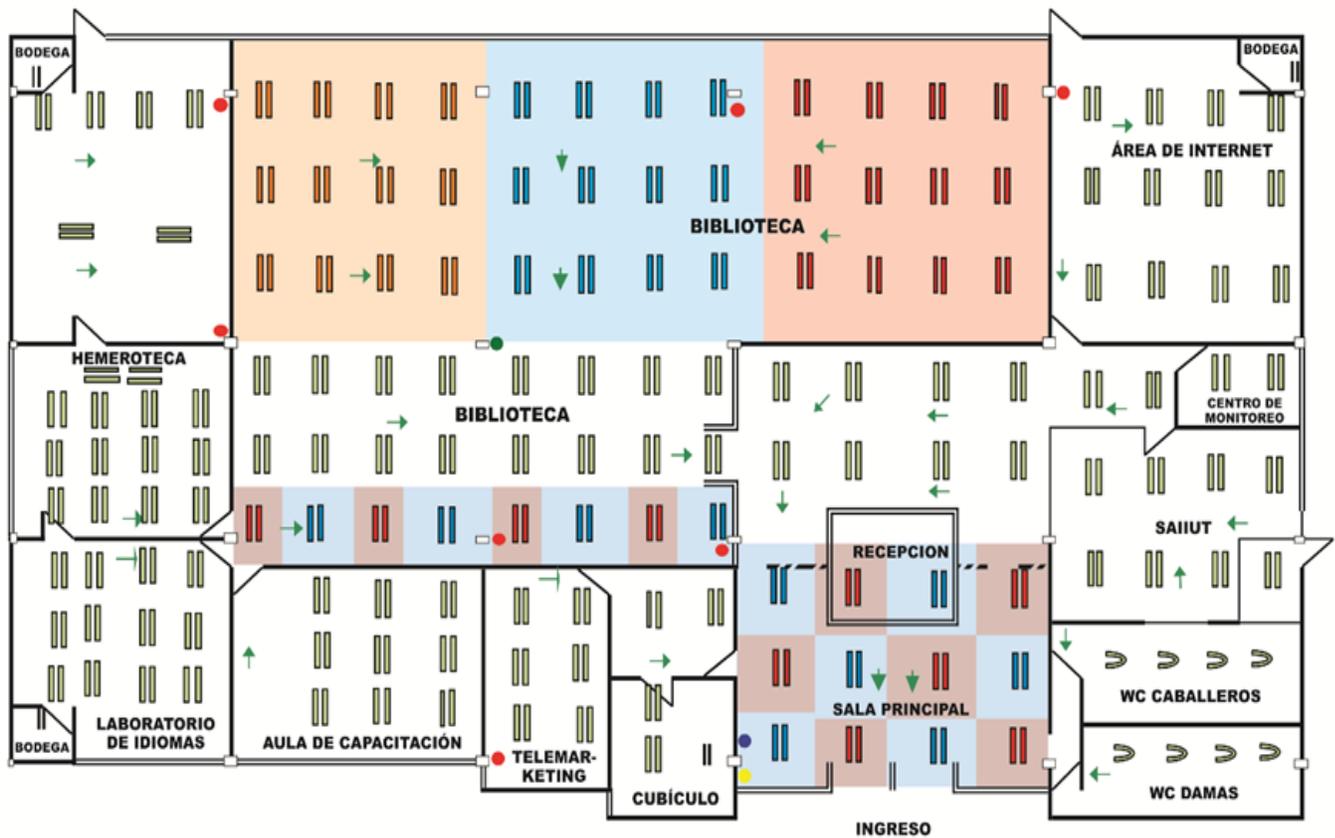


Fig. 3.3 Edificio Biblioteca "H"

Edificio Docencia “A”

En el edificio de docencia A se realizó el seccionamiento de veintiséis circuitos con una afectación total de 73 lámparas o luminarias procediendo a mantener energizadas únicamente el área de servicio o zona a utilizar, generando un sentido de eficiencia y buen uso en la iluminación (ver Figs. 3.4 y 3.5).

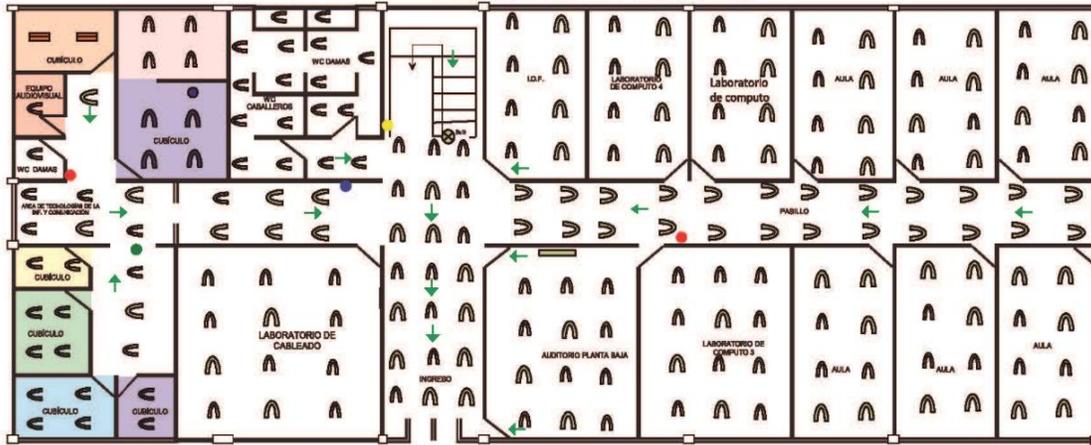


Fig. 3.4 Edificio Docencia “A”, Planta Baja

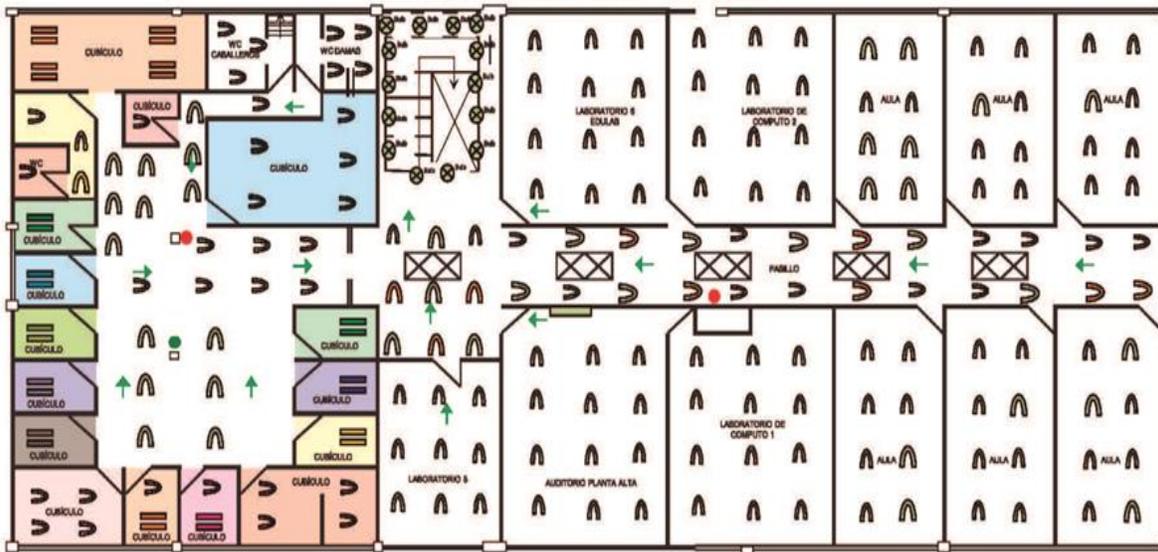


Fig. 3.5 Edificio Docencia” A” Planta Alta

Edificio Taller Pesado “E”

En el edificio del taller pesado E se realizó el seccionamiento de ocho circuitos con una afectación total de 26 lámparas o luminarias procediendo a mantener energizadas únicamente el área de servicio a utilizar, provocando una eficiencia y buen uso en la iluminación (ver Figs. 3.6 y 3.7).

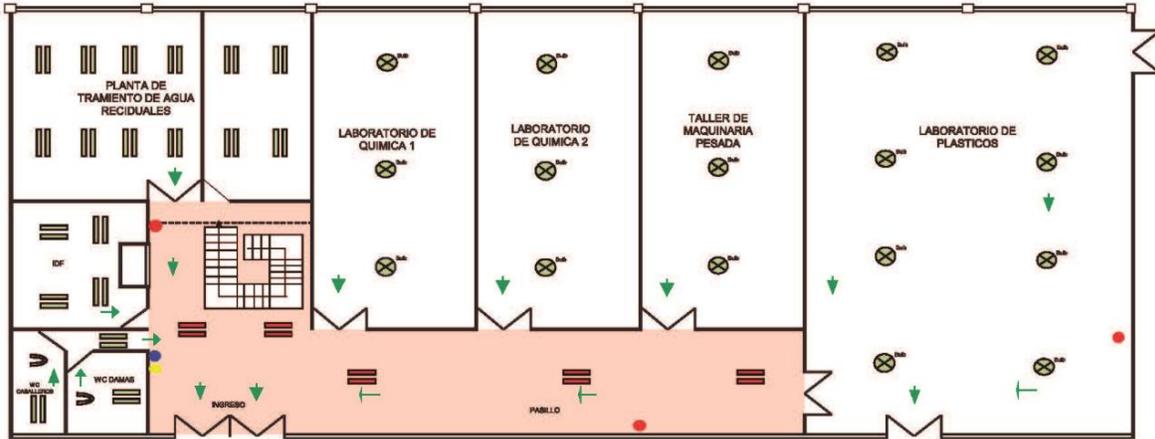


Fig. 3.6 Edificio Taller Pesado “E”, Planta Baja

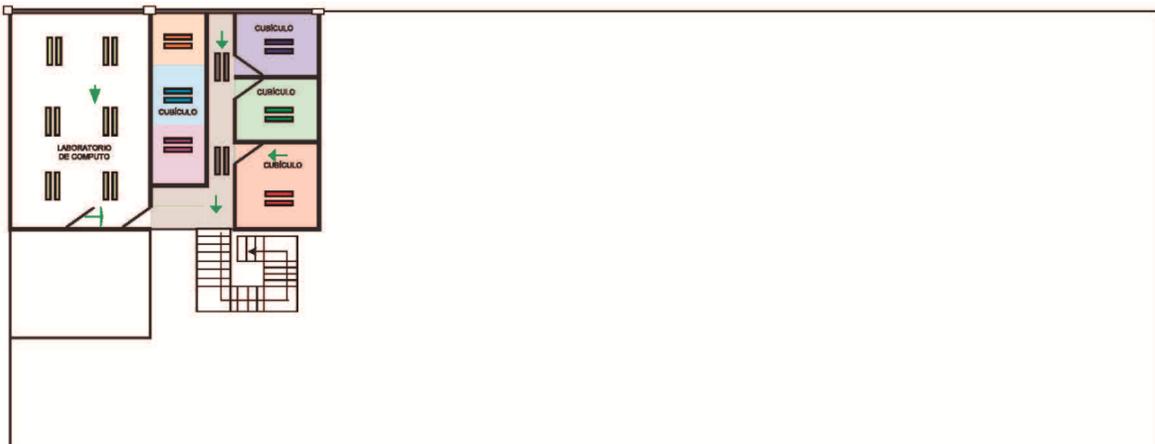


Fig. 3.7 Edificio Taller Pesado “E”, Planta Alta

Edificio Docencia “I”

En el Edificio de Docencia I se realizó el seccionamiento de veintidós circuitos con una afectación total de 61 lámparas o luminarias procediendo a mantener energizadas únicamente el área de servicio o zona (ver Figs. 3.8 y 3.9)

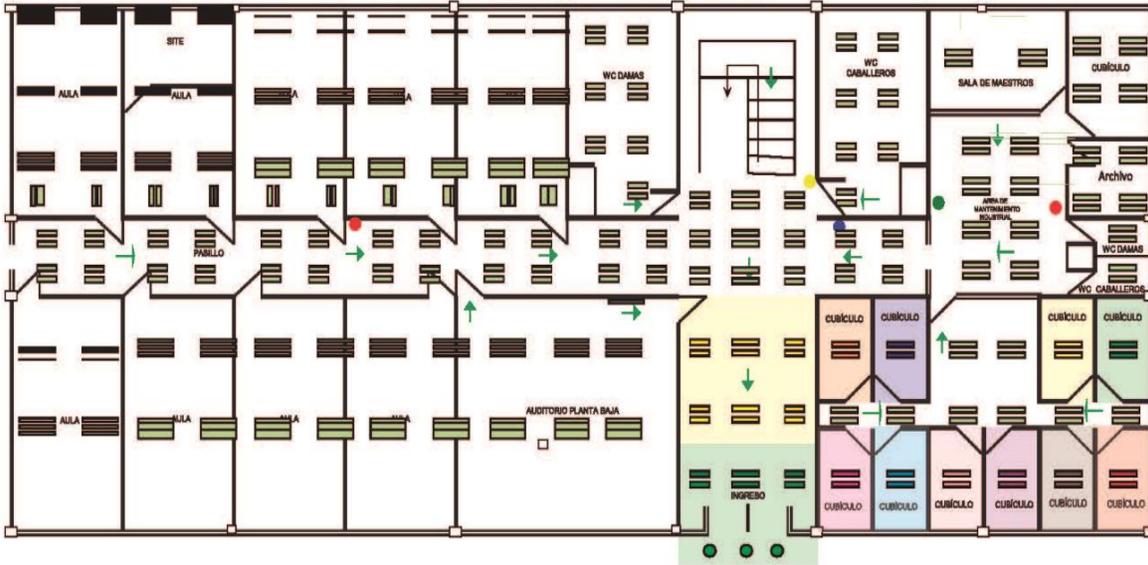


Fig. 3.8 Edificio Docencia “I”, Planta Baja

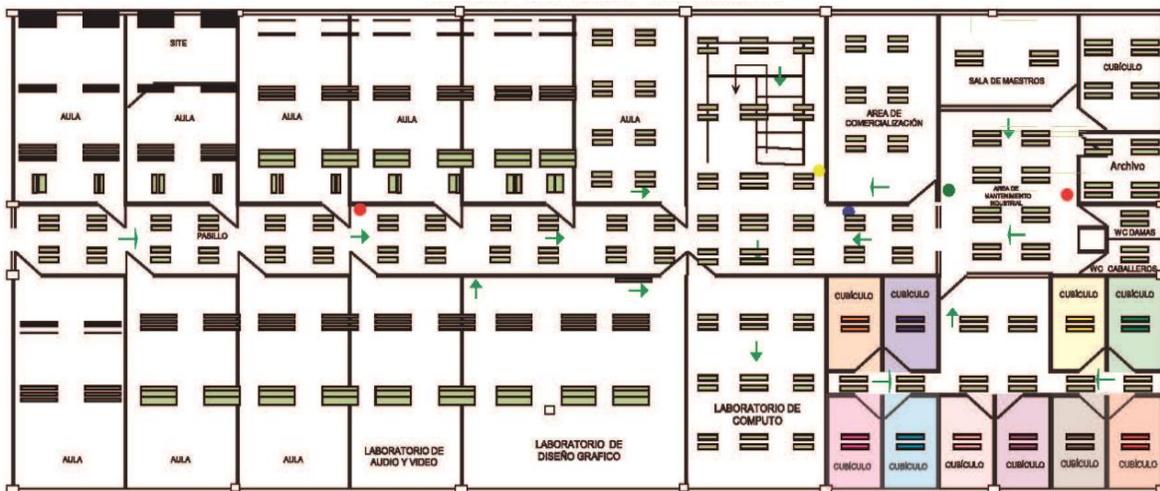


Fig. 3.9 Edificio Docencia “I”, Planta Alta

Síntesis del Seccionamiento de Circuitos Eléctricos de Iluminación

El seccionar los circuitos de alimentación traerá como efecto un impacto directo de ahorro y buen uso de los sistemas de iluminación, provocando incrementar su eficiencia eléctrica y la vida útil de los equipos. La inversión del seccionamiento es de bajo costo, por lo cual no implica incrementos al gasto presupuestado para el desarrollo de trabajo.

3.5 Control de Iluminación de Áreas

El control o la automatización consiste en verificar cuáles son las áreas que sin perder el sentido para lo que fueron construidas y en función de las necesidades, se procedió al análisis y diagnosticar la siguiente valoración:

- Automatización baños.
- Automatización de Control de Horario.
- Control de Iluminación de Edificios.
- Control de Iluminación de Área Exterior. Diagnóstico

Automatización baños

Consistente en colocar sensores de movimiento con tiempos de encendido y de apagado, quedando de la siguiente forma; el interruptor controla el apagado general, una vez encendida solamente ilumina una luminaria, con el objeto de no quedar oscuro el área de los baños, cuando cualquier usuario ingresa el detector censará el movimiento, iluminando el lugar en general, pasará un respectivo tiempo donde no cense el movimiento de personas volviendo a apagarse las luminarias quedando solamente una en función (ver Fig. 3.10).

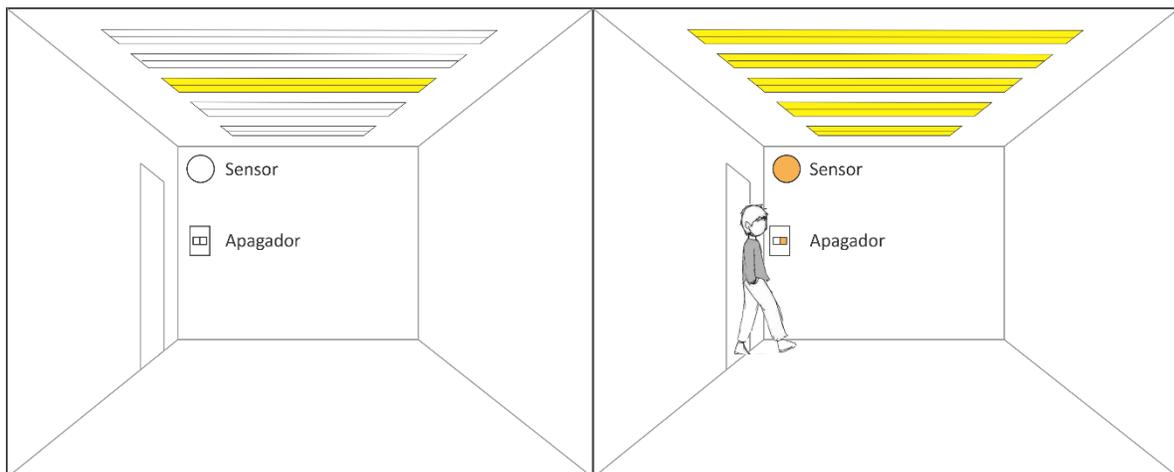


Fig. 3.10 Automatización Baños

Automatización de Control de Horario.

Se le llama así controla aquellas áreas que requieren el encendido y apagado en determinados tiempos de servicio, como en espacios donde sus necesidades de iluminación son necesarias, pero no hay usuario o personal responsable para su encendido y apagado, implicando que a determinado horario ya no es necesaria la iluminación.

En el caso de la Universidad se encontró el área del Edificio “G” o Control Escolar en la cual se instaló un sistema de encendido y apagado de tiempos determinados, actuando el encendido por las mañanas y noches a horarios según las necesidades de uso, la estación del año y/o comportamiento de la iluminación natural (ver Fig. 3.11).

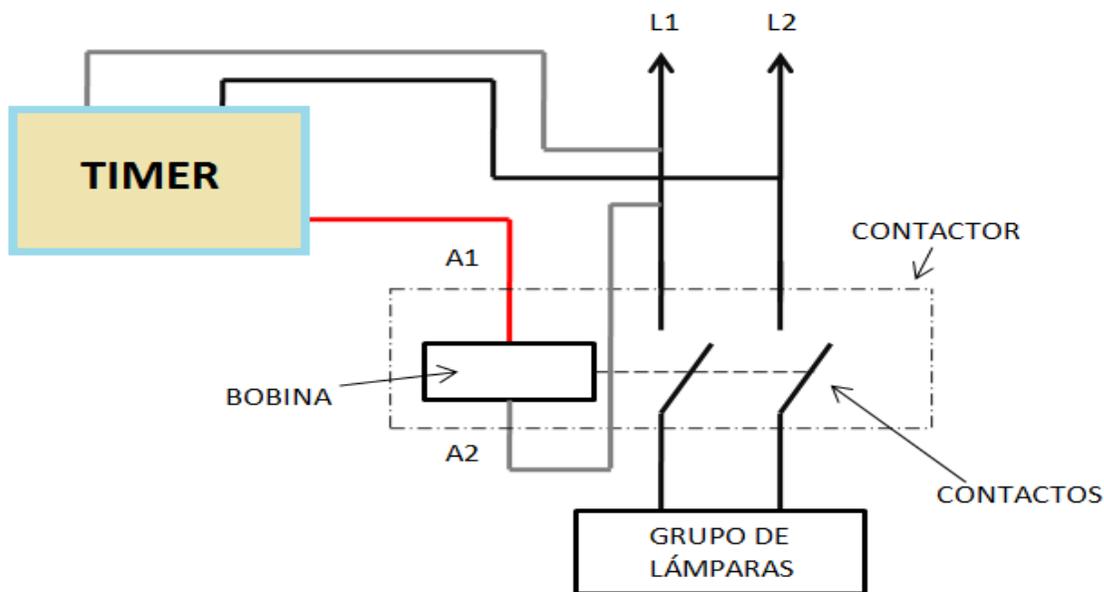


Fig. 3.11 Diagrama Eléctrico Control de Horario

Control de Iluminación de Edificios.

Debido al tipo de construcción los edificios de Docencia “A” y “D”, es necesario colocar externamente un control basado en una fotocelda, dicho dispositivo es energizado cuando no se presente luz de día, activando un arrancador y así enciendan las luminarias del área de las escaleras. Esto debido a este tipo de edificios no cuenta con ventanales que permitan el paso de luz natural (ver Fig. 3.12).

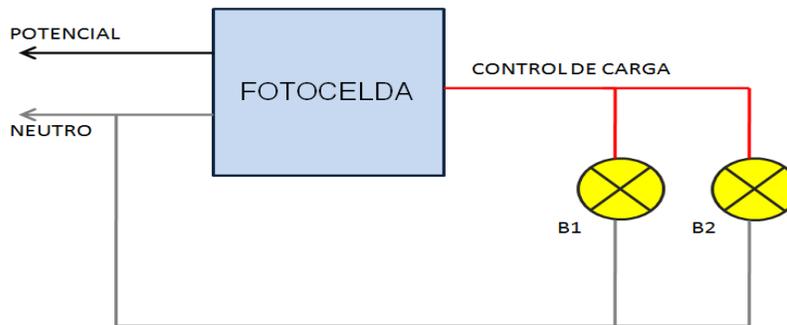


Fig. 3.12 Diagrama Eléctrico Control de Iluminación de Edificios

Control de Iluminación de Área Exterior.

Estas áreas que son pasillos de tránsito vehicular y peatonal, las luminarias instaladas en lo general ya contaban con una fotocelda de control para cada una de ellas, (dispositivo electrónico capaz de controlar el encendido o energizado de las luminarias), en este caso se procedió a realizar circuitos con una única fotocelda de control accionando un arrancador, la fotocelda de control se colocó en un lugar estratégico, donde se detecta la mayor utilidad de la luz de día, encendiendo y apagando en tiempo y forma (ver Fig. 3.13).

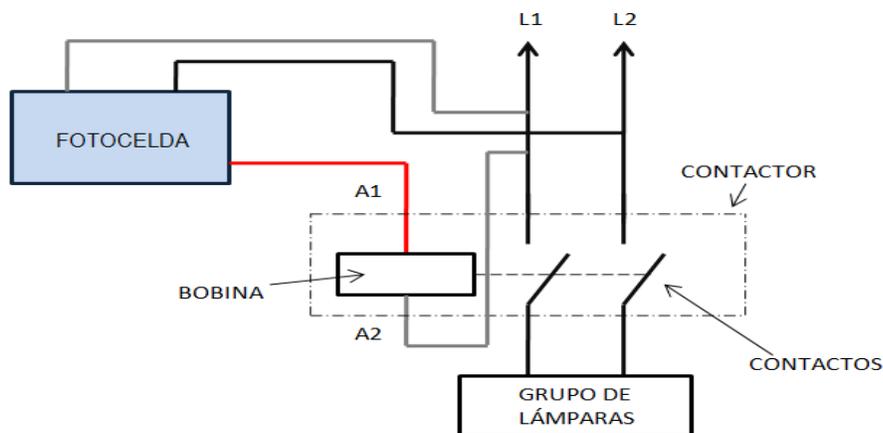


Fig. 3.13 Diagrama Eléctrico Control de Iluminación de Área Exterior

Cabe mencionar que en el caso de las luminarias exteriores se procedió a cambiar de lugar dieciocho luminarias, ya que por su cercanía o la necesidad de iluminación de las áreas de mayor prioridad fue conveniente. Es aquí donde se optimizó el consumo eléctrico, pues, aunque no implicara una horro energético sí hay una optimización en el funcionamiento de las mismas (ver Fig. 3.14).



Fig. 3.14 Reubicación de 16 Lámparas Exteriores

Síntesis del control de iluminación

El control de la iluminación impacta directamente en la eficiencia eléctrica, porque el buen uso de la misma genera un ahorro significativo de costo, el seccionamiento de circuitos eléctricos, automatización y controles de sensoriales o por tiempos su inversión es marginal y no afecta al presupuesto de gasto estimado anual.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO NIVEL DOS

4.1 Diagnóstico Intermedio (*Evaluación de la energía de consumo*)

En esta faceta del diagnóstico se detectan los diferentes equipos que tienen una desviación de operación en función con los nuevos equipos de mejor tecnología y alternancia con el equipo a comparar, estableciendo una mejor eficiencia eléctrica y de mejor servicio, considerando el siguiente criterio para su comparación:

1. La norma establecida a respetar.
2. Lo estético, montaje, diseño y adaptación del equipo.
3. El costo-beneficio de ahorro en consumo eléctrico.

4.2 Equipos de Iluminación

En esta parte del estudio, el diagnóstico es significativo por el número de lámparas instaladas en la Universidad, por eso su enfoque es primordial.

- Iluminación interna refiriéndose a edificios de docencia.
- Iluminación interna refiriéndose a talleres y laboratorios.
- Iluminación externa, pasillos, andadores, áreas de estacionamiento.

4.2.1 Iluminación Internas de edificios de docencia

Las luminarias o lámparas internas por el número total que se utilizan en la Universidad se comparan con diferentes tipos que cubren las necesidades requeridas, el fluorescente tipo T8 y T5 Slim line y la lámpara de Led's, éstas comparativamente varían de acuerdo a sus fichas técnicas y es la de Led's la de menor consumo eléctrico, pero no así la de mayor capacidad en lúmenes, necesitando corroborar si cumplen con las normativas a verificar de iluminación.

En la Tabla 4.0 se observa la variante de datos obtenidos y que eso da pauta para el seguimiento de cambio de lámparas en áreas de Docencia, el cual como resultado la lámpara T5 cumple satisfactoriamente, consumiendo .96 kWh/ mensual dando un lumen de 2,697 y la de Led's da en sus lúmenes 1,400 significativamente menor que la Slim line pero su consumo en kWh/mensual es de 0.6 menor que la anterior requiriendo valorar con las normas y de ahí considerar si es necesario su uso, comparando con las normas vigentes respectivamente.

Tabla 4.0
 Comparativo Alumbrado Interior

Unidad	Lámpara Slim line Fluorescente T8 (philips)	Lámpara Slim line Fluorescente T5 (philips)	Lámpara Slim line Led's (megaed)
Watts	32	28	20
Voltaje	127	127	127
Amperaje	0.25	0.22	0.15
Lúmenes	2,800	2,697	1,400
Promedio de vida (hrs)	30,000	35,000	50,000
Kwh/mensual	0.96	0.84	0.6

Al realizar el análisis del alumbrado se consideran dos normas a seguir:

1. Por su eficiencia eléctrica: Norma NOM 007-NER-2014 Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
2. Por seguridad: Norma NOM-025-STPS-2008 Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo.

La norma NOM-007-NER-2014 establece que la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) sus valores no deben de excederse para un edificio tipo Escuela o institución educativa de 14 Watts/m² (DPEA).

Partiendo de un ejemplo típico de aplicación de las normas ya mencionadas, dentro de las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Jalisco se tomaron como referencia dos aulas de diferentes edificios con características de infraestructura similares, pero con la diferencia de que en un aula su iluminación se realiza con lámparas fluorescentes y en la otra con lámparas Led's, ambas distribuidas de manera uniforme. A continuación, se muestran las dimensiones del aula y los resultados obtenidos en cada salón por su tipo de iluminación:

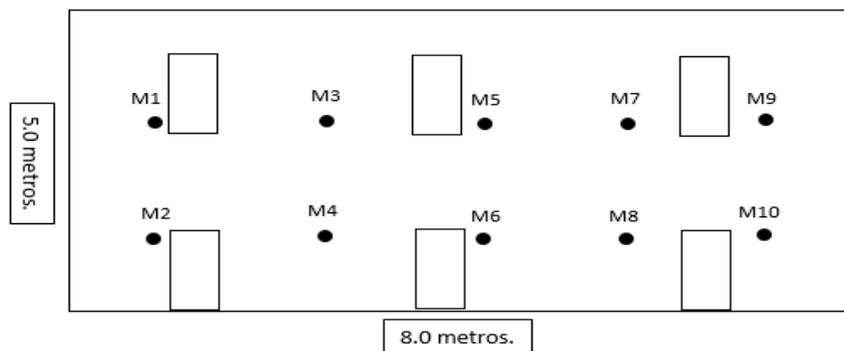


Fig. 4.0 Mediciones del aula de estudio

Largo (x): 5.0 metros.
 Ancho (y): 8 metros.
 Altura (h): 2.5 metros.
 Total: 40.0 metros cuadrados.

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

Lámpara Fluorescente

$$DPEA = \frac{576 \text{ W}}{40.0 \text{ m}^2} = 14.4$$

Lámpara Led

$$DPEA = \frac{240 \text{ W}}{40.0 \text{ m}^2} = 6.0$$

Tabla 4.1
 DPEA entre Lámparas Fluorescentes y Led's

	Lámpara Fluorescente	Lámpara Led's
Aula (Edificio)	204 (I)	204 (D)
Potencia (W)	32	20
Lámparas totales	18	12
Potencia Total (W)	576	240
DPEA (W/m²)	14.4	6.0

Como puede observarse, al hacer la comparativa el aula con lámparas Led's cumple con la primera norma con una potencia total por mitad en comparación con las fluorescente, asociado a menor cantidad de lámparas; en cambio con las lámparas fluorescentes no se cumple ya que el DPEA está por encima de la norma.

La norma NOM-025-STPS-2008 establece que los niveles mínimos de Iluminación (luxes) en aulas y oficinas deberán ser mayores a 300 luxes.

Para ejemplo de aplicación de la segunda norma la referencia de las aulas fueron las mismas que el ejemplo anterior, se hizo la medición de la altura de la luminaria respecto al espacio de trabajo y se obtuvo el valor del índice de área (IC), que al compararlo con la tabla A1 (Anexo 3) se obtuvo el número mínimo de zonas a evaluar (9 a 12) con una altura de la luminaria respecto al espacio de trabajo de 1.75 m, las cuales se comprueba en la formula siguiente.

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)} = \frac{(8.0 \text{ m})(4.0 \text{ m})}{1.75 \text{ m} (8.0 \text{ m} + 4.0 \text{ m})} = 1.90$$

Las diez mediciones que se realizaron fue con ayuda de un luxómetro Foot Candle/Lux meter, de la marca Extech Instruments, la medición E1 se hizo colocando el luxómetro de cara a las luminarias a una altura de diez centímetros del espacio de trabajo y la segunda medición E2 se hizo de cara al espacio de trabajo con la misma altura, una vez realizadas las mediciones se logró obtener el valor del factor de reflexión Kf, los resultados se muestran a continuación:

$$Kf = \frac{E1}{E2} (100) = \frac{135 \text{ lux}}{561 \text{ lux}} (100) = 23.8 \%$$

Para medición en M1, aplica el mismo procedimiento para las demás mediciones

Tabla 4.2
 DPEA entre Lámparas Fluorescentes y Led

LÁMPARA FLUORESCENTE										
	Número de Zonas a Evaluar									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
E1	135	125	118	112	115	113	116	108	102	112
E2	561	557	480	455	525	492	460	460	505	510
Kf (%)	23.8	22.4	24.5	24.6	21.9	22.9	25.2	23.4	20.3	21.9
LÁMPARA LED										
	Número de Zonas a Evaluar									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
E1	435	330	270	290	145	168	139	140	110	100
E2	1240	1220	844	772	525	543	500	524	400	415
Kf (%)	35.0	27.0	31.9	37.5	27.6	30.9	27.8	26.7	27.5	24.0

Haciendo la comparativa entre las lámparas fluorescentes y Led's, en ambos casos se logra cumplir con la norma ya que todas las lecturas que se tomaron (E2) están por arriba del valor mínimo. Ambas lámparas al igual cumplen con el factor de reflexión (Kf) ya que no alcanzan los porcentajes permisibles del factor de reflexión por lo que no existe deslumbramiento en las aulas, esto establecido en la tabla 2 (Anexo 4) niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión.

Las lecturas tomadas se trataron de realizar lo más parecido posible en cuanto a la hora en que se tomaron las mediciones, con el mismo luxómetro, respetando la distancia de 10 cm hacia la superficie de trabajo y en contra de la superficie, la altura de la luminaria hacia el espacio de trabajo, etc., sin embargo existen variables como la infraestructura de los edificios que aunque son muy similares presentar ligeros cambios, el área donde se encuentran ya que uno de

ellos presenta alrededor mayor vegetación de áreas verdes, así como la luz natural que incide en cada uno de los edificios (ver Fig. 4.1).



Fig. 4.1 Medición de Iluminación con Luxómetro

4.2.2 Iluminación Externa pasillos, andadores, áreas de estacionamiento.

En la Universidad se cuenta con un total de 82 lámparas de punta, estas lámparas han sido sustituidas prorrateadamente (actuales 53) por otras que cumpliendo con las necesidades y requisitos de iluminación presenten menor consumo eléctrico como se muestra en la tabla 4.3 donde la tradicional consume 400 Watts y la de mejor tecnología 100 Watts, con una diferencia de consumo de 12 kWh/mensual por 3 kWh/mensual presentando una diferencia de ahorro de 9 kWh/ mensual por cada una de las lámparas, considerando que se han cambiado 53 multiplicado por 9 hay un ahorro potencial de 447 kWh.

Tabla 4.3
Comparativo de Lámparas de Vapor de Sodio vs PIA

COMPARATIVO DE LÁMPARAS VAPOR DE SODIO VS PIA							
N°	Descripción	Marca	Tipo	Watt por lámpara	Lúmenes	Watt por gabinete	kWh/mensual
1	Lámpara vapor de Sodio de 400 W	Philips (Balastro Electromagnético)	E40	400 W	48,000	400	12
2	Lámpara vapor de sodio de 100 W PIA	Philips (Balastro Electrónico)	E40	100 W	10,500	100	3

4.2.3 Iluminación de área de talleres

Cada taller cuenta con 20 lámparas de Vapor de mercurio de 250 Watts, con un total de 100 lámparas instaladas, éstas se están sustituyendo por lámparas de tecnología Led's de 70 Watts, que han cumplido con las necesidades, más no con los niveles de lúmenes, aunque se tiene conocimiento de que está por salir a la venta una lámpara que cumpla con todas las características. Estas lámparas presentan un ahorro de diferencia de una de otra de 5.4 kWh mensual, en este proceso de cambio de lámparas ha sido pasivo y se han intervenido solamente 6 en su cambio.

Tabla 4.4
 Comparativo de Iluminación de Talleres

Comparativo Iluminación Talleres						
Descripción	Watt	Voltaje	Amperaje	Lúmenes	Promedio de vida	kWh/mensual
Lámpara Vapor de Mercurio 250 W	250	230	2.1	12,700	12,600 hrs.	7.5
Lámpara Industrial ALA-013 70 W	70	100 -300	0.32	7,000	40,000 hrs.	2.1

En los talleres fueron instaladas innecesariamente en los pasillos lámparas de vapor de mercurio de 250 W, esto debido a que trabajaban a una altura de 6 metros y su instalación fue montada a 3 metros de altura provocando generar un espacio de iluminación de tipo lunar dejando áreas sin iluminar, aquí se procedió a cambiar por lámparas Slim line de 2 X 28 Watts, cumpliendo con una expansión satisfactoria de iluminación en el área, presentado un menor consumo energético eléctrico comparativo de 7.5 kWh/mensual a 1.68 kWh/mensual con un ahorro diferencial de 5.82 kWh/mensual, considerando que se cambiaron 20 multiplicado por 5.28 hay un ahorro potencial de 105.6 kWh (ver Fig.).

Tabla 4.5
 Comparativo de Lámparas Vapor de Mercurio vs Slim Line T5

Comparativo de Lámparas de Mercurio vs Slim Line T5							
N°	Descripción	Marca	Tipo	Wattaje por lámpara	Lúmenes	Wattaje por gabinete	kWh/mensual
1	Lámpara Vapor de mercurio de 250 W	Philips (Balastro electromagnético)	Base E40	250 W	12600	250	7.5
2	Lámpara Slim line T5 de 28 W	Philips (Balastro electrónico)	Slim Line	28 W	2697	56	1.68

Lámpara de Mercurio (250 W)

Lámpara Slim Line T5 (56 W)

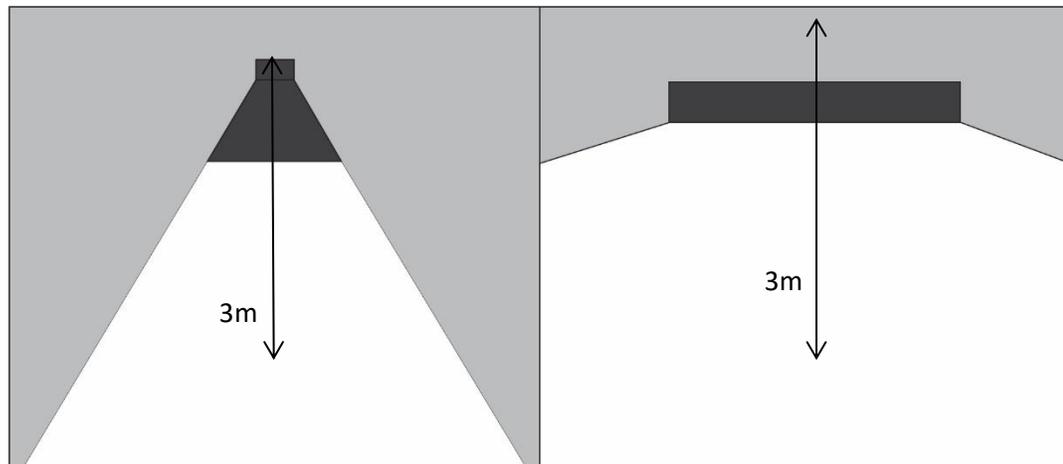


Fig. 4.2 Comparación Campo de Iluminación entre Lámparas de Mercurio y Slim Line T5

4.3 Equipo de cómputo, copiadoras, escáner, impresoras.

Se cuenta con un total de 1,399 equipos de cómputo incluyendo los equipos adjuntos; CPU, multifuncionales, impresoras y otros, contando con un abanico de equipo de diferentes tipos de carga y consumo, que varía según modelo, especificaciones y tamaño de servicio de los equipos, registrando en consumo como mínimo de 350 Watts. Así, la dinámica de las necesidades obliga a la actualización de equipos de cómputo y adjuntos, siendo un factor que se da en automático de renovar constantemente su adquisición, teniendo la ventaja de que los nuevos productos presentan ser de mejor eficiencia energética, dándose un beneficio de ahorro continuo. En los equipos tradicionales su consumo es mayor a 350 Watts y de mejor tecnología menor a 180 Watts, dándose un ahorro entre 70 y 170 Watts por equipo en lo general.

4.4 Equipos auxiliares

4.4.1 Motores

Los equipos de las bombas centrifugas de agua colocados en las cisternas de los edificios, fueron sustituidas por bombas de mejor tecnología y eficiencia, cambiadas por bombas de mayor voltaje y menor amperaje con un diferencial de menor consumo de 44.5 kWh/mensual a 36.3 kWh/mensual, dando un ahorro de 8.2 kWh/mensual. Cabe mencionar que aquí también se optimizó el tiempo de llenado de los tinacos ya que estas bombas trabajan en su llenado a un menor tiempo de servicio considerando también que implica menos consumo eléctrico de un 30% menor en horas de servicio, contemplando que se cambiaron 4 multiplicado por 8.2, hay un ahorro a considerar de 32.8 kWh

Tabla 4.6
 Comparativo de Bomba Centrífuga

Comparativo de Bomba Centrífuga					
Descripción	H.P	Watts	Voltaje	Amperaje	kWh/ mensual
Bomba Pedrollo JCRM 15	1.5	1,100	127/220	13.2/6.6	36.3
Bomba Evans	1	1,350	127/220	17/7.0	44.5

CAPÍTULO V

DIAGNÓSTICO NIVEL TRES

5.1 Estudio de Calidad de la Energía y de Temperatura

En esta parte del diagnóstico se analizan las condiciones de operación y montaje de la red eléctrica haciendo uso del analizador de redes eléctrico y del equipo termográfico, analizando lo eléctrico y las temperaturas de los tableros y otros equipos, respectivamente, tomando lecturas con seguimiento continuo registrando el comportamiento de la red eléctrica cuando estos equipos y maquinarias se encuentran en operación de mayor consumo de energía eléctrica, para de esta forma, con base en el estudio, poder diagnosticar y aplicar técnicas que aporten a la eficiencia de la red eléctrica.

El alcance del analizador de redes pretende estudiar el comportamiento del voltaje, amperaje y la distorsión armónica total (THD).

El alcance del estudio termográfico pretende encontrar puntos calientes donde exista una fuga de energía eléctrica a térmica.

5.2 Análisis de la Red Eléctrica.

5.2.1 Subestación I

Con el equipo analizador EXTECH 382095 de redes se procedió a monitorear la red eléctrica de la Subestación I, procediendo a realizarlo en el tablero primario, después consecutivamente a tableros principales de cada uno de los edificios, conforme se fueron recabando los datos siguientes:

Tabla 5.0
 Medición Inicial de Subestación I, Primera Medición

UBICACIÓN	VOLTAJE			AMPERAJE			THD %		
	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3
SUBESTACIÓN I	128.6	128.1	128.8	183	128.6	129.9	19.4	25.6	25.5
DOCENCIA A	127.4	135.2	121.2	38.5	43.7	44.1	36.7	0.325	0.455
DOCENCIA D	128.4	129.2	130	88.5	30.2	26.8	27.4	0.233	0.222
BIBLIOTECA H	128.1	127.4	128.6	21.1	22.2	22.8	0.13	0.255	0.094
SER. ESC. G	127.4	129.3	129.5	40.3	12.6	10.2	25.1	24.1	23.0
RECTORÍA K	127.1	129.4	128.8	49.4	19.3	27.8	0.308	0.394	0.322

Al realizar la conexión del analizador de calidad de energía EXTECH 382095 a la subestación I, se muestra en la tabla (Tabla 5.0), la medición registrada refirió que el problema es causado por un desbalance de cargas eléctricas entre fases, como es mencionado en la norma (CFE J6100- 54), permitiendo un máximo del 5 % de desbalance entre fases.

Dicha tabla se sustenta con algunas de las imágenes tomadas del analizador. Primer captura de consumos en el tablero de la Subestación 1 tablero 1.

Amperajes tomados de tablero principal de Subestación 1, donde se muestra el desfaseamiento entre fases:

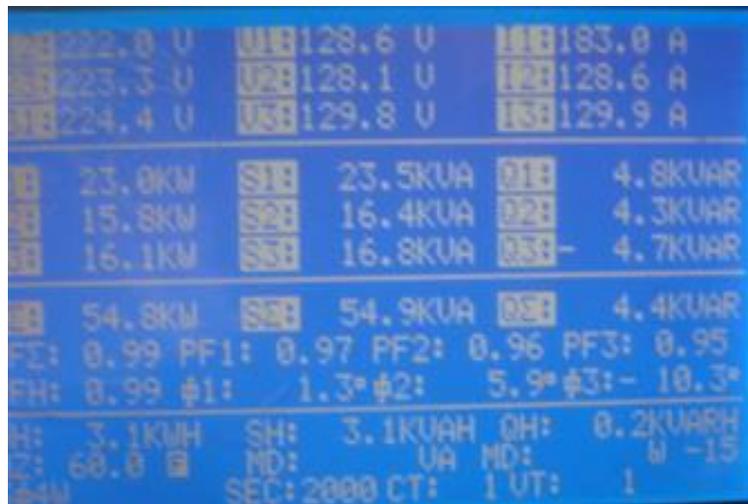


Imagen 5.0 Desfasamiento de Fases de Amperajes de Tablero Principal Subestación I

Captura de las ondas senoidales de corriente.

En las imágenes presentadas anteriormente, se muestra la onda senoidal del consumo y el THD en línea de cada intensidad.

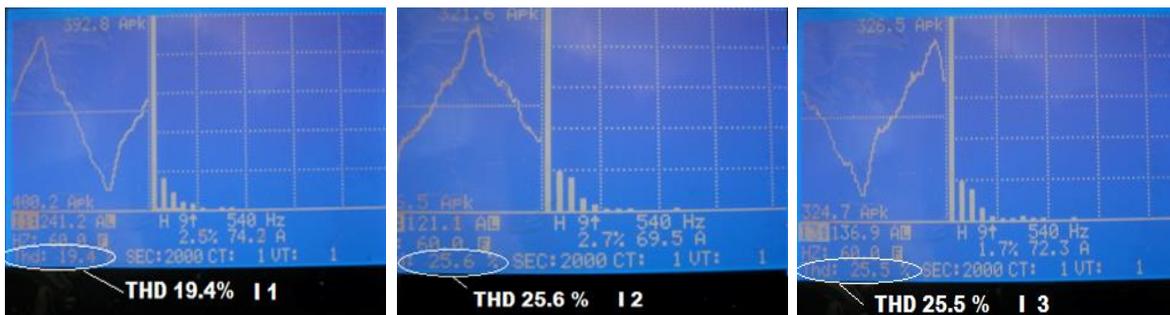


Imagen 5.1 Onda Sinodal de Consumo y THD en Línea de cada Intensidad

Tabla 5.1
 Medición al Concluir el Análisis de Subestación I

UBICACIÓN	VOLTAJE			AMPERAJE			THD %		
	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3
SUBESTACIÓN I	128.4	128..1	129.9	127.7	130	118.1	24.3	26.6	21.6
DOCENCIA A	127.2	132.1	128.3	38.5	42.6	43.9	35.6	30.3	45.6
DOCENCIA D	128.3	127.9	128.5	34.1	32.3	34.6	27.4	23.3	22.2
DOCENCIA H	128.6	128.9	128.5	14.8	16.5	17.1	20.9	26.1	27
DOCENCIA G	127.6	128.2	127.9	20.3	21.8	19.9	N/A	N/A	N/A
DOCENCIA K	128.9	128.6	127.9	43.1	48.5	47.4	25.2	18.5	15.9

Captura de Consumos al Concluir el Análisis en el Tablero de la Subestación I
Tablero 1.

Como se presenta en la imagen, las cargas eléctricas se encuentran balanceadas entre fases.

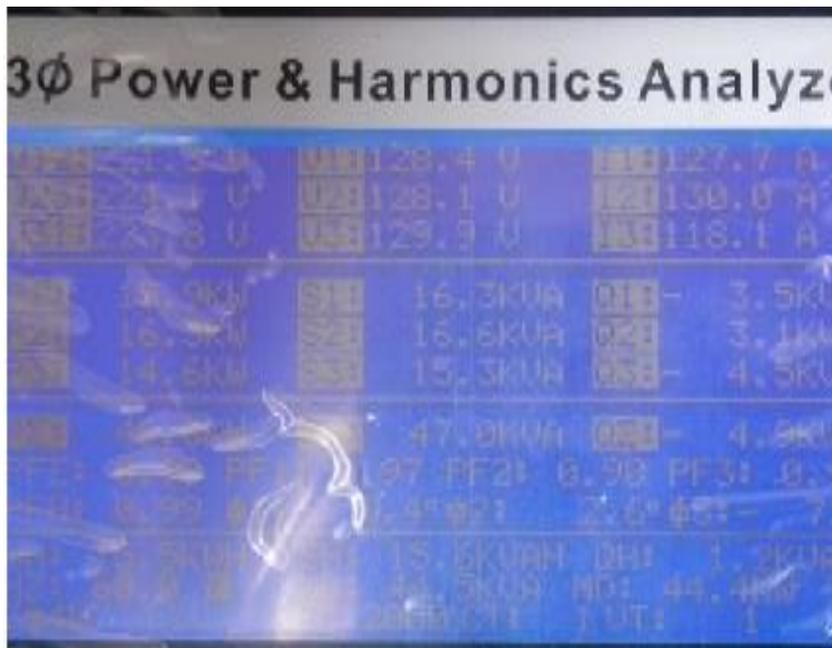


Imagen 5.2 Balanceamiento de Fases

Captura de las ondas senoidales de corriente

En las imágenes presentadas, se muestra la onda senoidal del consumo y el THD en línea de cada intensidad.



Imagen 5.3 Onda Senoidal de Consumo y THD en Línea de cada Intensidad

Captura de Mediciones Docencia “A” y “H”

El edificio de Docencia A, no requirió alguna acción por lo cual no se modificó alguno de los tableros de carga.

Captura de Mediciones al Concluir el Análisis en Docencia “D”, “G” y “K”

Es evidente el balance entre cargas eléctricas, el cual se logró reconfigurando las cargas eléctricas en los tableros respectivos de cada edificio.

5.2.2 Subestación II

Con el analizador EXTECH 382095 de redes se procedió a revisar la red eléctrica de la Subestación II, procediendo a realizarlo en el tablero principal después consecutivamente a tableros de cada uno de los edificios, conforme se fueron recabando los datos se continuaba hasta llegar a tableros secundarios.

Tabla 5.2
Medición Inicial de Subestación II

UBICACIÓN	VOLTAJE			AMPERAJE			THD %		
	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3
SUBESTACIÓN II	128.2	129.4	127.9	95.3	96.5	96.8	17	17.3	16.6
DOCENCIA I	129	127.1	128.1	30.6	35.7	26.5	3.5	5.9	12.5
DOCENCIA J	128.5	129.3	128.7	47.4	21.9	15.4	16.1	48.5	28

Primer captura de consumos en el tablero de la Subestación 2.



Imagen 5.4 Consumos en Tablero de Subestación II

Captura de las ondas senoidales de corriente

Captura de Mediciones en Docencia "I"



Imagen 5.5 Ondas Senoidales de Corriente

Tabla 5.3
 Medición al Concluir el Análisis de Subestación II

UBICACIÓN	VOLTAJE			AMPERAJE			THD %		
	LÍNEA A 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3
SUBESTACIÓN II	128.2	129.1	127.4	84.1	87.2	87.3	9	15.2	11.1
DOCENCIA I	127.8	128	129.2	30.2	30.9	30.3	17	14.3	16.5
DOCENCIA J	128.3	128.1	129	20.5	24.7	23.2	6.4	14.7	8.9



Imagen 5.6 Consumos en Tablero de Subestación 2 al Concluir Análisis

Captura de Mediciones al Concluir el Análisis en Docencia “I”

Necesario el balance entre cargas eléctricas, el cual se logró reconfigurando las cargas eléctricas en los tableros de cubículos y salones y tablero general.

Captura de Mediciones al Concluir el Análisis en Docencia “J”

Requirió el balance entre cargas eléctricas, el cual se logró reconfigurando las cargas eléctricas en los tableros de oficinas, cubículos y tablero general.

5.3 Resultado de Estudio final de la Calidad de la Energía Subestación I y II

5.3.1 Subestación I

Los datos obtenidos en el estudio inicial de la energía eléctrica, señalan que los voltajes son estables pero las corrientes o amperajes se encuentran con un desbalanceo considerable de 54.4 amperes entre fases uno y fase dos mencionado en la norma (CFE J6100- 54), permitiendo un máximo del 5% de desbalance entre fases.

Tabla 5.4
 Medición Inicial y Final de Subestación I

UBICACIÓN	MEDICIÓN INICIAL			MEDICIÓN FINAL		
	AMPERAJE			AMPERAJE		
	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3
SUBESTACION I	183	128.6	129.9	127.7	130	118.1
DOCENCIA A	38.5	43.7	44.1	38.5	42.6	43.9
DOCENCIA D	88.5	30.2	26.8	34.1	32.3	34.6
BIBLIOTECA H	21.1	22.2	22.8	14.8	16.5	17.1
SER. ESC. G	40.3	12.6	10.2	20.3	21.8	19.9
RECTORIA K	49.4	19.3	27.8	43.1	48.5	47.4

En la tabla 5.4 se observan comparativamente en su medición inicial y final el balanceo de cargas y su mejora, en cada una de la fase.

5.3.2 Subestación II

Los datos iniciales obtenidos, nos indican que los voltajes y amperajes son estables.

Tabla 5.5
 Medición Inicial y Final de Subestación II

UBICACIÓN	MEDICIÓN INICIAL			MEDICIÓN FINAL		
	AMPERAJE			AMPERAJE		
	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3
SUBESTACIÓN II	95.3	96.5	96.8	84.1	87.2	87.3
DOCENCIA I	30.6	35.7	26.5	30.2	30.9	30.3
DOCENCIA J	47.4	21.9	15.4	20.5	24.7	23.2

En la tabla 5.5 se observan comparativamente en su medición inicial y final, el balanceo de cargas y su mejora en cada uno de la fase.

5.3.3 Detección de problemas arrojados por el Estudio.

Con el estudio se analiza la necesidad de establecer un balanceo de cargas de las Subestaciones I y II.

El desbalance de cargas eléctricas es una situación que se manifiesta en todos los sistemas trifásicos que presentan cargas monofásicas y bifásicas, debido a esto se logra tener la mayor parte del tiempo cargas exactas entre fases, ya que por necesidades de los usuarios los consumos están de acuerdo a sus necesidades de servicio por lo cual al concluir el estudio, se obtuvieron cargas mejor balanceadas, estas cargas varían según el uso de alumbrado en aulas, talleres, laboratorios de cómputo y contactos, por lo que en algún momento se desbalanceará una de las fases, aun así con las reconfiguraciones realizadas dentro de la Universidad, ya no se tendrá el problema por desbalance con la magnitud que se tenía anteriormente.

5.4 Control total de distorsión armónica (THD)

Armónicos

La presencia de armónicos indica una onda de tensión o una intensidad distorsionada. La distorsión de la corriente o de la onda de tensión significa que la distribución de la energía eléctrica sufre perturbaciones y que la calidad de la alimentación no es óptima.

Los dispositivos y los sistemas que producen armónicos se encuentran presentes en todos los sectores. Los armónicos se producen por cargas no lineales por ejemplo: equipo industrial, soldadoras, rectificadores, variadores de velocidad para motores CC o asíncronos, equipos de oficina (ordenadores, fotocopiadoras, faxes, etc.), electrodomésticos (televisores, hornos microondas, iluminación fluorescente, Led's, etc.), algunos dispositivos con saturación magnética (transformadores). Las consecuencias económicas de la presencia de armónicos se aprecian en el aumento de los costos de energía, envejecimiento prematuro de los equipos.

En el estudio se observan que los THD o distorsión total armónica lo siguiente:

- En la Subestación I se encuentra en promedio con un 25% en cada fase.
- En la Subestación II un promedio de 17% en cada fase.

Para reducir en lo posible los armónicos en la red eléctrica de la Universidad, se considera antes de realizar alguna compra de algún dispositivo electrónico consultar su ficha técnica para asegurarse de que los armónicos sean lo más reducidos posibles del equipo electrónico a adquirir y de este modo afecten en lo menos posible a la red eléctrica.

El pretender eliminarlos o controlarlos implica un alto costo y de resultados no favorables, ya que el objetivo es ser eficientes no generando los niveles de armónicos, evitando pagar un costo para su control, considérese que la energía suministrada está reconocida por el proveedor de servicio que se entrega viciada o contaminada con niveles de armónicas, ya que actualmente no están institucionalmente regulada, provocando se introduzcan de otros lugares de generación.

Se realizan pruebas en las Subestaciones I y II con un analizador HIOKI PW 3360 actualizado, por lo cual sólo se realizó una comparación visual de los datos obtenidos entre los equipos de prueba EXTECH y HIOKI.



Imagen 5.7 Pruebas con un Analizador HIOKI PW 3360

Tal y como es apreciado en las imágenes anteriores, las mediciones que aparecerán a continuación son tomadas directamente de este equipo HIOKI PW 3360, estas imágenes son descargadas directamente del equipo, las imágenes representativas del análisis anterior son fotografías tomadas con una cámara digital, debido a que el equipo EXTECH 382095 no tiene la capacidad para descargarse directamente, así como algunas otras limitantes.

A continuación se presentan las mediciones del analizador HIOKI PW 3360 describiendo brevemente la información proporcionada.

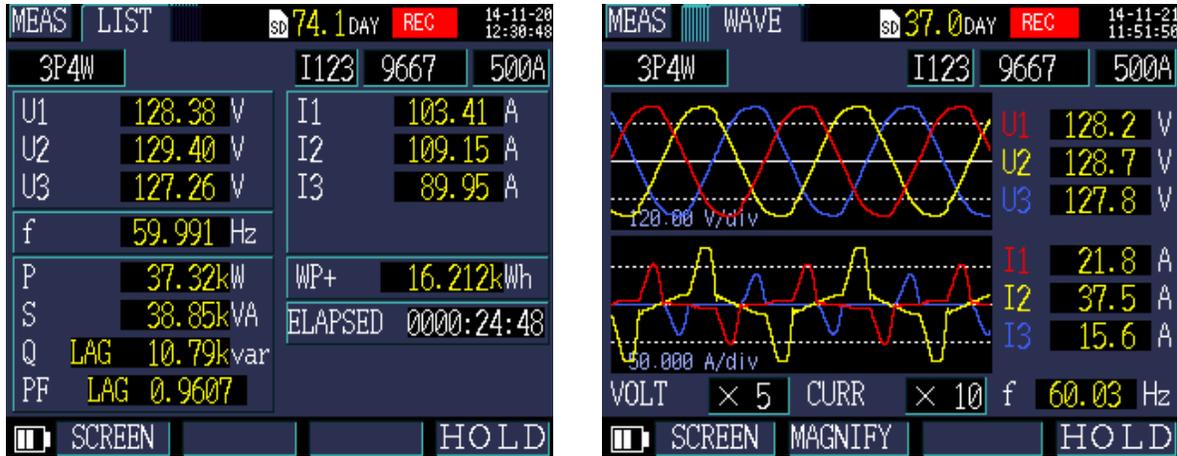


Imagen 5.8 Comportamiento de voltaje y corriente

En las imágenes se muestra los valores de Voltaje y Corriente de cada una de las fases, los datos generales como la frecuencia y potencia, etc. y el comportamiento senoidal del voltaje y corriente.



Imagen 5.9 Datos Fundamentales de Armónicos

En las imágenes anteriores nos muestra el % THD de cada una de las fases, así como el valor de distorsión de acuerdo a la armónica afectada.



Imagen 5.10 Comportamiento de THD

En las imágenes anteriores nos muestra el % THD general de cada una de las fases y el comportamiento de la misma.

Cabe mencionar que el equipo muestra una gran variedad de información y sólo se presentan estas imágenes para proporcionar una mejor idea de las características y facilidades que el equipo proporciona.

5.5 Análisis Termográfico

El estudio de termografía infrarroja se basa en la inspección de los equipos en operación, a través de una cámara termográfica de la marca guide modelo IR928. Esta tecnología permite observar imágenes térmicas de equipos eléctricos, mecánicos y otros sistemas en que se manifieste energía calorífica.

Al ver la distribución calórica se pueden identificar, prevenir y corregir condiciones anormales de operación antes que ellas ocasionen daños o averías a la instalación o a equipos como transformadores, interruptores, fusibles o maquinarias, debido a recalentamientos o arcos eléctricos. Este análisis resulta particularmente útil en las subestaciones eléctricas, así como en tableros de distribución, conductores y barras que alimentan los principales sectores de consumo.

Las páginas siguientes muestran imágenes térmicas de los equipos explorados en los cuales se notaron algunas anomalías térmicas. Además se incluye la ubicación del equipo, los equipos que pudieran verse afectados, las temperaturas relevantes, causas probables, recomendaciones y niveles de prioridad.

Prioridad de la rectificación

Para los casos calificados como “Insatisfactorio” en la evaluación infrarroja se ha desarrollado un criterio de prioridades de rectificación. Este criterio de basa en el distanciamiento de la temperatura de un punto con relación a otro punto, llamado “referencia”, cuya temperatura se considera debería ser similar en condiciones normales. La guía de inspección infrarroja para sistemas eléctricos y mecánicos utilizados establece las siguientes prioridades de rectificación:

Tabla 5.6
 Guía de Prioridad de Rectificación

Prioridad	Definición
Prioridad 4 (0 - 10°C)	Sin urgencia- Rectificar cuando resulte conveniente
Prioridad 3 (10 - 15°C)	Rectificar durante el próximo periodo de mantenimiento
Prioridad 2 (15 - 25°C)	Rectificar lo más pronto posible
Prioridad 1 (25 o más °C)	Caso Urgente – Rectificar Inmediatamente

5.5.1 Análisis Termográfico Subestación I

Interrupor Principal Baja Tensión Subestación I

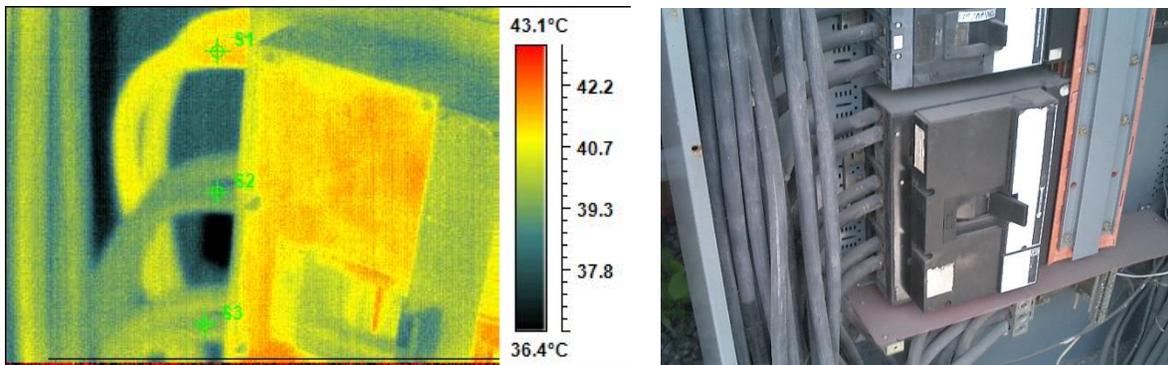


Imagen 5.11 Interrupor Principal Baja Tensión Subestación I

Tabla 5.7
 Análisis Termográfico Interruptor Principal Tensión Subestación I

Object Parameter	Value
S1	41.8 °C
S2	39.0 °C
S3	39.8 °C
Object Parameter	Value
File Name	IMAGE042
Emissivity	0.92
Humidity	58%
Distance	4.5
Ambient	37.3 °C
MaxTemp	0.0 °C
MinTemp	37.6 °C
Created Date	May 2015
Created Time	10:43:00 AM
Remark	

Comentarios: En esta imagen se muestra que la fase A se encuentra ligeramente a mayor temperatura en toda la extensión del conductor, por lo que es un problema de desbalanceo de corriente, considerando la diferencia de temperaturas entre S1, S2 y S3 se califica como prioridad 4.

Interruptor Principal Edificio Docencia "A"

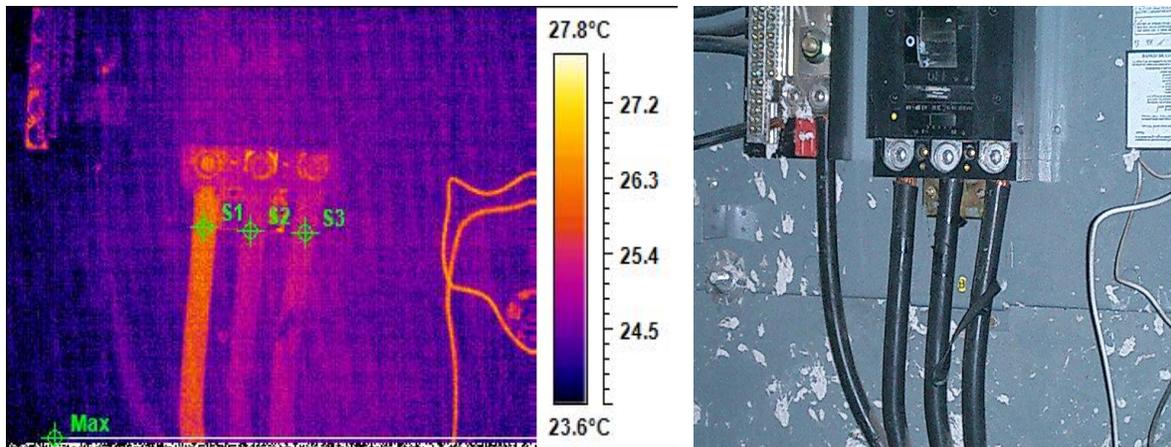


Imagen 5.12 Interruptor Principal Edificio Docencia "A"

Tabla 5.8
 Análisis Termográfico Interruptor Principal Edificio Docencia “A”

Object Parameter	Value
Max	27.8 °C
S1	26.6 °C
S2	25.2 °C
S3	25.4 °C
Object Parameter	Value
File Name	IMAGE048
Emissivity	0.92
Humidity	58%
Distance	4.5
Ambient	39.7 °C
MaxTemp	0.0 °C
MinTemp	23.6 °C
Created Date	May 2015
Created Time	11:12:00 AM
Remark	

Comentarios: En la fase A se manifiesta una temperatura más elevada, generada por una circulación de corriente mayor con respecto a las fases B y C. La diferencia de temperatura no excede los 10 °C por lo que se considera prioridad 4, pero se debe tener principal atención.

Interruptor Alimentación Planta Alta Edificio Docencia “A”

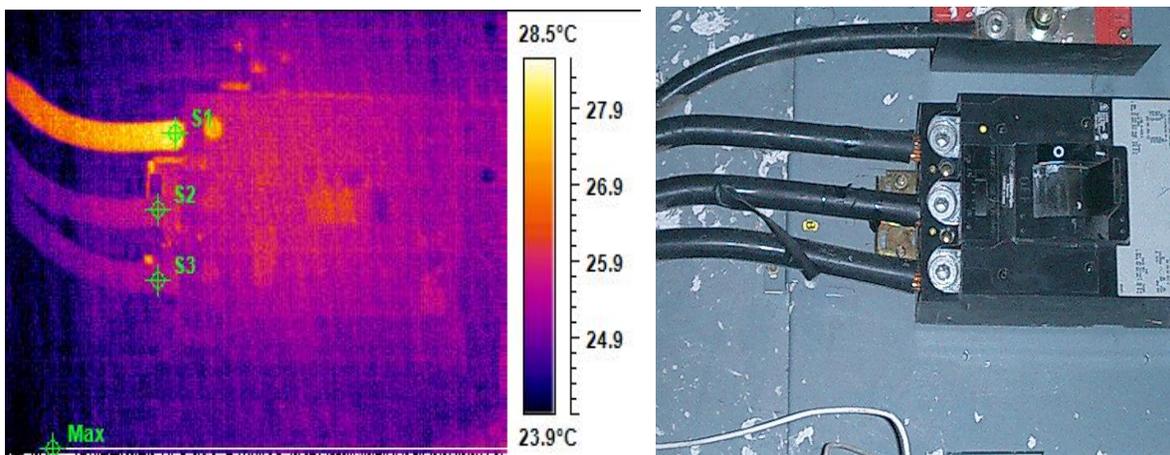


Imagen 5.13 Interruptor Alimentación Planta Alta Edificio Docencia “A”

Tabla 5.9
 Análisis Termográfico Interruptor Alimentación Planta Alta Edificio Docencia "A"

Object Parameter	Value
Max	28.6 °C
S1	28.8 °C
S2	25.9 °C
S3	25.3 °C
Object Parameter	Value
File Name	IMAGE049
Emissivity	0.92
Humidity	58%
Distance	4.5
Ambient	39.7 °C
MaxTemp	0.0 °C
MinTemp	24.2 °C
Created Date	May 2015
Created Time	11:13:00 AM
Remark	

Comentarios: En la fase A se manifiesta una temperatura más elevada, generada por una circulación de corriente mayor con respecto a las fases B y C. La diferencia de temperatura no excede los 10 °C por lo que se considera prioridad 4, pero se debe tener principal atención.

Tablero Alimentación Plata Baja Edificio Docencia "A"

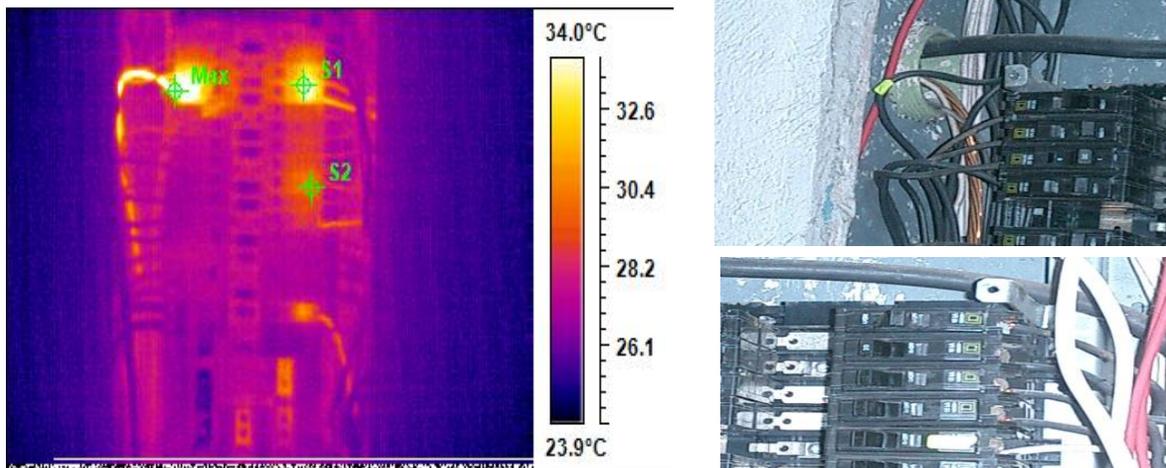


Imagen 5.14 Interruptor Alimentación Planta Baja Edificio Docencia "A"

Tabla 5.10
 Análisis Termográfico Interruptor Alimentación Planta Baja Edificio Docencia "A"

Object Parameter	Value
Max	44.1 °C
S1	36.3 °C
S2	31.0 °C
Object Parameter	Value
File Name	IMAGE050
Emissivity	0.92
Humidity	58%
Distance	4.5
Ambient	38.8 °C
MaxTemp	0.0 °C
MinTemp	24.0 °C
Created Date	May 2015
Created Time	11:15:00 AM
Remark	

Comentarios: En el interruptor del lado izquierdo se manifiesta una temperatura de hasta 44.1 °C, al ser comparado con el punto S2 se tiene una diferencia de 10 °C, por lo que se considera prioridad 3.

Tablero Baja Tensión Alimentación Planta Alta Edificio Docencia "D"

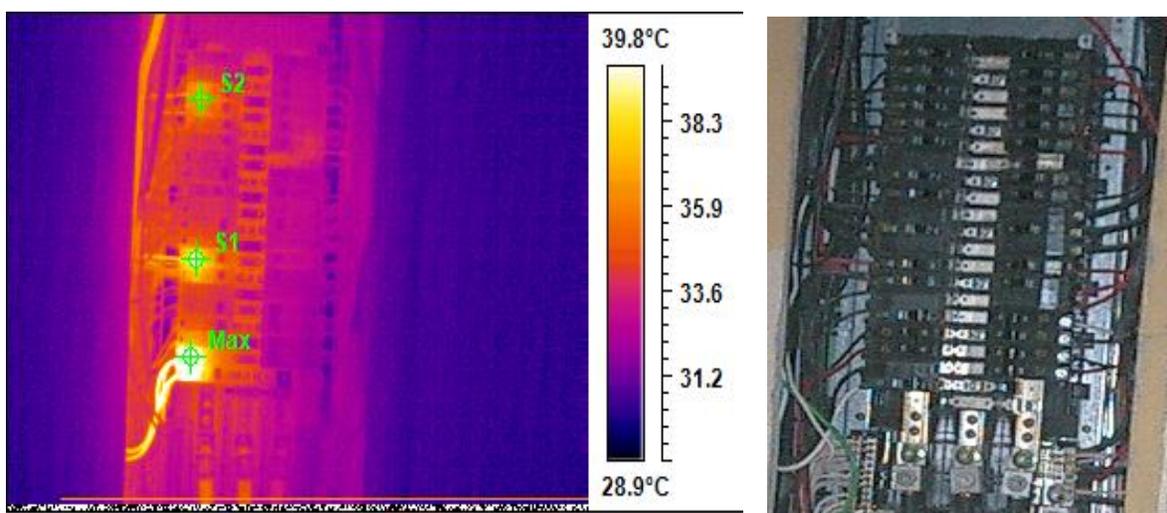


Imagen 5.15 Tablero Baja Tensión Alimentación Planta Baja Edificio Docencia "D"

Tabla 5.11
 Análisis Termográfico Tablero Baja Tensión Alimentación
 Planta Alta Edificio Docencia "D"

Object Parameter	Value
Max	47.4 °C
S1	41.7 °C
S2	38.3 °C
Object Parameter	Value
File Name	IMAGE052
Emissivity	0.92
Humidity	58%
Distance	4.5
Ambient	37.6 °C
MaxTemp	0.0 °C
MinTemp	29.5 °C
Created Date	May 2015
Created Time	11:25:00 AM
Remark	

Comentarios: En el interruptor del lado izquierdo se manifiesta una temperatura de hasta 47.4 °C, al ser comparado con el punto S2 se tiene una diferencia de menor 10 °C, por lo que se considera prioridad 4, pero se debe principal atención por el nivel de temperatura.

Interruptor Principal Alimentación Edificio Docencia "D"

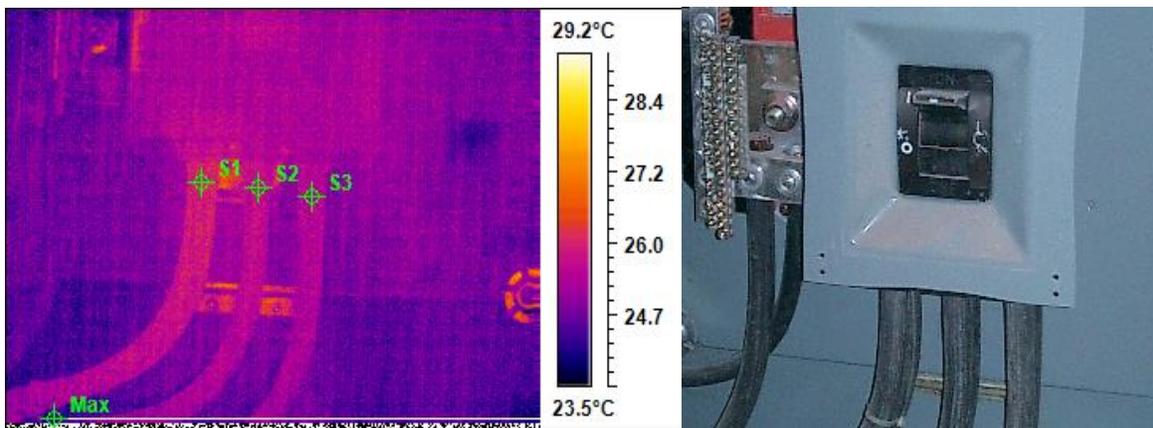


Imagen 5.16 Interruptor Principal Alimentación Edificio Docencia "D"

Tabla 5.12
 Análisis Termográfico Interruptor Principal Alimentación Edificio Docencia "D"

Object Parameter	Value
Max	26.8 °C
S1	25.9 °C
S2	25.7 °C
S3	25.3 °C
Object Parameter	Value
File Name	IMAGE053
Emissivity	0.92
Humidity	58%
Distance	4.5
Ambient	37.4 °C
MaxTemp	0.0°C
MinTemp	23.4 °C
Created Date	May 2015
Created Time	11:29:00 AM
Remark	

Comentarios: No se encuentran temperaturas excedentes a 10 °C, por lo que se considera prioridad 4.

Tablero Alimentación Oficinas Biblioteca

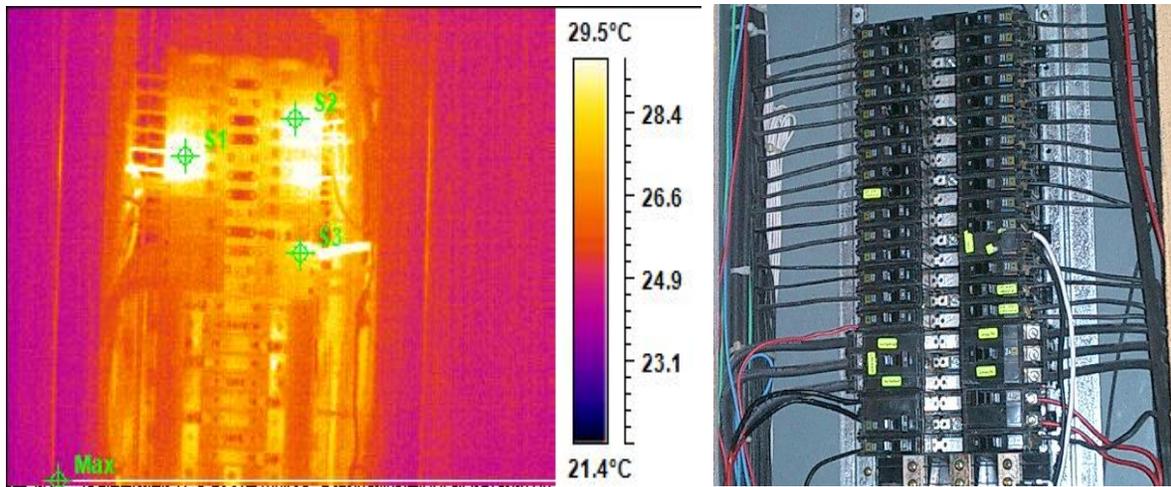


Imagen 5.17 Tablero Alimentación Oficinas Biblioteca

Tabla 5.13
 Análisis Termográfico Tablero Alimentación Oficinas Biblioteca

Object Parameter	Value
Max	27.5 °C
S1	35.9 °C
S2	31.8 °C
S3	31.0 °C
Object Parameter	Value
File Name	IMAGE055
Emissivity	0.92
Humidity	58%
Distance	4.5
Ambient	37.4 °C
MaxTemp	0.0 °C
MinTemp	24.7 °C
Created Date	May 2015
Created Time	11:31:00 AM
Remark	

Comentarios: En los puntos S1, S2 y S3 de los interruptores indicados, se debe prestar principal atención ya que la sobre-temperatura se genera por sobrecarga debido a que el calor se manifiesta en toda la extensión del conductor.

Interruptor Principal Aire Acondicionado Biblioteca

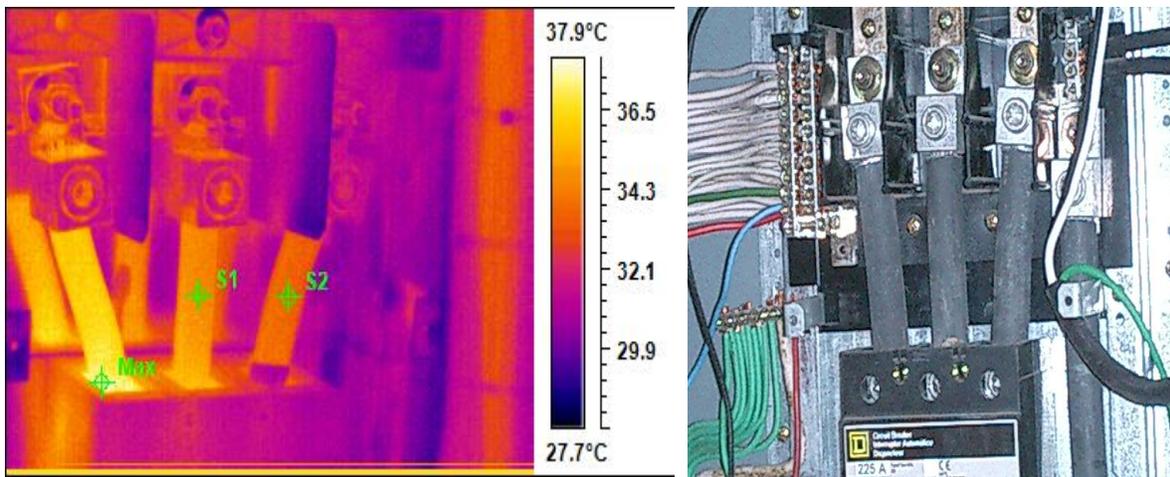


Imagen 5.18 Interruptor Principal Aire Acondicionado Biblioteca

Tabla 5.14
 Análisis Termográfico Interruptor Principal Aire Acondicionado Biblioteca

Object Parameter	Value
Max	39.2 °C
S1	35.5 °C
S2	34.1 °C
Object Parameter	Value
File Name	IMAGE056
Emissivity	0.92
Humidity	58%
Distance	4.5
Ambient	34.5 °C
MaxTemp	0.0 °C
MinTemp	28.5 °C
Created Date	May 2015
Created Time	11:52:00 AM
Remark	

Comentarios: Se determina que en el contacto de la fase A en el interruptor se encuentra una temperatura mayor a 5 °C con respecto de los puntos S1 y S2, por lo que se considera prioridad 4, pero se debe tener principal atención, por la importancia del circuito.

Tablero Principal Edificio B

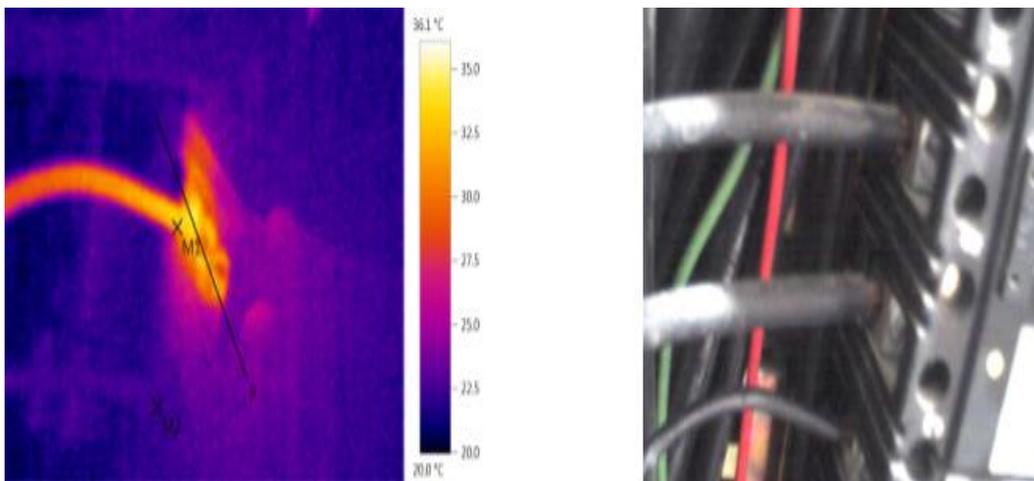


Imagen 5.19 Edificio B, Taller Principal

Tabla 5.15
 Mediciones Taller Pesado Edificio “B”

Object Parameter	Value
Max	35.3 °C
S1	32.3 °C
S2	21.9 °C
Object Parameter	Value
File Name	IMAGE060
Emissivity	0.92
Humidity	58%
Distance	4.5
Ambient	34.5 °C
MaxTemp	0.0 °C
MinTemp	28.5 °C
Created Date	May 2015
Created Time	11:54:00 AM
Remark	

Comentarios: En el tablero se encontró un cable con una corriente de 8.4 A que es el punto más caliente debido a que se encontraba flojo el tornillo, en el otro punto de medición que es el de referencia su corriente fue de 4.3 A.

5.5.2 Análisis Termográfico Subestación II

Tablero Principal Edificio I Planta Alta

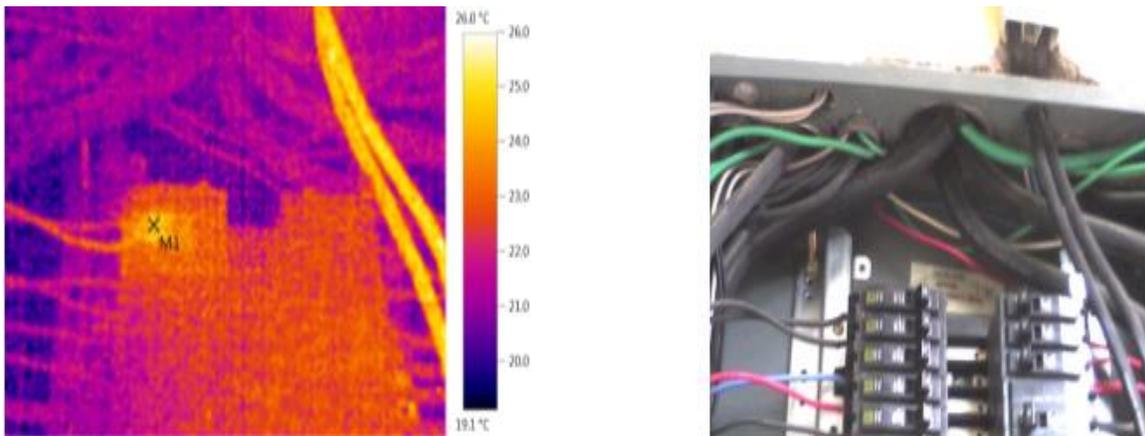


Imagen 5.20 Tablero Principal Planta Alta

Tabla 5.16
 Datos del Estudio Tablero Principal Planta Alta

Object Parameter	Value
Max	36.0 °C
Min	22.0 °C
S1	32.8 °C
Object Parameter	Value
File Name	IMAGE064
Emissivity	0.92
Humidity	24%
Distance	4.5
Ambient	18 °C
MaxTemp	0.0 °C
MinTemp	28.5 °C
Created Date	May 2015
Created Time	11:58:00 AM
Remark	

Comentarios: En el tablero se encontró una conexión incorrecta produciendo un incremento de temperatura,

Tablero Principal Edificio I Planta Alta

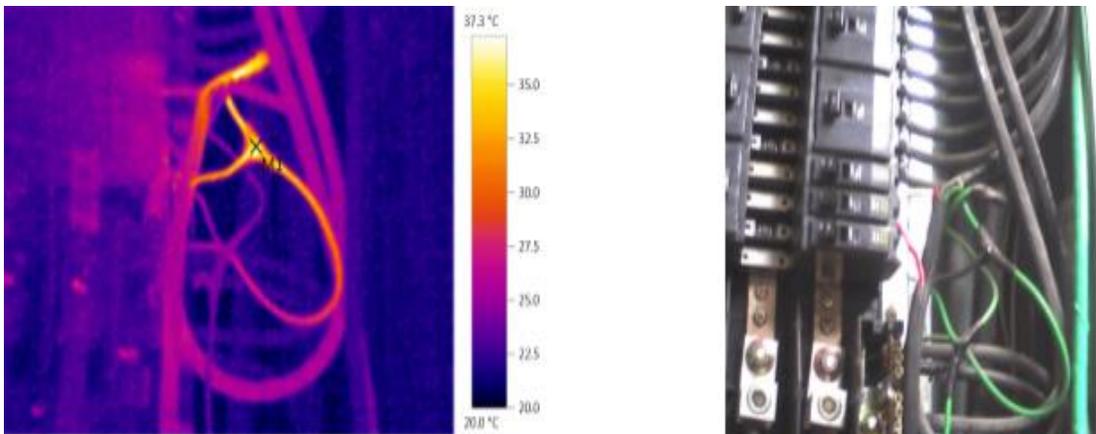


Imagen 5.21 Tablero Principal Edificio I Planta Alta

Tabla 5.17
Datos del Estudio Tablero Principal Planta Alta

Object Parameter	Value
Max	36.0 °C
Min	27.0 °C
S1	34.8 °C
Object Parameter	Value
File Name	IMAGE064
Emissivity	0.92
Humidity	24%
Distance	4.5
Ambient	18 °C
MaxTemp	0.0 °C
MinTemp	28.5 °C
Created Date	May 2015
Created Time	11:59:00 AM
Remark	

Comentarios: En el tablero se encontró una conexión incorrecta produciendo un incremento de temperatura por lo cual se corrigió dicho punto crítico, el cual era una mala conexión en donde se juntaron dos conductores neutros a un solo conductor, presentando un consumo de 10.6 Amperes en el neutro, la corrección que se efectuó fue dividir los neutros a diferentes conductores, retirando la conexión que tenía, el resultado obtenido fue de una reducción a 2.4 Amperes.

Esta cantidad de corriente (8 Amperes) que se generaba es igual a mantener un motor de 1.5 H.P. funcionando todo el tiempo, sin embargo dicha corriente no se utilizaba y sólo se convertía en calor.

Tabla 5.18
 Análisis Termográfico

	EDIFICIO	TEMPERATURA (°C)			Comentarios
		S1	S2	S3	
SUBSTACION I	INTERRUPTOR PPAL BAJA TENSIÓN	41.8	39.0	39.8	Prioridad 4
	DOCENCIA A, INTERRUPTOR PPAL	26.6	25.2	25.4	Prioridad 4
	DOCENCIA A, INTERRUPTOR ALIMENTACIÓN PLANTA ALTA	28.8	25.9	25.3	Prioridad 4
	DOCENCIA A, TABLERO ALIMENTACIÓN PLANTA BAJA	36.3	31.0	44.1	Prioridad 3
	DOCENCIA D, TABLERO ALIMENTACIÓN BAJA PLANTA ALTA	41.7	38.3	47.4	Prioridad 4
	DOCENCIA D, INTERRUPTOR PPAL ALIMENTACIÓN	25.9	25.7	25.3	Prioridad 4
	EDIFICIO H, TABLERO ALIMENTACIÓN	35.9	31.8	31.0	Prioridad 4
	EDIFICIO H, INTERRUPTOR PPAL AIRE ACONDICIONADO	35.5	34.1	39.2	Prioridad 4
	EDIFICIO B, TABLERO PPAL	32.3	21.9	35.3	Prioridad 3
	SUBSTACION II	EDIFICIO	TEMPERATURA (°C)		
		S1	S2	S3	
DOCENCIA I, TABLERO PPAL		22.0	32.8	36.0	Prioridad 3
	27.0	34.0	36.0	Prioridad 3	

CAPÍTULO VI

ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA DEMANDA ELÉCTRICA

6.1 Administración de las Demandas Eléctricas

Se define la demanda eléctrica como la máxima coincidencia de cargas eléctricas en un intervalo de tiempo, esto es que los medidores de consumo registran en cada intervalo de tiempo, (regularmente cada 15 minutos) el valor máximo y son datos fundamentales para la facturación.

Referente a esto se consideran las cargas eléctricas teóricas de cada edificio, para concernir la valoración de sus consumos de acuerdo a las funciones prácticas o docentes en los edificios, reflejando que no todos consumen de igual forma, sin embargo el proceso de estudio y análisis se aplica con el mismo método.

El control de la demanda en la Universidad consiste en que en los horarios punta e intermedio establecidos en las tablas 6.0 y 6.1 vale prevenir que no excedan las cargas máximas, implementando mecanismos para que esto se logre.

Tarifas y Horarios CFE regidos en la contratación de la Universidad.

Zona SUR

BASE **INTERMEDIA** **PUNTA**

Tabla 6.0
 Primer domingo de Abril al sábado anterior del último domingo de Octubre

Horario	0:00 a 1:00 hrs.	1:00 a 2:00 hrs.	2:00 a 3:00 hrs.	3:00 a 4:00 hrs.	4:00 a 5:00 hrs.	5:00 a 6:00 hrs.	6:00 a 7:00 hrs.	7:00 a 8:00 hrs.	8:00 a 9:00 hrs.	9:00 a 10:00 hrs.	10:00 a 11:00 hrs.	11:00 a 12:00 hrs.	12:00 a 13:00 hrs.	13:00 a 14:00 hrs.	14:00 a 15:00 hrs.	15:00 a 16:00 hrs.	16:00 a 17:00 hrs.	17:00 a 18:00 hrs.	18:00 a 19:00 hrs.	19:00 a 20:00 hrs.	20:00 a 21:00 hrs.	21:00 a 22:00 hrs.	22:00 a 23:00 hrs.	23:00 a 24:00 hrs.
Lunes a Viernes	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	PUNTA	PUNTA	INTERMEDIA	INTERMEDIA
Sábado	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA	INTERMEDIA
Domingo y Días Festivos	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE									

Tabla 6.2
Consumo por Tarifa Subestación I

Promedio Consumo kWh Subestación I				
Tarifa	2014	2015	Índice	Comparativo
Demanda Facturable	87.27	90.45	↑	3.18
Punta	3,267.91	3,320.55	↑	52.64
Intermedia	15,434.73	13,364.18	↓	-2,070.55
Base	7,673.00	8,537.00	↑	864.00

Consumo		Importe
2,789 kWh	↓	\$119,424.78

Referente a la subestación I, En la Tabla 6.2 se muestra un incremento de consumo considerable en la tarifa base, sin embargo la cantidad consumida en la tarifa Intermedia es notablemente menor con respecto al incremento de la tarifa base, esto es, se aumentó el consumo de kWh base disminuyendo el consumo de kWh en la tarifa Intermedia. Como la tarifa base es más económica que la Intermedia se ve reflejado en el importe total.

Tabla 6.3
Consumo por Tarifa Subestación II

Promedio Consumo kWh Subestación II				
Tarifa	2014	2015	Índice	Comparativo
Demanda Facturable	65.72	73.4545	↑	7.7345
Punta	1,927.64	2,240.27	↑	312.63
Intermedia	11,005.00	12,745.36	↑	1,740.36
Base	3,565.09	3,711.82	↑	146.73

Consumo		Importe
4,773 kWh	↓	\$118,206.85

Concerniente a la Subestación II, en la Tabla 6.3 se muestra un incremento, que es el consumo promedio en las tarifas intermedia y punta, pero en el consumo total anual presenta una reducción de 4773 Kwh, la diferencia del importe de la subestación I con respecto a la subestación I, está dado por el horario medido (tarifas) respectivamente.

CAPÍTULO VII

RESULTADOS

7.1 Relación de Consumo kWh – Costo Subestación I Y II

Tabla 7.0
 Comparativo 2014-2015 de Consumo kWh y Costo de la Energía Eléctrica Subestación I

	Mes	2014		2015	
		Consumo de kWh	Importe	Consumo de kWh	Importe
SUBESTACIÓN I	Enero	25,584	\$ 60,160.00	22,931	\$ 46,458.13
	Febrero	25,476	\$ 62,269.00	23,340	\$ 48,365.21
	Marzo	28,681	\$ 68,094.00	25,374	\$ 48,387.43
	Abril	22,246	\$ 52,139.00	22,136	\$ 41,169.89
	Mayo	29,176	\$ 64,078.00	29,607	\$ 55,518.18
	Junio	30,382	\$ 57,671.00	31,093	\$ 53,878.24
	Julio	25,744	\$ 56,200.00	27,647	\$ 50,376.77
	Agosto	25,827	\$ 58,543.00	26,867	\$ 47,814.83
	Septiembre	27,338	\$ 60,396.00	29,395	\$ 56,437.24
	Octubre	31,843	\$ 70,566.00	29,933	\$ 54,370.16
	Noviembre	24,885	\$ 53,964.00	25,789	\$ 48,539.64
	Diciembre	17,835	\$ 40,788.00	18,116	\$ 34,127.50
Totales	315,017	\$ 704,868.00	312,228	\$ 585,443.22	

Tabla 7.1
 Comparativo 2014-2015 de Consumo de kWh y Costo de la Energía Eléctrica Subestación II

	Mes	2014		2015	
		Consumo de kWh	Importe	Consumo de kWh	Importe
SUBESTACIÓN II	Enero	21,774	\$ 56,297.00	18,692	\$ 44,279.37
	Febrero	20,374	\$ 54,338.00	19,801	\$ 45,085.34
	Marzo	23,496	\$ 60,046.00	20,438	\$ 44,131.97
	Abril	18,980	\$ 47,830.00	15,583	\$ 28,131.45
	Mayo	14,600	\$ 35,817.00	18,868	\$ 33,978.45
	Junio	20,998	\$ 45,797.00	20,869	\$ 36,163.37
	Julio	19,615	\$ 43,783.00	19,457	\$ 33,060.00
	Agosto	18,174	\$ 41,830.00	19,399	\$ 35,372.00
	Septiembre	20,036	\$ 46,837.45	21,367	\$ 38,992.00
	Octubre	21,832	\$ 47,497.45	21,132	\$ 38,840.00
	Noviembre	19,348	\$ 48,184.45	19,465	\$ 39,794.00
	Diciembre	14,683	\$ 38,408.45	14,066	\$ 30,631.00
Totales	233,910	\$ 566,665.80	229,137	\$ 448,458.95	

7.2 Relación de Matrícula Subestaciones I y II

Tabla 7.2
 Comparativo del incremento de la Matrícula del Período 2014-2015 en Subestación I

SUBESTACIÓN I	CARRERA	2014	2015
	Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicación	144	121
	Tecnologías de la Información y Comunicación Área Sistemas Informáticos	245	253
	Ingeniería en Mecatrónica	0	10
	Procesos Industriales Área Maquinados de Precisión	20	42
	Ingeniería en Tecnotrónica	165	128
	Ingeniería en Procesos y Operaciones Industriales	124	99
	Procesos Industriales Área Plásticos	204	221
	Mecatrónica Área Automatización	293	394
	Total	1,195	1,268

Con relación a la matrícula de la Subestación I se obtuvo un incremento del 5.75 % con respecto al 2014.

Tabla 7.3
 Comparativo del Incremento de la Matrícula del Periodo 2014-2015 en Subestación II

SUBESTACIÓN II	CARRERA	2014	2015
	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	244	255
	Administración de Sistemas de Transporte Terrestre	9	25
	Desarrollo de Negocios área Mercadotecnia	235	230
	Administración Área Recursos Humanos	406	400
	Ingeniería en Tecnología Ambiental	53	51
	Ingeniería en Desarrollo e Innovación Empresarial	257	253
	Tecnología Farmacéutica	1	0
	Mantenimiento Área Industrial	333	323
	Química Área Tecnología Ambiental	86	106
	Química área Tecnología Farmacéutica	63	68
	Mantenimiento a Maquinaria Pesada	8	0
	Ing. Mantenimiento Área Maquinaria Pesada	223	238
	Total	1,918	1,949

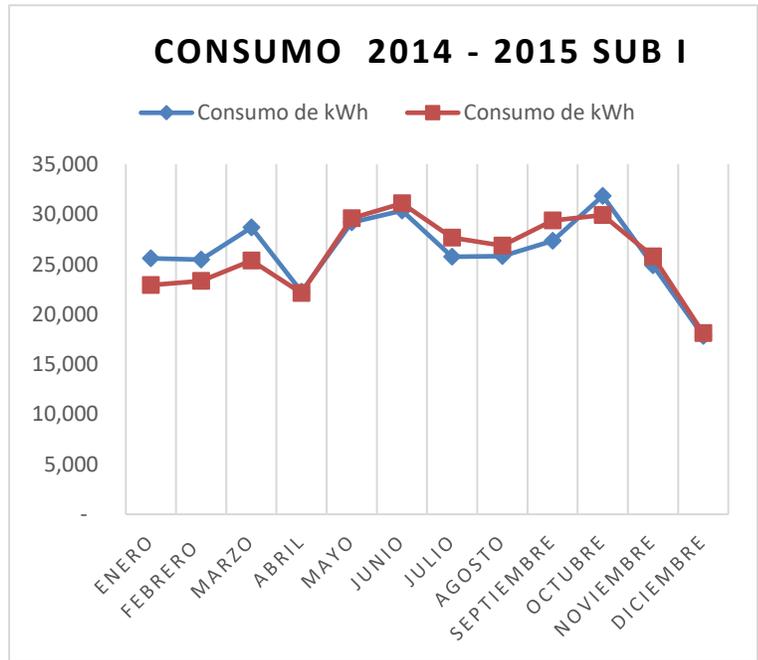
Con relación a la matrícula de la Subestación II se obtuvo un incremento del 1.59 % con respecto al 2014.

7.3 Relación Consumo 2014 - 2015

7.3.1 Subestación I

Gráfica 7.0
 Consumo Subestación I

	Mes	2014	2015
		Consumo de kWh	Consumo de kWh
SUBESTACIÓN I	Enero	25,584	22,931
	Febrero	25,476	23,340
	Marzo	28,681	25,374
	Abril	22,246	22,136
	Mayo	29,176	29,607
	Junio	30,382	31,093
	Julio	25,744	27,647
	Agosto	25,827	26,867
	Septiembre	27,338	29,395
	Octubre	31,843	29,933
	Noviembre	24,885	25,789
	Diciembre	17,835	18,116
Total		315,017	312,228



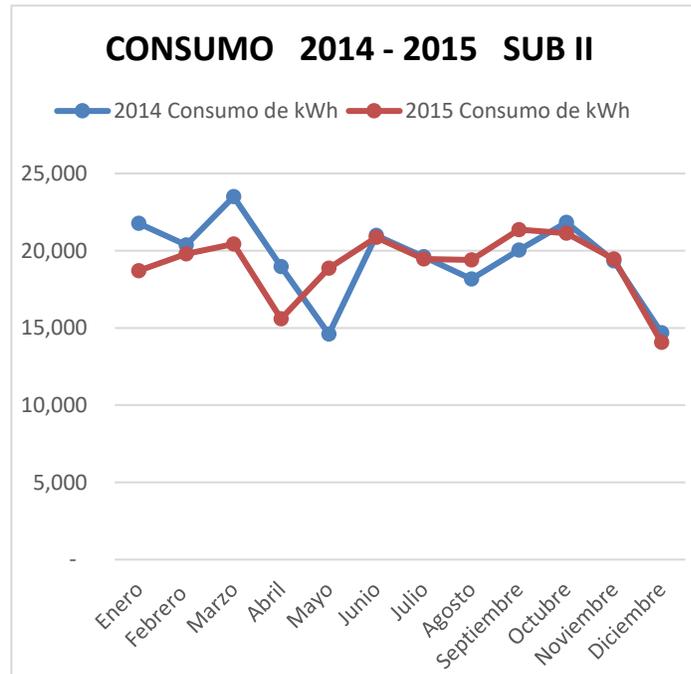
En el comparativo se observa que con las modificaciones realizadas en la Subestación I, en el año 2015 hay un ahorro anual correspondiente a 2,789 kWh o un .88 %, con respecto a lo consumido en el año 2014. Tomando en cuenta que en dicha subestación se obtuvo un incremento de la matrícula de un 5.75 %.

En la gráfica se muestra que la trayectoria de los kWh consumidos en el periodo 2015 es similar a la trayectoria del 2014.

7.3.2 Subestación II

Gráfica 7.1
 Consumo Subestación II

Mes	2014	2015
	Consumo de kWh	Consumo de kWh
Enero	21,774	18,692
Febrero	20,374	19,801
Marzo	23,496	20,438
Abril	18,980	15,583
Mayo	14,600	18,868
Junio	20,998	20,869
Julio	19,615	19,457
Agosto	18,174	19,399
Septiembre	20,036	21,367
Octubre	21,832	21,132
Noviembre	19,348	19,465
Diciembre	14,683	14,066
Total	233,910	229,137



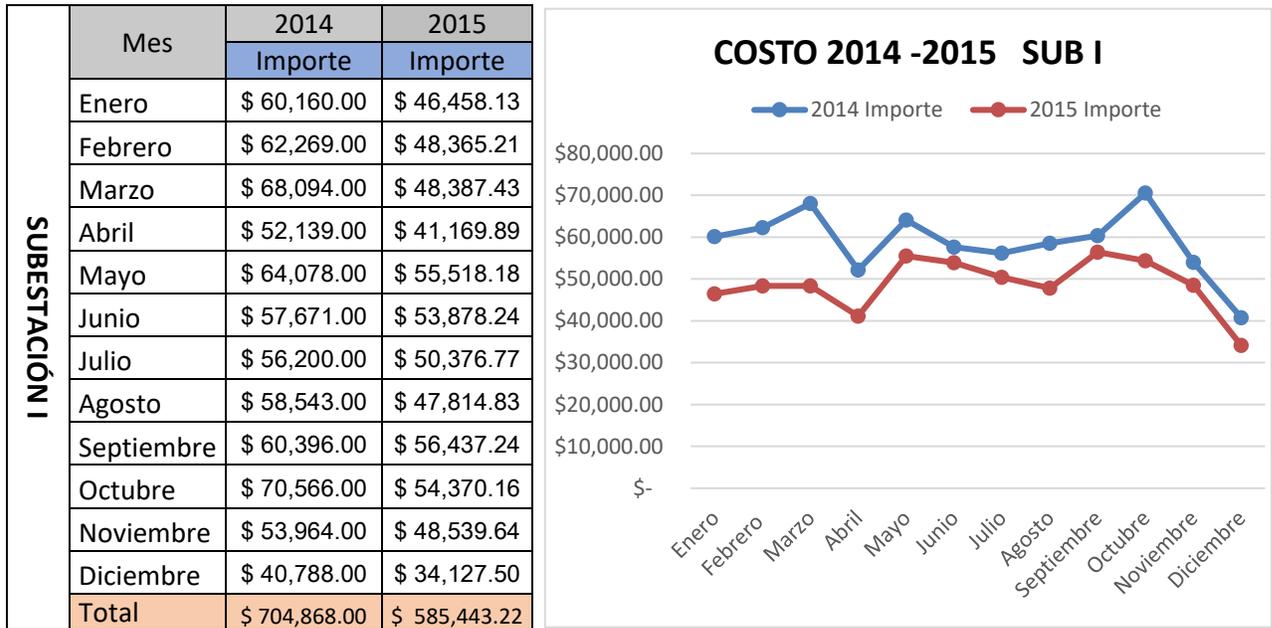
En el comparativo se observa que con las modificaciones realizadas en la Subestación II, en el año 2015 tenemos un ahorro anual correspondiente a 4,773 kWh o un 2%, con respecto a lo consumido en el año 2014. Tomando en cuenta que en dicha subestación se obtuvo un incremento de la matrícula de un 1.59 %.

En la gráfica se muestra que la trayectoria de los kWh consumidos en el periodo 2015 es muy similar, exceptuando los meses de abril y mayo con respecto a la trayectoria del 2014.

7.4 Relación Costo 2014 - 2015

7.4.1 Subestación I

Gráfica 7.2
Costo Subestación I

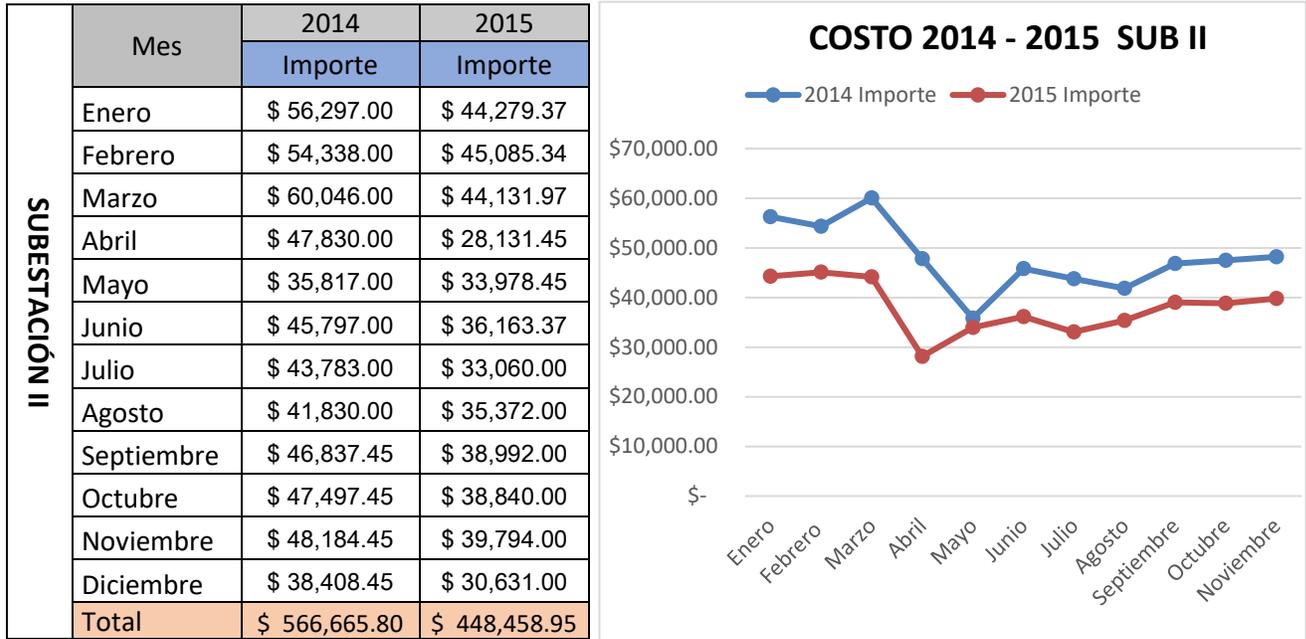


En el comparativo se observa que, con las modificaciones realizadas en la Subestación I, en el año 2015 se da un ahorro anual correspondiente a \$119,424.78 pesos o un 16.94 %, con respecto al importe pagado en el año 2014.

Tomando en cuenta que en dicha subestación se obtuvo un incremento de la matrícula de un 5.75 %.

7.4.2 Subestación II

Gráfica 7.3
 Costo Subestación II



En el comparativo se observa que con las modificaciones realizadas en la Subestación II, en el año 2015 hay un ahorro anual correspondiente a \$ 118,206.85 pesos o un 20.86 %, con respecto al importe pagado en el año 2014. Tomando en cuenta que en dicha subestación se obtuvo un incremento de la matrícula de un 1.59 %.

7.5 Relación de Consumo Anual por Alumno 2014 - 2015 subestación I y II.

En el caso de la electricidad, la eficiencia energética eléctrica se calcula en términos de consumo específico eléctrico, esto es, la cantidad de energía eléctrica necesaria para fabricar un determinado producto o para realizar un determinado servicio, expresado así:

$$\text{Consumo Específico Eléctrico} = \frac{\text{Energía Consumida en kW x hora}}{\text{Unidad de Producto o Servicio}}$$

Calculo Consumo de la Subestación I

$$\text{Consumo Específico Eléctrico} = \frac{\text{kWh Anual}}{\text{Número de Alumnos Anuales}}$$

$$\text{Consumo Esp. Eléctrico 2014} = \frac{315,017 \text{ kWh Anual}}{1,195 \text{ Alumnos Anuales}} = 263.61 \text{ kWh Alumno Anual}$$

$$\text{Consumo Esp. Eléctrico 2015} = \frac{312,228 \text{ kWh Anual}}{1,268 \text{ Alumnos Anuales}} = 246.23 \text{ kWh Alumno Anual}$$

Cálculo Consumo de la Subestación II

$$\text{Consumo Específico Eléctrico} = \frac{\text{kWh Anual}}{\text{Número de Alumnos Anuales}}$$

$$\text{Consumo Esp. Eléctrico 2014} = \frac{233,910 \text{ kWh Anual}}{1,918 \text{ Alumnos Anuales}} = 121.95 \text{ kWh Alumno Anual}$$

$$\text{Consumo Esp. Eléctrico 2015} = \frac{229,137 \text{ kWh Anual}}{1,949 \text{ Alumnos Anuales}} = 117.56 \text{ kWh Alumno Anual}$$

7.6 Relación de Costo Anual por Alumno 2014 - 2015 Subestación I y II.

Cálculo Costo de la Subestación I

$$\text{Consumo Específico Eléctrico} = \frac{\text{Pago total Anual}}{\text{Número de Alumnos Anuales}}$$

$$\text{Consumo Específico Eléctrico 2014} = \frac{704,868 \text{ Pesos}}{1,195 \text{ Alumnos Anuales}} = 589.84 \text{ Pesos Anuales}$$

$$\text{Consumo Específico Eléctrico 2015} = \frac{585,443 \text{ Pesos}}{1,268 \text{ Alumnos Anuales}} = 461.70 \text{ Pesos Anuales}$$

Cálculo Costo de la Subestación II

$$\text{Consumo Específico Eléctrico} = \frac{\text{Pago total Anual}}{\text{Número de Alumnos Anuales}}$$

$$\text{Consumo Específico Eléctrico 2014} = \frac{566,666 \text{ Pesos}}{1,918 \text{ Alumnos Anuales}} = 295.44 \text{ Pesos Anuales}$$

$$\text{Consumo Específico Eléctrico 2015} = \frac{448,459 \text{ Pesos}}{1,949 \text{ Alumnos Anuales}} = 230.09 \text{ Pesos Anuales}$$

7.7 Relación de Toneladas Equivalentes de Carbono 2014 - 2015 Subestaciones I y II.

Cálculo en Toneladas de Carbón

Tabla 7.4

Unidad	Símbolo	Equivalencia
Joule	J	Unidad de energía y trabajo del sistema internacional y equivale a la fuerza de 1 Newton en un desplazamiento de un metro.
Kilowatt- hora	kWh	Unidad practica de energía. Equivale al consumo de un KW durante una hora 1 kWh = 3,600,000
Tonelada Equivalente de Petróleo	TEP	Equivale a la cantidad de energía obtenida por la combustión de 1 tonelada de petróleo. Tomando el valor convencional 1 TEP = 11.622 kWh
Tonelada Equivalente de Carbón	TEC	Equivale a la cantidad de energía obtenida por la combustión de 1 tonelada de carbón. Tomando el valor convencional 1 TEC = 29, 300 000 000 J

Tabla de Equivalencias

$$\text{Equivalente de kWh a TEC} \left(\frac{3600\ 000\ \text{Joule}}{1\ \text{kWh}} \right) \left(\frac{1\ \text{TEC}}{29\ 300\ 000\ 000\ \text{Joule}} \right) = 1.2286 \times 10^{-4}$$

$$1\ \text{kWh} = 0.00012286\ \text{TEC}$$

$$\text{TEC de Ahorro SUB 01} = \left(\frac{2,729\ \text{kWh Anual}}{1} \right) \left(\frac{0.00012286\ \text{TEC}}{1\ \text{kWh}} \right) = 0.3352\ \text{TEC}$$

$$\text{TEC de Ahorro SUB 02} = \left(\frac{4,773\ \text{kWh Anual}}{1} \right) \left(\frac{0.00012286\ \text{TEC}}{1\ \text{kWh}} \right) = 0.5864\ \text{TEC}$$

7.8 Listado de Áreas de Oportunidad del Estudio

Tabla 7.4
 Listado de Áreas de Oportunidad generadas por el estudio

Estudio	Lugar	Área de Oportunidad	Acción
Iluminación	Lámparas exteriores	La ubicación de los postes eran muy próximas entre algunas de ellas	Reubicación de postes en zonas de mejor aprovechamiento
		La potencia de las lámparas que se encontraban instaladas no correspondía de acuerdo a la altura y su consumo era mayor comparado con una lámpara más vanguardista	Se realizó el cambio de lámparas por tecnología PIA, que proporciona casi las mismas características que las anteriores pero de menor consumo
		El diseño del sistema de encendido de las lámparas era por medio de una fotocelda individual para cada una de las lámparas	Se implementa un sistema de control basado a una fotocelda y un arrancador para iluminación por áreas facilitando el mantenimiento y reduciendo el costo de refacciones
	Pasillos docencia	El diseño se basaba en dos líneas de lámparas iluminando el área de pasillo	Se independizó en dos circuitos y se modifica para realizar un efecto zig-zag
	Pasillos talleres	Las lámparas no eran las adecuadas debido a las características de las mismas y la altura del espacio de trabajo	Cambio de lámparas de características adecuadas y de mayor eficiencia
	Cubículos	El sistema de iluminación se encontraba diseñado por áreas	Se independizó la iluminación para cada uno de los cubículos
	Sanitarios	El sistema de iluminación se encontraba diseñado por áreas	Se instalaron apagadores para cada una de las áreas
Se instalaron sensores de movimiento			

Tabla 7.4
 Listado de Áreas de Oportunidad generadas por el estudio

Estudio	Lugar	Área de Oportunidad	Acción
Termográfico	Tableros Principales de Distribución y Secundarios	Se encontraron puntos calientes al realizarse el estudio	Se reapretaron los bornes y conexiones en general
			Se hicieron diversas modificaciones en los conductores debido a malos empalmes y conexiones
Balaceo de Cargas	Tableros Principales de Distribución y Secundarios	Se encontraron puntos de desbalanceo de cargas considerables en diferentes edificios	Se realizan modificaciones de balance en las áreas más críticas de acuerdo a los datos encontrados en el análisis de balanceo de cargas

Tabla 7.5
 Listado de Eficiencia Energética generadas por el estudio

Estudio	Lugar	Área de Oportunidad	Acción
Eficiencia Energética	Iluminación	Tecnología no adecuada en comparación a la tecnología actual	Se buscan lámparas que sus características nos proporcionen una iluminación de acuerdo a normas con un menor consumo que por consiguiente será más eficiente
	Equipos de Cómputo	Equipos con tecnología vieja y mal implementación de la red eléctrica para su correcto funcionamiento	Equipo más vanguardista e instalación de reguladores de voltaje en laboratorios de cómputo, establecer políticas de uso de equipo en modo de hibernación
	Bombas	Tecnología obsoleta	Instalación de bombas de mayor eficiencia y mejoramiento del sistema de control para el funcionamiento de las mismas
	Aires Acondicionados	Actualmente los equipos no cuentan con las características y normas vigentes para su funcionamiento	Se contempla a mediano plazo la sustitución por equipos de menor consumo, mayor eficiencia y apegados a las normas ambientales.

CONCLUSIONES

En el caso de estudio de la eficiencia eléctrica realizado en la Universidad Tecnológica de Jalisco, se obtuvo una referencia de consumo de energía eléctrica por alumno anual y esto dio pauta para hacer implementaciones que, con la referencia obtenida del año 2014, se lograra mejorar le eficiencia eléctrica de consumo en el año 2015, los cambios y procesos establecidos se realizan en el transcurso del 2015 y se continúan reflejándose en el 2016.

Con esto, la Universidad dentro de sus compromisos del sistema de enseñanza-aprendizaje cumple con el objetivo de ejemplificar con eficiencia y ahorros energéticos lo que enseña en las materias impartidas de las carreras de estudio.

Si bien existen ya métodos establecidos de Diagnósticos Energéticos por las instituciones en nuestro país, en el caso de la Universidad se realizaron además otras actividades necesarias que, para obtener datos indispensables, se efectuaron actividades laboriosas, facilitando con esto dar continuidad y establecer un método de control, administración y gestión para el cuidado del buen consumo energético.

De los métodos institucionales de diagnósticos energéticos, el más laborable indudablemente fue el diagnóstico inicial, pues requería realizar planos, recabar información de los equipos, inspecciones visuales, facturación de consumo eléctrico, respetando usos y costumbres de los usuarios.

Pero es también aquí en esta etapa la que da mayor aportación para lograr una mejor eficiencia del consumo eléctrico en la Universidad, como fue el seccionamiento de circuitos, el control y automatizado de lámparas, la mejor distribución de las mismas, etc.

En la etapa intermedia, se obtuvieron datos comparativos de los consumos, la eficiencia de las lámparas y equipos para su valoración de ahorro y optimización de la energía y esta información fue necesaria para su próxima adquisición. Esta fase es de carácter continuo y deberá estar actualizándose pues la tecnología es cambiante.

Asimismo, es insoslayable estar recurriendo constantemente a normas oficiales e Internacionales de eficiencia energética para su actualización con el fin de realizar los cambios establecidos en las normas vigentes.

En la etapa final del diagnóstico se llevó a cabo un análisis básico, proyectando realizar a futuro un análisis más exhaustivo, aun así el análisis realizado fue aportativo para la eficiencia eléctrica, pues fue primordial para el balanceo de cargas y encontrar puntos calientes, es decir el cambio de energía eléctrica por energía térmica desperdiciada en calor, en esta etapa se requiere de especialistas de diferentes estudios de la materia.

En conclusión, general se obtuvo lo siguiente:

Subestación I:

- Se obtuvo una disminución de consumo de 2,789 kWh con respecto a lo consumido en el año 2014. Considerando un incremento de matrícula del 5.75 %.
- El consumo anual por alumno fue de 263.61 kWh en el 2014, y 246.23 kWh en el 2015, es decir disminuyó 17.38 kWh.
- El importe anual de la energía eléctrica en el 2014 fue de \$ 704,868.00 pesos, y en el 2015 de \$ 585,443.22 pesos, es decir disminuyó o se ahorraron \$ 119,424 pesos con respecto al importe del 2014.
- En relación a las toneladas equivalentes a Carbón en el 2015 disminuyó 0.3552 TEC con respecto al 2014.

Subestación II:

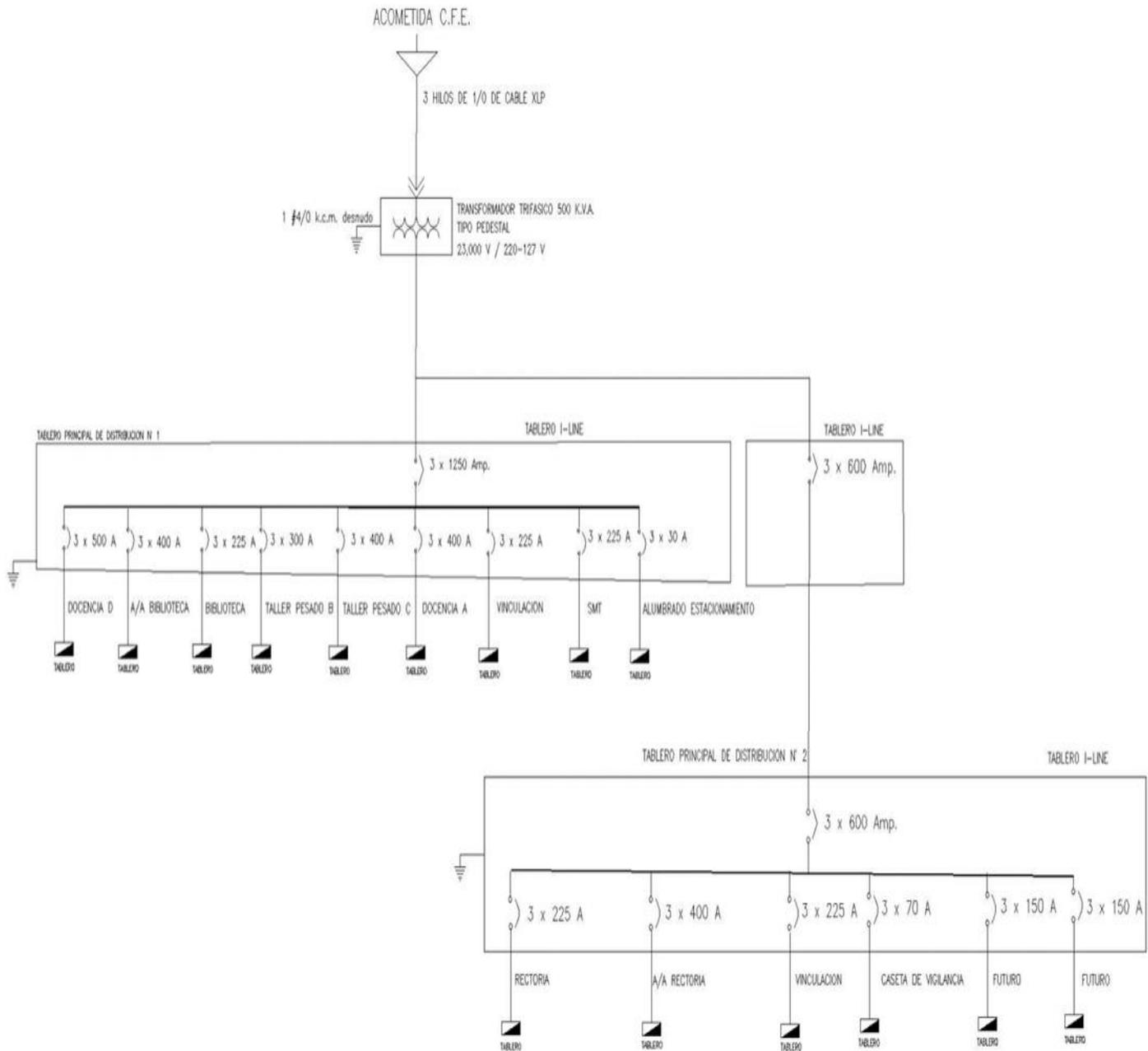
- Se obtuvo una disminución de consumo de 4,773 kWh con respecto a lo consumido en el año 2014. Considerando un incremento de matrícula del 1.59 %.
- El consumo anual por alumno fue de 121.95 kWh en el 2014, y 117.56 kWh en el 2015, es decir disminuyó 4.39 kWh.
- El importe anual de la energía eléctrica en el 2014 fue de \$ 566,665.80 pesos, y en el 2015 de \$ 448,458.95 pesos, es decir disminuyó o se ahorraron \$ 118,207 pesos con respecto al importe del 2014.
- En relación a las toneladas equivalentes a Carbón en el 2015 disminuyó 0.5864 TEC con respecto al 2014.

Con base en las actividades realizadas se obtuvo el siguiente resultado general:

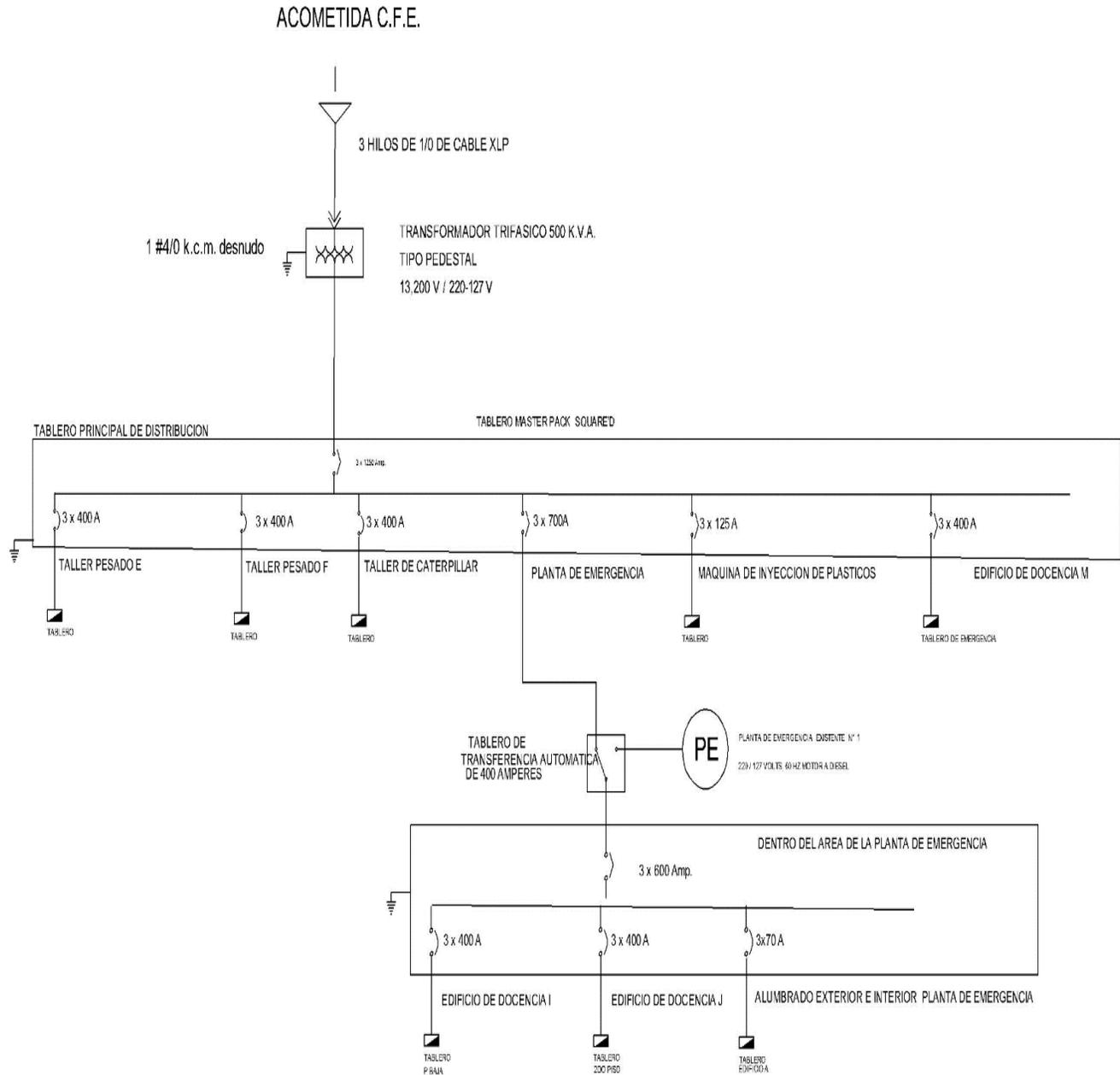
- En total, la Universidad dejó de pagar \$ 237,631 pesos anuales con respecto al 2014.

ANEXOS

Anexo 1
 Diagrama Unifilar de Subestación I



Anexo 2
Diagrama Unifilar de Subestación II



Anexo 3
 Tabla A1

Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición

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

Anexo 4
 Tabla 2

Tabla de niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión

Tabla de niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión	
Concepto	Niveles Máximos Permisibles de Reflexión, Kf
Paredes	60%
Plano de Trabajo	50%

REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de este caso de estudio de la eficiencia eléctrica de la Universidad Tecnológica de Jalisco (UTJ) se deben consultar las siguientes normas vigentes:

- ISO14000, Sistema de Gestión Ambiental (SGA)
- ISO 50001, Sistema de Gestión de la Energía
- CFE J6100- 54, Postes Metálicos para Líneas de Transmisión y Sub-transmisión
- NOM 007-NER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales
- NOM-025-STPS-2008, Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo
- NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011, Sistema de Gestión de la Energía

BIBLIOGRAFÍA

Calidad y uso racional de la Energía Eléctrica, Josep Balcells Sendra Editorial Alfaomega, España, 2000

Guía de Ahorro y Eficiencia Energética, Madrid Ahorra con Energía, Madrid, La suma de todos Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid, 2011.

Madrid, La suma de todos Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid, 2010.

Guía de Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación, IDEA Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid, 2001.

Consumir menos, vivir mejor, Toni Lodeiro, Editorial Txalaparta S.1., España, 2008

Comisión Federal de Electricidad (CFE)
<<http://www.cfe.gob.mx>>