



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

**“ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA DE MANZANILLO.”**

TESIS

Que como requisito para obtener el grado de  
MAESTRO EN ENERGÍAS RENOVABLES

Presentan:

**ROBERTO GUDIÑO MARTÍNEZ  
PEDRO GABRIEL ROBLES CARRAMÁN**

Director de tesis:

**DR. RICARDO BELTRÁN CHACÓN**

Manzanillo, Colima, Agosto de 2017.

## **Contraportada.**

### **Agradecimientos.**

Antes que, a nadie, agradezco a Dios por acompañarme con su presencia durante todos los días, por rodearme de las personas adecuadas para poder seguir siendo una mejor persona.

A mi esposa Alejandra y a mis hijos Roberto, Esmeralda y Ángel que con su amor, cariño, comprensión y apoyo los hacen ser muy especial para mí, siendo una fuente de motivación para seguir adelante con mis objetivos, ya que mis triunfos y fracasos se verán reflejados en ellos.

A mis padres, el cual me inspiran un gran respeto y admiración, su apoyo y aliento, siempre me han motivado a ser una persona de bien con los mejores principios para realizar de la mejor forma todas las metas que me proponga, ya que nosotros como hijos somos el reflejo de los padres, y siempre sus bendiciones caerán sobre nosotros.

A mis hermanos José, Rubén, Rosalba, por él apoyo y ánimo a pesar de los errores, a Eduardo que desde el cielo mi anima a seguir adelante.

Al Dr. Ricardo Beltrán Chacón, por su colaboración, asesoría invaluable por su paciencia para su culminación a buen término este proyecto de tesis y sobre todo por su sencillez como persona que lo hacen ser una excelente persona.

Al Dr. José Alberto Duarte Mollier por el gran apoyo y por seguir de cerca nuestro recorrido en este proyecto de tesis.

A mis profesores que colaboraron con sus conocimientos a lo largo de toda mi formación durante mi estancia de estudios.

A mis amigos de clase que siempre fueron apoyo durante este proyecto.

#### **Roberto Gudiño.**

Agradezco mucho a mis padres Esperanza Carramán y Héctor Robles por apoyarme en los estudios desde niño y darme la mejor herencia que se puede tener, "la sed de conocimiento y el estudio. "

A mis amigos de la vida y por supuesto a Nohemí Gómez amiga y esposa que vivió el proceso del estudio de la maestría a mi lado de principio a fin.

A mis alumnos y compañeros maestros de Ingeniería en energía renovable, por el conocimiento que fuimos adquiriendo de esta nueva ciencia aplicada; donde fuimos creciendo juntos y me siento orgulloso de ser uno los pioneros en esta nueva rama de la Ingeniería en México.

#### **Gabriel Carramán.**

## **Dedicatoria.**

Esta tesis se la dedico principalmente a mi esposa Alejandra, que desde el inicio de este proyecto siempre estuvo y está a mi lado apoyándome, sin su apoyo esto sería más difícil. Gracias por ser el apoyo de mi vida.

A mis hijos Roberto, Esmeralda y Ángel, que son el motor de mi vida para seguir adelante.

A mis padres Rosalba y José que siempre creyeron en mí desde que se inició el proyecto, dándome ánimo y apoyo moral y económico cuando lo necesite.

A mi hermano Eduardo que está en el cielo y siempre quiso lo mejor para mí y mi familia.

A todos aquellos que no creyeron en mí y que esperaban mi fracaso en cada paso que daba y supusieron que no lo lograría.

Roberto Gudiño.

## Índice

Portada.....	1
Agradecimientos.....	2
Dedicatoria.....	3
Índice.....	4
Introducción. ....	10
Resumen.....	12
Justificación. ....	14
Hipótesis.....	16
Objetivo General.....	16
Objetivos específicos.....	16
<b>Capítulo I</b> .....	17
1. Marco contextual. ....	17
1.1. Historia de la Universidad Tecnológica de Manzanillo.....	18
1.2. Modelo Educativo.....	18
1.3. Política de Calidad.....	18
1.4. Misión.....	18
1.5. Visión.....	19
1.6. Valores.....	19
<b>Capítulo II</b> .....	20
2. Marco Teórico.....	20
2.1. Concepto de diagnóstico energético. ....	20
2.2. Principales usos de la energía eléctrica. ....	21
2.2.1 Energía Mecánica. ....	21
2.2.2 Energía Luminosa. ....	22
2.2.3 Energía calorífica. ....	22
2.2.4 Energía Eléctrica. ....	22

2.3 Desglose de las entradas y consumo de energía eléctrica. ....	22
2.3.1 Energía de entrada. ....	23
2.3.2. Perdidas en procesos de conversión. ....	23
2.3.3. Energía de salida.....	24
2.4 Área de oportunidad para racionalizar los consumos de energía eléctrica.....	24
2.4.1 Uso eficiente. ....	24
2.4.2 Uso racional. ....	25
2.4.3 Autonomía energética. ....	25
2.5 Áreas de oportunidad para otros beneficios económicos.....	25
2.5.1 Administración de la demanda. ....	25
2.5.2 Optimización del factor de potencia. ....	26
2.6 Medidas orientadas al ahorro de energía y reducción en la demanda.....	26
2.6.1 Medidas pasivas. ....	26
2.6.2. Medidas activas. ....	27
2.6.3. Tipos de Generación de Energía Eléctrica.....	28
2.6.4. Beneficios al realizar un diagnóstico energético... ..	29
2.7 El Diagnostico Energético. ....	29
2.7.1. Tipos de diagnósticos energéticos. ....	29
2.7.2. Etapas de un diagnostico energético. ....	30
2.7.3. Importancia de un diagnostico energético. ....	32
2.8. Clasificación de las medidas de ahorro y uso eficiente de la energía. ....	33
2.9. Sistema de gestión de la energía.....	34
2.9.1. Importancia del sistema de gestión de la energía.....	34
<b>Capítulo III.</b> ....	<b>35</b>
3. Diagnóstico energético en el edificio de docencia. ....	35
3.1Análisis de la facturación. ....	36
3.1.1. Clasificación horaria. ....	38
3.1.2. Demanda facturable. ....	39

3.1.3. Consumo. ....	41
3.2. Recopilación de datos en edificio de docencia.....	43
3.2.1. Recopilación de datos en sitio.....	43
3.2.2. Observaciones. ....	44
3.2.3. Cálculo del consumo de equipos actuales.....	44
3.3. Toma de decisiones.....	46
3.3.1 Medición general del sistema eléctrico del edificio de docencia de la Universidad Tecnológica de Manzanillo. ....	46
3.4. Factor de potencia.....	49
<b>Capítulo IV</b> .....	<b>52</b>
4. Luminarias.....	52
4.1 Calculo del consumo de luminarias fluorescentes.....	52
4.2 Mejoramiento del control de luminarias mediante interruptores y reemplazo a iluminación LED para el ahorro de energía.....	54
4.2.1 Para el caso del área de TIC, Ingles, Contabilidad se tiene lo siguiente.....	56
4.3. Medición de la red de luminaria antes y después del cambio en el área de cubículos.....	57
4.4. Propuesta de cambio en su totalidad en el edificio de docencia.....	59
<b>Capítulo V</b> .....	<b>60</b>
5. Aire acondicionado.....	60
5.1 Análisis de la red de un aire acondicionado.....	60
5.2 Control del aire acondicionado con arduino.....	61
5.3 APP Inventor.....	65
<b>Capítulo VI</b> .....	<b>68</b>
6 Resultados .....	68
6.1 Detección de anomalías en la subestación, luminaria del edificio y aires acondicionados.....	68
6.1.1 Calibre AWG en cableado del transformador a centro de carga principal. .....	68
6.1.2. Sobredimensionamiento y mala conexión:.....	68

6.1.3. Abrazadera de cable dañada:.....	70
6.1.4. Calentamiento del interruptor principal y tubería.....	70
6.2. Luminarias.....	71
6.3. Aire acondicionado .....	72
6.4. Planos Unifilares.....	73
6.5. Conclusiones.....	73
6.6. Trabajo a futuro en la Universidad Tecnológica de Manzanillo.....	80
Referencias.....	82
Anexos.....	86
Glosario.....	90

### Índice de Tablas.

Tabla 3.1 Historial de Facturación del Servicio.....	37
Tabla 3.2 Horario de verano.....	38
Tabla 3.3 Horario de invierno.....	38
Tabla 3.4 Historial de demanda.....	40
Tabla 3.5 Historial de consumo.....	42
Tabla 3.6 Censo general de cargas.....	45
Tabla 3.7 Censo general de cargas por concepto.....	46
Tabla 4.1 Estudio comparativo de luminaria T8 Fluorescente y LED. ....	55
Tabla 4.2 Estudio comparativo de luminaria tipo U Fluorescente y LED. ....	55

## Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1.1 Ubicación de la Universidad Tecnológica de Manzanillo.....	15
Ilustración 1.2 Edificio de docencia.....	16
Ilustración 2.1 Principales usos de la energía eléctrica.....	17
Ilustración 2.2 Entradas y salidas de la energía eléctrica.....	25
Ilustración 2.3 Medidas orientadas al ahorro de energía y reducción de demanda.....	25
Ilustración 2.4 Cambio de equipos.....	25
Ilustración 2.5 Cambios en unidades instaladas.....	26
Ilustración 3 1 Analizador de red trifásico EXTECH.....	28
Ilustración 3.2 Recibo de consumo eléctrico del último mes de la CFE.....	30
Ilustración 3.3 Triángulo de potencia.....	33
Ilustración 4.1 Cable del calibre 4 / 0 usado en la Subestación 1.....	34
Ilustración 4.2 Conexiones incorrectas en las entradas del centro de carga.....	34
Ilustración 4.3 Conexiones incorrectas en las salidas del centro de carga y sobredimensionamiento del mismo.....	35
Ilustración 4.4 Abrazadera por el sobrecalentamiento de una fase. ....	36
Ilustración 4.5 Fotografía del interruptor con la cámara termo gráfica.....	57
Ilustración 4.6 Fotografía de la salida del tubo conduit a la sombra.....	58
Ilustración 4.7 Diagrama Eléctrico del control de luminarias en cubículos de docencia. .....	58

## Índice de Gráficas.

Gráfica 3.1 Demanda facturable.....	63
Gráfica 3.2 Demanda facturable de los 3 horarios.....	65
Gráfica 3.3 Consumo de la tarifa H-M.....	66
Gráfica 3.4 Consumo en horario punta, intermedio y base.....	67
Gráfica 3.5 Consumo mensual por concepto.....	69
Gráfica 3.6 Consumo eléctrico de la Universidad Tecnológica de Manzanillo.....	72
Gráfica 3.7 Consumo integrado de la Universidad Tecnológica de Manzanillo.....	86

## Introducción.

Cuando se habla de energías renovables se entiende que es aquella que se genera por elementos no fósiles y su 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 otro, tiene la peculiaridad que es una energía sustentable y podemos obtener de fuentes naturales y son de menor contaminantes.

En este cambio tecnológico y de sustitución de energías convencionales por la alternativa de energías renovables, pareciera ser muy pasivo y lento; es necesario que en la actualidad los consumos de energía que se utilizan ya sea renovables y no renovables se deban cuidar, haciendo sus consumos de ellos más eficientes y por consiguiente un buen uso energético.

Pero antes de aplicar cualquier estrategia y pensar en la generación de energías renovables, primero se debe revisar que toda la instalación eléctrica este correctamente polarizada, aterrizada, con cables y accesorios en buenas condiciones y sin fugas.

Para solucionar el problema energético se deben llevar tres estrategias, la primera selección y aprovechamiento de las energías renovables como son la energía solar enfocada en paneles solares y concentradores solares, la energía eólica y la biomasa; que son las más importantes fuentes de energía.

La segunda estrategia es la de la concientización en el uso eficiente de energía, es decir, la disminución del consumo energético al implementar estrategias en el uso inteligente de energía con la finalidad de utilizar menor energía sin afectar la seguridad y la productividad de los usuarios.

Y la tercera es la modernización de los equipos eléctricos, luminarias, aires acondicionados, así como el mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones.

Con un estudio para la eficiencia eléctrica, establecerá los pasos a seguir (elementos y aspectos importantes en el) y lo que se debe de actuar para llegar a la eficiencia y buen uso de la energía eléctrica.

En este análisis y diagnóstico energético se establece el proceso administrativo planeación organización integración ejecución y control en este abanico de alternativas que se realizan para cuidar la energía.

Uno de sus aspectos es lo que denominamos “La Calidad de la Energía” consistente en tener dentro de los estándares los voltajes, amperajes, usos y consumos tecnológicos han requerido de variantes en los equipos y aparatos eléctricos en general, generando que afecten a los estándares de la energía y produzcan efectos no deseados dentro de las líneas de suministro eléctrico, tales como desfase de corriente “Factor de Potencia”, variantes y deformaciones de frecuencia “Armónicas” y/o algo más complejo las “resonancias eléctricas”.

Se debe analizar la eficiencia energética de las instalaciones de un área de uso y ver cómo se puede mejorar, también se debe revisar el cableado mediante un mantenimiento preventivo que nos ayude a detectar cableado dañado o terminales

que este mal conectadas y así evitar fugas de energía eléctrica y sobrecalentamiento del cableado.

Puesto que los recursos energéticos no renovables para la generación de energía están presentando un problema grave para la Comisión Federal de Electricidad, debido a que dichos recursos son cada día más escasos y la demanda de energía crece cada año.

Como consecuencia, en el país se han creado organismos orientados a impulsar las estrategia anterior, uno de estos organismos es la Comisión Nacional para el ahorro de energía (CONAE), la cual fue creado en 1989 y en 1999 fue decretada presidencialmente como un organismo descentralizado de la Secretaría de Energía. La CONAE desarrolla diferentes metodologías de diagnóstico energético para los sistemas que emplean grandes cantidades de energía en industrias y empresas, la energía eléctrica constituye un insumo estratégico que asegura el progreso económico del país y un nivel adecuado en la calidad de sus habitantes.

Debido a esto, las empresas e industrias han tenido la necesidad de incorporar en sus estrategias y programas, el concepto conservación de energía que incluye aspectos como el manejo de la demanda y el uso racional de la energía eléctrica.

Otro organismo que también se preocupa por el ahorro de la energía, así como del uso eficiente es el Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE), el cual es un organismo privado no lucrativo, creado en 1990 en donde su comité técnico que es un organismo de gobierno y está compuesto por CFE, CONAE, cámara Nacional de la Industria de Transformación entre otros organismos privados, las funciones principales del FIDE son:

- Modificar patrones de consumo de energía eléctrica, consolidando una cultura del ahorro.
- Hacer una amplia difusión del ahorro de energía eléctrica, usando los mecanismos y medios disponibles.
- Demostrar que el ahorro de energía eléctrica es técnicamente factible, económicamente rentable y socialmente benéfico.
- Logra la integración plena y sistemática de la gestión del ahorro de energía eléctrica en la planeación del sector.

Es por ello que surge el interés, en las áreas educativa, de realizar varias propuestas para el estudio energético de sus instalaciones y colaborar en el uso eficiente y aprovechamiento de la energía eléctrica, para ello se realizarán programas para racionalizar la energía y consecuentemente se tendrá una disminución en el consumo y demanda de energía obteniendo así, un menor costo en el pago de facturación.

Para ello, se requiere tanto de una inspección minuciosa de las instalaciones como de un análisis energético detallado de los consumos y la forma en que se usa la energía eléctrica.

El procedimiento para realizar el diagnóstico de energía eléctrica será realizado con base a la norma NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011 (Sistemas de gestión de la energía – Requisitos con orientación para su uso). (Véase Anexo A)

Derivado de lo antes expuesto el trabajo será dividido de la siguiente forma: El primer paso: Realizar levantamiento del historial de gasto energético de la universidad, dimensiones, equipos de aire acondicionado, instrumentos y sistema de alumbrado tanto exterior como interior.

Segundo pasó: consiste en las mediciones pertinentes, por medio de diferentes instrumentos de medición, tales como el analizador de redes, termómetros, etc., ésta es una de las fases más prolongadas del diagnóstico.

Tercer paso: realizar un profundo análisis del comportamiento de las variables eléctricas involucradas, así como sus cálculos correspondientes.

Cuarto paso: tomar las decisiones más adecuadas para proporcionar una cartera de proyectos a la Universidad, de tal forma que con el ahorro y la eficiencia energética se contribuya a la conservación de los recursos naturales no renovables, al aprovechamiento sustentable de la energía.

Con lo anterior se pretende reducir el gasto energético y reducir los costos de operación en la Universidad Tecnológica de Manzanillo.

## **Resumen.**

En la actualidad se trata en forma recurrente el tema de la crisis energética, la cual se debe principalmente al aumento desproporcionado de la demanda de energía eléctrica, especialmente en la industria que cada vez consume mayor cantidad de energía en sus procesos productivos. El aumento de la población y aún más el crecimiento de la población en las escuelas también ha incrementado la demanda de energía.

Poco a poco se han ido tomando medidas que apuntan a una mejor utilización de los recursos energéticos existentes, mediante aplicación de políticas de eficiencia energética para equipos eléctricos, los cuales se irán reduciendo gradualmente en los equipos que demanden más energía.

Por lo que este trabajo de tesis se aplica por los conocimientos adquiridos durante el estudio de la maestría en Energías Renovables perfilada a la calidad y eficiencia energética en la Universidad Tecnológica de Manzanillo, con un sistema perfilado en la industria del estado de Colima y la región, pues es una de las universidades que cubre las necesidades de empresas que demandan mano de obra especializada en la región y consideramos que lo encontrado a lo largo de este trabajo, pudiera realizarse en sistema de universidades tecnológicas.

En la Universidad Tecnológica de Manzanillo se realizó el estudio del sistema de alumbrado exterior así como el cambio de alumbrado discontinuado por lámparas modernas con menor consumo eléctrico y mayor eficiencia.

En la Universidad Tecnológica de Manzanillo se efectuó mantenimiento a los sistemas de aire acondicionado de toda la universidad, se limpiaron filtros y se lavaron los equipos de aire acondicionado, dándole prioridad a los edificios donde existe mayor consumo de energía, se revisó el sistema eléctrico de los aires

acondicionados y se cambiaron cables dañados para evitar fugas de corriente eléctrica y cuidar la integridad del personal que labora en la universidad.

Se analizó la red eléctrica de la universidad encontrando en las mediciones registradas 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.

Se encontró un factor de potencia óptimo de 9.4, pero con un gran consumo de energía en dos de las tres fases, además de que el cableado utilizado no es el adecuado para la carga que lleva el edificio de docencia que se analizó.

Se realizó un análisis de armónicos en las tres fases del tablero principal del edificio de docencia encontrándose armónicos del orden 3, 5 y 7, así como un THD máximo de 10.40%.

Se revisaron luminarias, encontrándose el problema de que un apagador controla varias lámparas, además de que todo el día permanecían encendidas sin poder apagarlas por el uso de una sola persona.

## **Justificación.**

Los mexicanos están muy preocupados porqué actualmente existe un déficit de energía eléctrica, producto de la incesante sequía, pudiéndose resolver con la ayuda de todos consumidores, si los mexicanos contribuyen con un ahorro de energía en el consumo hogareño y eso se suma a las otras medidas que han tomado, sería suficiente para aminorar la contingencia y evitar apagones.

Por eso es que se presenta la posibilidad de realizar esta investigación que tratará de plantear algunas soluciones al constante aumento del consumo de energía eléctrica, tomando como base del estudio a la Universidad Tecnológica de Manzanillo, el cual servirá como un aporte teórico para las posibles mejoras de la infraestructura eléctrica.

En México se han llevado desde la época pasada, muchos proyectos de ahorro de energía que han arrojado resultados exitosos al aplicar principalmente las metodologías de CONAE y recomendaciones del FIDE.

Sin embargo, se han detectado algunas barreras que son muy particulares de las instalaciones eléctricas que se utilizan en México, ya que las condiciones reales al llevarse a cabo un diagnóstico energético son, en su mayoría, muy desfavorables.

Esto debido a la carencia de información técnica, como planos eléctricos actualizados, bitácoras de mantenimiento y un amplio historial de las facturaciones eléctricas.

En el caso de los planos, la falta de información respecto a la topología del sistema eléctrico impide el uso de técnicas, que hoy en día sea bastante desarrollada en el área de la ingeniería eléctrica, como la simulación de flujos de carga.

Por otra parte, también repercute en el desconocimiento de puntos factibles de medición, los cuales en su caso permiten obtener el comportamiento de parámetros eléctricos de interés y precisar la carga eléctrica demandada por cada transformador, tablero de distribución y línea, asumiendo que la mayoría de los sistemas son redes polifásicas, así como la forma de control de los equipos consumidores de energía eléctrica.

Respecto a la bitácora de mantenimiento, estas serían de gran utilidad para estimar el grado de conservación de los equipos consumidores involucrados en el estudio y conocer algunos puntos relevantes de interconexión de nuevos equipos y ampliaciones o modificaciones en el sistema eléctrico que no pudieran aparecer en los planos.

Por último, la poca información de la facturación eléctrica, que en el mejor de los casos se logra obtener lo correspondiente a un año, impide obtener un comportamiento más confiable de los consumos de energía eléctrica y demandas.

El contar con varios años completos de registro de facturación permitirá aplicar técnicas de pronósticos y conocer por separado las tendencias y los comportamientos estacionales.

Por otra parte, en un sistema eléctrico, y en el caso particular el de las instituciones educativas, se encuentran conectados diversos tipos de equipos consumidores de energía. Estos equipos debido a sus características físicas, modelados matemáticamente en forma diferente unos de otros, inclusive aunque todos consumen energía eléctrica, forman parte de procesos donde intervienen

especialistas de diversas disciplinas para determinar su comportamiento, lo cual repercute en que la ejecución de un diagnóstico energético no se puede integrar el análisis de todos los tipos de equipos de utilización involucrados en el estudio, con el fin de obtener un solo modelos del sistema completo.

Por ejemplo al considerar un diagnóstico energético el cual tiene como objetivo analizar el sistema de iluminación y aire acondicionado, donde la práctica común es analizar por separado cada sistema y no sobreponer los efectos en cuanto a su consumo de energía y contribución, y mucho menos ver la interacción que tienen como la carga de enfriamiento que proporcionan los sistemas de iluminación a los aires acondicionados.

Ahora bien, cuando se realizan propuestas de racionalización de consumo de energía eléctrica, derivadas de un diagnóstico energético, por lo general se considera que el perfil de carga del sector de consumo en cuestión disminuye conservando sus proporciones.

Por todo esto, se tiene que considerar la necesidad de desarrollar metodologías y herramientas más elaboradas que nos permitan realizar diagnósticos energéticos más eficientes, permitiendo obtener resultados confiables al obtener los potenciales de ahorro de energía eléctrica que impacta en las instituciones educativas tomando en cuenta las situaciones reales en las que se encuentran la mayoría de las redes eléctricas del país; enfocándose particularmente en las Universidades Tecnológicas, se puede decir lo importante que es la eficiencia energética y su ahorro por lo que se debe fomentar al personal y alumnado con hechos para desarrollar dentro de sus hábitos, para que en el ámbito laboral sean ellos precursores, iniciadores o seguidores de la eficiencia y buen uso de los energéticos.

Logrando con ello cerrar el ciclo de la Universidad en cuanto a ser eficiente eléctricamente y ser ejemplo a seguir entre su objetivo de enseñanza-aprendizaje.

Así mismo es de suma importancia plantear un programa de ahorro de energía debido a que se está en un mundo cambiante donde los costos de la tarifa eléctrica van en constante aumento y si se tienen equipos más eficientes y rendidores, diseñados con los esquemas de ahorro de energía, que en la actualidad es tema sumamente importante, no representaría un impacto económico muy fuerte, el hecho de aumentar las tarifas por concepto de electricidad y por ende los costos de la misma.

## **Hipótesis**

A través de un diagnóstico de la energía eléctrica y la capacitación y concientización del personal y alumnado de la Universidad Tecnológica de Manzanillo, será posible tener un menor consumo de energía eléctrica, disminuyendo el gasto por el consumo del mismo.

## **Objetivo General.**

Realizar un diagnóstico de calidad y eficiencia energética en la red eléctricas y de los sistemas de iluminación, equipo de cómputo y aire acondicionado, realizando un levantamiento, inspección de las luminarias y aires acondicionados y diseñando termostatos inteligentes con base en la normatividad y reglamentación vigente, proponiendo un plan de concientización de ahorro de energía en la Universidad Tecnológica de Manzanillo, para disminuir el consumo eléctrico sin bajar la calidad de los servicios a los alumnos de la Universidad Tecnológica de Manzanillo.

## **Objetivos específicos.**

- Realizar un análisis de voltaje, corriente y potencia eléctrica del centro de alimentación del edificio de docencia con el analizador de red EXTECH trifásico para diagnosticar el balance de las cargas.
- Inspeccionar las instalaciones eléctricas de iluminación y aire acondicionado del edificio de docencia de la Universidad Tecnológica de Manzanillo para determinar las áreas de oportunidad y tomar acciones en el consumo de energía eléctrica.
- Proponer un plan de acción para mejorar y concientizar al personal de la Universidad Tecnológica de Manzanillo en el cuidado y uso racional de la energía eléctrica utilizada en luminarias interiores para disminuir el consumo eléctrico y tener una cultura en el ahorro energía.
- Diseñar un sistema controlador para un aire acondicionado, vía sistema embebido que pueda ser comandado por un dispositivo móvil, para disminuir el consumo eléctrico de los aires acondicionados.

# Capítulo I

## 1. Marco contextual.

### 1.1. Historia de la Universidad Tecnológica de Manzanillo.

La Universidad Tecnológica de Manzanillo (UTeM) nace en el 2008, como una alternativa de formación profesional que permite a los jóvenes del estado de Colima y la región, incorporarse en el corto plazo al sector productivo, o bien continuar sus estudios a nivel profesional. La Universidad Tecnológica de Manzanillo se presenta como una opción innovadora que permitirá abordar el presente siglo, con un renovado enfoque, acorde a las necesidades de las actividades, portuarias, aduanales, navales, turísticas, industriales, de la construcción y pesqueras regionales del Estado de Colima y Estados aledaños a la Región Centro Occidente del país y que al mismo tiempo constituirá una alternativa de educación superior, ante la creciente demanda educativa de los egresados de las escuelas de nivel medio superior de la entidad que no encuentran cabida en la Universidades Públicas de la región por diferentes motivos o sus expectativas de educación son diferentes a la actual.

La Universidad Tecnológica de Manzanillo (UTeM) es una Universidad Pública considerada, como Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado de Colima, con personalidad jurídica y patrimonio propios y forma parte del Subsistema Nacional de Universidades Tecnológicas.

Tiene como objetivo brindar una educación de excelencia, vinculada al sector productivo y a la sociedad, mediante una formación con alta responsabilidad social y sólida preparación científica a través del uso de la tecnología. Los estudios que se impartirán en ella formarán elementos humanos capaces de participar en la solución de problemas tecnológicos y tendrán una duración menor que la de los sistemas educativos tradicionales (seis cuatrimestres).

Las carreras iniciales que se proponen para impartirse en la UTeM, son carreras innovadoras estrechamente relacionadas con las actividades económicas, productivas y sociales que se contemplan en los planes de desarrollo estatales y municipales, principalmente del municipio de Manzanillo, considerado como un municipio de principal importancia económica en el Estado de Colima

Se planea con la autorización de las autoridades educativas superiores, utilizar métodos educativos modernos que estarían acordes con los métodos aplicados (más práctica que teoría) de enseñanza de las Universidades Tecnológicas. En la planeación de la UTeM se destaca la vinculación de la institución con los sectores productivos, donde representantes de los sectores empresarial y social forman parte activa en el proceso de la planeación educativa, en la estructuración de los planes de estudio, de los perfiles ocupacionales de cada una de las carreras y especialidades, y en la incorporación de los avances técnicos del área productiva en los planes de estudio.

Ubicación de la Universidad Tecnológica de Manzanillo.

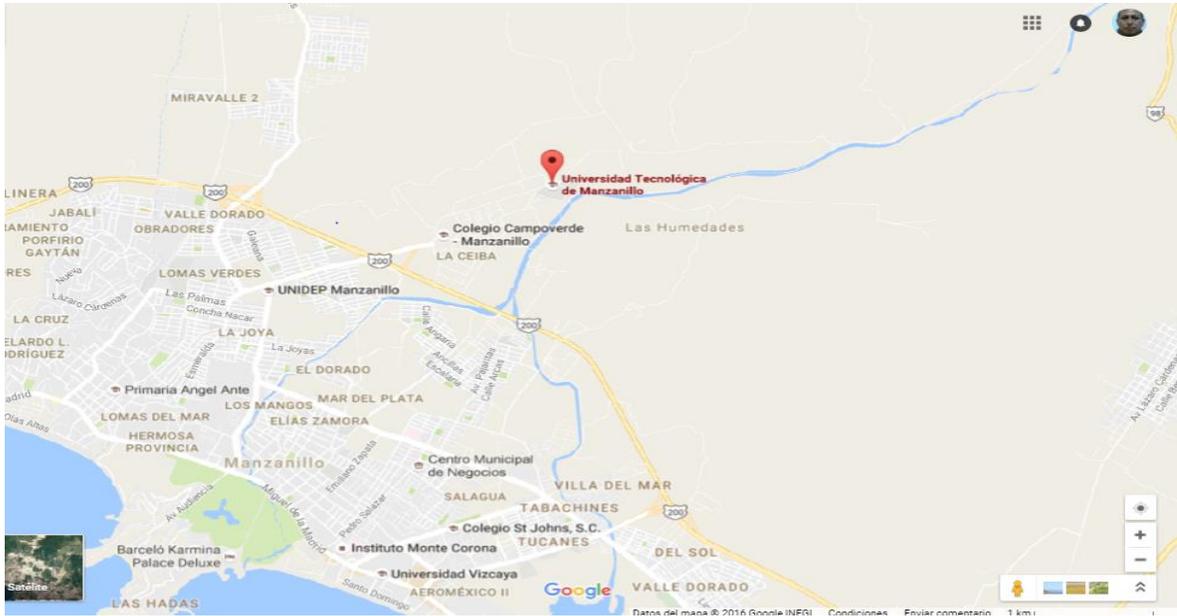


Ilustración 1.1 Ubicación de la UTeM

## 1.2. Modelo Educativo.

Modelo Educativo de la Universidad Tecnológica de Manzanillo consiste en cursar en un período de dos años los planes y programas de estudio distribuidos en seis cuatrimestres, que conllevan a la obtención del título de Técnico Superior Universitario (TSU), es decir, Profesionales del nivel 5-B de la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación de la UNESCO, lo que equivale en otros países a los colegios comunitarios (Community College en los Estados Unidos, así como en Francia, Holanda, Alemania y otros países

## 1.3. Política de Calidad.

La Universidad Tecnológica de Manzanillo tiene el compromiso de cumplir los requisitos establecidos con los clientes, a través del modelo educativo que se lleva a cabo en el Subsistema de Universidades Tecnológicas, acorde con el Sistema de Gestión de Calidad enfocado a un proceso de mejora continua.

## 1.4. Misión.

Formar seres humanos competentes que impulsen el desarrollo del país e impacten en el bienestar de la sociedad.

### 1.5. Visión.

Ser una Institución de educación superior que como desarrolladora del potencial humano sea referente nacional e internacional al contribuir a la investigación y desarrollo pertinente, sostenible y sustentable.

### 1.6. Valores.

- Responsabilidad.
- Respeto.
- Honestidad.
- Lealtad.
- Solidaridad.
- Equipo.

Edificio de docencia de la Universidad Tecnológica de Manzanillo.



Ilustración 1.2 Edificio de Docencia.

## Capítulo II

### 2. Marco Teórico.

Todo sistema en ingeniería requiere un mínimo consumo de energía para llevarse a cabo. Cualquier incremento más allá de este mínimo, requiere una evaluación de dicho sistema para determinar si existe alguna forma de minimizar dicho incremento. Esta mínima cantidad de energía es formalmente, el límite de inferior de consumo, ya que en la realidad no existen sistemas físicos sin pérdidas de energía. De Aquí que se hace necesario desarrollar y aplicar herramientas que permitan evaluar las pérdidas de energía en los procesos de conversión para determinar si existe alternativa que consigan minimizar, así como lo concerniente a obtener un buen aprovechamiento de la energía obtenida como producto final. Al conjunto de técnicas que permitan alcanzar estos objetivos se le conoce como Diagnostico Energético. (IEEE Std, 739-1995).

#### 2.1. Concepto de diagnóstico energético.

Según el (FIDE, 2016) el diagnostico energético, es “La aplicación de un conjunto de técnicas que permiten determinar el grado de eficiencia con que la energía es utilizada, consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía, por medio de un análisis crítico en una instalación consumidora de energía, para así, establecer el punto de partida para la implementación y control de un programa de ahorro de energía, ya que se determina dónde y cómo es utilizada la misma, además de especificar cuanta es desperdiciada.

Won y Lee, se refiere al diagnóstico energético como una actividad similar a una auditoría contable, y la definen como “El proceso de examinar una cantidad de energía, analizar la forma en que esta es usada e identificar las áreas donde su desperdicio pueda ser minimizado”. (H.K & C.K. 1993).

Desde el punto de vista del usuario, el diagnostico energético es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en una planta consumidora de energía (empresa de servicio o productiva), proceso o sistema con el objetivo de comprender la dinámica de la energía del sistema bajo estudio.

Normalmente una auditoría energética se lleva a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida. Cuando el objeto de estudio es un edificio ocupado se busca reducir el consumo de energía, manteniendo y mejorando al mismo tiempo el confort, la salubridad y la seguridad.

Más allá de la simple identificación de las fuentes de energía, un diagnostico energético tiene por objeto dar prioridad a los usos energéticos de acuerdo con el mayor a menor costo efectivo de oportunidades para el ahorro de energía; es la aplicación de un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía.

Consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía, por medio de un análisis crítico en una instalación consumidora de energía, para así, establecer el punto de partida para la implementación y control de un Programa de Ahorro además de especificar cuanta es desperdiciada.

El objetivo de un diagnóstico energético es proporcionar información sobre el consumo de energía por áreas funcionales o procesos específicos de operación, se detectan los sistemas y subsistemas de mayor ahorro energético y en consecuencia de reducción de costos, logrando de esta forma detectar hasta un 80 % de los ahorros de energía factible de obtener.

## 2.2. Principales usos de la energía eléctrica.

Los usos más comunes que se le dan a la energía eléctrica se pueden dividir en cuatro, atendiendo al tipo de energía en la cual se tenga por objetivo convertirla. Estas categorías se ilustran en la Figura 2.1 y se detallan a continuación.

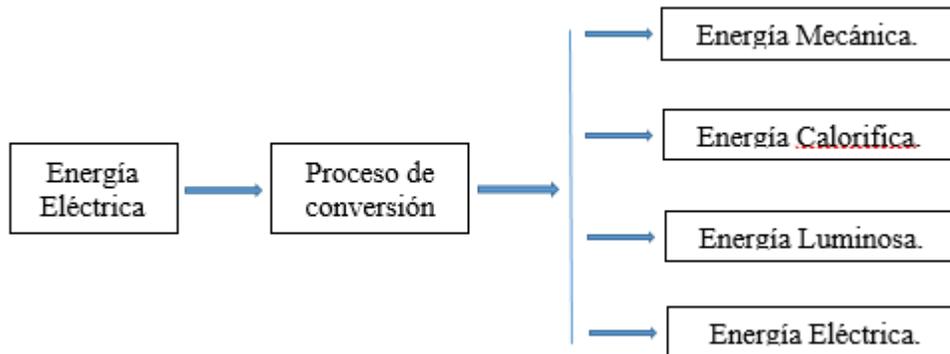


Ilustración 2.1 Principales usos de la Energía Eléctrica.

### 2.2.1 Energía Mecánica.

En esta categoría se encuentran aquellos equipos cuya aplicación es proporcionar fuerza motriz a procesos que la requieren, como por ejemplo sistemas de bombeo, compresión, prensado ventilación entre otros.

Normalmente, el tipo de equipo más utilizado es el motor eléctrico, pudiendo también figurar los equipos que utilizan la energía de un campo magnético para efectuar algún trabajo mecánico, como las grúas y los equipos de levitación magnética. (IEEE, 1995) y (NEMA MG, 10-2001).

### **2.2.2 Energía Luminosa.**

Dentro de la categoría se encuentran aquellos equipos que son diseñados para proporcionar energía luminosa, ya sea visible o no para el ojo humano. Los dos tipos más comunes de obtener energía luminosa a partir de energía eléctrica son las incandescentes y las fluorescentes. (IEEE, 1995).

### **2.2.3 Energía calorífica.**

En esta categoría se incluyen todos aquellos equipos cuyo proceso de conversión de energía está enfocado en la obtención de calor. Algunas de las aplicaciones más comunes en esta categoría son aquellos equipos involucrados en fundición y soldadura, como los hornos de arco y las máquinas de soldar, y por otra parte los equipos de calefacción ambiental, normalmente a base de resistencias. (FIDE, 1995).

### **2.2.4 Energía Eléctrica.**

Aunque la energía eléctrica, por lo general, no se usa como tal en alguna aplicación práctica, es necesario el uso de equipos que transformen las características de la misma, valiéndose de algún proceso de conversión de energía. Es tal el caso de los transformadores, en los cuales tiene lugar la transformación de las características de tensión de la energía eléctrica, razón por la cual es necesario incluirla como categoría. (IEEE, 1991).

## **2.3 Desglose de las entradas y consumo de energía eléctrica.**

Para tener una base que permita detectar las áreas de oportunidad y conseguir las racionalizaciones en los consumos de energía y demanda (IEEE, 1995), es necesario analizar las formas en que la energía eléctrica es obtenida y utilizada para llevar a cabo las tareas y los procesos llevados a cabo en los inmuebles. Para esto, considérese la figura 2.2, en la cual se observan las entradas de energía, a través de sus componentes, las pérdidas por proceso de conversión de energía y la energía de salida a través de su proceso. (IEEE, 1984).

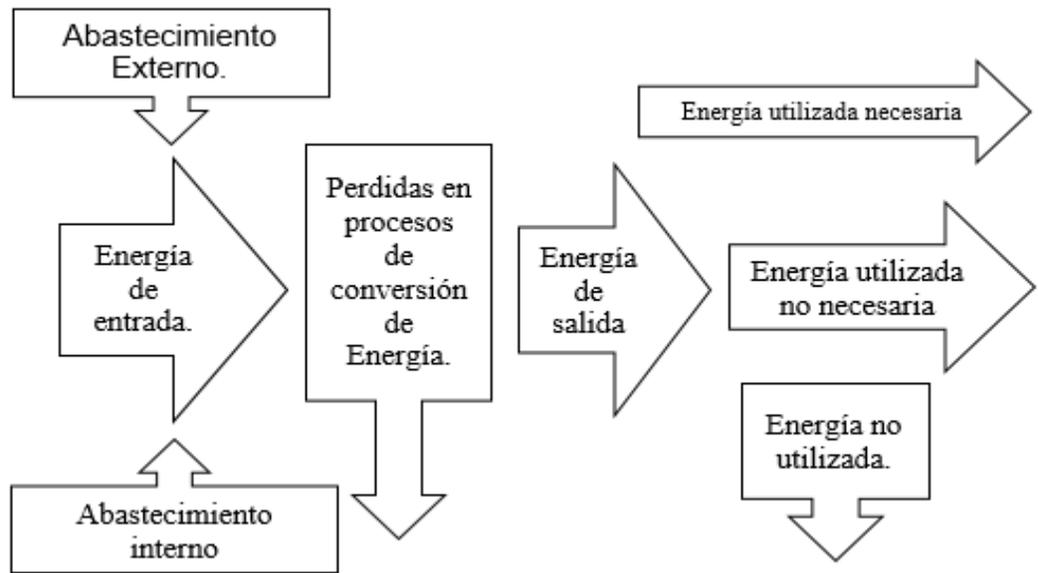


Ilustración 2.2 Entradas y salidas de energía

### 2.3.1 Energía de entrada.

La energía de entrada es la totalidad de la energía eléctrica que es consumida por todos los equipos de consumidores, y de acuerdo con su forma de obtención, se puede dividir en abastecimiento externo y abastecimiento interno.

#### a) El abastecimiento externo

El abastecimiento externo está constituido por la energía que es obtenida a través de un suministrador, el cual pone a disposición del usuario una diferencia de potencial por medio de un punto de acoplamiento, conocido comúnmente como acometida. La cuantificación de esta energía se lleva a cabo con la ayuda de instrumentos de medición de energía, y los cargos por el servicio de suministro están en función del tipo de contrato celebrado entre el consumidor y el suministrador, siendo los más comunes los cargos por energía activa, cargos por demanda y por factor de potencia. (Comisión Federal de Electricidad, 2012).

## **b) El abastecimiento interno.**

El abastecimiento interno lo constituye la energía que es provista propiamente por el usuario mismo y constituye toda la energía eléctrica que es generada bajo sus propios recursos (Administración Pública Federal, 2014).

### **2.3.2. Pérdidas en procesos de conversión.**

Las pérdidas en procesos de conversión son aquellas pérdidas inherentes a todo sistema físico en el que se llevan a cabo procesos de conversión de energía. Dentro de estas pérdidas se encuentran todas aquellas formas de energía las cuales no son aprovechadas para el fin que fue diseñado el proceso, siendo las más comunes las pérdidas por calor y fricción. (IEEE, 1995).

### **2.3.3. Energía de salida.**

La energía de salida es la diferencia entre la energía de entrada y la energía perdida en los procesos de conversión, resultando en la energía que puede ser aprovechada para algún fin en específico. Esta energía, aunque se podría decir que es energía útil, es necesario clasificarlas de acuerdo con al uso que se les da, prestando especial atención en si es utilizada adecuadamente o no, e inclusive, si fuera posible prescindir de ella; es así, que la energía de salida se divide en tres componentes: Energía utilizada necesaria, energía utilizada no necesaria y energía no utilizada. (IEEE, 1995).

#### **a) Energía utilizada necesaria.**

Esta energía es aquella cantidad necesaria para llevar a cabo las tareas y procesos que tiene en los inmuebles, sin pérdida en la calidad de dichas tareas y procesos.

#### **b) Energía utilizada no necesaria.**

Esta cantidad de energía es aquella que es aprovechada en las tareas y procesos llevados a cabo en los inmuebles y que es susceptible de ser minimizada o eliminada, no alterando en ninguna forma el desempeño de las tareas y los procesos antes mencionados.

### **c) Energía no utilizada.**

Este bloque de energía es aquel que no forma parte en las tareas y procesos llevados a cabo en los inmuebles y que es desperdiciada totalmente, es decir, es aquella energía usada en forma irracional, ya que su consumo puede ser eliminado totalmente sin ninguna alteración en la calidad de las tareas y los procesos que tienen lugar en el inmueble.

## **2.4 Área de oportunidad para racionalizar los consumos de energía eléctrica.**

Las áreas de oportunidad para conseguir racionalización en los consumos de energía, pueden determinarse después de analizar las formas en las cuales la energía es obtenida y consumida.

Para fines de este trabajo, todas estas áreas de oportunidad son aquellas que contribuyan a la minimización del abastecimiento externo, perteneciente a la energía de entrada, lo cual repercute en beneficios económicos percibidos por el usuario de la energía.

Según el apartado anterior, la única componente de la energía de la salida que se toma realmente imprescindible es la energía utilizada, dando pie a fijar la atención sobre los bloques restantes posteriores a la energía de salida, y por parte, el abastecimiento interno, el cual aparte de ofrecer también incentivos económicos al usuario puede ofrecer algunos beneficios ecológicos de tipo social, y las pérdidas en proceso de conversión.

Concretamente, las tres áreas de oportunidad que permiten obtener dicha racionalización son el uso eficiente, el uso racional y la autonomía energética, las cuales se describen a continuación. (IEEE, 1995).

### **2.4.1 Uso eficiente.**

El uso eficiente de la energía está enfocado en aprovechar la mayor parte de la energía de entrada como producto final, de acuerdo con los fines para los cuales esta es consumida. Concretamente, el uso eficiente está enfocado a minimizar las pérdidas en proceso de conversión de energía y la energía de salida utilizada no necesaria.

### **2.4.2 Uso racional.**

El uso racional de la energía se refiere a usar la energía con raciocinio, teniendo como objetivo eliminar los desperdicios deliberados de esta. Esta área de oportunidad como objetivo eliminar la energía no utilizada, perteneciente a la energía de salida.

### **2.4.3 Autonomía energética.**

La autonomía energética tiene el objetivo de incrementar el abastecimiento interno en cualquiera de sus formas, con el fin de minimizar la adquisición de energía por medio del consumidor, siempre y cuando los costos por producir energía eléctrica con recursos propios, sean atractivos en comparación con los cargos impuestos por el suministrador. (Byrne, J., Wang, 1993), (El Ibiary, Y., 2003).

## **2.5 Áreas de oportunidad para otros beneficios económicos.**

Existen otras dos áreas de oportunidad para obtener beneficios económicos ocasionados por consumir energía eléctrica, la administración de la demanda y la optimización del factor de potencia.

### **2.5.1 Administración de la demanda.**

La administración de la demanda tiene por objetivo aumentar la diversidad entre los ciclos de operación de los equipos consumidores de energía, con la finalidad de reducir los valores máximos que se pudieran presentar en el perfil de carga de la potencia activa correspondiente a la energía.

### **2.5.2 Optimización del factor de potencia.**

La optimización del factor de potencia, repercute directamente sobre la energía reactiva que es obtenida del suministrador de energía eléctrica, ya existe la posibilidad de generar reactivos dentro de las instalaciones del usuario, obteniendo con esto, beneficios económicos al eliminar los cargos por este rubro. (FIDE).

## **2.6 Medidas orientadas al ahorro de energía y reducción en la demanda.**

Aunque las oportunidades para la racionalización de los consumos de energía y reducción de la demanda por separado en los apartados anteriores, las medidas que permiten lograr estos objetivos están fuertemente ligados debido a que modifican el perfil de carga de la potencia activa obtenida por medio del abastecimiento externo, y por esta razón se incluyen dentro de una sola clasificación, como se puede apreciar en la figura 2.3.

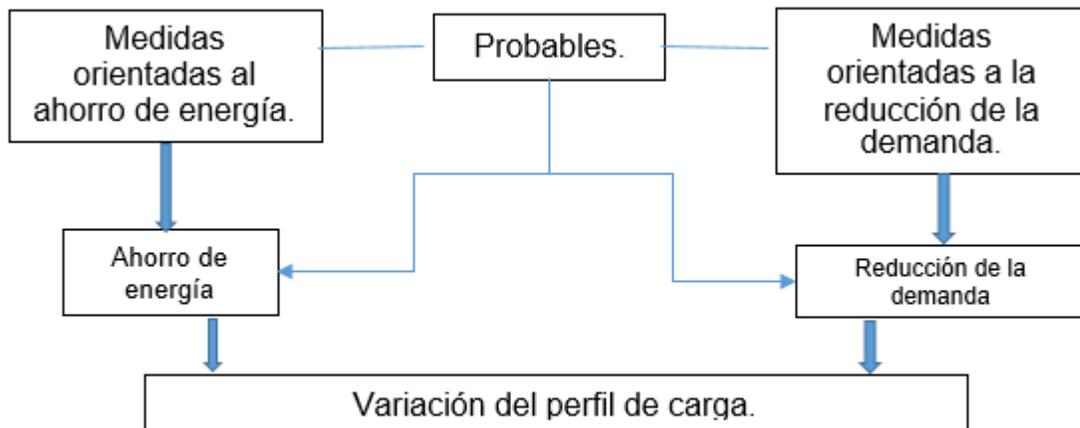


Ilustración 2.3 Medidas orientadas al ahorro de energía y reducción en demanda.

Dichas medidas se dividen en dos grandes grupos, medidas pasivas y medidas activas, los cuales se diferencian sobre si actúan o no directamente sobre los equipos que consumen o generan energía eléctrica.

### 2.6.1 Medidas pasivas.

Las medidas pasivas son aquellas que inciden en forma indirecta sobre los equipos que consumen y generan energía eléctrica.

Estas medidas repercuten directamente sobre las necesidades de consumo de energía, minimizando la componente de energía no utilizada, teniendo en entre las más importantes, las que se describen a continuación.

#### a) Aislamiento y eliminación de fugas.

El aislamiento, constituye una medida de minimizar las transferencias de energía calorífica no deseada, dando como resultado un control sobre las ganancias o pérdidas de esta energía.

En el caso de la eliminación de fugas, estas consisten en erradicar o minimizar las fugas de fluidos que son transportados en algún proceso. (FIDE).

#### b) Mantenimiento.

El mantenimiento consiste en las acciones que contribuyen a la conservación de los equipos consumidores, equipos generadores y procesos a lo largo de su vida útil, y que tienen como finalidad principal mantenerlos cerca de sus parámetros de diseño;

dentro de las acciones de mantenimiento se excluyen aquellas que apliquen directamente al aislamiento y eliminación de fugas.(IEEE 1995).

### **c) Optimización de procesos.**

Estas acciones tienen que ver con las partes que integran un proceso y normalmente, involucran a los tipos de energías, las materias primas y la forma en que estos interactúan. Es todo caso, el objetivo es minimizar el consumo de energía de dicho proceso, igualmente o mejorando el producto final de este; en otras palabras, tiene que ver con el diseño de los procesos. (Gellings, CW & Chamberlin, JH 1995).

### **d) Reciclaje de energía interna.**

Consiste en reutilizar la energía que normalmente es desechada en un proceso, y que puede servir para realizar trabajos adicionales. (Gellings, CW & Chamberlin, JH 1995).

### **e) Aprovechamiento de otras formas de energía externa.**

El aprovechamiento de otras formas de energía externa se refiere a utilizar directamente otras formas de energía en sustitución de algún proceso de conversión de energía eléctrica. (Rae, M. S. 2000).

## **2.6.2. Medidas activas.**

Las medidas activas son aquellas que inciden en forma directa sobre los equipos que consumen y generan energía eléctrica; estas medidas repercuten directamente sobre los consumos de energía, minimizando la pérdida en procesos de conversión, minimizando o eliminando la componente de la energía no utilizada e incrementando el abastecimiento interno, pudiendo también, actuar directamente, sobre la disminución en las demandas. Dentro de las más importantes se encuentran las siguientes.

### **a) Cambios en equipos.**

Esta medida tiene una repercusión directa sobre la energía que consumen los equipos de utilización, pudiendo ser originada bajo uno o alguna combinación de los siguientes criterios. (CONAE, 2004).

➤ **Redimensionamiento.**

Consiste en el remplazo total o parcial de equipos de utilización por otros equipos o componentes, cuya finalidad es un dimensionamiento más adecuado de acuerdo al trabajo que estos desempeñen.

➤ **Cambios tecnológicos.**

Consiste en el remplazo total o parcial de equipos de utilización, por otros equipos o componentes, cuya finalidad sea obtener una mayor eficiencia en el trabajo que estos desempeñen, un menor consumo de energía o una combinación de estos.

Generalmente, el redimensionamiento puede ser afectado posteriormente por un cambio de tecnología, pero no en sentido inverso, como se muestra en la figura 2.4.



Ilustración 2.4 Cambios de equipo.

**b) Cambios en unidades instaladas.**

Los equipos en unidades instaladas repercuten directamente en el número de equipos utilización que tienen probabilidad de consumir energía eléctrica debido a que afectan el número de unidades instaladas. Esto cambios pueden ser originados por alguna de las siguientes causas.

➤ **Retiro de equipo en operación.**

Consiste en retirar de la carga instalada aquellos equipos cuya operación se considera no necesaria.

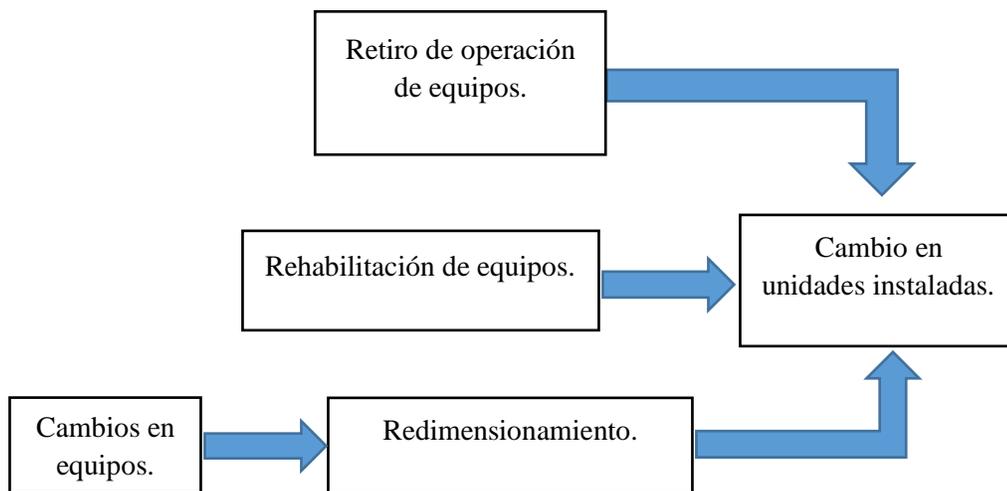
➤ **Rehabilitación de equipos.**

Consiste en reincorporar la operación de equipos, como una consecuencia de decisiones tomadas en el criterio de redimensionamiento de la medida de cambio de equipos.

➤ **Como una consecuencia de redimensionamiento de equipos.**

Consiste en agregar o eliminar equipos, como una consecuencia de decisiones tomadas en el criterio de redimensionamiento de la medida de cambio de equipos; en los casos de la rehabilitación de equipos y lo que resulte como una consecuencia de redimensionamiento de equipos, probablemente presenten un incremento en los consumos de energía eléctrica y demandas, sin embargo, la viabilidad de estas decisiones quedará determinada en el impacto de todas las medidas sobre la totalidad de los equipos involucrados en el estudio.

La figura 2.5 muestra la relación entre criterios de la medida de cambios en unidades instaladas.



**c) Cambios en operación.**

Los cambios en operación consisten en variar los patrones de funcionamiento de los equipos de utilización a través del tiempo; dichos cambios pueden consistir en algunas de las siguientes acciones. (CONAE, 2004), (FIDE).

➤ **Cambios en el número de horas de operación de los equipos.**

Resulta en variar el número de horas que operan los equipos; normalmente estos cambios tienen lugar cuando los equipos operan en vacío, cuando su operación no es necesaria en determinados intervalos de tiempo o por una reducción de las necesidades de consumo.

- **Desplazamiento en periodos de operación de equipos.**  
Normalmente, esta es una de las medidas más comunes que se toman para reducir la demanda, y consiste básicamente en desplazar la operación de los equipos a lo largo de un periodo con la finalidad de aumentar la diversidad del sistema, repercutiendo directamente en la disminución de picos en la curva de demanda y/o en los costos por consumo de energía.
- **Variaciones en la capacidad de operación de equipos con relación a sus valores nominales.**  
Consiste en operar los equipos a valores diferentes de los nominales, ya sean menores o mayores. Normalmente, estas variaciones pueden resultar como una consecuencia de la reducción en las necesidades de consumo por operar equipos a valores mayores que los nominales, siempre y cuando estén diseñados para tal fin.  
Estos tres criterios pueden darse en forma simultánea, dando como resultado los cambios en operación, como se muestra en la figura 2.6.

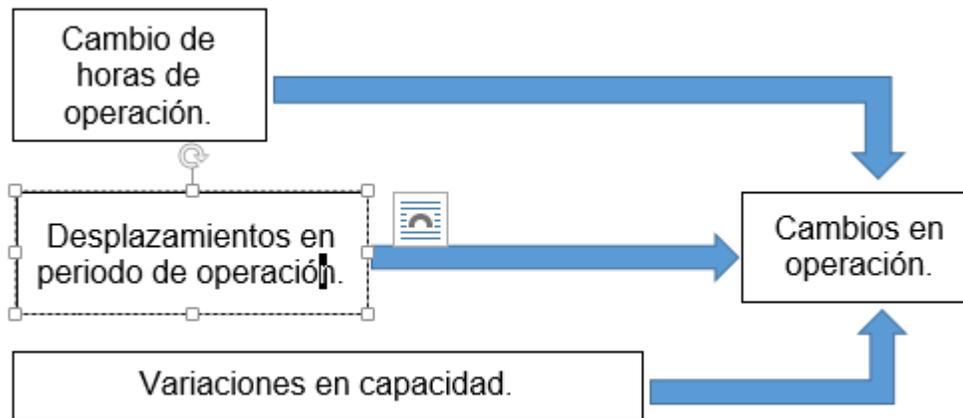


Ilustración 2.6 Cambios de operación.

### 2.6.3. Tipos de Generación de Energía Eléctrica.

#### a) Generación convencional.

La generación convencional es la forma de generar energía eléctrica a través de energías primarias, normalmente no renovables, como aquellos derivados de los hidrocarburos.

En este rubro se encuentran principalmente los generadores que son impulsados por motores de combustión interna, a base de diésel, gasolina, combustóleo o gas natural, y que normalmente forman parte de los sistemas de emergencia; debido a su alta disponibilidad, este tipo de generación ofrece la característica de que su despacho puede ser planeado, razón por la cual tiene aplicación como una alternativa para reducir la demanda.

### **b) Cogeneración.**

La cogeneración, aunque pudiera catalogarse como un medio de generación convencional, se considera como otra categoría, ya que es una consecuencia de una optimización de procesos, en los que normalmente es aprovechada la energía de procesos termodinámicos, para generar energía eléctrica.

### **c) Generación alternativa.**

En este rubro se encuentran aquellas formas de generar energía eléctrica por medio del aprovechamiento de energías renovables, como el viento y el sol; el inconveniente de este tipo de generación es que presenta aleatoriamente, no pudiendo planear en forma óptima su despacho, a menos que la energía generada sea almacenada.

#### **2.6.4. Beneficios al realizar un diagnóstico energético.**

- Optimización del consumo energético, lo que se traduce en una importante reducción de costos.
- Aumentar el tiempo de vida de los equipos, ya que se asegura que estos trabajen en las condiciones más adecuadas, evitando sobrecargas.
- Mejorar la competitividad de las empresas al reducirse los costos de producción.
- Mayor respeto y conservación del medio ambiente, ya que, al no consumirse más energía que la necesaria, se disminuyen las emisiones de CO<sub>2</sub>, tanto; todo esto se traduce en una contribución a la mejora de la imagen de la empresa al contribuir al bienestar social.

## **2.7 El Diagnostico Energético.**

### **2.7.1. Tipos de diagnósticos energéticos.**

#### **a) Diagnóstico Energético de Primer Nivel (DEN1).**

Es esencialmente una recolección preliminar de información y el análisis de ésta, con énfasis en la identificación de fuentes evidentes de posible mejoramiento en el uso de la energía.

## **b) Diagnóstico Energético de Segundo Nivel (DEN2).**

Proporciona un análisis completo de toda la parte energética de una planta, tanto equipos y sistemas auxiliares, como también los detalles de los procesos. En un DEN2 la medición de los parámetros eléctricos de los principales equipos consumidores de energía es fundamental.

### **2.7.2. Etapas de un diagnóstico energético.**

#### **a) Paso 1: Planear el tiempo y recursos.**

Una buena preparación y planificación antes de llegar a la Universidad asegura la utilización óptima de los recursos y del tiempo disponible para completar el diagnóstico. Se debe revisar toda la información disponible sobre la Universidad y dividir entre ellos las tareas de recopilación de datos y mediciones.

Revisar la información disponible sobre la Universidad, como por ejemplo:

- Tamaño de la Universidad; su edad y localización.
- Estructura administrativa.
- Tipos de líneas de producción y productos principales.
- Horarios típicos de operación de la Universidad.
- Consumos energéticos anuales (incluye demanda máxima).
- Tarifas eléctricas aplicables.

Identificar el equipo e instrumentos que serán utilizados para obtener datos durante el DEN y asegurarse de las condiciones, a fin de tomar la prevención necesaria para que esté en las condiciones adecuadas al momento de su utilización. Elaborar un cronograma de trabajo en el que se indiquen las fechas en que se reportarán avances al director de la carrera de energías renovables responsable del equipo e instrumentación.

#### **b) Paso 2. Recopilar datos en sitio.**

Deben reunirse datos de todo aquello relacionado con el uso de la energía de la planta, incluyendo en forma indicativa, pero, no limitativa lo siguiente:

- Consumos mensuales correspondientes a los últimos 12 meses de operación de los diferentes energéticos utilizados en la Universidad.

- Horarios típicos de operación de la Universidad.
- Identificación de los principales equipos consumidores de energía.
- Características físicas de la Universidad; su estado general, así como el estado y edad de los equipos más importantes;
- Planes para el futuro, como por ejemplo: agregar más líneas de alimentación a luminarias exteriores.
- Características y capacidades de los equipos consumidores de energía en la planta, incluyendo datos tanto de diseño como de operación actual.

La mayoría de estos datos se pueden obtener a través de entrevistas con el personal adecuado de la Universidad, y a través de las observaciones realizadas de un recorrido por la Universidad.

Una inspección visual a la instalación deberá mostrar oportunidades para mejorar el uso de energía y evitar derroches:

- Superficies calientes descubiertas o con aislamiento en malas condiciones.
- Fugas de vapor, agua, combustible, aire o de otros fluidos costosos.
- Sistemas de iluminación funcionando innecesariamente.
- Equipo operando innecesariamente.
- Sistemas de control mal ajustados o en mal funcionamiento.

### **c) Paso No. 3: Tomar mediciones.**

La toma de mediciones durante el trabajo del DEN tiene tres objetivos:

- Complementar los datos recopilados de la Universidad, para que se tenga un mejor respaldo técnico en áreas donde la información de la Universidad no esté disponible.
- Comprobar la operación de equipo importante en la planta, logrando una mejor base para las estimaciones de ahorros potenciales y proporcionando una idea objetiva de la eficiencia de la Universidad.
- Apoyar a la elaboración del balance energético global de la Universidad.

#### **d) Paso No. 4: Analizar los datos.**

Una vez que los datos han sido reunidos, deben ser analizados de acuerdo con los siguientes pasos:

- Preparar índices de consumo de energía.
- Evaluar la operación de la Universidad.
- Estimar el potencial de ahorro de energía.

#### **e) Paso No. 5: Estimación del potencial de ahorro energético.**

La estimación del potencial de ahorro depende de las observaciones durante el recorrido por la Universidad y de las mediciones, así como de la experiencia del equipo de diagnóstico energético.

Las oportunidades de ahorro de energía que resultan de un Diagnóstico Energético determinan de una forma preliminar el alcance de este potencial, que, generalmente estará dado en términos de porcentajes (Véase Anexo B).

Cuando no se tiene absoluta certeza de los potenciales de ahorro o cuando no se tiene mucha experiencia en un área específica donde se detecte una oportunidad de ahorro de energía para realizar la estimación del potencial de ahorro, será necesario realizar mediciones específicas del consumo actual, así como cálculos de los consumos esperados después de implantar las medidas de ahorro.

### **2.7.3. Importancia de un diagnóstico energético.**

Así como las auditorías contables (Guevara, 2016) aseguran que los costos y utilidades estén bien distribuidos, ya que una auditoría en general es una evaluación y diagnóstico de cómo se encuentran en la materia que se analiza, también se debe aplicar esto a los consumos energéticos. Cualquier plan de reducción de costos energéticos que se quiera implementar debe comenzar con un conocimiento de cómo se encuentra actualmente consumiendo energía.

En base a esta información real, se puede planificar la manera de ahorrar energía. Este estudio debe incluir la confección del diagrama unifilar de distribución de cargas eléctricas al interior del edificio, con mediciones o con lecturas de medidores ya instalados, así también se debe incluir un análisis de los últimos doce meses de consumos y de indicadores energéticos y una observación completa de las instalaciones y proceso productivo, con la finalidad de saber si se está mejorando, se mantiene, o tal vez se está empeorando en cuanto a costos energéticos.

Con esta información histórica se puede establecer metas concretas de ahorro o también se pueden descubrir nuevos potenciales de ahorro, con inversión o sin inversión.

Muchas veces cree que es imposible reducir más los costos energéticos, y esto se debe a la falta de información del potencial de ahorro.

Este sólo se puede descubrir con una verdadera auditoría energética, y se menciona la palabra verdadera, porque muchas veces estos estudios se realizan por las mismas personas que consumen al interior de las instalaciones.

Esta información tiene un sesgo, pues el mismo consumidor no puede ser juez y parte, y para evitar esto, es necesario que este trabajo sea realizado por consultores externos con amplia experiencia en estos temas, que nos aseguren una información exacta, real, fidedigna y completa de cómo estamos consumiendo nuestra energía y puedan determinar los potenciales de ahorro y hacer las recomendaciones respectivas.

El estudio no termina ahí, pues la manera de consumir energía varía con el tiempo, se implementan nuevas tecnologías, o se adquieren nuevas máquinas, se crece en infraestructura o prescinde de algunas, se incrementa el uso de la energía, o se reduce, todos estos cambios o variaciones hacen necesario que la auditoría energética se realice por lo menos una vez al año, lo que permitirá a la Universidad adaptarse al cambio y descubrir nuevos potenciales, así como retroalimentarse para que se realicen los ajustes necesarios en el plan original de eficiencia energética y verificar que todo se esté cumpliendo según lo planeado en el año anterior, o simplemente se realice nuevamente una auditoría energética para saber cómo se está cambiado con respecto al último diagnóstico de calidad realizado en la Universidad..

## **2.8. Clasificación de las medidas de ahorro y uso eficiente de la energía.**

### **➤ Medidas Operativas:**

Son aquellas que no requieren inversión o ésta no es significativa; se basan en el desarrollo y aplicación de medidas operativas y/o administrativas que logren un ahorro de energía.

### **➤ Medidas Educativas:**

Se refiere a las actividades que promueven la dependencia o entidad para la capacitación y promoción de mejores prácticas, con el objeto de ahorrar y hacer un uso eficiente de la energía por parte del personal de la dependencia o entidad.

### **➤ Medidas de Inversión:**

En este rubro se consideran aquellas acciones que requieren de inversiones en equipos o materiales de algún monto importante para alcanzar ahorros importantes de energía. (Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía

(CONUEE), guía para elaborar un diagnóstico energético en instalaciones, 2011).

## **2.9. Sistema de gestión de la energía.**

Un sistema de gestión de la energía (SGEn, CONUEE), es un sistema permanente y retroalimentado de manejo información de toma de decisiones, de acciones operativas y de inversión orientada a evitar el desperdicio de energía y una mayor eficiencia energética en una instalación que se establece a partir del convencimiento y la iniciativa al mayor nivel posible de la organización.

### **2.9.1. Importancia del sistema de gestión de la energía.**

Cuando hablamos de ahorro de energía es bien importante considerar y preguntarnos quien, como y cuando se usa la energía, pues la mayoría de las veces se desperdicia energía por la falta de cultura del ahorro energético.

Durante el diagnostico se hizo recorrido por el edificio de docencia y se observó que durante el día había lámparas encendidas donde no se necesita la luz; se observó que durante todo el día el aire acondicionado del auditoria estaba encendido, se preguntó al encargado de mantenimiento, y su respuesta es que fue que los vigilantes lo encendían porque tenían calor.

Entre otros puntos los aires acondicionados de las aulas están encendidos sin control, las luces de las aulas de igual forma también están encendidas cuando no son necesarias.

Es importante que tanto el personal administrativo y docente así como el alumnado tome conciencia sobre la importancia del ahorrar energía, y se estos puntos sean considerados para tener un sistema de gestión de la energía comprometido.

## **Capitulo III.**

### **3. Diagnóstico energético en el edificio de docencia.**

Una vez presentada la metodología a la Universidad, la dirección de energías renovables autorizó la aplicación en busca de ahorros energéticos y económicos. Las condiciones fueron que se capacitará a los alumnos interesados a manejar el analizador de calidad de la energía.

Se utilizó un analizador de calidad de la red eléctrica de la marca Extech trifásico; el cual se muestra en la ilustración 3.1.

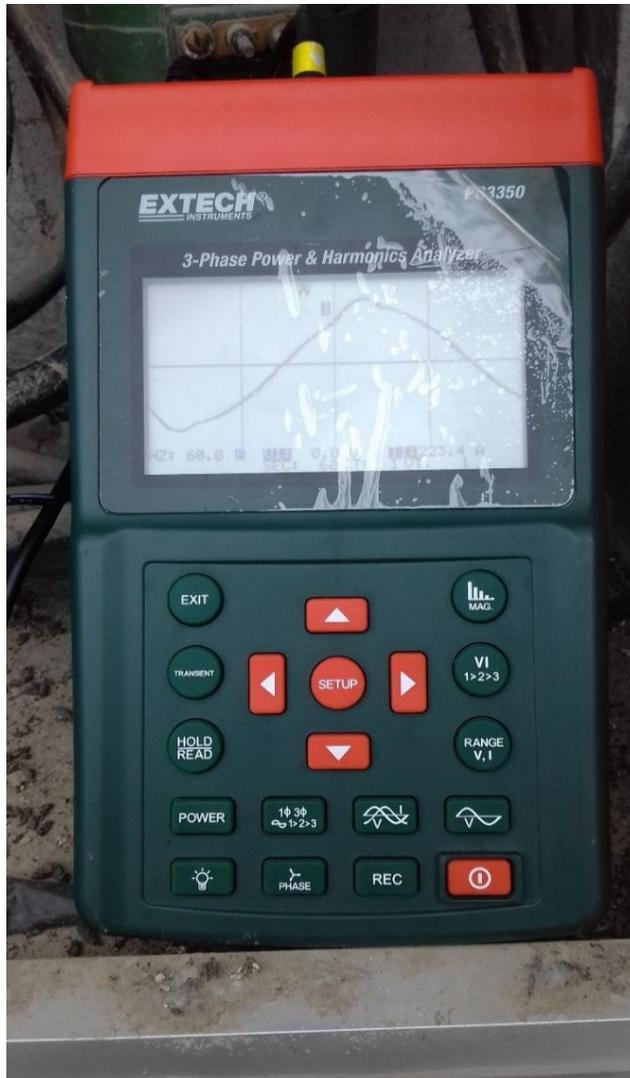


Ilustración 3 1 Analizador de red trifásico EXTECH.

### 3.1 Análisis de la facturación.

La tarifa con la que se encuentra contratado el servicio es Horario Medido (H-M), con un número de servicio: 186091003437.

Se muestra el recibo de consumo eléctrico del último mes de la CFE.

AVISO RECIBO



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

Número de Servicio:  
**186 091 003 437**

Total a pagar:

Nombre y Domicilio:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE MZO  
CAMINO HACIA LAS HUMEDADES S N  
SALAGUA Y MANZANILLO COLIMA CP28860  
SALAGUA CENTRO  
SALAGUA, COL.

**\$107,461.00**  
(CIENTO SIETE MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UN PESOS 00/100 M.N.)

Fecha límite de pago:

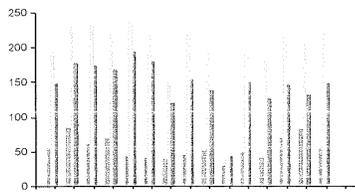
**12 SEP 16**

Ruta: **81DF55D064000135** Período: **31 JUL 16 A 31 AGO 16** No. Medidor: **8A6N24**

Tarifa: **HM** Carga conectada kW: **236** Demanda contratada kW: **236** Multiplicador: **140**

Función y período	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh base				6,818
kWh intermedia				45,794
kWh punta				3,360
kVArh				19,740
kW intermedia				219
kW punta				148
kVArh				19,740

Datos Históricos



Factor de potencia %	Totales	Precios unitarios
Conceptos		94.31
Energía en base kWh	6,818	0.71980
Energía en intermedia kWh	45,794	0.86500
Energía en punta kWh	3,360	1.94260
Demanda facturable kW	170	206.99000

Mes	Demanda máxima kW	Consumo Base kW	Consumo Intermedia kW	Consumo Punta kW	P.F. %	P.C. Sempiterno	Precio promedio
AGO 15	163	49,966	95.09	34			1.4639
SEP 15	195	55,020	94.96	33			1.6055
OCT 15	193	46,942	95.26	35			1.4949
NOV 15	184	11,326	94.93	31			1.6869
DIC 15	207	51,898	94.69	31			1.6947
ENE 16	192	31,486	92.44	20			1.9997
FEB 16	130	35,854	92.87	32			1.5548
MAR 16	174	43,890	94.28	29			1.6959
ABR 16	156	34,384	92.22	24			1.7615
MAY 16	44	1,316	84.70	62			1.4134
JUN 16	163	40,978	93.28	32			1.5842
JUL 16	144	46,550	93.93	35			1.3512
AGO 16	170	55,524	94.54	36			1.3701
AGO 16	156	38,864	93.61	25			1.6665
AGO 16	170	55,972	94.31	34			1.5237

**Avisos Importantes**  
- Corte a partir de 13 SEP 16.  
- Nos transformamos para servirte mejor.  
- Servicio a Clientes Teléfono 071.

Estado de cuenta

Conceptos	Importe \$
Energía	51,046.53
Demanda Facturable	35,188.30
Bonificación Factor de Potencia	-948.58
Subtotal	85,286.25
IVA 16%	13,845.80
Facturación del Período	98,932.05
Derecho de Alumbrado Público 10.00%	8,528.62
Adeudo Anterior	81,604.60
Su Pago	-81,604.00
<b>Total</b>	<b>\$107,461.27</b>

Serie: FJ Folio: 000005434202

*paco*

*Fe. d. / Pago de Servicio*

01 186091003437 160912 000107461 7



**Total a pagar:**

**\$107,461.00**

(CIENTO SIETE MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UN PESOS 00/100 M.N.)

Cuenta: **81DF55D064000135**

Clave de envío: **Repartir**

Fecha, hora y lugar de impresión:  
01 SEP 16 20:03:06 hrs.  
AV. MAZANILLO 200 GUADALUPE VICTORIA SALAGUA MANZANILLO COLIMA MEXICO 28867  
El Gobierno Federal trabaja contra la impunidad, con tu ayuda fortalecemos la lucha  
Secretaría de la Función Pública quejas y denuncias al Teléfono: 018007119643

Ilustración 3.2 Recibo de consumo eléctrico de la CFE

A continuación se muestra la Tabla 3.1, la cual detalla el promedio de demanda (KW), consumo (KWh) y la facturación correspondiente al historial del periodo junio de 2015 al mes de septiembre de 2016, del servicio eléctrico anteriormente mencionado.

**HISTORIAL DE FACTURACIÓN DEL SERVICIO 186091003437**

Mes	Demanda (kW)	Factor de potencia.	Consumo en tarifa H-M (kWh)	Facturación mensual (\$)	Precio medio sin IVA (\$/kWh)
Jun/Jul 15	154	94.56	39550	78316	1.57
Jul/Agos 15	163	95.09	49966	92163	1.46
Agos/Sep 15	195	94.95	55020	111300	1.61
Sep/Oct 15	184	95.26	58268	112494	1.49
Oct/Nov 15	207	94.69	51898	110819	1.69
Nov/Dic 15	192	92.44	31486	2257	2.00
Dic/Ene 16	130	92.87	35854	38755	1.55
Ene/Feb 16	174	94.28	43890	93786	1.70
Feb/Marz 16	156	92.22	34384	76316	1.76
Marz/Abril 16	163	93.28	42295	84141	1.58
Abril/Mayo 16	144	93.93	46550	79251	1.35
Mayo/Jun 16	168	94.54	55524	95850	1.37
Jun/Jul 16	156	93.61	38854	81604	1.67
Jul/Agos 16	170	94.31	55972	107461	1.52
Agos/Sep 16	211	95.23	64246	134768	1.66
<b>Promedio.</b>	<b>171.13</b>	<b>94.08</b>	<b>46917.13</b>	<b>86618.73</b>	<b>1.60</b>
<b>Anual.</b>			<b>703757</b>	<b>1299281</b>	<b>1.60</b>

Tabla 3.1: Historial de consumo en la Universidad Tecnológica de Manzanillo.

De la Tabla 3.1 se deduce que el servicio presenta un consumo promedio de 46917.13 KWh, con un precio medio de \$1.60 MXN, demanda promedio de 171.13 KW y una facturación promedio de \$86618.73 MXN.

De igual forma se ve que no hay problemas con el factor de potencia, al estar óptimo, ya que Comisión Federal de Electricidad, aplica una penalización si es que este se encuentra por debajo de 0.9, siendo este en este caso lo contrario pues el factor de potencia está por arriba del 0.9.

La tarifa H-M en la que se encuentra facturando el inmueble involucra clasificación horaria de la demanda y el consumo para su facturación, por lo que, a continuación se procede a detallar cada punto.

### 3.1.1. Clasificación horaria.

Los horarios para esta tarifa están establecidos de acuerdo a los horarios locales y al perfil de demanda de usuarios en las redes eléctricas de Comisión Federal de

Electricidad (CFE), éstos son: horario base, horario intermedio y horario punta. Siendo el costo más elevado en el horario punta y más bajo en el horario base, Tabla 3.2 y Tabla 3.3 se muestra la clasificación horaria de las tarifa H-M del horario de invierno y verano. (C.F.E, 2011).

**Tabla 3.2 Horario de verano.**

<b>Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre</b>			
<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
<b>Lunes a viernes</b>	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
<b>Sábado</b>	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
<b>Domingo y festivo</b>	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Tabla 3.2: Clasificación horaria de la tarifa H-M (Horario de verano).

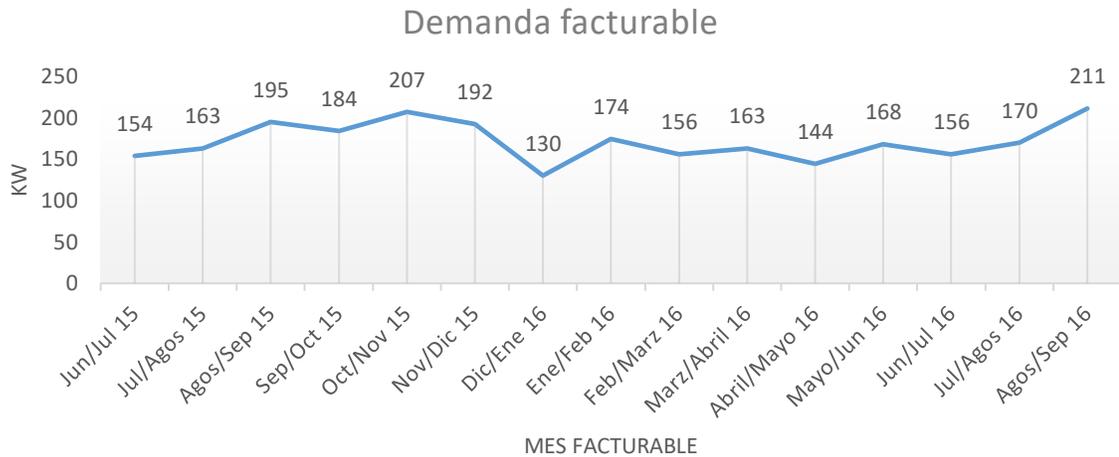
**Tabla 3.3 Horario de invierno.**

<b>Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril</b>			
<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
<b>lunes a viernes</b>	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
<b>sábado</b>	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
<b>domingo y festivo</b>	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Tabla 3.3: Clasificación horaria de la tarifa H-M (Horario de invierno).

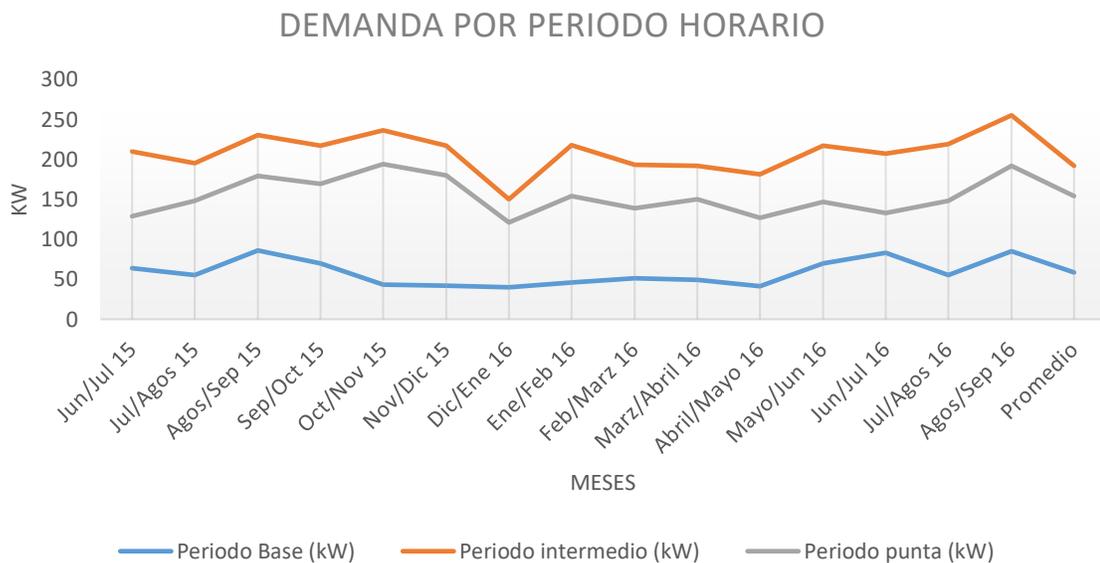
### **3.1.2. Demanda facturable.**

En la gráfica 1 se observa la demanda facturable del inmueble. Los valores oscilan entre los 150 kW a los 211 kW.



**Gráfica 3.3.1 Demanda facturable.**

Sin embargo al ser una tarifa horaria es indispensable conocer las demandas registradas durante los tres horarios de facturación, como se muestra en la gráfica 3.2.



**Gráfica 3.2 Demanda facturable de los 3 horarios**

La mayor demanda se presenta en el horario intermedio, sin embargo la demanda punta se encuentra elevada, por lo que es posible que se deba a un mal hábito en el uso de los aires acondicionados.

En la siguiente tabla se detalla el historial de demanda de la Universidad Tecnológica de Manzanillo. La el cual fue analizado por un periodo de 11 meses, tiempo suficiente para observar el comportamiento de la producción de la misma.

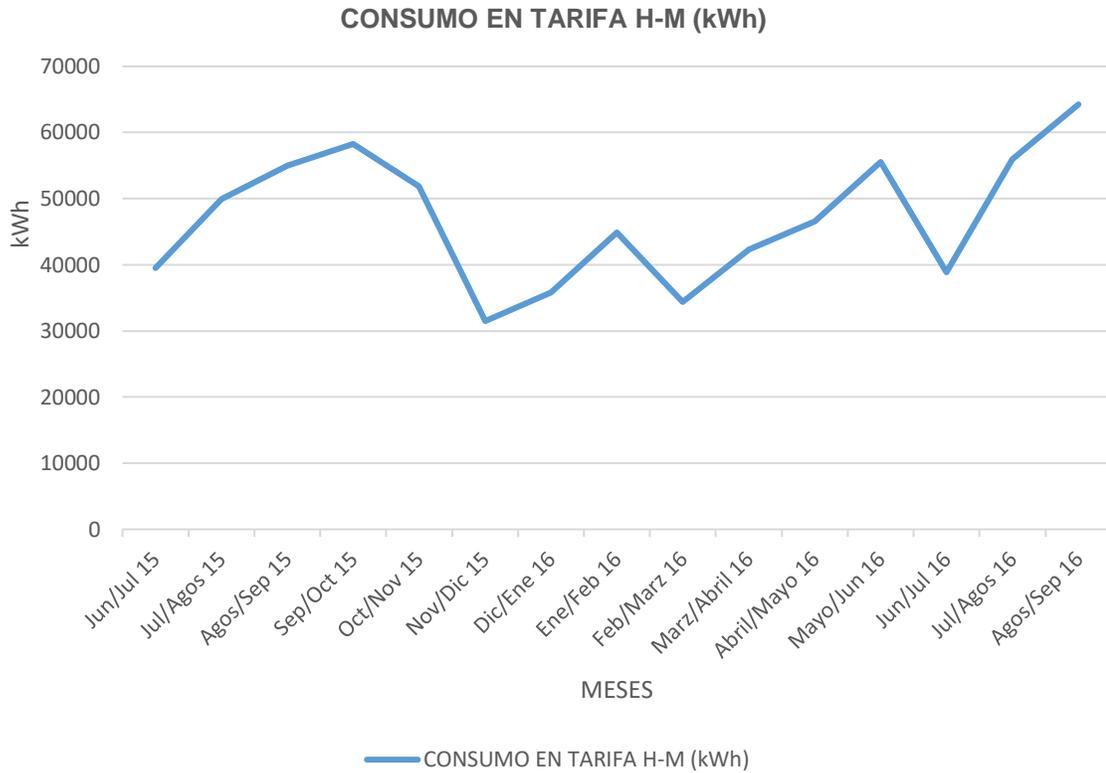
**Tabla 3.4 Historial de demanda.**

<b>HISTORIAL DE DEMANDA</b>			
<b>MES</b>	<b>DEMANDA BASE (KW)</b>	<b>DEMANDA INTERMEDIO (KW)</b>	<b>DEMANDA PUNTA (KW)</b>
<b>Jun/Jul 15</b>	64	210	129
<b>Jul/Agos 15</b>	55	195	148
<b>Agos/Sep 15</b>	86	230	179
<b>Sep/Oct 15</b>	70	217	169
<b>Oct/Nov 15</b>	43	236	194
<b>Nov/Dic 15</b>	42	217	180
<b>Dic/Ene 16</b>	40	150	121
<b>Ene/Feb 16</b>	46	218	154
<b>Feb/Marz 16</b>	51	193	139
<b>Marz/Abril 16</b>	49	192	150
<b>Abril/Mayo 16</b>	41	181	127
<b>Mayo/Jun 16</b>	70	217	147
<b>Jun/Jul 16</b>	83	207	133
<b>Jul/Agos 16</b>	55	219	148
<b>Agos/Sep 16</b>	85	255	192
<b>Promedio</b>	59	192	154

Tabla 3.4: Historial de demandas por periodo horario.

### **3.1.3. Consumo.**

La gráfica 3.3 muestra el perfil total del consumo de la Universidad Tecnológica de Manzanillo, este es la suma de los consumos en horario base, intermedio y punta.



**Gráfica 3.3 Consumo de la tarifa H-M**

Es importante conocer el perfil de consumo de la Universidad por horario, ya que el precio por kilowatt hora de consumo varía de acuerdo al horario.

En la Tabla 3.5 se detalla el historial de consumo de la Universidad Tecnológica de Manzanillo, teniendo ésta un promedio de consumo punta de 4,414 kWh, un consumo promedio intermedio de 32,682 kWh y finalmente un consumo base de 6,835 kWh en promedio.

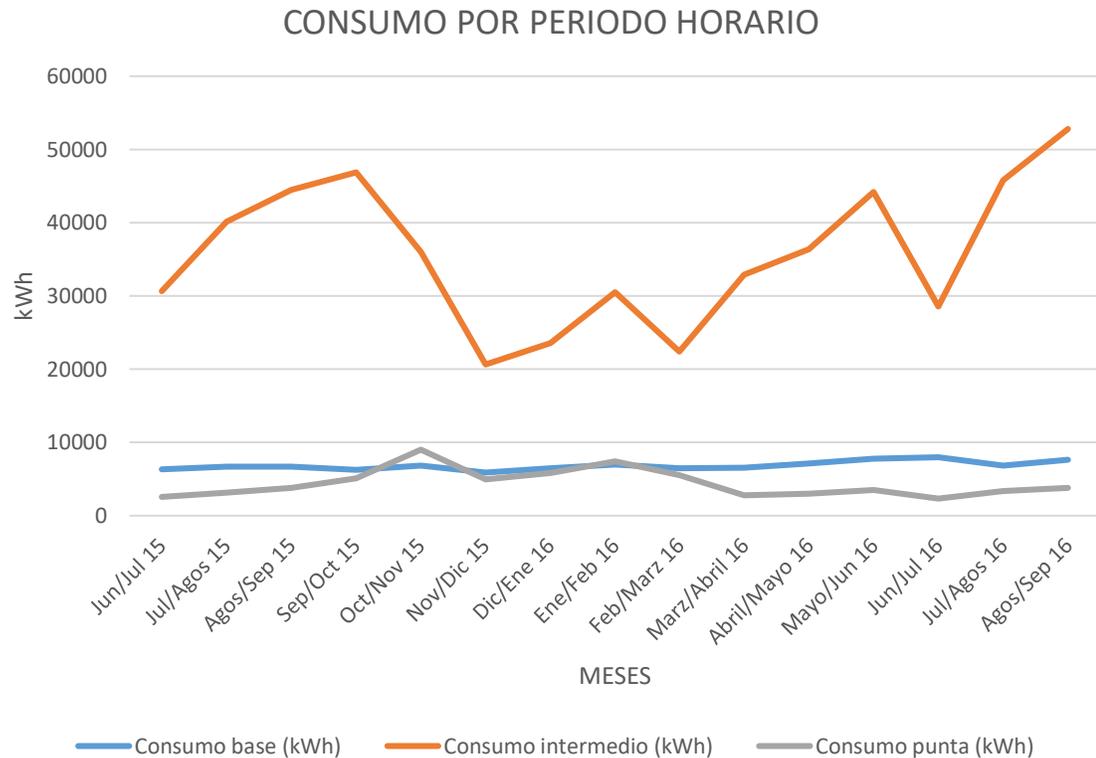
**Tabla 3.5 Historial de consumo.**

<b>HISTORIAL DE CONSUMO</b>			
<b>MES</b>	<b>CONSUMO BASE (KWh)</b>	<b>CONSUMO INTERMEDIO (KWh)</b>	<b>CONSUMO PUNTA (KWh)</b>

<b>Jun/Jul 15</b>	6300	30660	2590
<b>Jul/Agos 15</b>	6692	40110	3164
<b>Agos/Sep 15</b>	6678	44520	3822
<b>Sep/Oct 15</b>	6286	46872	5110
<b>Oct/Nov 15</b>	6874	36008	9016
<b>Nov/Dic 15</b>	5894	20650	4942
<b>Dic/Ene 16</b>	6454	23576	5824
<b>Ene/Feb 16</b>	6964	30520	7406
<b>Feb/Marz 16</b>	6454	22423	5502
<b>Marz/Abril 16</b>	6580	32928	2786
<b>Abril/Mayo 16</b>	7140	36400	3010
<b>Mayo/Jun 16</b>	7798	44226	3500
<b>Jun/Jul 16</b>	7980	28546	2338
<b>Jul/Agos 16</b>	6818	45794	3360
<b>Agos/Sep 16</b>	7616	52794	3835
<b>Promedio</b>	6835	32682	4414

Tabla 3.5: Historial de consumo en horario punta, intermedio y base.

Como se observa en la gráfica 3.4 el mayor consumo se da durante el horario intermedio, esto es debido a que la mayor parte del trabajo se lleva a cabo durante este periodo., así mismo se visualiza un consumo menor en los meses de marzo, julio y diciembre, esto se debe a que son los meses donde cambian los horarios de verano e invierno respectivamente, por lo que se facturan los días en el periodo de verano y los días en el periodo de invierno por parte de CFE (respetando los horarios por día y su costo) para cobrar adecuadamente el consumo y la demanda eléctrica; además de que son los días en que la universidad está de vacaciones.



**Gráfica 3.4 Consumo en horario punta, intermedio y base.**

## 3.2. Recopilación de datos en edificio de docencia.

### 3.2.1. Recopilación de datos en sitio.

(Visita de reconocimiento y censo de cargas DEN1)

Se realizó el censo de carga en el edificio de docencia en la Universidad Tecnológica de Manzanillo en el cual se pudo observar que el inmueble cuenta con luminarias eficientes (lámparas T8), y la mayor carga está representada por aires acondicionados.

Durante el recorrido realizado se identificó que los principales conceptos que representan el mayor consumo de la facturación son: aires acondicionados, computadoras lámparas T8:

Se contabilizaron:

- 23 aires acondicionados mini Split de 1 tonelada.
- 25 aires acondicionados mini Split de 3 toneladas.
- 2 aires acondicionados mini Split de 5 toneladas.
- 45 computadoras.

- 2 máquinas de refrescos.
- 296 luminarias.
- 2 copiadoras.

### 3.2.2. Observaciones.

- En la inspección se encontró que la Universidad a través de su carrera en energías renovables se encuentran en una búsqueda de equipo para optimizar y ayuda en la disminución de la facturación eléctrica.
- Se encontraron los equipos de aire acondicionado operando correctamente, al momento de la visita inicial en junio del 2016).
- De acuerdo a la primer visita (inspección ocular) el censo realizado no concuerda con lo facturado por Comisión Federal de Electricidad (CFE), por lo que se procede a tomar mediciones del interruptor general ubicado en el tablero principal con un analizador de redes marca Extech, para realizar un comparativo de mediciones realizadas por parte de CFE.
- Para poder visualizar los datos registrados por el analizador de redes se utiliza el software llamado Power Armonics Analyzer, el cual está desarrollado por la misma marca del analizador de redes.

### 3.2.3. Cálculo del consumo de equipos actuales.

Se realizó un censo general de los equipos instalados. A continuación se presenta en la *Tabla 3.6* el resumen del censo general de cargas.

CENSO GENERAL DE CARGAS.						
ÁREA	EQUIPO INSTALADO	CANTIDAD	CARGA TOTAL CONECTADA EN kW	CONSUMO PROMEDIO EN kWh POR MES	PRECIO MEDIO EN kWh (\$)	COSTO PROMEDIO AL MES (\$)
TOTAL	TODOS	395	114.985	32230.17	1.60	51568.72

El precio medio por kWh incluye IVA., según del precio del periodo Junio 2015 a Septiembre 2016.

Tabla 3.6: Resumen del censo general de cargas del inmueble.

Para tener una idea más clara del consumo de energía eléctrica en el inmueble, se procedió a clasificar los equipos en los siguientes conceptos: Aire acondicionado, iluminación, computadoras, máquina de refrescos y copiadoras, con el fin de representar gráficamente el consumo de energía de cada clasificación y representar el concepto de mayor consumo.

A continuación se presenta la *Tabla 3.7* en la cual se visualiza el consumo aproximado de cada equipo y el porcentaje que representan, de acuerdo al censo de cargas.

**Tabla 3.7 Censo general de cargas por concepto.**

CENSO GENERAL DE CARGAS POR CONCEPTOS						
ÁREA	EQUIPO INSTALADO	CANTIDAD	CARGA TOTAL CONECTADA EN kW	CONSUMO PROMEDIO EN kWh POR MES	PRECIO MEDIO EN kWh (\$)	COSTO PROMEDIO AL MES (\$)
DOCENCIA	A/A	50	72.63	19.56	1.60	31021.25
DOCENCIA	LUMUNARIA	296	25.44	6868.8	1.60	10893.91
DOCENCIA	COMPUTADORA	45	12.375	3341.25	1.60	5299.22
DOCENCIA	MAQUINA DE REFRESCO	2	2.74	1975.1	1.60	3132.51
DOCENCIA	COPIADORA	2	1.8	486	1.60	770.796

Tabla 3.7 Consumo mensual por mes.

Como se aprecia en la *Gráfica 3.5*, los conceptos que generan el mayor consumo de energía es el de aires acondicionados, con un 60 % y el de luminaria en un 21 % de la facturación.



Gráfica 3.5 Consumo mensual por concepto.

Durante la inspección del inmueble se observó que en el uso de la energía eléctrica en el edificio de docencia, existe un desperdicio muy grande, pues los aire acondicionados están encendidos durante todo el día sin descanso, aunque no esté ocupada el aula, las puertas de las aulas muchas de las veces están abiertas y el aire acondicionado encendido, en el cambio de turno no existe un control para el apagado del aire (1 hora), luminarias encendidas donde no se ocupan, luminarias dependientes de un solo apagador y son encendidas por la necesidad en ciertas áreas del edificio.

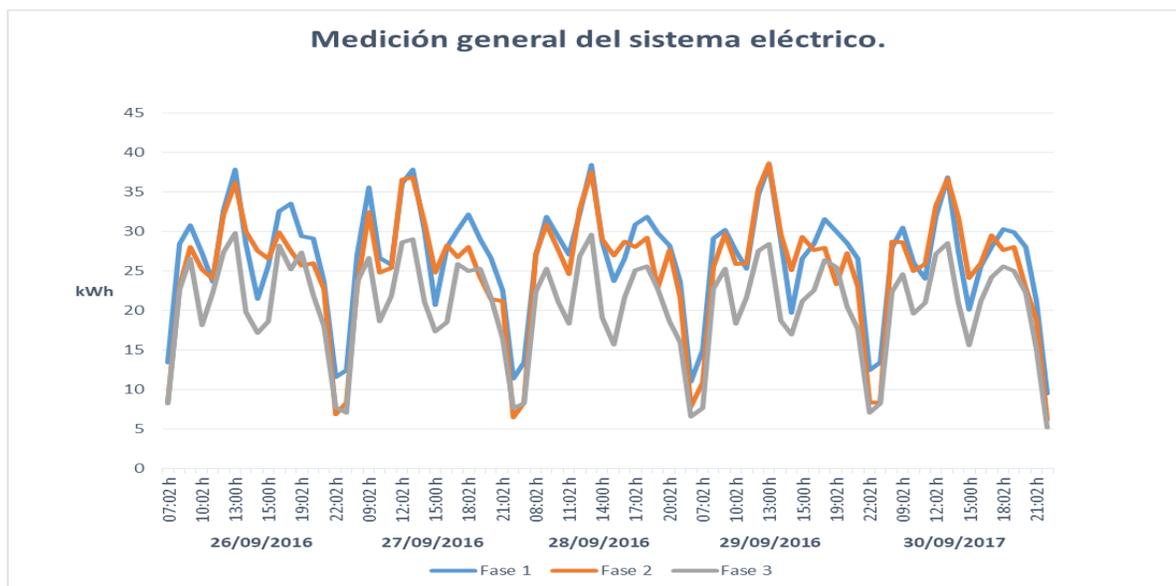
Debido a este descontrol y falta de concientización por parte de alumnado y personal se tomó la decisión de realizar mediciones puntuales a la instalación del edificio de docencia y así observar más detalladamente el consumo y conocer de mejor forma lo que está sucediendo.

### 3.3. Toma de decisiones.

#### 3.3.1 Medición general del sistema eléctrico del edificio de docencia de la Universidad Tecnológica de Manzanillo.

El equipo de medición que se utilizó en el desarrollo del presente diagnóstico energético es un analizador de redes eléctricas de la marca Extech, de origen chino, además del software llamado Power Armonics Analyzer, con el que se pueden descargar los datos para realizar gráficos y tablas de los parámetros registrados

(Véase Anexo C). La *Gráfica 3.6* representa el consumo del edificio de docencia durante un periodo que comprende del 27 de septiembre de 2016 al 30 de septiembre de 2016, este gráfico nos muestra la operación de la Universidad Tecnológica., siendo ésta elevada entre las 8:00 y las 14:00 horas; la cual el pertenece al horario intermedio; y las 16:00 a las 21: 00 horas pertenecen al horario intermedio y punta. (Véase Anexo D).



**Gráfica 3.6 Consumo eléctrico de la Universidad Tecnológica de Manzanillo.**

Para lograr determinar el consumo total de la Universidad durante el lapso de tiempo mencionado anteriormente, es necesario realizar una integración de las mediciones puntuales obtenidas en la gráfica 3.7; lo que genera la siguiente información:



**Gráfica 3.7 Consumo integrado de la Universidad Tecnológica de Manzanillo**

Al realizar esto se obtuvo un consumo integrado de 5,818.3 KWh consumido en un lapso de 5 días (un total de 75 h), recordando que solo se están tomando en cuenta

las 15 horas hábiles de trabajo en la Universidad de acuerdo con estos datos se calcula lo siguiente:

**a) Consumo promedio diario.**

Por medio de la siguiente fórmula se procede a calcular el consumo promedio que obtiene diariamente la empresa, para ello es indispensable conocer el consumo total medido y los días de operación:

$$\text{Consumo promedio diario} = \frac{\text{Consumo total}}{\text{días de operación}}$$

$$\text{Consumo promedio diario} = \frac{5,818.3 \text{ kWk}}{3.125 \text{ días}}$$

$$\text{Consumo promedio diario} = 1861.856 \text{ kWh}$$

**b) Estimación del consumo mensual de la Universidad.**

Obteniendo el consumo promedio diario, se necesita conocer los días de trabajo de la Universidad al mes., para así obtener un estimado de consumo mensual de la misma. La Universidad labora de lunes a viernes, exceptuando los días sábados y domingos.

Mediante la siguiente ecuación se lleva a cabo dicho cálculo.

$$\text{Días promedio de un mes} = \frac{\text{número de días anuales}}{\text{número de meses}}$$

Sustituyendo tenemos:

$$\text{Días promedio de un mes} = \frac{216}{12}$$

$$\text{Días promedio de un mes} = 18 \text{ días}$$

Una vez obteniendo los días promedio del mes, se procede a calcular el consumo promedio mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo promedio mensual} = \text{días promedio} \times \text{consumo promedio diario}$$

Sustituyendo:

$$\text{Días promedio de un mes} = 18 \text{ días} \times 1861.856 \text{ kWh} = 33513.408 \text{ kWh}$$

### 3.4. Factor de potencia.

El factor de potencia expresa en términos generales el desfase de la corriente con relación al voltaje y es utilizado como indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, el cual puede tomar valores entre 0 y 1.0 siendo la unidad (1.0) el valor máximo del factor de potencia y por tanto el mejor aprovechamiento de energía.

A continuación se muestran los problemas económicos y técnicos por un bajo factor de potencia:

- Incremento de la facturación eléctrica por mayor consumo de corriente.
- Penalización de hasta un 120 % del costo de la facturación.
- Sobrecarga de transformadores, generadores y líneas de distribución.
- Incremento de las caídas de voltaje.

Se muestra en la siguiente expresión la expresión matemática para calcular el factor de potencia de penalización.

$$\text{Penalización} = \frac{3}{5} \left[ \frac{90}{\text{fp}} - 1 \right] * 100$$

Así mismo, la corrección del factor de potencia trae consigo beneficios económicos y técnicos que a continuación se mencionan:

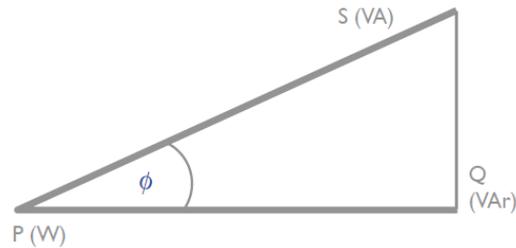
- Reducción de los costos por facturación eléctrica;
- Bonificación de hasta un 2.5 % de la facturación cuando se tenga un factor de potencia mayor a 0.9. Como se muestra en la siguiente expresión:

$$\text{Bonificación} = \frac{1}{4} \left[ 1 - \left( \frac{90}{\text{F.P.}} \right) \right] * 100\%$$

- Incremento de la vida útil de las instalaciones.
- Reducción de las caídas de tensión.

- Por otra parte, la corrección de factor de potencia se realiza encontrando el valor adecuado de la potencia reactiva capacitiva (kVAr) para contrarrestar las cargas inductivas.

En la *Ilustración 3.1* se muestran las tres potencias:



**Ilustración 3.2 Triángulo de potencia**

Donde:

- $P$  es la potencia real (W).
- $S$  es la potencia aparente (VA).
- $Q$  es la potencia reactiva (Valor del banco de capacitores  $KVAr$ ).

En la Universidad se tiene un factor de potencia promedio de 93.42% de acuerdo a los registros de la facturación de CFE analizados en capítulos anteriores, lo cual produce una bonificación como se muestra a continuación:

$$\text{Bonificación} = \frac{1}{4} \left[ 1 - \frac{90}{fp} \right] * 100$$

$$\text{Bonificación} = \frac{1}{4} \left[ 1 - \frac{90}{0.93} \right] * 100$$

$$\text{Bonificación} = 2.3\%$$

Por lo tanto, no es necesario corregir el factor de potencia.

El resultado de esta operación será “1” o un número fraccionario menor que “1” en dependencia del factor de potencia que le corresponde a cada equipo o dispositivo en específico, según contenga un circuito inductivo, resistivo, o una combinación de ambos. Ese número responde al valor de la función trigonométrica “coseno”, equivalente a los grados del ángulo que se forma entre las potencias ( $P$ ) y ( $S$ ).

Si el número que se obtiene como resultado de la operación matemática es un decimal menor que “1” (como por ejemplo 0,95), dicho número representará el factor de potencia correspondiente al desfase en grados existente entre la intensidad de la corriente eléctrica y la tensión o voltaje en el circuito de corriente alterna.

Lo «ideal» sería que el resultado fuera siempre igual a “1”, pues así habría una mejor optimización y aprovechamiento del consumo de energía eléctrica, o sea, habría menos pérdida de energía no aprovechada y una mayor eficiencia de trabajo en los generadores que producen esa energía. Sin embargo, un circuito inductivo en ningún caso alcanza factor de potencia igual a “1”, aunque se empleen capacitores para corregir completamente el desfase que se crea entre la potencia activa (P) y la aparente (S).

Al contrario de lo que ocurre con los circuitos inductivos, en aquellos que solo poseen resistencia activa, el factor de potencia sí será siempre igual a “1”, porque como ya vimos anteriormente en ese caso no se crea ningún desfase entre la intensidad de la corriente y la tensión o voltaje.

En los circuitos inductivos, como ocurre con los motores, transformadores de voltaje y la mayoría de los dispositivos o aparatos que trabajan con algún tipo de enrollado o bobina, el valor del factor de potencia se muestra siempre con una fracción decimal menor que “1” (como por ejemplo 0,8), que es la forma de indicar cuál es el retraso o desfase que produce la carga inductiva en la sinusoide correspondiente a la intensidad de la corriente con respecto a la sinusoide de la tensión o voltaje. Por tanto, un motor de corriente alterna con un factor de potencia o  $\text{Cos } \Phi = 0,95$ , por ejemplo, será mucho más eficiente que otro que posea un  $\text{Cos } \Phi = 0,85$ .

## Capítulo IV

### 4. Luminarias.

#### 4.1 Calculo del consumo de luminarias fluorescentes.

Durante el censo de carga se encontró que sólo existían tres interruptores por área de cubículos, de igual forma se encontró que existían lámparas las cuales no eran necesarias, además de que las luminarias estaban más de 10 horas encendidas por el problema de control independiente de cada cubículo.

En la figura 4.1 y 4.2 se muestran las áreas de cubículos de ERE, MMP. GAS.y TIC, Ingles, Contabilidad.

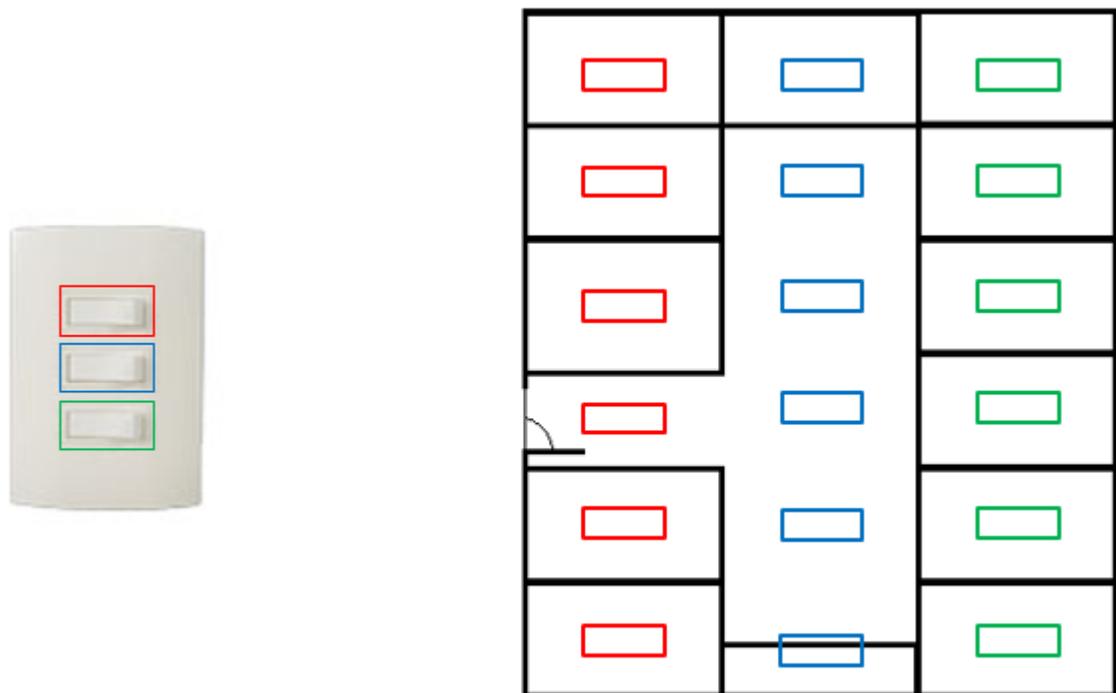


Ilustración 4.1 Control de interruptores en el área de ERE, MMP y GAS.

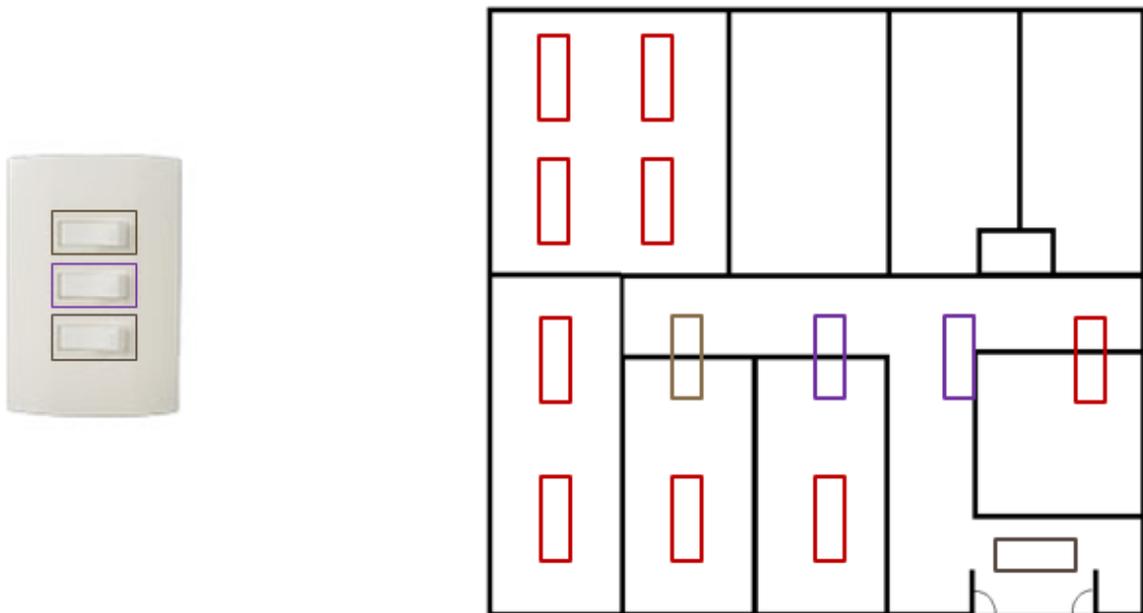


Ilustración 4.2 Control de interruptores en el área de TIC, Ingles, Contabilidad.

Las luminarias son de la marca General Electric como se muestra en la figura 4.3.



Ilustración 4.3 Luminaria General Electric.

El tiempo de uso de uso de las luminarias en el área de MMP, ERE, GAS, es de 7:00 am a 10:00 pm dando un total de 15 hrs; el consumo por luminaria 96 W ó 0.096 kW, el costo del kW-h tarifa H – M es de \$1.60 costo promedio anual, su eficiencia 90%, con 18 luminarias.

Realizando el cálculo:

$$18 \text{ luminarias} * 15 \text{ horas} * 0.096 \text{ kW} * 1.60 * 0.9 * 18 \text{ días} = \$ 671.84 \text{ x mes.}$$

Realizando el cálculo del área de TIC, Ingles, Contabilidad del mismo modo, se tiene un tiempo de uso de 7:00 am a 10:00 pm dando un total de 15 hrs; el consumo por

luminaria 96 W ó 0.096 kW, el costo del kW-h tarifa H – M es de \$1.60 costo promedio anual, su eficiencia 90%, con 14 luminarias.

14 luminarias \* 15 horas \* 0.096 kW \* 1.60 \* 0.9 \* 18 días = **\$ 522.54 x mes.**

Al realizar la medición de los lúmenes en las luminarias obtuvimos 480 lúmenes, en la figura 4.4 se muestra una de las mediciones realizadas en un cubículo de la luminaria LED instalada



Ilustración 4.4 Medición de lúmenes en cubículo

#### **4.2 Mejoramiento del control de luminarias mediante interruptores y reemplazo a iluminación LED para el ahorro de energía.**

Para mejorar las luminarias se realizaron los cambios de las luminarias fluorescentes T8 por luminarias LED.

Se retiraron todas las luminarias fluorescentes y se colocaron luminarias LED; en el cambio se retiraron los balastos electrónicos, pues ya no fueron necesarios.

En los cubículos se instalaron apagadores para independizarlos de los apagadores principales y así tener el control de cada cubículo y pasillo. En la figura 4.5 y 4.6 se muestran los cambios de luminarias LED y sus apagadores independientes en el área de MMP. ERE, GAS y TIC, Ingles, Contabilidad.



Ilustración 4.5 Cubículos y pasillos con luminaria LED y sus interruptores independientes.

El consumo de energía después del cambio luminaria a LED.

El tiempo de uso es de 5 h por cubículos, y 10 h para pasillos, el consumo por luminaria es de 54 W ó 0.054 kW, el costo del kW-h tarifa H - M= \$1.60 costo promedio anual.

Cubículos 12 luminarias \* 5 horas \* 0.054 kW \* 1.60 \* 18 días = \$ 93.31.

Pasillo 5 luminarias\* 10 horas \* 0.054 kW \* 1.60 \* 18 días = \$ 77.76.

Sumando un total de \$ 171.07 x mes.

4.2.1 Para el caso del área de TIC, Ingles, Contabilidad se tiene lo siguiente.



Ilustración 4.6 Cubículos y pasillos con luminaria LED y sus interruptores independientes.

El tiempo de uso es de 5 horas en cubículos y 10 horas para pasillos con un consumo por luminaria de 54 W ó 0.054 kW. El Costo del kW-h tarifa H - M= \$1.60.

Realizando el cálculo:

Cubículos:  $9 \text{ luminarias} * 5 \text{ horas} * 0.054 \text{ kW} * 1.60 * 18 \text{ días} = \$ 69.98.$

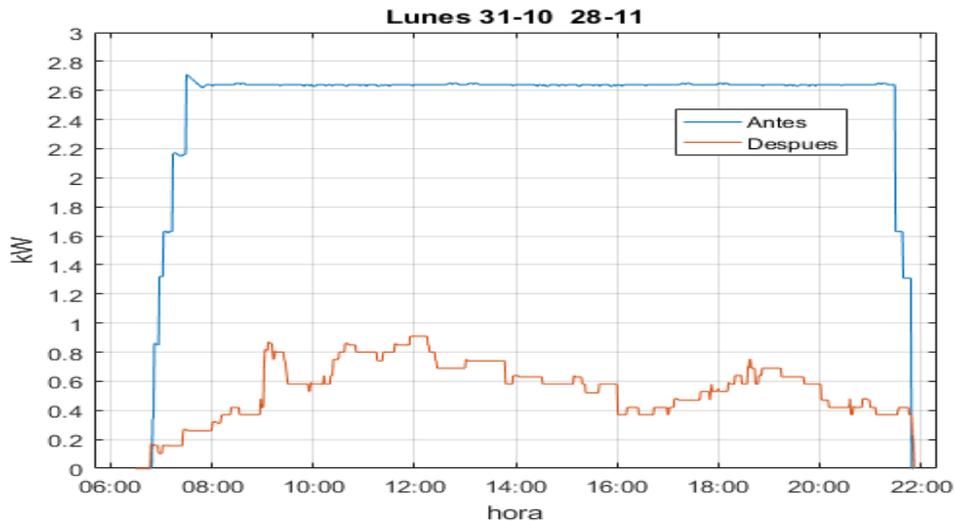
Pasillo:  $4 \text{ luminarias} * 10 \text{ horas} * 0.054 \text{ kW} * 1.60 * 18 \text{ días} = \$ 62.20.$

Sumando un total de \$ 132.18 por mes.

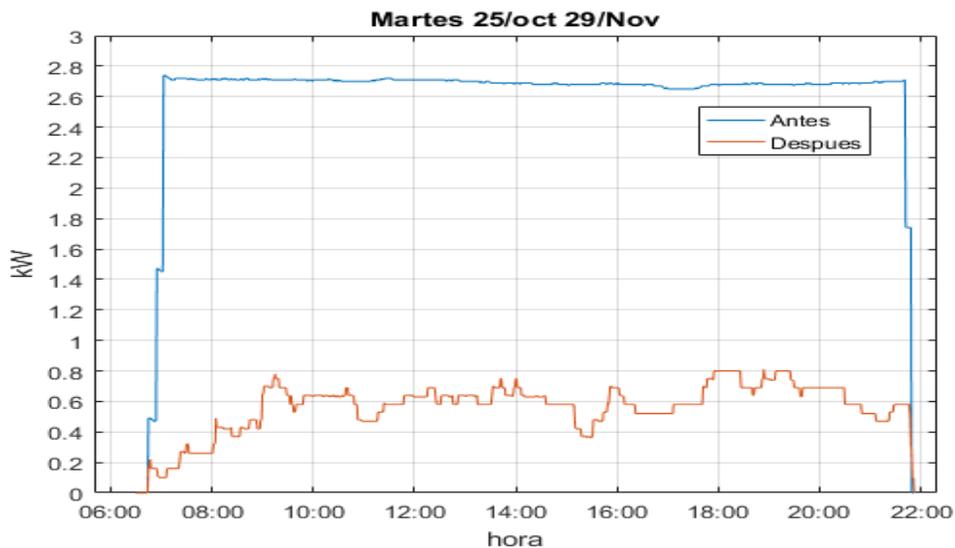
De la misma forma se realizó la medición de lúmenes con las luminarias LED y fue de 585 lúmenes como se muestra en la figura 4.7.

### 4.3. Medición de la red de luminaria antes y después del cambio en el área de cubículos.

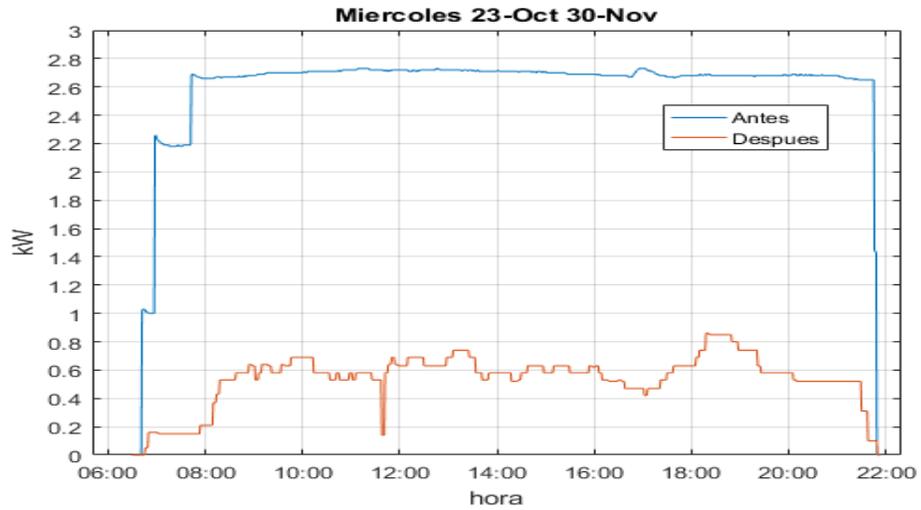
Se realizó un análisis de red de la sección de luminaria T8 en cubículos con el analizador de red trifásico Extech con la luminaria por una semana. Después del cambio de la luminaria se volvió a realizar el análisis, en las gráficas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 se muestran los resultados del consumo por día del antes y el después del cambio de luminarias del tipo T8 a LED.



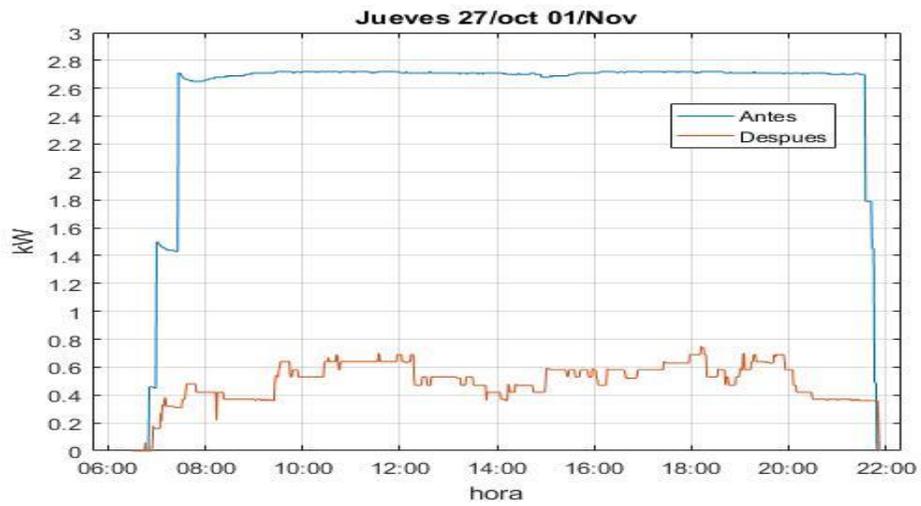
Gráfica 4.1 Consumo del día lunes



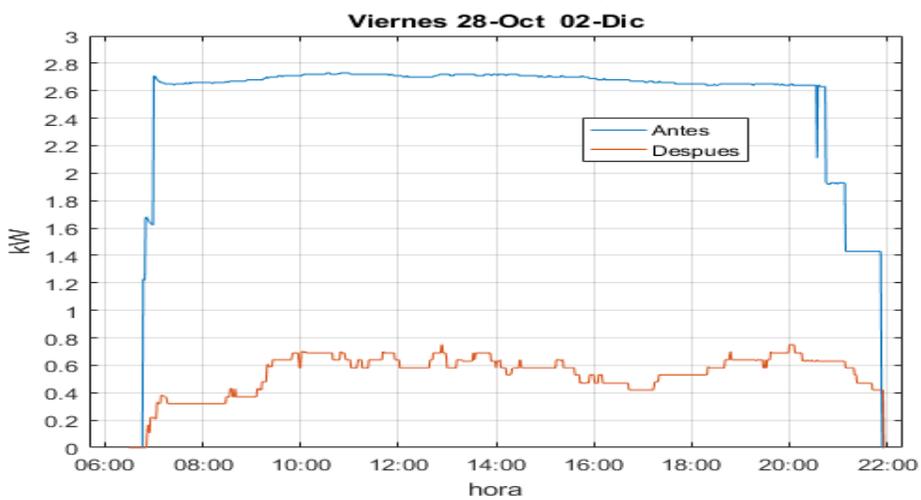
Gráfica 4.2 Consumo del día martes



Grafica 4.3 Consumo del día miércoles



Grafica 4.4 Consumo del día jueves.



Grafica 4.5 Consumo del día viernes.

#### 4.4. Propuesta de cambio en su totalidad en el edificio de docencia.

Se realiza un estudio comparativo de las luminarias T8 y las luminarias LED en su totalidad del edificio de docencia. En la tabla 4.1 y 4.2 se muestran los resultados.

Ahorro de luminaria T8 a luminaria LED							
	Cantidad	Potencia W	Potencia kWh	Consumo por día (kWh)	Consumo por semana (kWh)	Consumo por mes (kWh)	Costo promedio al mes \$
Luminaria T8	216	20736	20,736	311,04	1555,2	5598,72	8845,98
Luminaria LED	216	11664	11,664	174,96	874,8	3149,28	4975,86
Total de ahorro		9072	9,072	136,08	680,4	2449,44	3870,12

Tabla 4.1 Estudio comparativo de luminaria T8 Fluorescente y LED.

Ahorro de luminaria U a luminaria LED							
	Cantidad	Potencia W	Potencia kWh	Consumo por día (kWh)	Consumo por semana (kWh)	Consumo por mes (kWh)	Costo promedio al mes \$
Luminaria U	93	2976	2,976	44,64	223,2	803,52	1269,56
Luminaria LED	93	1674	1,674	25,11	125,55	451,98	714,13
Total de ahorro		1302	1,302	19,53	97,65	351,54	555,43

Tabla 4.2 Estudio comparativo de luminaria tipo U Fluorescente y LED.

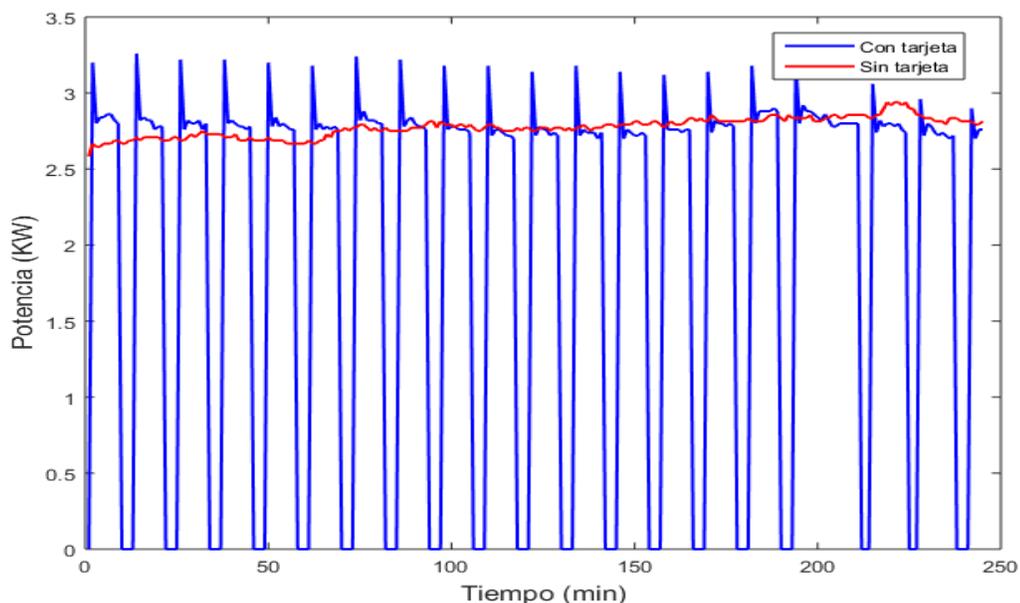
## Capítulo V.

### 5. Aire acondicionado.

#### 5.1 Análisis de la red de un aire acondicionado.

El desperdicio de energía por uso excesivo de los aires acondicionados, en la mayoría de las veces las puertas de las aulas se encuentran abiertas en el transcurso de la clase, los aires son controlados por la vigilancia por lo que al salir de clases los alumnos los aires no son apagados teniendo una hora de consumo sin que se esté usando el aula, el personal de intendencia encienden los aires acondicionados al realizar el aseo en las aulas, la vigilancia utiliza el auditorio, encendiendo el aire acondicionado pues al preguntar el por qué se encendía la respuesta del encargado de mantenimiento fue que porque los de seguridad tenían calor; al termino de labores del turno de la noche los aires acondicionados continúan encendidos pues el de seguridad tarda en pasar a apagarlos; y aún más importante los aires acondicionados están directos, no existe un control de temperatura por lo que los compresores no tienen descanso.

Se realizó un análisis de red antes y después del cambio e instalación de la tarjeta de control, en la gráfica 5.1 se muestran los datos del comportamiento en el compresor.



Gráfica 5.1 Comportamiento del compresor con tarjeta y sin tarjeta.



Ilustración 5.1 Conexión del inversor trifásico EXTECH para el análisis de aire acondicionado.

## 5.2 Control del aire acondicionado con arduino.

Una de las principales razones por las que utilizamos Arduino, fue por su bajo costo, ya que otras plataformas microcontroladoras son caras, por lo tanto optamos en conjunto con los lineamientos del proyecto, a que se realizara de una inversión baja pero con su óptimo desempeño.

También porque Arduino es una herramienta básica para alumnos, profesores y aficionados interesados en éste tipo de sistemas. Arduino tiene Código abierto y software extensible: El software Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C en el cual está basado. De forma similar, puedes añadir código AVR-C directamente en tus programas Arduino si quieres.

Código abierto y hardware extensible: El Arduino está basado en micro controladores ATMEGA8 y ATMEGA168 de Atmel.

Los planos para los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores experimentados de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, extendiéndolo y mejorándolo. Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión de la placa del módulo para entender cómo funciona y ahorrar dinero.

Para realizar el circuito, tuvimos que utilizar una baquelita, donde se soldó el circuito electrónico de todos los componentes para poder efectuar satisfactoriamente el termostato inteligente, montado en una caja negra de 21cm x 8cm x 8cm, donde se

colocaron estratégicamente los componentes como el Arduino, la baquelita, el sensor, las entradas de alimentación, etc.

La baquelita resiste al accionar de los solventes y del agua. Por otra parte, no es un material conductor de la electricidad (por eso se utiliza para aislar las terminales eléctricas). La baquelita se puede mostrar en la ilustración 5.2.



Ilustración 5.2 Baquelita universal.

Para detectar el movimiento, simulando que se encuentra en el aula que se analizó la red, se utilizó el PIR SM16F, que tiene cualidades como campo de detección de 180°, altamente eficiente. Esta unidad cuenta con un elemento de detección de movimiento y cubre una distancia de detección de 12 metros. Está diseñado para identificar un movimiento inmediato a personas dentro de su “campo de detección”. Cuando el movimiento es detectado, la unidad activa la carga, como puede ser una lámpara, en respuesta a tal movimiento. La unidad ofrece beneficios en seguridad, ahorro de energía y un verdadero “switch de manos libres” muy conveniente para utilizarse en múltiples aplicaciones. A continuación mostramos la ilustración 5.3 el sensor infrarrojo de movimiento y su diagrama de conexión en la ilustración 5.4.



Ilustración 5.3 Sensor de infrarrojo de movimiento PIR SM16F.

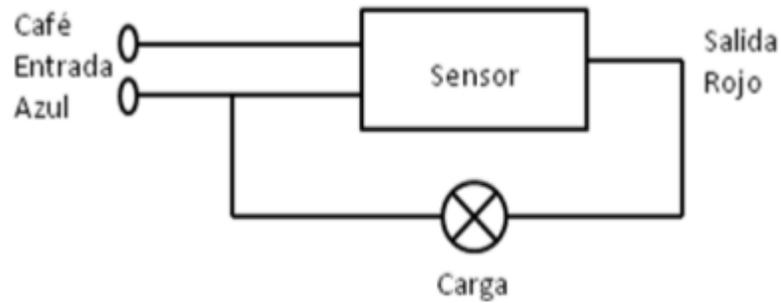


Ilustración 5.3 Diagrama de conexión del sensor.

Ya con el Arduino, la baquelita y el PIR, se procedió a utilizar los demás componentes básicos, como es el optoacoplador que se muestra en la ilustración 5.5; consta de un diodo emisor de infrarrojos de arseniuro de galio, acoplado ópticamente a un interruptor bilateral de silicio y está diseñado para aplicaciones

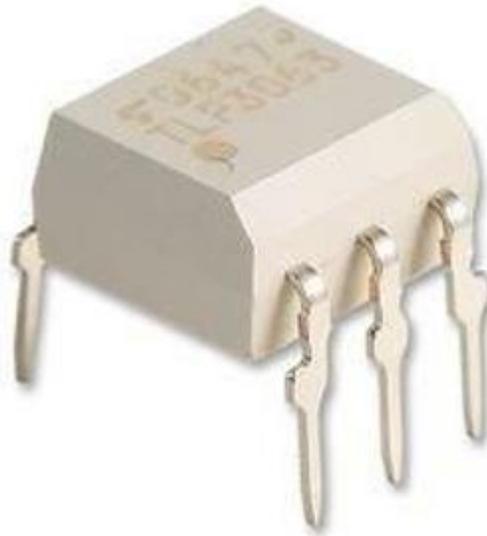


Ilustración 5.5 Opto acoplador MOC 3011.

Después de ésta etapa es importante ahora mencionar la etapa del análisis de temperatura, y para esto se decidió usar

El sensor LM35, es un sensor de temperatura integrado de precisión cuyos rangos de operación oscilan desde los  $-55^{\circ}\text{C}$  hasta los  $150^{\circ}\text{C}$ , teniendo en cuenta que este tipo de sensores ofrecen una precisión de  $\pm 1.4^{\circ}\text{C}$  a temperatura ambiente. Además

de ello, son del tipo lineal; es decir, que no es necesario forzar al usuario a realizar conversiones debido a que otros sensores están basados en grados Kelvin.

Un LM35 puede funcionar a partir de los 5 V (en corriente continua), sea por alimentación simple o por doble alimentación (+/-). Éste sensor es muy usado en cualquier parte de la formación profesional de las personas, ya que es apropiado para aplicaciones remotas, tiene un bajo costo, y tiene escasas opciones de mantenimiento, lo que lo hace viable en la mayoría de las aplicaciones que se le requiera.

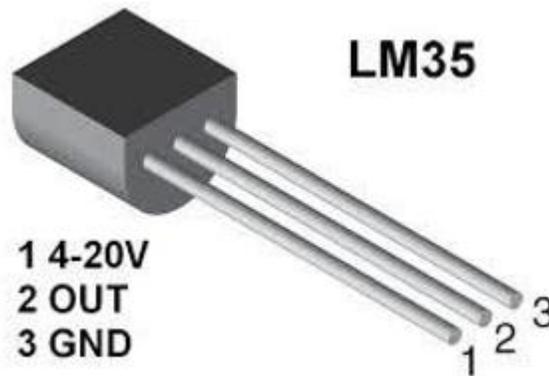


Ilustración 5.6 Sensor de temperatura LM35.

### 5.3 APP Inventor.

Para mandar la señal del circuito se utilizó una aplicación que se realizó en App Inventor, se trabajó en ella y finalizada se muestra en la ilustración 5.7. El editor de bloques de la plataforma App Inventor, utiliza la librería Open Blocks de Java para crear un lenguaje visual a partir de bloques.

Estas librerías están distribuidas por Massachusetts Institute of Technology (MIT) bajo su licencia libre (MIT License).

El compilador que traduce el lenguaje visual de los bloques para la aplicación en Android utiliza Kawa como lenguaje de programación, distribuido como parte del sistema operativo GNU de la Free Software Foundation.

App Inventor permite crear una aplicación en una hora o menos, y se pueden programar aplicaciones más complejas en mucho menos tiempo que con los lenguajes más tradicionales, basados en texto. Inicialmente desarrollado por el profesor Hal Abelson y un equipo de Google Educación, mientras que Hal pasaba un año sabático en Google.

App Inventor se ejecuta como un servicio Web administrado por personal del Centro del MIT para el aprendizaje móvil –una colaboración de MIT de Ciencia Computacional e Inteligencia Artificial de laboratorio (CSAIL) y el Laboratorio de Medios del MIT.

El App Inventor contaba en 2015 con una comunidad mundial de casi dos millones de usuarios que representaban a 195 países en todo el mundo. Más de 85 mil usuarios semanales activos de la herramienta han construido más de 4,7 millones de aplicaciones de Android. Una herramienta de código abierto que pretende realizar la programación y la creación de aplicaciones accesibles a una amplia gama de audiencias.

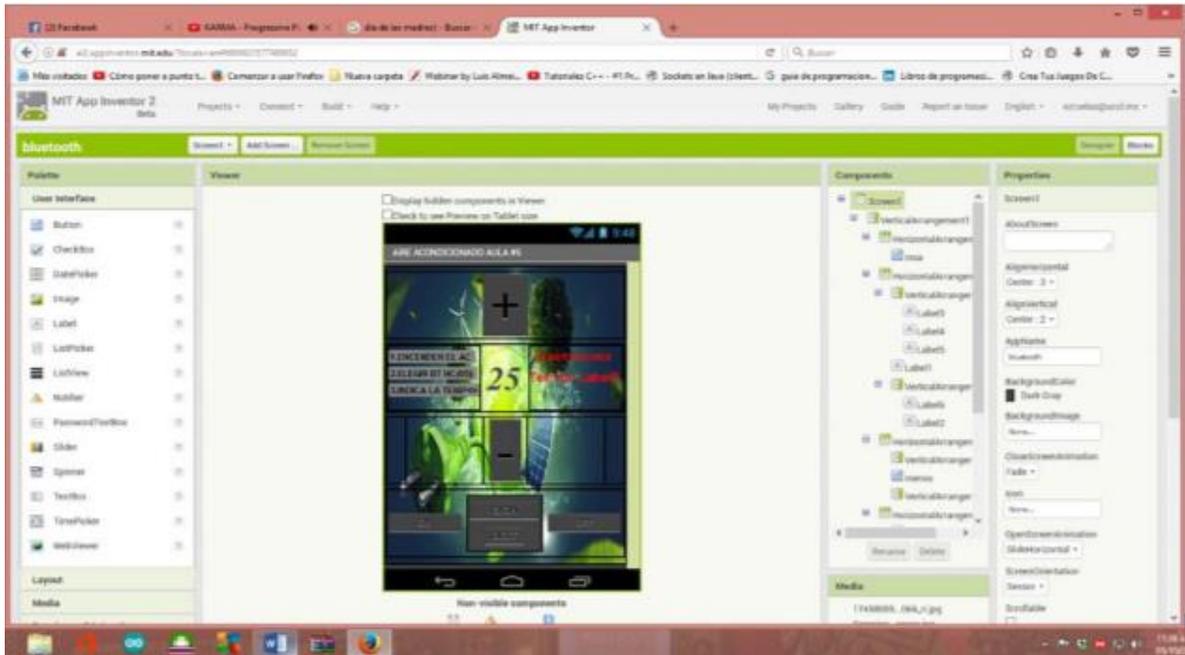


Ilustración 5.7 Visualización de la App

Para realizar ésta parte, se creó un set point, para declarar los valores de la temperatura, que es de 19 a 30 grados centígrados; una de las especificaciones del sistema, es regular la temperatura, y con el programa y la electrónica, se logró regular la temperatura para que Arduino mostrará los datos. El Arduino empezará a leer los comandos substrings, así como el encendido y apagado.

¿Qué es el substring? Función substring (XPath). Devuelve la cadena secundaria del primer argumento que comienza en el lugar especificado en el segundo argumento y la longitud específica en el tercer argumento. Cabe mencionar que ésta herramienta no es muy común, pero es la manera más sencilla de acuerdo a los aranceles del proyecto, por lo tanto se utilizó para hacer el código de Arduino más corto y así visualizarlo de una manera más didáctica directamente desde la aplicación.

En la Ilustración 5.8 se define los comandos que se utilizaron para la programación en Arduino.

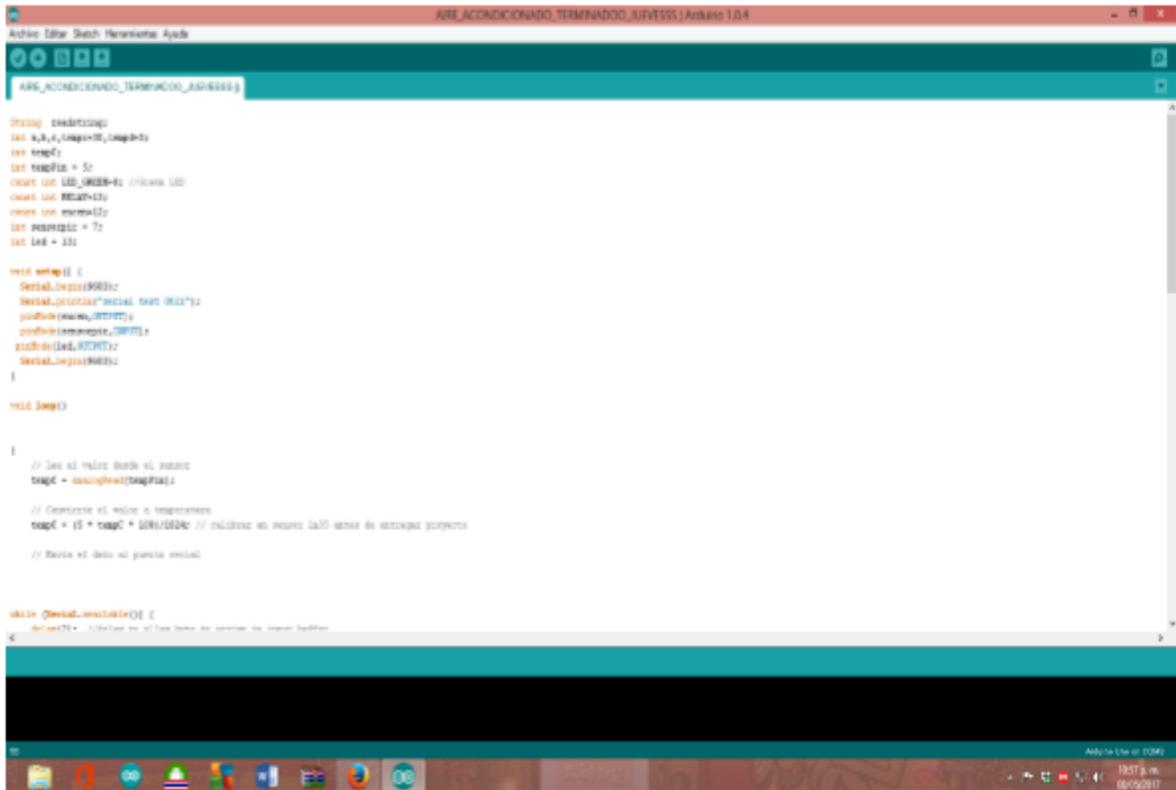


Ilustración 5.6 Programación en Arduino.

Para finalizar el sistema embebido y cumplir con los requerido, fue necesario transmitir los datos que se recibían y guardaban por medio de un módulo de bluetooth, la especificación que registra el HC-05 cumple con las expectativas, ya que es un módulo Maestro-Esclavo, esto quiere decir que además de recibir conexiones desde una PC o Tablet, Comunicación App-Android a Arduino. También es capaz de generar conexiones hacia otros dispositivos Bluetooth. Esto nos permite por ejemplo, conectar dos módulos de bluetooth y formar una conexión punto a punto, para transmitir datos entre dos micro controladores o dispositivos. El dispositivo se muestra en la ilustración 5.9.

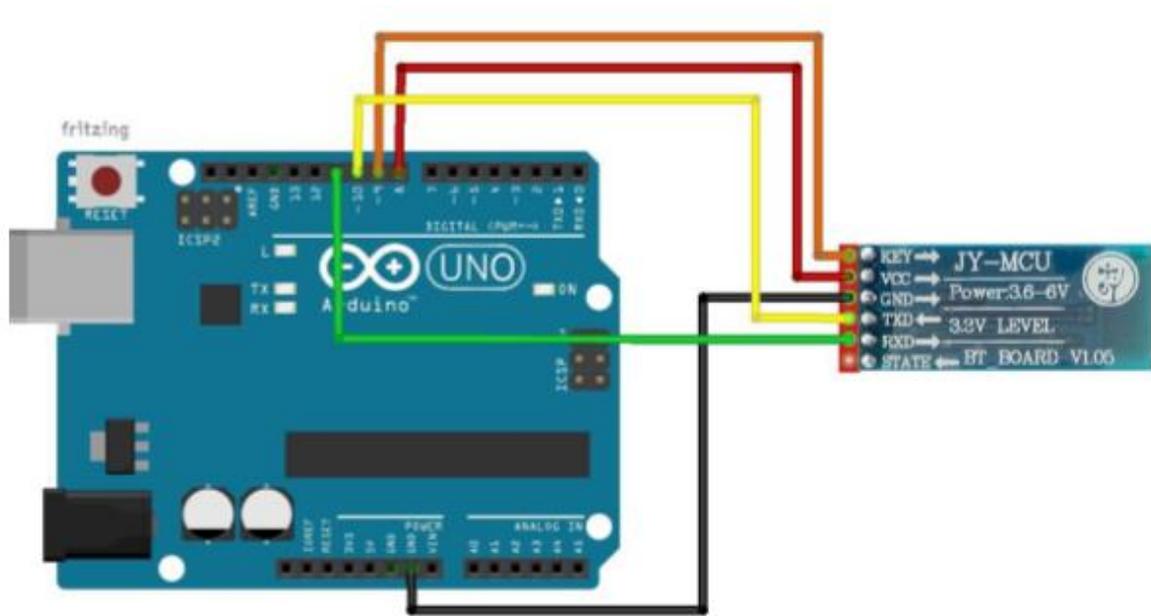


Ilustración 5.9 Bluetooth y su conexión al Arduino.

En la tabla 5.1 se indica la tabla de verdad del encendido del aire acondicionado.

BTH	DTH 11	PIR	A/A
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Tabla 5.1 Tabla de verdad para el encendido del aire.

## Capítulo VI.

### 6 Resultados.

#### 6.1 Detección de anomalías en la subestación, luminaria del edificio y aires acondicionados.

Durante el análisis de la red eléctrica con el analizador de red EXTECH se encontraron varias anomalías en el centro de carga del edificio de docencia a simple inspección visual. (Ver Anexo E).

##### 6.1.1 Calibre AWG en cableado del transformador a centro de carga principal.

El dimensionamiento del calibre del cable no es el correcto por la cantidad de corriente que está demandando el edificio, lo que ocasiona calentamiento en el cableado del transformador al centro de carga y a la distribución a los centros de carga secundarios.



Ilustración 6.1 Cacle del calibre 4 / 0 usado en la subestación 1.

##### 6.1.2. Sobredimensionamiento y mala conexión:

Sobredimensionamiento en la salida del interruptor principal, al intentar cerrar el interruptor este no permite el cerrado correcto por el exceso de cable, así como las conexiones incorrectas en el interruptor principal del edificio, tanto en la entrada del interruptor como en su salida como se muestra en la ilustración 6.2 y 6.3..

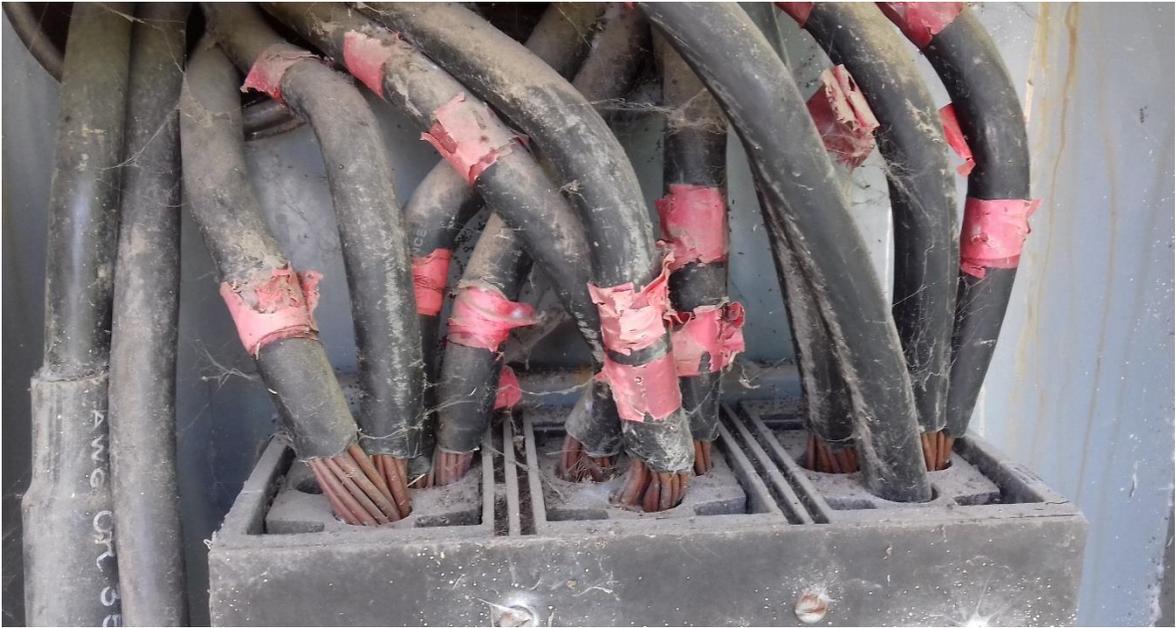


Ilustración 6.2 Conexión incorrecta en las entradas del centro de carga.

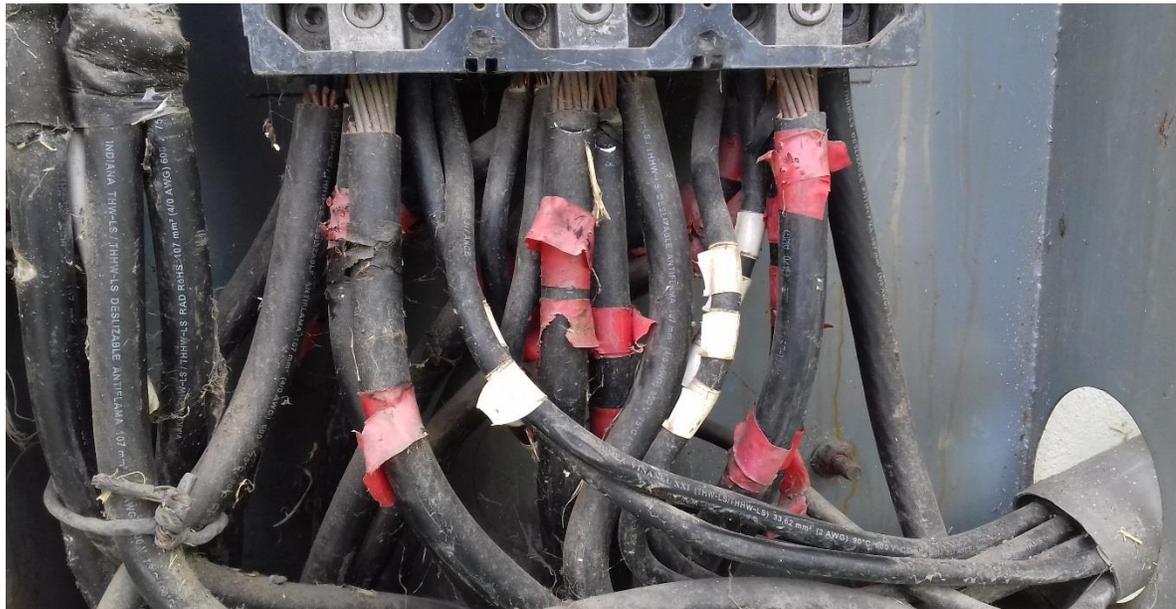


Ilustración 6.3 Conexión incorrecta en la salida del centro de carga y sobredimensionado.

### 6.1.3. abrazadera de cable dañada:

Las abrazaderas se encuentran dañadas por el sobrecalentamiento como se muestra en la ilustración 6.4



Ilustración 6.4 Abrazadera dañada por sobrecalentamiento.

#### 6.1.4. Calentamiento del interruptor principal y tubería.

El calentamiento del interruptor principal tiene 48 °C, cuando la temperatura permitida del interruptor que indica el fabricante es de 40 °C. Fotografía con la cámara termografía comprobando la temperatura del interruptor principal, como se muestra en la ilustración 6.5 y 6.6. El tubo de conduit se encuentra a una temperatura de 41°C a la sombra aun siendo de noche.

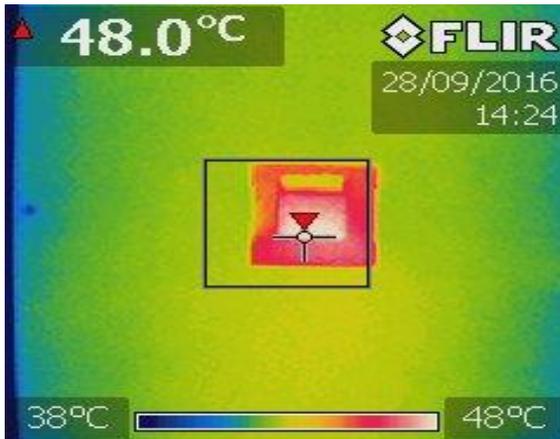


Ilustración 6.5 Fotografía con la cámara termo gráfica.

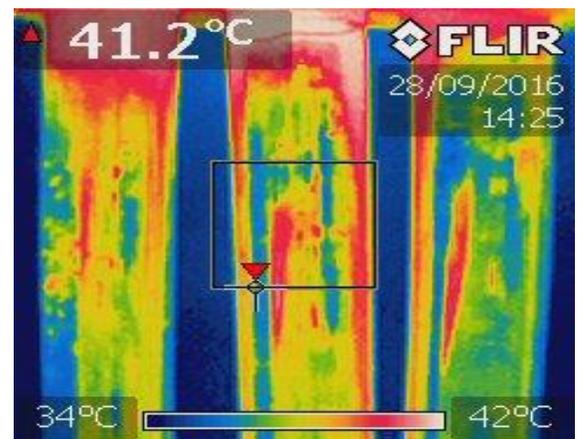


Ilustración 6.6 Fotografía termo gráfica a la sombra.

### 6.2. Luminarias.

Con el cambio de luminarias de T8 a luminaria LED, hubo ahorro, pero no se vio reflejado en el recibo de pago de energía por la puesta en marcha de edificio que alberga al centro de investigación de energías renovables

En la siguiente tabla se muestran los resultados del ahorro mensual por mes con el cambio de luminarias

	Consumo \$	
	ERE-MMP-Gas	Tic's – Contabilidad - Ingles
Luminaria fluorescente	\$ 671.84	\$ 522.54
Luminaria LED	\$ 171.07	\$ 132.18
Ahorro parcial	\$ 500.77	\$ 390.36
Ahorro		\$ 891.13
IVA		\$ 142.58
Ahorro total		\$ 1,033.71

Tabla 6.1 Ahorro mensual.

Otro resultado es el diagrama eléctrico de las áreas de docencia como se muestra en la siguiente ilustración.

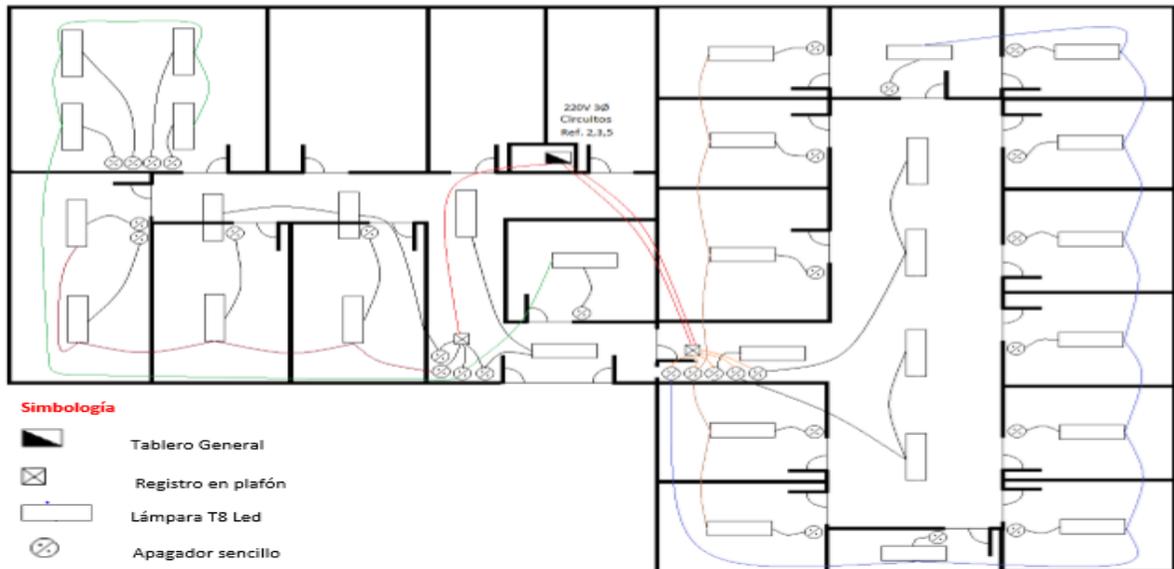


Ilustración 6.7 Diagrama eléctrico de luminarias en el área de docencia.

### 6.3. Aire acondicionado

Con respecto al mantenimiento de los aires acondicionados, no existe mantenimiento preventivo, hay un desorden con la limpieza de los filtros de los aires acondicionados y no se le permite a nadie dar ese mantenimiento pues hay una compañía externa que solo les da mantenimiento correctivo. Quiere decir que hasta que se dañan son atendidos los aires acondicionados, hay mucho desperdicio de

energía eléctrica, se llevó una campaña de concientización colocando letreros de apagar la luz y hubo pláticas con el alumnado, llevando la campaña a los alumnos de la carrera de energías renovables de la Universidad. En la siguiente ilustración se muestra un letrero de la campaña de concientización.



Ilustración 6.8 Campaña de concientización.

#### 6.4. Planos Unifilares.

Al contactar al encargado del mantenimiento de la Universidad para pedir los planos de eléctricos del edificio de docencia, comento que no existen o si existe no sabe el lugar donde se encuentran,

Se desconoce cómo se encuentran los centros de carga dentro del edificio, hay un total caos dentro del edificio, si hay una falla eléctrica se debe ir a prueba y error para encontrarla; por lo que se procedió a realizar en Dibujo con Auto CAD los planos unifilares de las dos plantas del edificio de docencia. (Ver Anexo F).

## 6.5. Conclusiones.

Después de analizar los resultados y aun que el proyecto no se concluyó como se esperaba por múltiples razones se puede concluir que es este proyecto es factible en varios puntos que a continuación se mencionan:

- Gracias al monitoreo que se realizó de los parámetros eléctricos, mediante el analizador de redes eléctricas EXTECH, se encontró y demostró un que no existe un bajo factor de potencia ya que el factor de potencia que se reflejaba en el recibo de energía eléctrica se encuentra por arriba de 0.9 factor de potencia.
- Con los cambios mencionados en la luminaria se obtuvo un ahorro de energía que solo se ve reflejado en el recibo del mes de julio con un ahorro de \$2105 pesos; en el mes de agosto y septiembre aumento el consumo por la puesta la construcción del centro de investigación en energía renovables; en octubre se consumió más energía pero fue más barata por lo que aun con un alto consumo se pagó menos, se inició la campaña de concientización en toda la Universidad; en noviembre se vio reflejado en consumo bajando aproximadamente 1000 kWh, en diciembre se consumió más por lo que no se ve reflejado el ahorro. Generalizando, del periodo de julio del 2015 a junio del 2016 se tuvo un consumo de energía de 571107 kWh comparado con el periodo reciente de 567924 kWh, dando un ahorro de 3183 kWh.
- Con el análisis de la red se encontró un desbalance de las cargas al triple de una fase con respecto a las otras dos fases, por lo que ocasiona un calentamiento en los conductores de la fase desbalanceada.
- Se observaron terminales mal conectadas por lo que se recomendó la conexión correcta y el reapriete de las mismas para evitar calentamiento en el interruptor principal.
- Se realizaron cambios en los circuitos de las luminarias y se independizaron los cubículos con sus propios apagadores, para que el personal docente y administrativo tengo control de su luminaria y puedan apagar sus lámparas cuando no las necesiten y así con los apagadores, las luminarias son utilizadas solamente cuando se requieren.
- Con lo que respecta a los aires acondicionados, se diseñó y construyó un termostato inteligente, aunque solo es un prototipo de prueba, se instaló en un aire acondicionado pero solo se realizaron pruebas con el control de la temperatura, pruebas pero solo con el control de temperatura, el diseño final es instalarlo permanentemente para que tenga un encendido y apagado,

control de la temperatura y un sensor de presencia. Las pruebas del sensor de temperatura y el on-off aún están en diseño de mejora.

- Se realizó la impresión de y enmicado de letreros de para concientización del ahorro de energía en luminaria pues aunque se hizo cambio de tecnología, aún falta la cultura de apagar su lámpara cuando no se necesita.

## **6.6. Trabajo a futuro en la Universidad Tecnológica de Manzanillo.**

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo en: Luminaria interior y exterior, transformadores, centros de distribución de cargas, instalaciones y limpieza de los equipos eléctricos.
- Continuar con el cambio de luminarias fluorescentes T8 a luminaria LED en el edificio de docencia.
- Realizar el cambio de control de apagadores cableando para habilitarlos en el área administrativa del edificio de docencia.
- Analizar la red eléctrica en todos los edificios de la Universidad Tecnológica de Manzanillo, principalmente el simulador de logística.
- Implementar en la universidad un programa de concientización para el uso racional y responsable de la energía eléctrica en luminarias.
- Recupera y reinstalar las tarjetas de control en todos los aires acondicionados del edificio de docencia o bien instalar los prototipos diseñados.
- Cambiar el conductor que va del transformador al interruptor principal del
- Concientizar a toda la población de la universidad Tecnológica de Manzanillo para el uso correcto de las los aires acondicionados, hacer conciencia y cuidar de ellos.

## Referencias.

Bermúdez. C, & López. L. (2010). El ajuste del valor del factor de potencia en el hospital Pediátrico Provincial “Octavo de la Concepción de la Pedraja”.

Comisión Federal de Electricidad. Tarifas en:

[http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas\\_industra.asp](http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_industra.asp)

Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía (CONUEE), guía para elaborar un diagnóstico energético en instalaciones, 2011.

CONAE, “Manual de trabajo para el levantamiento de información, Programa de ahorro de energía en inmuebles, Modulo de iluminación”. México, 2004.

CONAE, “Programa de Apoyo Integral para la Eficiencia Energética Municipal”, México, 2004.

CONAE, “Guía para la realización de proyectos de ahorro de energía con el esquema de Empresa de Servicio Energéticos”

FIDE, “Elementos básicos de un diagnostico energético orientado a la aplicación de un programa de ahorro de energía”.

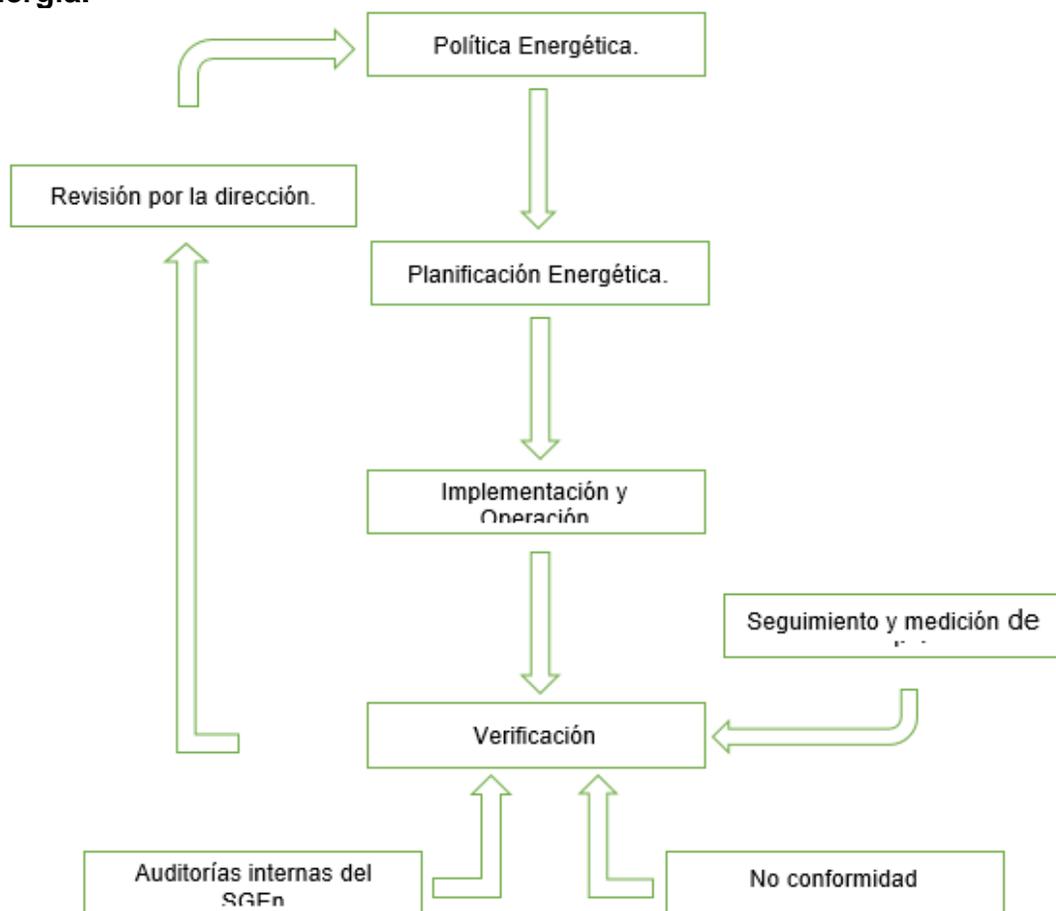
FIDE-CAINTRA, Como ahorra energía eléctrica.

FIDE, “La medición en el diagnostico energético”.

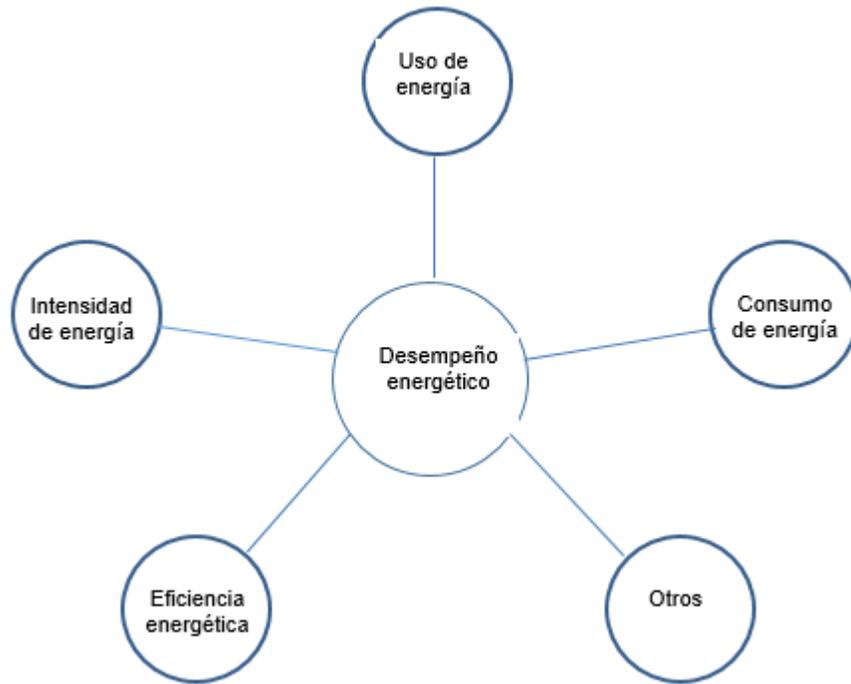
FIDE, “Aspectos básicos del factor de potencia orientado al ahorro de energía eléctrica”.

## Anexos.

### Anexo A. NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011 -Sistemas de gestión de la energía.

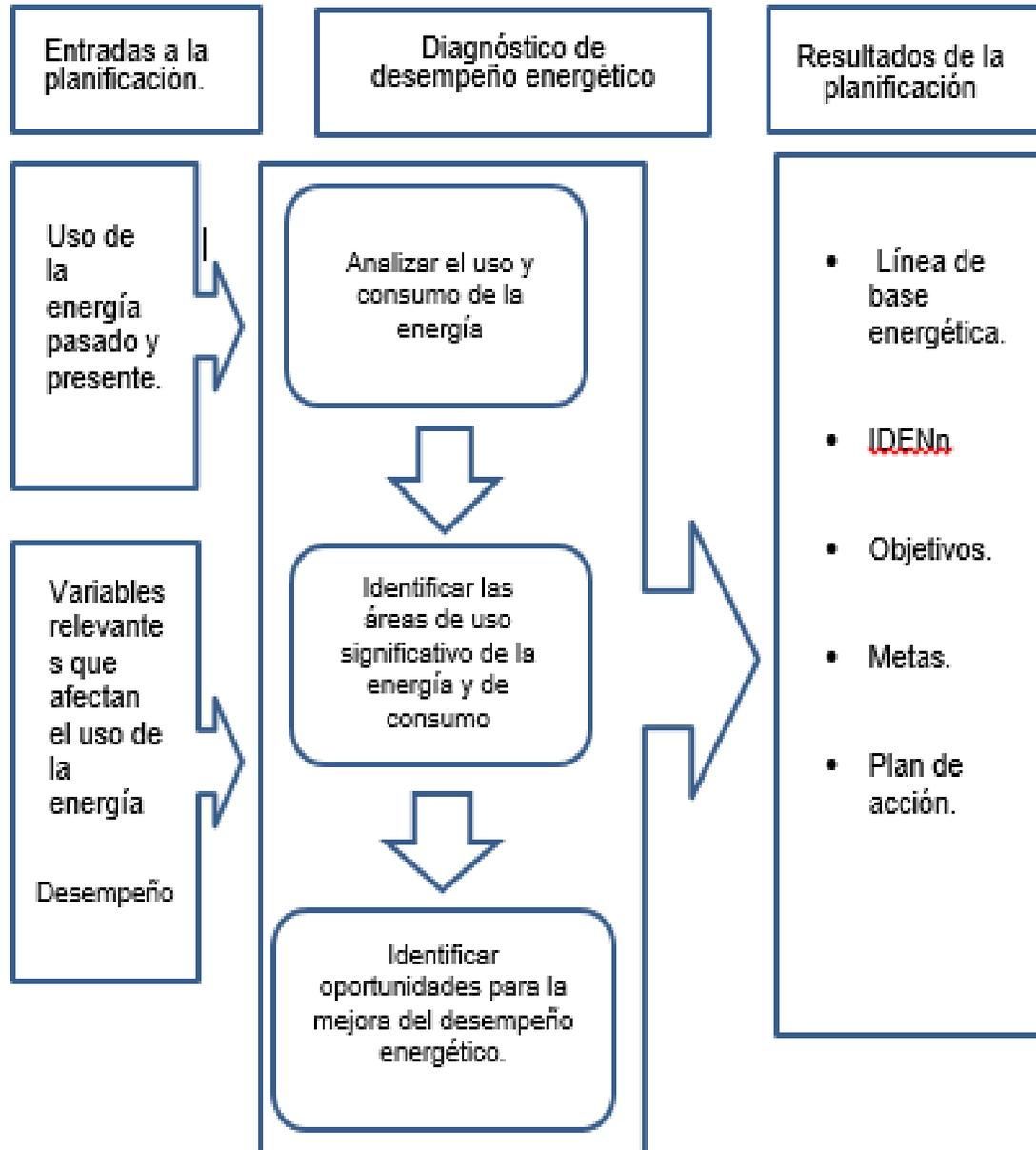


### Anexo B. NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011 Representación conceptual del desempeño energético.



I

## PROCESO DE PLANIFICACION ENERGETICA



## Anexo C. Análisis de la red del día 26 al 30 de septiembre del 2016.

ANALISIS DE RED EDIFICIO DE DOCENCIA 26/09/2016.						
Hora	CORRIENTE F1	CORRIENTE F2	CORRIENTE F3	POTENCIA F1	POTENCIA F2	POTENCIA F3
7:02 AM	103.4A	065.9A	067.0A	013.4KW	008.3KW	008.2KW
8:02 AM	223.5A	176.6A	178.1A	028.4kW	023.0kW	022.7kW
9:02 AM	243.2A	217.1A	209.1A	030.8kW	028.1kW	026.6kW
10:02 AM	217.5A	195.7A	143.6A	027.3kW	025.2KW	018.1kW
11:02 AM	188.9A	187.8A	178.3A	023.6kW	024.0KW	022.3kW
12:02 PM	262.6A	252.0A	219.6A	032.7kW	032.1kW	027.4kW
13:02 PM	305.3A	285.0A	240.3A	037.9kW	036.2kW	029.8kW
14:02 PM	225.7A	232.7A	160.6A	028.4kW	30kW	19.8kW
15:02 PM	170.8A	213.8A	139A	21.5kW	27.6kW	17.2kW
16:02 PM	204.5A	206.1A	150.7A	25.7kW	26.6kW	18.6kW
17:02 PM	261.0A	236A	227.2A	032.6kW	029.9kW	028.3kW
18:02 PM	271.0A	217.0A	202.6A	033.6kW	027.6kW	025.2kW
19:02 PM	235.2A	200.3A	218.4A	029.4kW	025.7kW	027.4kW
20:02 PM	224.4A	206.4A	179.0A	029.1kW	026.0kW	022.0kW
21:02 PM	181.8A	181.6A	146.6A	023.6kW	022.8kW	018.0kW
22:02 PM	089.2A	054.3A	062.5A	011.6kW	006.8kW	007.7kW
ANALISIS DE RED EDIFICIO DE DOCENCIA 27/09/2016						
Hora	CORRIENTE F1	CORRIENTE F2	CORRIENTE F3	POTENCIA F1	POTENCIA F2	POTENCIA F3
7:02 AM	095.4A	066.3A	057.3A	012.4KW	008.3KW	007.0KW
8:02 AM	213.8A	176.9A	184.7A	027.1KW	023.0KW	023.6KW
9:02 AM	281.9A	251.2A	210.6A	035.6KW	032.5KW	026.7KW
10:02 AM	213.3A	192.7A	147.7A	026.7KW	024.8KW	018.6KW
11:02 AM	206.2A	198.9A	175.0A	025.8KW	025.4KW	021.9KW
12:02 PM	289.9A	287.1A	229.2A	036.1KW	036.6KW	028.6KW
13:02 PM	305.4A	290.6A	233.0A	037.9KW	036.9KW	029.0KW
14:02 PM	239.8A	241.6A	170.8A	030.1W	031.1W	021.1W
15:02 PM	164.6A	192.3A	141A	020.7W	024.8W	017.4W
16:02 PM	223.2A	219,4	150A	028.1W	028.3W	018.5W
17:02 PM	241.7A	210.7A	208.2A	030.2KW	026.8KW	025.9KW
18:02 PM	259.7A	221.2A	201.2A	032.2KW	028.1KW	025.0KW
19:02 PM	232.2A	189.0A	201.8A	029.0KW	024.2KW	025.3KW
20:02 PM	213.3A	167.1A	173.3A	026.7KW	021.5KW	021.7KW
21:02 PM	174.0A	169.4A	134.7A	022.6KW	021.2KW	016.5KW
22:02 PM	087.8A	052.2A	062.2A	011.4KW	006.5KW	007.6KW
ANALISIS DE RED EDIFICIO DE DOCENCIA 28/09/2016						
Hora	CORRIENTE F1	CORRIENTE F2	CORRIENTE F3	POTENCIA F1	POTENCIA F2	POTENCIA F3
7:02 AM	103.4A	065.9A	067.0A	013.4KW	008.3KW	008.2KW

8:02 AM	211.7A	209.3A	175.7A	026.9KW	027.2KW	022.4KW
9:02 AM	252.8A	238.6A	199.1A	031.9KW	030.9KW	025.3KW
10:02 AM	234.2A	215.6A	167.4A	029.3KW	027.7KW	021.1KW
11:02 AM	217.1A	192.0A	146.2A	027.1KW	024.6KW	018.3KW
12:02 PM	259.4A	258.3A	215.3A	032.3KW	032.9KW	026.9KW
13:02 PM	310.7A	296.4A	237.8A	038.5KW	037.6KW	029.6KW
14:02 PM	228.2A	224.4A	154.2A	028.7kW	029kW	019.1kW
15:02 PM	188.3A	209.3A	127A	023.7kW	027kW	015.7kW
16:02 PM	211.8A	222.4A	175.7A	026.6kW	028.7kW	021.7kW
17:02 PM	247.9A	221.2A	201.9A	030.9KW	028.1KW	025.1KW
18:02 PM	256.4A	228.5A	205.2A	031.9KW	029.2KW	025.6KW
19:02 PM	238.8A	178.2A	181.4A	029.8KW	022.9KW	022.8KW
20:02 PM	218.8A	220.3A	150.9A	028.3KW	027.7KW	018.6KW
21:02 PM	182.4A	172.6A	130.7A	023.6KW	021.7KW	016.0KW
22:02 PM	084.8A	062.2A	053.9A	011.0KW	007.8KW	006.6KW

**ANALISIS DE RED EDIFICIO DE DOCENCIA 29/09/2016**

Hora	CORRIENTE F1	CORRIENTE F2	CORRIENTE F3	POTENCIA F1	POTENCIA F2	POTENCIA F3
7:02 AM	115.1A	087.0A	062.0A	015.0KW	010.9KW	007.6KW
8:02 AM	229.5A	196.2A	178.6A	029.1KW	025.5KW	022.8KW
9:02 AM	239.1A	229.7A	194.9A	030.2KW	029.7KW	024.7KW
10:02 AM	220.3A	201.1A	144.8A	027.6KW	025.9KW	018.3KW
11:02 AM	203.0A	203.0A	173.2A	025.3KW	026.0KW	021.7KW
12:02 PM	277.4A	277.5A	220.8A	034.6KW	035.4KW	027.6KW
13:02 PM	309.8A	305.1A	228.2A	038.4KW	038.7KW	028.4KW
14:02 PM	229.8A	230.6A	151.2A	28.9kW	29.7kW	18.7kW
15:02 PM	156kA	194.4A	137.8A	19.7kW	25.1kW	17kW
16:02 PM	212A	227.3A	171.7A	26.6AKW	29.3kW	21.2kW
17:02 PM	227.2A	218.5A	181.3A	028.4KW	027.7KW	022.6KW
18:02 PM	253.6A	219.2A	211.7A	031.6KW	028.0KW	026.4KW
19:02 PM	239.7A	181.5A	203.8A	030.0KW	023.3KW	025.5KW
20:02 PM	220.3A	218.0A	167.0A	028.5KW	027.3KW	020.5KW
21:02 PM	205.3A	183.6A	143.4A	026.6KW	023.0KW	017.6KW
22:02 PM	095.4A	066.3A	057.3A	012.4KW	008.3KW	007.0KW

**ANALISIS DE RED EDIFICIO DE DOCENCIA 30/09/2016**

Hora	CORRIENTE F1	CORRIENTE F2	CORRIENTE F3	POTENCIA F1	POTENCIA F2	POTENCIA F3
7:02 AM	103.4A	065.9A	067.0A	013.4KW	008.3KW	008.2KW
8:02 AM	220.7A	221.0A	175.8A	028.0KW	028.7KW	022.4KW
9:02 AM	241.8A	221.5A	194.1A	030.5KW	028.6KW	024.6KW
10:02 AM	208.1A	194.3A	155.4A	026.1KW	025.0KW	019.6KW

11:02 AM	192.1A	202.1A	167.2A	024.0KW	025.9KW	021.0KW
12:02 PM	255.5A	261.2A	217.8A	031.9KW	033.3KW	027.2KW
13:02 PM	296.7A	289.4A	229.5A	036.9KW	036.7KW	028.5KW
14:02 PM	218.8A	246.6A	170A	27.5kW	31.8kW	21kW
15:02 PM	159.8A	187A	126.6A	20.1kW	24.1kW	15.6kW
16:02 PM	203.8A	201.5A	171.9A	25.6kW	26kW	21.2kW
17:02 PM	225.0A	232.1A	194.1A	028.1KW	029.5KW	024.2KW
18:02 PM	243.2A	217.2A	205.2A	030.3KW	027.7KW	025.6KW
19:02 PM	240.0A	220.4A	200.0A	029.9KW	028.1KW	025.0KW
20:02 PM	224.6A	178.3A	177.7A	028.1KW	022.9KW	022.3KW
21:02 PM	163.0A	149.9A	122.7A	021.2KW	018.8KW	015.1KW
22:02 PM	073.5A	049.5A	042.9A	009.5KW	006.2KW	005.2KW

## Anexo D. Pantalla de descarga de datos del analizador trifásico EXTECH FC3350.

The screenshot shows the 'Power Harmonics Analyzer' software interface. At the top, there is a menu bar with 'File', 'Harmonics', 'Waveform', 'Datalogger', 'Option', and 'Language V5.46'. Below the menu bar, there is a 'System' section with a 'Print' button and fields for 'Date' (31/10/2016) and 'Sample' (2.0 SEC). The main data area is a table with columns for V12, V1, I1, P1, S1, Q1, PF1, and Phase 1. Below this table, there are several rows of data for V23, V2, I2, P2, S2, Q2, PF2, Phase 2, and V31, V3, I3, P3, S3, Q3, PF3, Phase 3. At the bottom, there are buttons for 'Update Now' and a '<- Reset' button. The interface also includes various measurement parameters like VUR (Unbalance), d0% (V, ZERO), d2% (V, NEG.), W (SYS), VA (SYS), VAR (SYS), PF (SYS), IUR (Unbalance), d0% (I, ZERO), d2% (I, NEG.), WH (SYS), VAH (SYS), VARH (SYS), PFH (SYS), Hz, MD, SEC, CT, VT, W (AD), VA (AD), W (MD), and VA (MD).

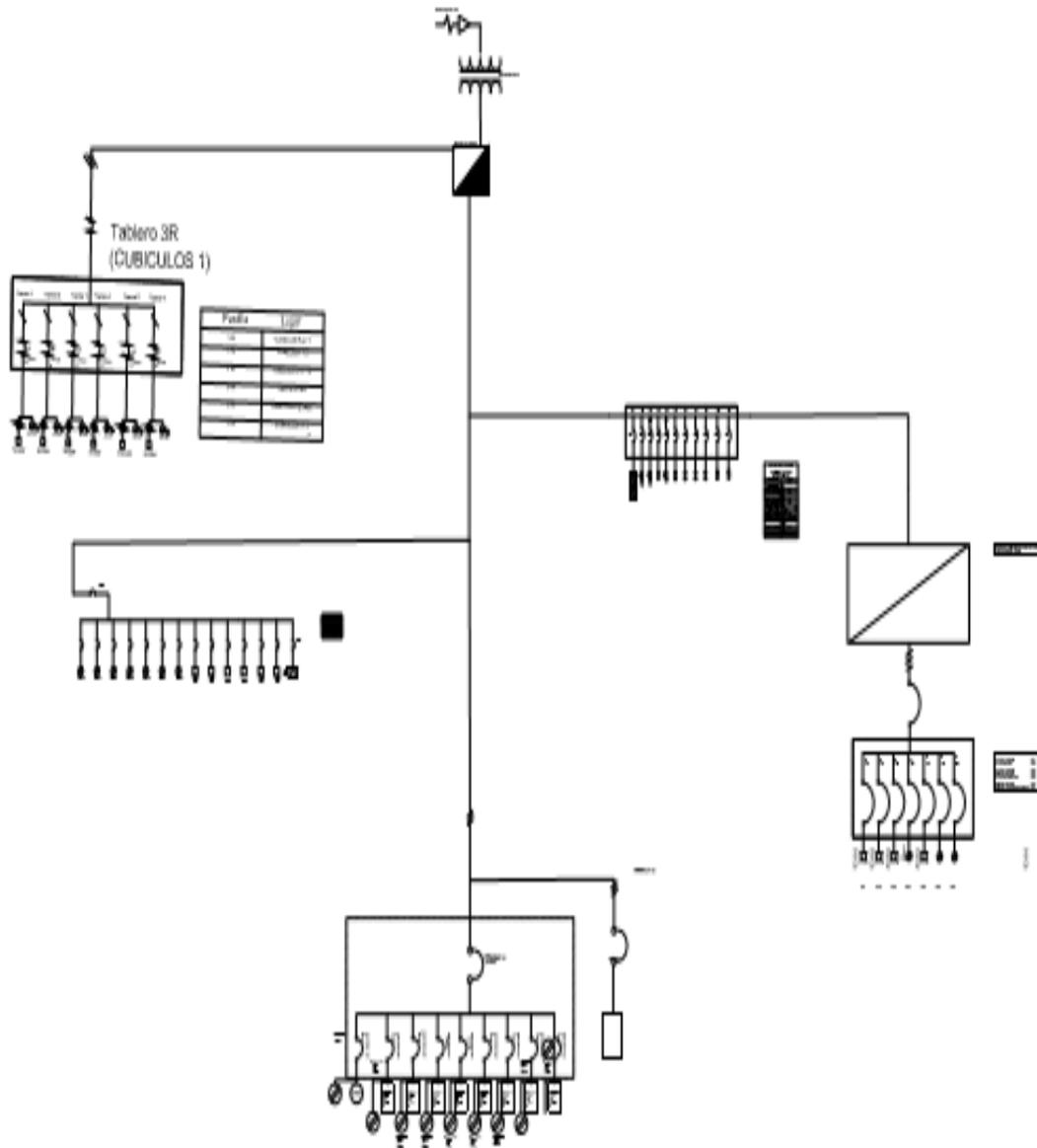
V12	V1	I1	P1	S1	Q1	PF1	Phase 1
V23	V2	I2	P2	S2	Q2	PF2	Phase 2
V31	V3	I3	P3	S3	Q3	PF3	Phase 3

VUR (Unbalance)   d0% (V, ZERO)   d2% (V, NEG.)   W (SYS)   VA (SYS)   VAR (SYS)   PF (SYS)   PHASOR  
 IUR (Unbalance)   d0% (I, ZERO)   d2% (I, NEG.)   WH (SYS)   VAH (SYS)   VARH (SYS)   PFH (SYS)  
 Hz   MD   SEC   CT   VT   W (AD)   VA (AD)   W (MD)   VA (MD)   <- Reset  
 Update Now

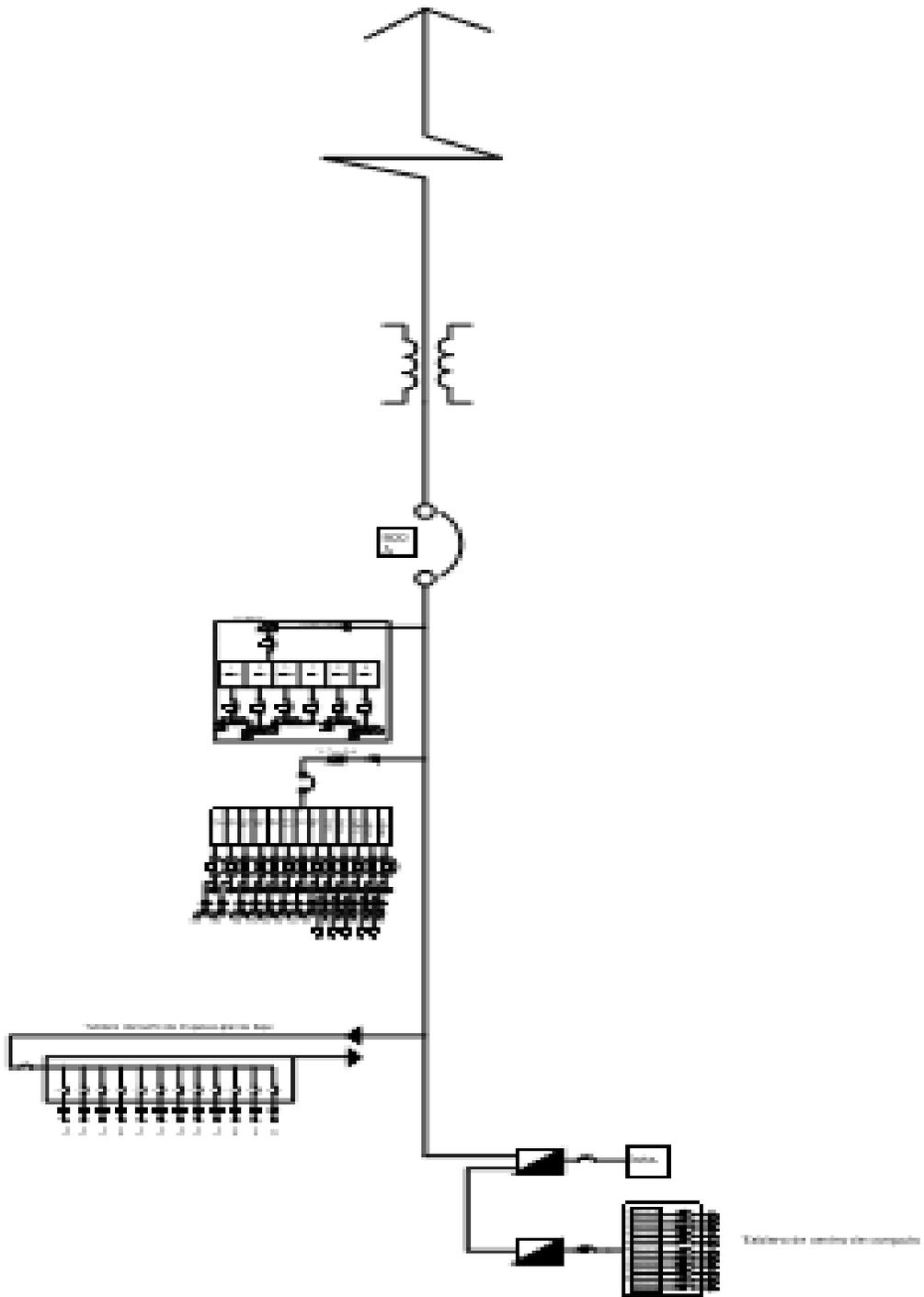
## Anexo E. Centro de carga y transformador del edificio de docencia.



## Anexo F Unifilar planta baja y planta alta



Unifilar Planta Alta.



Unifilar Planta baja.

## **Glosario.**

**Límites:** límites físicos o de emplazamiento y/o límites organizacionales tales como los define la organización.

**Mejora continua:** proceso recurrente que tiene como resultado una mejora en el desempeño energético y en el sistema de gestión de la energía.

**Corrección:** acción tomada para eliminar una no conformidad detectada.

**Acción correctiva:** acción para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación no deseable.

**Energía:** electricidad, combustibles, vapor, aire comprimido y otros similares.

**Línea de base energética:** referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético.

**Consumo de energía:** cantidad de energía que se utiliza.

**Eficiencia energética:** proporción u otra relación cuantitativa entre un desempeño, los resultados de servicios, las salidas de bienes o energía, y las entradas de energía.

**Sistema de gestión de la energía:** conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

**Equipo de gestión de la energía:** persona (s) responsable(s) de la implantación eficaz de las actividades del sistema de gestión de la energía y el logro de las mejoras en el desempeño energético.

**Objetivo energético:** resultado o logro específico para cumplir con la política energética de la organización que se relaciona con la mejora del desempeño energético.

**Desempeño energético:** resultados medibles que se relacionan con la eficiencia energética, el uso y consumo de la energía.

**Indicador de desempeño energético (IDEn):** valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo define la organización.

**Política energética:** declaración por parte de la organización de sus intenciones globales y de la orientación a tomar por la organización relacionada con su desempeño energético, formalmente expresada por la alta dirección.

**Diagnóstico de desempeño energético:** revisión del desempeño energético de la organización que se basa en datos y otro tipo de información, orientada a la identificación de oportunidades de mejora.

**Servicios de energía:** actividades y sus resultados que se relacionan con el suministro y/o uso de energía.

**Auditoría interna:** proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencia y evaluarla de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los requisitos.

**Organización:** compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución, o parte o combinación de ellas, sean o no sociedades, pública o privada, que tiene sus propias funciones y administración y que tiene autoridad para controlar su uso y su consumo de la energía.

**Procedimiento:** forma específica de llevar a cabo una actividad o proceso.

**Registro:** documento que presenta los resultados que se obtienen o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

**Alcance:** extensión de actividades, instalaciones y decisiones que la organización cubre a través del SGE<sub>n</sub>, el cual puede incluir varios límites.

**Alta dirección:** persona o grupo de personas que dirige y controla al más alto nivel una organización.