



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

**“DIAGNÓSTICO DE AHORRO DE ENERGÍA
ELÉCTRICA EN LA EMPRESA
QUIRMEX S.A. DE C.V.”**

TESIS

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

Presentan:

**SANTA ESMERALDA SÁNCHEZ ARMAS
AGUSTIN GUTIERREZ FLORES
ALEJANDRO ALCAIDE RIVERA**

Director de tesis:

DR. RICARDO BELTRAN CHACON

Puebla, Puebla, Noviembre de 2014



AGRADECIMIENTOS

Después de una intensa búsqueda, la empresa Quirmex S.A. de C.V. ubicada en la región de Huejotzingo, Puebla., fue la industria que proporcionó las facilidades necesarias para realizar este diagnóstico energético, a quien se profesa un profundo agradecimiento por las facilidades otorgadas, en especial al Ing. Pablo Santillana, Director General de esta empresa por confiar en este trabajo.

Agradecemos a toda la gente que nos apoyó, a nuestras familias, quienes han sacrificado tiempo, con la única finalidad de permitirnos mejorar como profesionistas, pero sobre todo como seres humanos.

De manera muy especial a las Universidades Tecnológicas de Puebla y de Tehuacán, por preocuparse y ocuparse de la capacitación continua de sus docentes, a los directores de División, por el respaldo, permitiendo que día a día se ejerza la carrera de ingeniería con proyectos innovadores, como lo es el campo de las energías renovables y la eficiencia energética.

A la Coordinación General de Universidades Tecnológicas y al Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. Por apoyar a mejorar la formación del personal docente a nivel nacional.

En especial al Dr. Alberto Duarte y al Dr. Ricardo Chacón, por su apoyo, paciencia y confianza.

Mil gracias.



RESUMEN

Este trabajo de tesis aplica parte de los conocimientos adquiridos a lo largo de la maestría en Energías Renovables enfocada a la eficiencia energética, y se implementaron en una empresa del ramo textil del estado de Puebla, pues es una de las ramas con mayor tradición en la región y consideramos que lo encontrado a lo largo de este trabajo, pudiera multiplicarse en industrias similares.

El tema de eficiencia energética, es relativamente nuevo en nuestro país, por tal motivo se busca realizar un diagnóstico energético que contribuya al ahorro de energía eléctrica, para lo que se ocupará equipo de medición de alta tecnología y de esta manera coadyuvar a que el conocimiento académico sea culminado en una aplicación práctica, que brinde solución a un problema real.

Este estudio se ha enfocado a la industria de la manufactura de productos de curación (principalmente gasa), la cual por décadas ha sido una importante actividad en la región del centro de México, razón por la que se busca reducir el consumo y facturación de la energía eléctrica, sin afectar la calidad de los productos, teniendo de igual forma una reducción en el gasto económico de este concepto, a fin de lograr que la empresa sea más competitiva.

Se aplicó la metodología propuesta en la NOM-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011 (Sistemas de gestión de la energía Requisitos con orientación para su uso); la cual se basa en el ciclo de mejora continua Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización, para poder mejorar en la eficiencia de energía eléctrica.

Los resultados de la aplicación de esta metodología, la revisión de datos de equipos eléctricos, la verificación de la manera en que se utilizaba la energía eléctrica a través de la implementación de equipo de medición (como lo es el analizador de redes eléctricas) la aplicación de tecnología eficiente y la capacitación sobre uso racional de la energía eléctrica, permitieron que la empresa alcanzara ahorros económicos de \$ 122,219.57 pesos, cerca de 63,698 kWh en forma mensual.

Por último el ahorro de energía eléctrica permitió la reducción de 7.5 Toneladas de CO₂ al año, lo que contribuyó a la conservación de los recursos naturales no renovables y la disminución de gases de efecto invernadero.



Índice

Agradecimiento.....	2
Resumen.....	3
Índice de Tablas.....	6
Índice de Gráficas.....	7
Índice de Ilustraciones.....	7
Introducción.....	8
Justificación.....	9
Hipótesis.....	10
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos.....	10
Capítulo I. Marco contextual.....	11
1.1. Historia de la empresa Quirmex S.A. de C.V.....	11
1.2. Ventajas de Quirmex S.A. de C.V.....	11
1.3. Misión de Quirmex S.A. de C.V.....	11
1.4. Visión de Quirmex S.A. de C.V.....	12
1.5. Política de Calidad.....	12
1.6. Productos.....	12
Capítulo II. Marco teórico.....	15
2.1. Concepto de diagnóstico energético.....	15
2.1.1 Tipos de diagnósticos energéticos.....	15
2.2. Etapas de un diagnóstico energético.....	15
2.3. Clasificación de las medidas de ahorro y uso eficiente de la energía.....	18 188



Capítulo III. Resultado del desarrollo.....	19
3.1. Planeación de los recursos y tiempo.....	19
3.1.1 Análisis de la facturación	19
3.1.2 Clasificación horaria	22
3.1.3 Demanda facturable	23
3.1.4 Consumo	25
3.2. Recopilación de datos en sitio	27
3.2.1 Observaciones.....	28
3.2.2 Cálculo del consumo de equipos actuales.....	29
3.3. Toma de mediciones (DEN2).....	30
3.3.1 Medición general del sistema eléctrico de la planta.....	30
Quirmex S.A. de C.V.	30
3.4 Corrección del factor de potencia.....	36
3.5 Procedimiento de evaluación energética de motores eléctricos a partir del factor de carga.	40
3.6 Estimación de potencial de ahorro energético y económico.	49
Conclusiones.....	54
Anexo A.	56
Anexo B.	57
Anexo C.	58
Anexo D.	63
Glosario.....	66
Referencias	68



Índice de Tablas

Tabla 1: Historial de consumo	211
Tabla 2: Clasificación horaria de la tarifa HM	222
Tabla 3: Historial de demandas por periodo horario.....	244
Tabla 4: Historial de consumo en horario punta, intermedio y base.....	26
Tabla 5: Resumen del censo general de cargas del inmueble	28
Tabla 6: Consumo mensual por concepto	29
Tabla 7: Cuadro comparativo de consumos	333
Tabla 8: Cuadro comparativo de consumos	344
Tabla 9: Factores de reducción por región	355
Tabla 10: Cuadro comparativo de demandas.....	366
Tabla 11: Datos de placa y mediciones.....	411
Tabla 12: Factor de ajuste por rebobinado.....	454
Tabla 13: Comparativo entre motores estandar y de alta eficiencia.....	45
Tabla 14: Ahorros estimados por sustitución.....	45
Tabla 15: Motores estandar, propuestos para sustitucion... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 16: Evaluación de los motores estandar, a partir del factor de carga	47
Tabla 17: Evaluación de los motores de alta eficiencia propuestos	48
Tabla 18: Ahorros de la sustitución de los motores de alta eficiencia	49
Tabla 19: Facturación del año 2013, posterior al diagnostico energetico.....	50
Tabla 20: Resumen de medidas de ahorro	53



Índice de Gráficas

Gráfica 1: Demanda facturable.....	233
Gráfica 2: Demanda de los tres horarios.....	233
Gráfica 3: Gráfico de consumo.....	255
Gráfica 4: Consumo en horario punta, intermedio y base	27
Gráfica 5: Consumo mensual por concepto	29
Gráfica 6: Consumo eléctrico de Quirmex S.A. de C.V.	31
Gráfica 7: Consumo Integrado del sistema	31
Gráfica 8: Demanda medida por fase.....	33
Gráfica 9: Medición de Factor de Potencia	39
Gráfica 10: Comparativo de facturación despues de realizar el diagnostico	51
Gráfica 11: Comparativo de demanda facturable	52
Gráfica 12: Comparativo de consumo	522

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Productos de la empresa Quirmex S.A. de C.V.	14
Ilustración 2: Cronograma de actividades	19
Ilustración 3: Facturación electrónica de CFE	20
Ilustración 4: Triangulo de potencias.....	37
Ilustración 5: Motores sustituidos	48



Introducción

Un diagnóstico energético es el instrumento imprescindible para saber cuánto, cuándo, cómo, dónde y por qué se consume la energía, así como la forma para establecer el grado de eficiencia en su utilización.

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; en este caso eléctrica.

Las medidas que se implementen como resultado del diagnóstico energético, permitirán alcanzar ahorros significativos a corto, mediano y largo plazo.

El procedimiento para la realización del presente 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).

Esta Norma Mexicana especifica los requisitos de un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) eléctrica, a partir del cual la organización puede desarrollar e implementar una política energética. Estableciendo objetivos, metas, y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información que se relaciona con el uso significativo de la energía.

Un SGEn permite a la organización alcanzar los compromisos que se derivan de su política, tomar acciones a medida que necesite mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Mexicana (Véase Anexo A). Ésta se aplica a las actividades bajo el control de la organización y la utilización de la misma puede adecuarse a los requisitos específicos de la organización, incluyendo la complejidad del sistema, el grado de documentación y los recursos.

Esta Norma Mexicana se basa en el ciclo de mejora continua Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA) e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización.

En el contexto de la gestión de la energía, el enfoque PHVA puede resumirse de la siguiente manera:

Planificar: conducir el diagnóstico de desempeño energético y establecer la línea de base, los indicadores de desempeño energético (IDEn), los objetivos, las metas y los planes de acción necesarios para lograr los resultados que pretenden mejorar el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la organización.

Hacer: implementar los planes de acción de gestión de la energía.



Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y de las características claves de las operaciones que determinan el desempeño energético en relación con las políticas y objetivos energéticos e informar los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar en forma continua el desempeño energético y el SGEEn. (NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011)

Derivado de lo antes expuesto el trabajo será dividido de la siguiente forma:

El primer paso a seguir es el levantamiento de datos; es decir, historial de gasto energético de la empresa, dimensiones de la planta, maquinaria y equipo involucrado.

Segundo paso: 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 empresa, 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 y la disminución de gases de efecto invernadero.

Con lo anterior se pretende reducir el gasto energético y reducir los costos de operación para reflejarlos en una mayor competitividad de la empresa Quirmex. S.A. de C.V.

Justificación

La industria textil es una de las ramas económicas con mayor importancia y tradición en el desarrollo del estado de Puebla, actualmente es severamente golpeada, por competencia desleal de otros países, así como aumento en los insumos. Parte de éstos, la energía eléctrica., razón por la que se busca reducir su consumo ocupándola de una forma racional, sin afectar la calidad final de los productos, teniendo de igual forma una reducción en el gasto económico de este concepto. Logrando un aumento en su competitividad, manteniendo y/o ampliando las fuentes de trabajo, y reduciendo la contaminación que actualmente se genera para producir la energía eléctrica.



El tema de eficiencia energética es relativamente nuevo en nuestro país, por tal motivo este trabajo busca realizar un diagnóstico energético que contribuya al ahorro de energía eléctrica en la industria textil, a través del análisis de la forma, dónde y cómo se consume la energía eléctrica.

Por lo que se utiliza equipo de medición de alta tecnología, coadyuvando a que el conocimiento académico sea culminado en una aplicación práctica, solucionando un problema real; logrando una mayor difusión de la cultura y los métodos disponibles para el uso racional de la energía eléctrica.

Hipótesis

A través de la realización de un diagnóstico de energía eléctrica y la capacitación en el uso racional de la misma, será posible obtener ahorro de energía eléctrica, sin afectar la calidad de los procesos o servicios proporcionados o generados en la empresa Quirmex S.A de C.V. y de esta manera lograr mayor competitividad de la misma, en función del tiempo y dinero ahorrados al optimizar la misma producción con menor cantidad de energía.

Objetivo general

Implementar medidas técnicamente factibles y económicamente rentables para el ahorro de energía eléctrica en la empresa Quirmex S.A. de C.V., aplicando los requisitos del Sistema de Gestión de la Energía, descrito en la NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011.

Objetivos específicos

- ✓ Implementando un conjunto de técnicas, determinar el grado de eficiencia energética actual en la empresa.
- ✓ Determinar áreas de oportunidad y potenciales de ahorro de energía eléctrica mediante la aplicación de dispositivos de medición.
- ✓ Utilizando la evaluación energética de motores eléctricos a partir del factor de carga, realizar una propuesta de sustitución por motores de alta eficiencia.
- ✓ Registrar las condiciones de operación de equipos y procesos una vez ejecutadas las acciones de eficiencia energética.



Capítulo I. Marco contextual

La aplicación de los conocimientos en el campo empresarial se da a través de la gestión con el Ing. Pablo Santillan, Gerente General de la empresa Quirmex, la cual se describe a continuación.

1.1. Historia de la empresa Quirmex S.A. de C.V.

Es una empresa 100 % mexicana que nació en la ciudad de Puebla, tuvo su comienzo como una empresa dedicada a la maquila de productos de curación, hoy crece rápidamente dentro del mercado y tiene como competidores a empresas que cuentan con más años dedicados a este mercado.

Se encuentra ubicada en la prolongación de la antigua vía 2, San Mateo Cuanala, Puebla.

1.2. Ventajas de Quirmex S.A. de C.V.

El mercado de material de curación como cualquier otro relacionado con salud y belleza es muy competitivo, afortunadamente Quirmex S.A. de C.V. posee las herramientas necesarias para competir con otras empresas.

Lo que la distingue es la calidad en sus productos, precios justos y un alto valor humano. Muestra de ello es la rápida aceptación de sus productos a nivel nacional e internacional. De igual forma, cuenta con un excelente servicio a los diferentes clientes, quienes pueden estar seguros que al comenzar a trabajar con Quirmex S.A. de C.V. se formará un gran equipo de trabajo que resultará beneficioso para ambas partes.

Cabe mencionar, que los productos elaborados en esta empresa, se encuentran libres de agentes cancerígenos y que han sido aprobados por la SSA y por Institutos como el IMSS e ISSSTE.

1.3 Misión de Quirmex S.A. de C.V.

Ser una empresa que contribuya a generar utilidades y empleos dignos mediante la fabricación de productos de curación y cuidado personal, partiendo de:

- La agilidad de respuesta
- La diversificación y satisfacción de sus clientes
- La realización de sus colaboradores por medio de su trabajo



1.4 Visión de Quirmex S.A. de C.V.

Posicionar a Quirmex S.A. de C.V. como una marca reconocida a nivel internacional con una amplia gama de productos de calidad y alto valor agregado. Manteniendo procesos sustentables, con personal eficaz, íntegro y congruente con sus principios, proyectándonos a ser un modelo para nuestro sector industrial.

1.5 Política de Calidad

En Quirmex fabricamos y distribuimos productos de curación y cuidado personal de alto valor agregado que satisfacen a nuestros clientes, mejorando continuamente nuestros procesos de fabricación, de capacitación del personal y del sistema de gestión de la calidad, generando así la condición ideal para obtener más oportunidades de negocio.

1.6 Productos

Los productos de la empresa se muestran a continuación en la ilustración 1:

● Gasas

Estéril



10 x 10 cm. con 8 capas. Tejido tipo VII



10 x 10 cm. con 12 capas. Tejido Tipo IV



7.5 x 5 cm. con 8 capas. Tejido tipo VII

No Estéril



10 x 10 cm. con 12 capas. Gasa Seca Cortada.
Con hilo y sin hilo radiopaco.
Se manejan paquetes con 200 gasas.
Tejido tipo VII.



7.5 x 5 cm. con 12 capas. Paquetes de 200 gasas.
Tejido tipo VII



Apósito de Gasa Quirúrgica Medida 20 x 8 cm.



Compresa para vientre. 70 x 45 cm. con
cinta radiopaca a los rayos x. Tejido tipo IV



Rollo tipo Hospital Este rollo tipo hospital es
de tejido plano (doblada). Y cuenta con un l
argo de 91.44 m y un ancho de 91cm.



● Algodón Absorbente



Rollo	Plisado	Torunda
500 grs.	50 grs.	75 grs.
1 Libra.	100 grs.	500 grs.
	200 grs.	
	300 grs.	
3 grs.	25 grs.	50 grs.

● Ligadura Umbilical Estéril



Cinta umbilical de algodón tejido plano, trenzado de 21 hilos. Tamaño de 4 mm de ancho x 41 cm de largo. Esterilizada.

Ilustración 1: Productos de la empresa Quirmex S.A de C.V.



Capítulo II. Marco teórico

2.1 Concepto de diagnóstico energético

Un diagnóstico energético 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.

Proporciona 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 el 80 % de los ahorros de energía factible de obtener.

2.1.1 Tipos de diagnósticos energéticos

- 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.

- 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.

2.2 Etapas de un diagnóstico energético

Paso No. 1: Planear los recursos y el tiempo

Una buena preparación y planificación antes de llegar a la planta asegura la utilización óptima de los recursos y del tiempo disponible para completar el diagnóstico. El equipo del DEN tiene que revisar toda la información disponible sobre la planta, y dividir entre ellos las tareas de recopilación de datos y mediciones. Dentro de las actividades de planificación necesarias para el éxito del trabajo tenemos:

- Revisar toda la información disponible sobre la planta, como por ejemplo:

- Tamaño de la planta; su edad y localización
- Estructura administrativa
- Tipos de líneas de producción y productos principales



- Horarios típicos de operación
- Consumos energéticos anuales (incluye demanda máxima)
- Costos de combustibles y tarifas eléctricas aplicables

Identificar la instrumentación que será utilizada para obtener datos durante el DEN y asegurarse de su estado, a fin de tomar las providencias necesarias para que esté en condiciones adecuadas al momento en que se requiera utilizarla. Elaborar un cronograma de trabajo en el que se indiquen las fechas en que se reportarán avances al delegado responsable.

Paso No. 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 planta
- Producción de la planta durante los períodos correspondientes; propiedades y consumo de materias primas (si está disponible)
- Horarios típicos de operación de la planta
- Identificación de los principales equipos consumidores de energía
- Características físicas de la planta; su estado general, así como el estado y edad de los equipos más importantes;
- Planes para el futuro, como por ejemplo: cambios de procesos o incrementos en la capacidad productiva o problemas que estuviera enfrentando la planta
- Características y capacidades de los equipos consumidores de energía en la planta, incluyendo datos tanto de diseño como de operación actual
- Estructura administrativa de la planta; criterios para la toma de decisiones (por ejemplo: período de amortización máximo, tasa interna de retorno mínima, etc.)

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

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



- Horarios de operación de equipos desajustados con los horarios de producción.

Paso No. 3: Tomar mediciones

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

- Complementar los datos recopilados de la planta, para que se tenga un mejor respaldo técnico en áreas donde la información de la planta 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 planta
- Apoyar a la elaboración del balance energético global de la planta.

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 planta
- Estimar el potencial de ahorro de energía

Paso No. 5: Estimación del potencial de ahorro energético

La estimación del potencial de ahorro depende de las observaciones durante el recorrido por la planta y de las mediciones, así como de la experiencia del equipo auditor. Las oportunidades de ahorro de energía que resultan de un DEN 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.



2.3 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)



Capítulo III. Resultados del desarrollo.

Una vez presentada la metodología a la empresa, está autorizó la aplicación en busca de ahorros energético y económicos.

3.1. Planeación de los recursos y tiempo

El diagnóstico se comenzó en el mes de marzo de año 2013, después de tener un par de entrevistas con los directivos de la empresa, explicándoles que es un trabajo de tesis para alcanzar el grado de Maestría en Energías Renovables.

En la ilustración 2, se visualiza el cronograma de las actividades referentes al proyecto realizado.

ACTIVIDAD	feb-13	mar-13	abr-13	may-13	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	REALIZÓ
Reunión inicial con dirección de la empresa Quirmex	■													Esmeralda Sánchez Armas Alejandro Alcaide Rivera
DEN I. RECOPIACION DE INFORMACION														
Características generales del edificio		■												Agustin Gutierrez Flores
Levantamiento de instalaciones y sistemas de consumo		■	■											Agustin Gutierrez Flores
Recopilación de facturas de energía (último año)				■	■									Alejandro Rivera Alcaide
Detalle de sistemas de equipos consumidores de energía					■	■								Agustin Gutierrez Flores
Determinación de potencia instalada en equipos eléctricos						■	■							Agustin Gutierrez Flores
Uso y horarios de utilización de los dispositivos consumidores de energía						■	■							Alejandro Rivera Alcaide
Consumo total de energía eléctrica						■	■							Esmeralda Sánchez Armas Agustin Gutierrez Flores
DEN II. MEDICION, ANALISIS DE RESULTADOS Y ELABORACION DE PROPUESTAS														
Elaboración de diagrama unifilar		■												Agustin Gutierrez Flores
Medición en tablero principal			■											Agustin Gutierrez Flores Alejandro Rivera Alcaide
Medición en máquinas características				■	■									Agustin Gutierrez Flores Alejandro Rivera Alcaide
VERIFICACIÓN														
Identificación y análisis de hallazgos							■							Esmeralda Sánchez Armas
Presentación de indicadores de eficiencia energética							■							Esmeralda Sánchez Armas
Análisis eléctrico tarifario								■						Alejandro Rivera Alcaide
Análisis de ahorros generados									■					Esmeralda Sánchez Armas Agustin Gutierrez Flores Alejandro Alcaide Rivera
Presentación de propuestas a implementar a la dirección de la empresa Quirmex										■				Esmeralda Sánchez Armas Agustin Gutierrez Flores Alejandro Rivera Alcaide
Redacción de tesis											■	■	■	Esmeralda Sánchez Armas Agustin Gutierrez Flores Alejandro Rivera Alcaide

Ilustración 2. Cronograma de actividades

3.1.1 Análisis de la facturación

La tarifa con la que se encuentra contratado el servicio es Horario Medido (**H-M**), con un número de servicio: **246070101601**.



AVISO RECIBO



Av. Paseo de la Reforma Num. 164
Col. Juárez, México, D.F. 06600
RFC: CFE370814-D10

Número de Servicio:

246 070 101 001

Total a pagar:

\$176,469.00

(CIENTO SETENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y NUEVE PESOS 00/100 M.N.)

Fecha límite de pago:

13 ENE 14

Nombre y Domicilio:

QUIRMEX SA DE CV
ANTIGUA VIA NO 2
ATRAS DE BONAFONT Y TELCEL 222503029
SN MATEO CUANALA 00
HUEJOTZINGO, PUE.

Ruta	Periodo	No. Medidor
82DV05B016450060	30 NOV 13 A 31 DIC 13	3FA777

Tarifa	Carga conectada	Demanda contratada	Multiplicador
HM	49%	49%	350

Función y periodo	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh base				17,815
kWh intermedia				51,380
kWh punta				12,495
kW base				201
kW intermedia				230
kW punta				204
kVAh				34,680

Conceptos	Totales	Precios unitarios
Energía en base kWh	17,815	1.08610
Energía en intermedia kWh	51,380	1.30540
Energía en punta kWh	12,495	2.12120
Demanda facturable kW	212	177.02000

Avisos Importantes

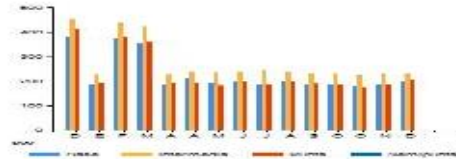
- Corte a partir de 14 ENE 14.
- De acuerdo a tus instrucciones, el importe de este aviso-recibo será cargado a tu cuenta bancaria.
- El mantenimiento operativo de vehículos y equipos genera ahorros... ¡Y ahorra energía!
- Nos transformamos para servirte mejor.

Datos Fiscales del Receptor

QUI040525KW7
Serie: VD Folio: 000003571740
Folio Fiscal: C10CAC03-79CD-479B-AA27-AFE501856648
N. Certificado del SAT: 0000100000300494998
No. certificado del CSD: 0000100000300470099
Fecha y Hora de certificación: 2014-01-02T20:40:53
Unidad de medida: No Aplica
Forma de pago: No identificado
Régimen Fiscal: TITULO B DEL REGIMEN DE LAS PERSONAS MORALES CON PREGS NO LUCRATIVOS



Datos Históricos



Mes	Demanda máxima kW	Consumo total kWh	F.P. %	F.C. %	Precio medio
DIC 12	462	177,905	92.70	48	1.7351
ENE 13	463	204,295	93.59	54	1.6801
FEB 13	425	160,790	94.53	53	1.6915
MAR 13	398	140,315	94.00	43	1.7088
ABR 13	378	35,350	91.21	58	1.6292
ABR 13	204	80,370	92.07	61	1.6306
MAY 13	208	95,410	94.00	53	1.6326
JUN 13	200	92,085	93.69	54	1.6136
JUL 13	206	100,240	92.79	55	1.6688
AGO 13	211	91,805	92.63	52	1.6115
SEP 13	204	78,790	92.58	47	1.6425
OCT 13	201	85,190	92.28	59	1.6034
OCT 13	191	16,415	92.20	60	1.6619
NOV 13	200	87,890	92.12	52	1.7476
DIC 13	212	81,690	92.05	48	1.8307

Estado de cuenta

Conceptos	\$ Importe
Energía	112,924.70
Demanda Facturable	37,328.24
Bonificación Factor de Potencia	902.71
Subtotal	149,500.23
IVA 16%	23,928.03
Facturación del Periodo	173,478.26
Derecho de Alumbrado Público 2.00%	2,891.00
Adeudo Anterior	181,451.26
Su Pago	181,451.00
Total	\$176,469.52

Cadena original Este documento es una representación impresa de un CFDI **Pago en una sola exhibición**

Sello Digital del CFDI

Sello Digital del SAT

Fecha, hora y lugar de impresión:
6/ 5/ 2014 16:25:11 hrs.
Av. de las Huertas No. 573 4to. Nivel Hueljotzingo Hueljotzingo Puebla México CP 74160
El Gobierno Federal trabaja contra la impunidad, con tu ayuda fortalecemos la lucha
Secretaría de la Función Pública y demandas al Teléxico

Total a pagar:

\$176,469.00
(CIENTO SETENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y NUEVE PESOS 00/100 M.N.)

246070101001

01 246070101001 140113 000176469 0



Cuenta: 82DV05B016450060

Clave de envío: Gobernación Electrónica

TALÓN DE CAJA

Ilustración 3: Facturación electrónica de CFE

A continuación se muestra la Tabla 1, la cual detalla el promedio de demanda (KW), consumo (KWh) y la facturación correspondiente al historial del periodo abril de 2012 al mes de marzo de 2013, del servicio eléctrico anteriormente mencionado.



HISTORIAL DE FACTURACIÓN DEL SERVICIO 246070101601						
MES	DEMANDA (KW)	FACTOR DE POTENCIA	CONSUMO EN TARIFA HM (KWh)	FACTURACIÓN MENSUAL (\$)	PRECIO MEDIO SIN IVA (\$/KWh)	PRECIO MEDIO CON IVA (\$/KWh)
Abril-12	314	67.06%	104,685	\$207,760.00	\$1.71	\$1.98
Mayo-12	329	75.72%	132,580	\$250,894.00	\$1.63	\$1.89
Junio-12	324	77.85%	138,460	\$257,442.00	\$1.60	\$1.86
Julio-12	345	75.90%	147,455	\$281,996.00	\$1.65	\$1.91
Agosto-12	420	70.03%	171,920	\$334,270.00	\$1.68	\$1.94
Septiembre-12	425	73.17%	161,105	\$308,599.00	\$1.65	\$1.92
Octubre-12	435	82.34%	190,260	\$345,578.00	\$1.57	\$1.82
Noviembre-12	463	67.13%	183,050	\$367,233.00	\$1.73	\$2.01
Diciembre-12	462	69.15%	177,905	\$364,255.00	\$1.77	\$2.05
Enero-13	463	76.22%	204,295	\$406,457.00	\$1.72	\$1.99
Febrero-13	425	73.52%	160,790	\$320,926.00	\$1.72	\$2.00
Marzo-13	398	63.18%	140,315	\$282,932.00	\$1.74	\$2.02
PROMEDIO	400	72.61%	159,401.67	\$310,695.17	\$1.68	\$1.95
ANUAL	-	-	1,912,820.00	3,728,342.00	\$1.68	\$1.95

Tabla 1: Historial de consumo

De la Tabla 1 se deduce que el servicio presenta un consumo promedio de 159,401.67 KWh, con un precio medio de \$1.95 MXN, demanda promedio de 400 KW y una facturación promedio de \$310,695.17 MXN.

De igual forma se ve un fuerte problema con el factor de potencia, al estar muy bajo, ya que Comisión Federal De Electricidad, aplica una penalización si es que este se encuentra por debajo de 0.9, siendo este el caso.



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.

3.1.2 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, en la tabla 2 se muestra la clasificación horaria de la tarifa H-M. (http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_industria.asp)

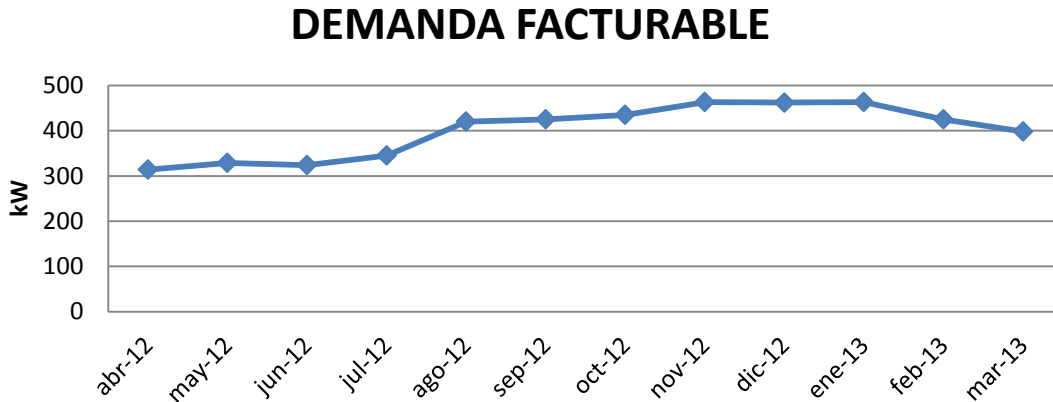
Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre				Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril			
Día de la semana	Base	Intermedio	Punta	Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00	lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00		sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00		domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Tabla 2: Clasificación horaria de la tarifa H-M



3.1.3 Demanda facturable

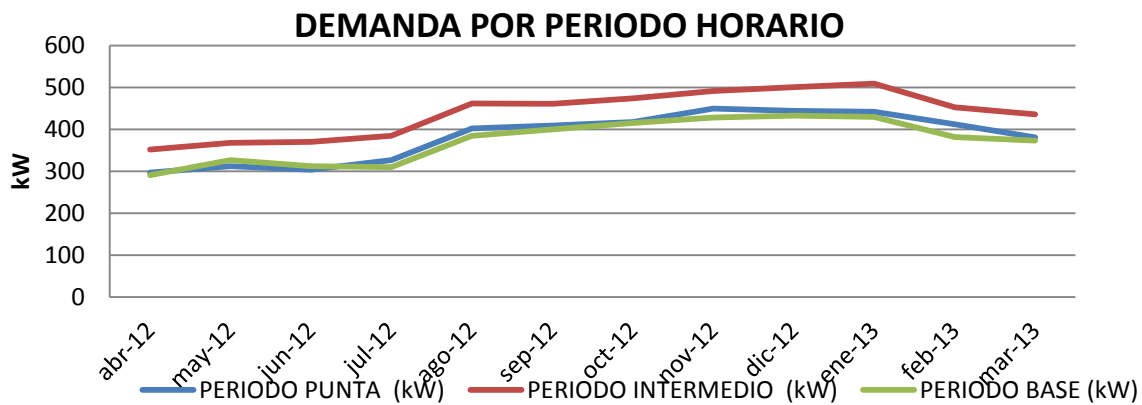
En la gráfica 1 se observa la demanda facturable del inmueble. Los valores oscilan entre los 300 KW a los 463 KW.



Gráfica 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 2.

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 equipos.



Gráfica 2: Demanda facturable de los tres horarios



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

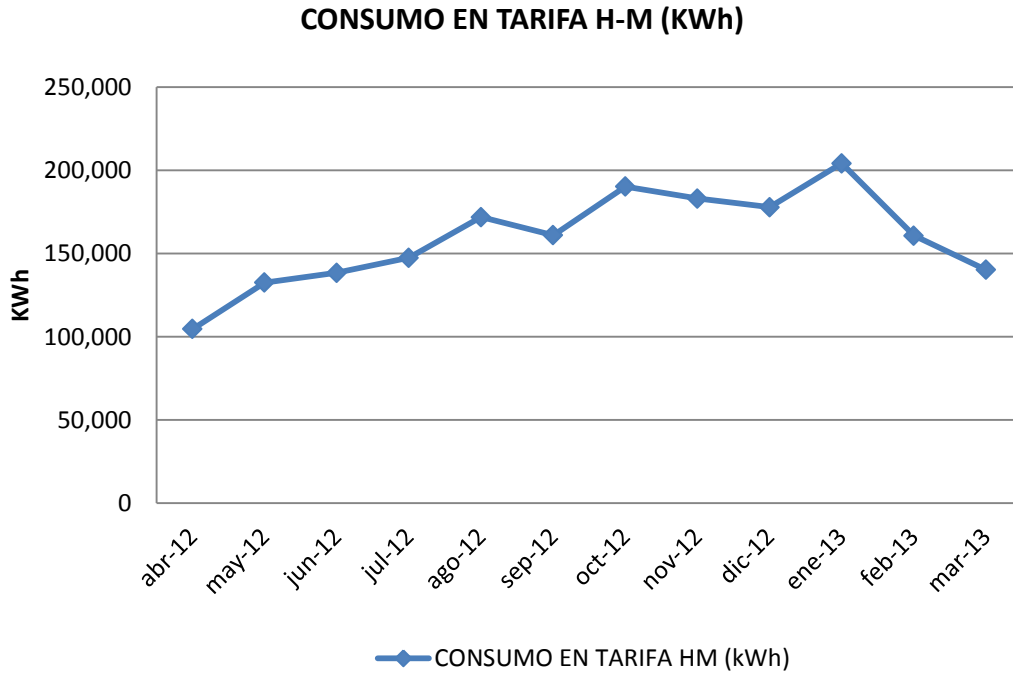
HISTORIAL DE DEMANDA			
MES	DEMANDA PUNTA (KW)	DEMANDA INTERMEDIO (KW)	DEMANDA BASE (KW)
Abril-12	297	352	291
Mayo-12	312	368	327
Junio-12	304	370	312
Julio-12	327	385	310
Agosto-12	402	462	385
Septiembre-12	409	461	400
Octubre-12	418	474	415
Noviembre-12	450	492	428
Diciembre-12	444	501	433
Enero-13	442	509	430
Febrero-13	412	453	382
Marzo-13	381	436	373
PROMEDIO	383	439	374

Tabla 3: Historial de demandas por periodo horario.



3.1.4 Consumo

La gráfica 3 muestra el perfil total del consumo de la empresa, este es la suma de los consumos en horario base, intermedio y punta.



Gráfica 3: Consumo en la tarifa H-M

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

En la tabla 4 se detalla el historial de consumo de la empresa Quirmex, teniendo ésta un promedio de consumo punta de 16,910.83 kWh, un consumo promedio intermedio de 96,815.83 kWh y finalmente un consumo base de 31,885.00 kWh en promedio.



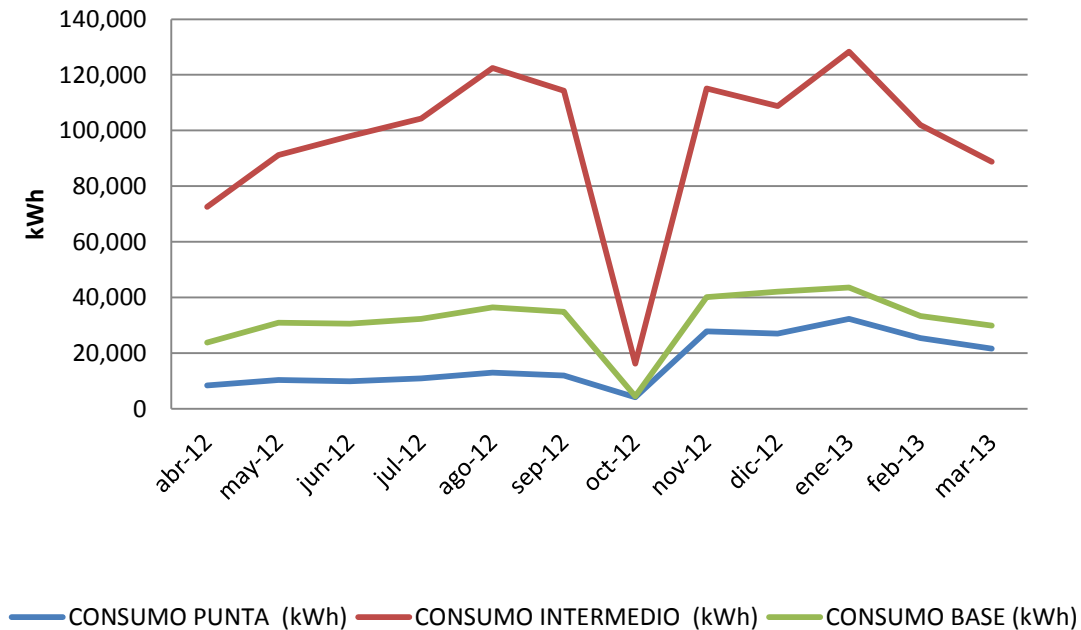
HISTORIAL DE CONSUMO			
MES	CONSUMO PUNTA (kWh)	CONSUMO INTERMEDIO (kWh)	CONSUMO BASE (kWh)
Abril-12	8,365	72,555	23,765
Mayo-12	10,395	91,210	30,975
Junio-12	9,940	97,930	30,590
Julio-12	10,920	104,265	32,270
Agosto-12	12,950	122,465	36,505
Septiembre-12	11,970	114,275	34,860
Octubre-12	4,130	16,205	4,445
Noviembre-12	27,790	115,080	40,180
Diciembre-12	27,020	108,745	42,140
Enero-13	32,340	128,345	43,610
Febrero-13	25,445	101,990	33,355
Marzo-13	21,665	88,725	29,925
PROMEDIO	16,910.83	96,815.83	31,885.00

Tabla 4: Historial de consumo en horario punta, intermedio y base

Como se observa en la gráfica 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 abril y octubre, 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.



CONSUMO POR PERIODO HORARIO



Gráfica 4: Consumo en horario punta, intermedio y base

3.2. Recopilación de datos en sitio

- (Visita de reconocimiento y censo de cargas DEN1)

Se realizó el censo de carga en la empresa Quirmex S.A de C.V. en el cual se pudo observar que el inmueble cuenta con luminarias eficientes (lámparas T5), y la mayor carga está representada por motores.

Durante el recorrido realizado se identificó que los principales conceptos que representan el mayor consumo de la facturación son: compresores, motores y selladoras de las cuales se tiene que:

- Se contabilizaron 115 Motores
- Se contabilizaron 2 compresores
- Se registraron 17 selladoras



3.2.1 Observaciones

- En la inspección se encontró que la empresa se encuentran en una constante búsqueda de optimización de procesos lo que ayuda en la disminución de la facturación eléctrica
- Se encontraron los equipos operando correctamente, basados en la tecnología existente (motores estándar montados en la mayoría de las maquinas al momento de la visita inicial en marzo 2013)
- 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 Circutor Modelo AR-6; para realizar un comparativo de mediciones realizadas por parte de CFE.
- Para poder visualizar los datos registrados por el analizador de redes AR-6, se utilizara el software llamado Power Vision Plus, el cual está desarrollado por la misma marca del analizador de redes CIRCUTOR.

3.2.2 Cálculo del consumo de equipos actuales

Se realizó un censo general de los equipos instalados. A continuación se presenta en la *Tabla 5* el resumen del censo general de cargas (véase *Anexo B*).

CENSO GENERAL DE CARGAS						
ÁREA	TOTAL DE EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPO	CARGA TOTAL CONECTADA EN KW	CONSUMO PROMEDIO EN KWh AL MES	PRECIO MEDIO POR KWh	COSTO PROMEDIO AL MES
TODAS LAS ÁREAS	198	TODOS	581.68	109,689	\$1.95	\$ 213,893.45

El precio medio por KWh incluye IVA., según del precio del periodo abril 2012 a marzo 2013.

Tabla 5: 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: bombeo, iluminación, compresores, selladoras, motores y oficinas, 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 6* en la cual se visualiza el consumo aproximado de cada equipo y el porcentaje que representan, de acuerdo al censo de cargas.

CENSO GENERAL DE CARGAS POR CONCEPTO					
EQUIPO	CANTIDAD	DEMANDA (KW)	CONSUMO (KWh)	COSTO BIMESTRAL	%
BOMBEO	4	20.14	1,134	\$ 2,211.14	1%
ILUMINACIÓN	57	7.42	1,641	\$ 3,200.11	1%
COMPRESORES	2	104.44	21,724	\$ 42,360.86	20%
SELLADORAS	17	39.10	8,133	\$ 15,858.96	7%
MOTORES	115	405.08	76,068	\$ 148,331.88	69%
OFICINAS	3	5.50	990	\$ 1,930.50	1%
TOTAL	198	581.68	109,690	\$ 213,893.45	100%

Tabla 6: Consumo mensual por concepto

Como se aprecia en la *Gráfica 5*, los conceptos que generan el mayor consumo de energía es el de motores, con un 69 % y el de compresores en un 20 % de la facturación.



Gráfica 5: Consumo mensual por concepto



Durante la inspección del inmueble se observó que la generación y uso de la energía eléctrica se encuentra en un constante proceso de optimización, de acuerdo al adecuado uso de la energía que se tiene en la empresa y debido al censo levantado existe una discrepancia importante con respecto a los registros de energía (kWh mensuales) que aparecen en el recibo de CFE; el cálculo de consumo antes mostrado, fue con base a los datos de placa del Censo de carga y las horas de operación, que nos comentó la gente que opera cada uno de estos diferentes aparatos eléctricos (Véase Anexo C).

Derivado de esta discrepancia en los registros que arroja el censo de carga y los datos de CFE, se tomó la decisión de realizar mediciones puntuales a la instalación de Quirmex S. A. de C.V. y conocer de mejor forma lo que está ocurriendo.

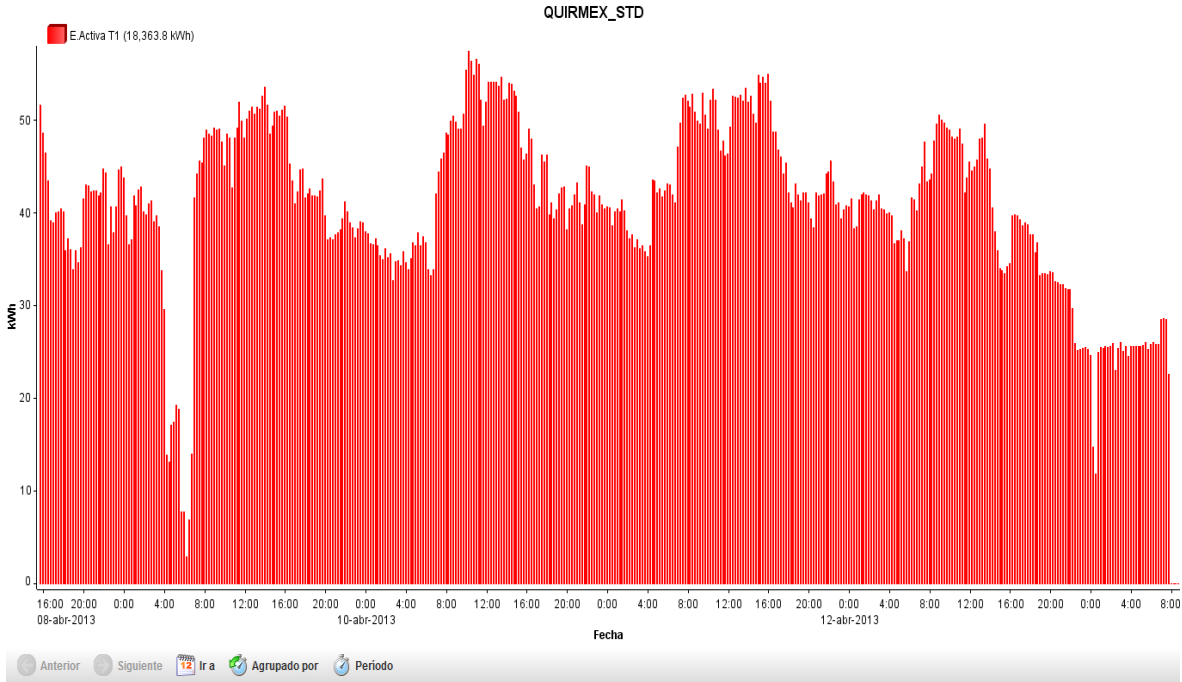
3.3. Toma de mediciones (DEN2)

3.3.1 Medición general del sistema eléctrico de la planta

Quirmex S.A. de C.V.

El equipo de medición que se utilizó en el desarrollo del presente diagnóstico energético es un analizador de redes eléctricas de la marca Circutor, modelo AR-6, de origen español, además del software llamado Power Visión Plus, con el que se pueden realizar gráficos y tablas de los parámetros registrados (Véase Anexo D).

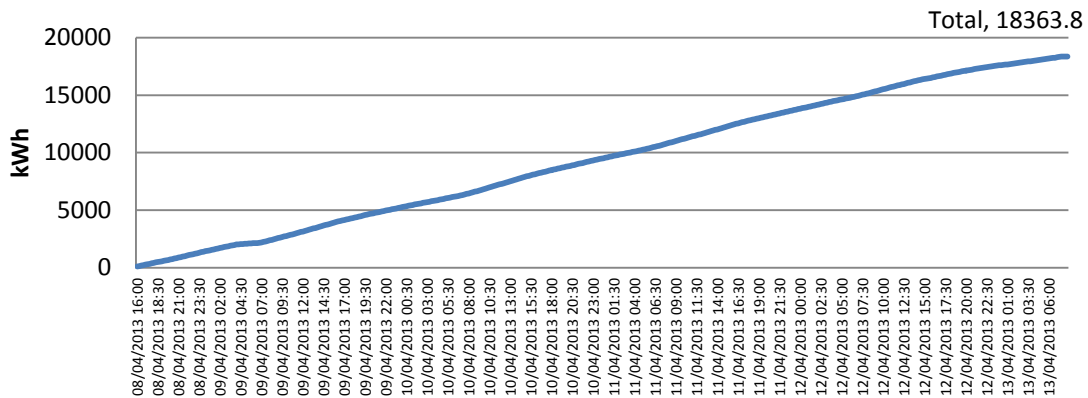
La *Gráfica 6* representa el consumo de la empresa durante un periodo que comprende del **08 de abril de 2013** al **13 de abril de 2013**, este gráfico nos muestra la operación de la empresa., siendo ésta elevada entre las 8:00 y las 16:00 horas; la cual pertenece al horario intermedio y muestra una operación cíclica.



Gráfica 6: Consumo eléctrico de Quirmex S.A. de C.V.

Para lograr determinar el consumo total de la empresa durante el lapso de tiempo mencionado anteriormente, es necesario realizar una integración de las mediciones puntuales obtenidas en la gráfica 6; lo que genera la siguiente información:

GRÁFICO DE CONSUMO INTEGRADO DE LA EMPRESA



Gráfica 7: Consumo Integrado del sistema



Al realizar esto se obtuvo un consumo integrado de 18,363.8 KWh consumido en un lapso de 4.66 días (un total de 112 h), 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.

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

Sustituyendo tenemos:

$$\text{Consumo promedio diario} = \frac{18,363.8 \text{ KWh}}{4.67} = 3,940.73 \text{ KWh}$$

b) Estimación del consumo mensual de la empresa

Obteniendo el consumo promedio diario, se necesita conocer los días de trabajo de la empresa al mes., para así obtener un estimado de consumo mensual de la misma. La empresa labora de lunes a sábado, exceptuando los días domingos., siendo 52 domingos para el año 2013.

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:

$$\text{Días promedio de un mes} = \frac{(365 - 52)}{(12)} = 26.08 \text{ días}$$

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

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

Sustituyendo:

$$\text{Días promedio de un mes} = 26.08 * 3,940.73 \text{ KWh} = \mathbf{102,787.37 \text{ KWh}}$$

Con base a los cálculos desarrollados anteriormente se realiza una comparación con respecto al censo y a la facturación, como se observa en la *Tabla 7*, el consumo medido en comparación al censo realizado tiene una desviación de 7%,

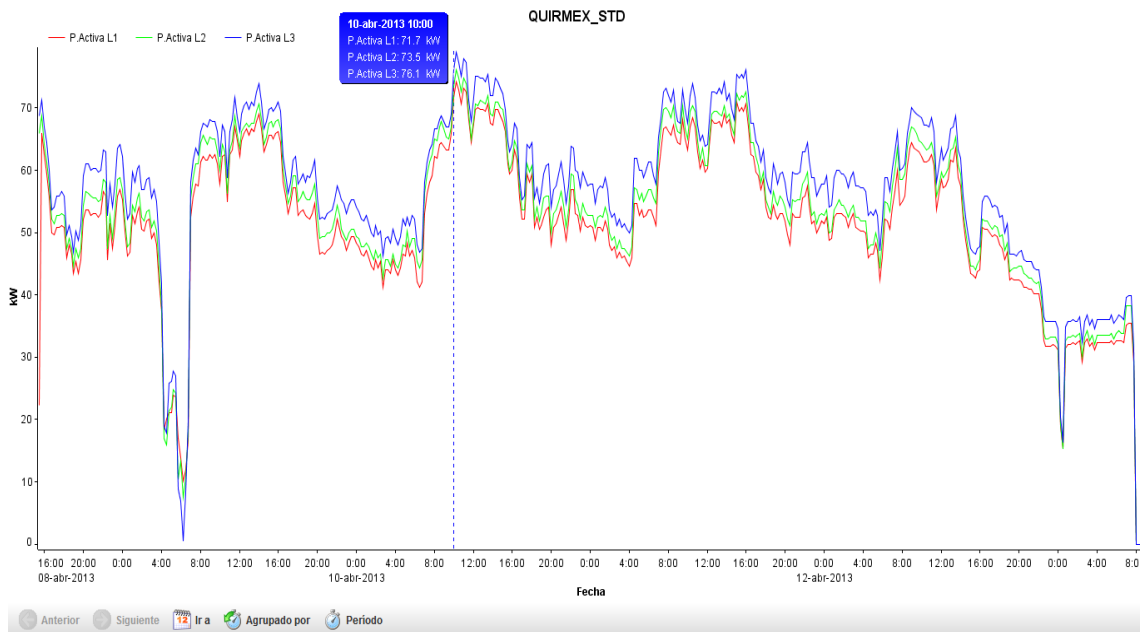


la cual es mínima. Ésta puede deberse a la estimación de trabajo de horas proporcionadas por el personal, sin embargo la desviación que se presenta de acuerdo con la facturación de CFE es de un 181%; cantidad que está por encima de lo medido.

CUADRO COMPARATIVO				
CONSUMO PROMEDIO ESTIMADO POR MEDICIÓN (KWh)	CONSUMO PROMEDIO ESTIMADO POR CENSO DE CARGAS (KWh)	DESVIACIÓN (%)	CONSUMO FACTURADO SEGÚN CFE (KWh)	DESVIACIÓN (%)
102,787.37	110,429	7%	310,695.17	181%

Tabla 7: Cuadro comparativo de consumos

En la siguiente gráfica se compara la demanda obtenida por la medición puntual realizada con respecto a la medida por CFE. Este gráfico representa las demandas medidas por fase, situándose la demanda máxima medida en el horario intermedio.



Gráfica 8: Demanda medida por fase



Para fines de análisis es importante conocer las demandas por cada horario como se muestra en la tabla 8:

HORARIO	FECHA Y HORA	DEMANDA FASE 1 (KW)	DEMANDA FASE 2 (KW)	DEMANDA FASE 3 (KW)	DEMANDA TOTAL (KW)
Base	09/04/2013 00:00	55.3	56.9	62.2	174.4
Intermedio	11/04/2013 21:45	74.2	76.1	78.9	229.2
Punta	10/04/2013 10:15	55.6	57.8	62.9	176.3

Tabla 8: Cuadro comparativo de demandas

Con estos datos obtenidos de la medición, se calcula la demanda facturable medida, tomando la metodología de CFE, 2014 en su sitio de internet, cuidando aplicar los horarios y costos de acuerdo a nuestra ubicación geográfica, por lo que se emplea la siguiente fórmula:

$$F = DP + FRI \times \max(DI - DP, 0) + FRB \times \max(DB - DPI, 0)$$

Donde:

- DP, es la demanda máxima medida en el periodo de punta
- DI, es la demanda máxima medida en el periodo intermedio
- DB, es la demanda máxima medida en el periodo de base
- DPI, es la demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio



- FRI y FRB, son factores de reducción y su valor depende de la región tarifaria.
- La expresión $\max(DI-DP,0)$ significa que deberá realizarse la diferencia entre la demanda máxima registrada en horario intermedio y la demanda punta, en caso de resultar negativa la diferencia el termino tomara el valor de cero.
- La expresión $\max(DB-DPI,0)$ significa que deberá realizarse la diferencia entre la demanda máxima registrada en horario base y la demanda punta o intermedia, (la que resulte mayor), en caso de resultar negativa la diferencia el termino tomara el valor de cero

	FRI	FRB
Baja California	0.141	0.070
Baja California Sur	0.195	0.097
Central	0.300	0.150
Noreste	0.300	0.150
Noroeste	0.300	0.150
Norte	0.300	0.150
Peninsular	0.300	0.150
Sur	0.300	0.150

Tabla 9: Factores de reducción por región

Sustituyendo en la fórmula:

$$DF = 176.3 + 0.3 (\max(229.2 - 176.3)) + 0.15(\max(174 - 229.2))$$



$$DF = 176.3 + 0.3(\max(229.2 - 176.3)) = 192.17 \text{ KW}$$

Con los valores obtenidos se realiza un cuadro comparativo para conocer el comportamiento y diferencia de los resultados de las mediciones puntuales contra los registros de la facturación de CFE.

Como se observa en la Tabla 10, los registros de demanda, realizadas por CFE se encuentran en un 100% por encima de las mediciones puntuales.

	Base	Intermedio	Punta	Demanda facturable
MEDIDO	174.4	229.2	176.3	162.17
FACTURADO	383	439	374	400
DESVIACIÓN	120%	92%	112%	147%

Tabla 10: Cuadro comparativo de demandas

De acuerdo con las mediciones realizadas y las comparaciones contra la facturación de CFE, es recomendable solicitar la revisión de equipos de medición de CFE, puesto que es probable que éstos se encuentren averiados, lo que ocasiona una facturación excesiva a la empresa.

3.4 Corrección del factor de potencia

El factor de potencia expresa en términos generales el desfaseamiento 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

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* se muestran las tres potencias:

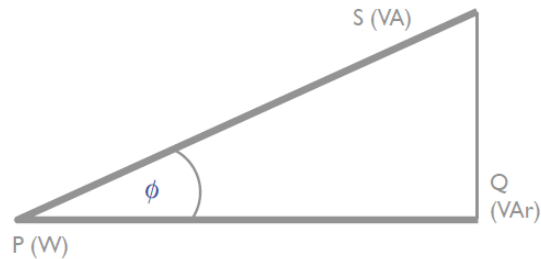


Ilustración 4: Triángulo de potencias

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 empresa se tiene un bajo factor de potencia promedio de 72.61% de acuerdo a los registros de la facturación de CFE analizados en capítulos anteriores, lo cual produce una penalización como se muestra a continuación:

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

$$\text{penalización} = \frac{3}{5} \left[\frac{90}{0.72} - 1 \right] * 100 = 14.36\%$$

Por ende es necesario corregir el factor de potencia a 0.94.

El factor de potencia está dado por:

$$\text{F. P.} = \cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (1)$$



Para corregir el factor de potencia es necesario conocer el ángulo φ , que está dado por:

$$\varphi = \cos^{-1} F.P. \quad (2)$$

Conociendo el ángulo se procede a encontrar la potencia reactiva, la cual está dada por:

$$Q = (\tan \varphi)(P) \quad (3)$$

Teniendo conocimiento de las fórmulas antes mencionadas se sustituyen los valores en las fórmulas 2 y 3, lo cual corresponde a un factor de potencia de 0.7261 y una demanda de 400 KW, como se muestra a continuación:

$$\varphi = \cos^{-1} 0.7261 = 43.44^\circ$$

$$Ql = [\tan(43.44^\circ)(400)] = 378.78 \text{ KVAR}$$

Donde Ql corresponde a la potencia reactiva actual, φ pertenece al ángulo correspondiente al factor de potencia de 0.7261.

De igual forma se sustituye el valor de f.p. deseado 0.94 y aplicamos las mismas operaciones

$$\varphi = \cos^{-1} 0.94 = 19.94^\circ$$

$$Ql = [\tan(19.94^\circ)(400)] = 145.18 \text{ KVAR}$$

Por lo que el tamaño de banco de capacitores a instalar sería de 379-145 kVAR's dando un valor de 234 kVAR's lo que comercialmente sería de 250 KVAR'S

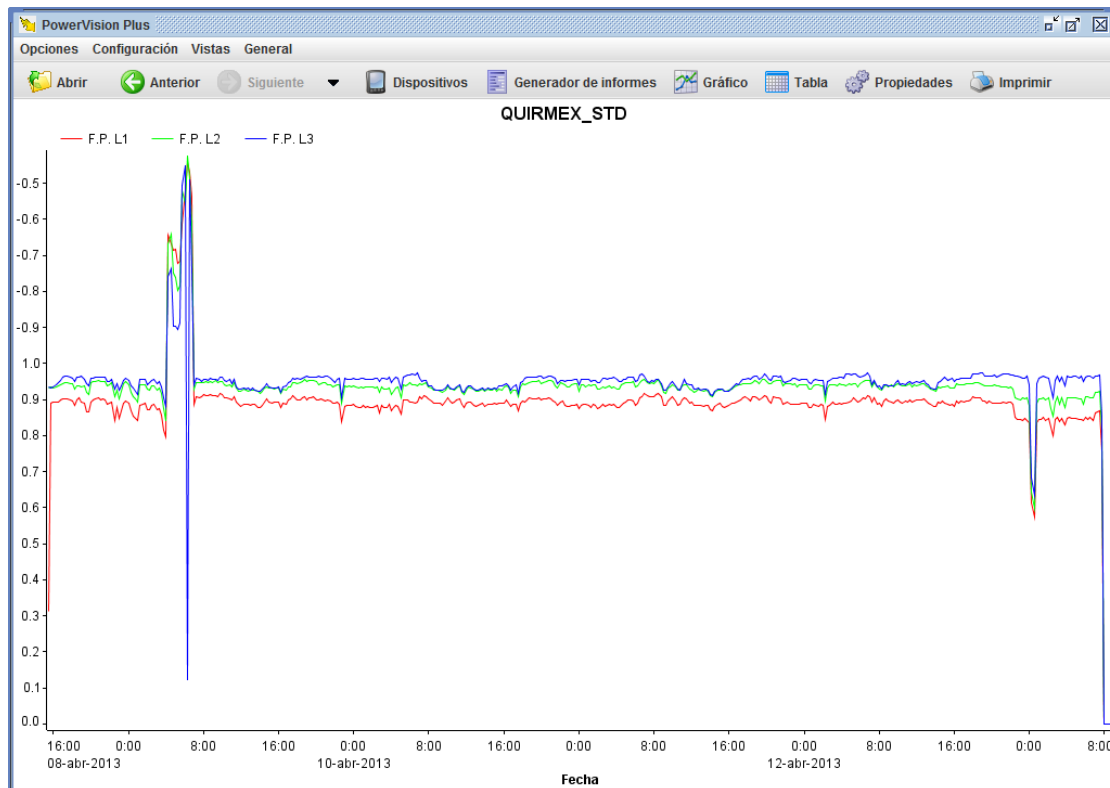
Por el tamaño de banco, se sugiere un banco automático, a fin de que pueda tener la compensación de acuerdo a la curva de demanda con la que realmente opera la empresa. Este tipo de bancos tienen un costo elevado y pueden ocasionar problemas en caso de existir armónicos en la red eléctrica donde se van



a instalar, por lo que antes de seguir con esta propuesta se debe medir y verificar el parámetro que se está analizando en esta sección (factor de potencia).

Para tener una visión similar de lo que registra el aparato de medición de CFE, se decidió medir para obtener los valores máximos y mínimos del FP para llevar a cabo una corrección del factor de potencia más exacta a lo antes calculado.

El punto de medición para este parámetro fueron los alimentadores principales conectados a las boquillas de baja tensión del transformador principal de toda la planta, ya que en este punto los registros de CFE son similares.



Gráfica 9: Medición del factor de potencia.

Como se observa en la gráfica 9, el factor de potencia de la empresa se encuentra por encima del 90%, el cual es el mínimo permitido por CFE, por lo que se descartara la instalación del banco automático de capacitores propuesto anteriormente.

En dicha gráfica se corrobora que existe una caída de FP el día 09/04/13 en el horario de 4:00 a 6:30 horas, siendo éste el más representativo y el día 13/04/13 en un horario de 00:00 a 00:45 horas. Estas caídas de FP son originadas por los



paros de la empresa, ya que al apagar cargas de motores, resistencias, compresores, etc, el transformador principal y los transformadores reductores con los que cuenta la empresa, comienzan a trabajar en vacío y lo que registra el equipo de medición es principalmente una impedancia inductiva (transformadores energizados en vacío) que se dan entre cada uno de los diferentes paros y arranques de las diferentes etapas del proceso.

Derivado de este análisis se concluyó que el equipo de registro de parámetros eléctricos de la empresa suministradora, no se encuentra trabajando de forma correcta.

Debido a que los equipos de medición de CFE no están funcionando de manera correcta, la empresa estaba recibiendo una penalización por BAJO FACTOR DE POTENCIA del 14.36%, mismo que al corregirse la medición significará un ahorro en la facturación.

Se le propondrá a la empresa gestionar con CFE una revisión de su equipo de medición, incluyendo pruebas a los transformadores de potencial y de corriente con los que cuenta actualmente la empresa, pues se le está midiendo en media tensión; para lo cual investigando las oficinas más cercanas de CFE se encuentran en la Zona Huejotzingo para poder realizar esta solicitud o bien ir a las oficinas del área responsable, que en este caso es el área San Martín de la División de CFE Centro Oriente.

3.5 Procedimiento de evaluación energética de motores eléctricos a partir del factor de carga.

Derivado del balance de energía eléctrica, donde se muestra que las cargas que integran el sistema eléctrico de Quirmex se puede ver que los motores eléctricos son la principal carga con el 69% del total, por esta razón se realizó una evaluación en ellos a fin de poder sustituir los motores más antiguos de la diferente maquinaria con la que cuenta esta empresa, al lograr ahorros en el mayor de los sectores consumidores, se obtendrá un mayor ahorro en la facturación total por energía eléctrica.

Se muestra el procedimiento que se utilizó en cada uno de los motores a sustituir de una tecnología estándar a una tecnología de alta eficiencia, este procedimiento se llevó al software de Microsoft Excel, a fin de que cualquier motor se pueda simular y verificar su posible sustitución.



Ejemplo: Motor 7.5 H.P.

MEDICIONES		UNIDADES
V _{STDmáx}	230.78	Volts
V _{STD2}	227.25	Volts
V _{STDmín}	226.00	Volts
I _{STD P}	10.66	Amperes
F.P. _{STD P}	0.69*	-
DATOS DE MOTOR		(PLACA)
V _{placa}	220	Volts
H.P. _{placa}	7.5	H.P.
TIPO	STD	-
CARCAZA	cerrado	-
POLOS	4	-
η %	84.00	%
DATOS DE FACTURACIÓN		
	7,044	Horas
	179.37	\$/kW
	1.6796	\$/kWh

Tabla 11: Datos de placa y mediciones

*F.P. medido con el analizador de redes eléctricas AR-6 Marca Circutor.

Paso No.1: Evaluar la potencia estándar demandada a partir de las mediciones eléctricas:

$$Pot_{STD\ ele} = \frac{(\sqrt{3})(V_{STD\ P})(I_{STD\ P})(FP_{STD\ P})}{1000} \quad \dots (1)$$

Sustituyendo los valores de las mediciones en la ecuación (1) se tiene la potencia demandada por el motor actual:

$$POT_{STD\ ele} = 2.89\ kW$$

Paso No.2: Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual:

$$FC_{STD} = \frac{HP_{flecha}}{HP_{placa}} = \frac{Potencia\ en\ la\ flecha}{Potencia\ nominal}$$



Por lo tanto:

$$\text{Potencia en la flecha} = \frac{(\text{Potencia eléctrica})(\eta)}{0.746 \text{ kW/HP}}$$

$$FC_{STD} = \frac{(Pot_{STD \text{ ele}})(\eta)}{(HP_{placa})(0.746)} \quad \dots (2.1)$$

Sustituyendo en la ecuación (2.1) se obtiene el factor de carga al cual está trabajando el motor:

$$FC_{STD} = 0.4340$$

Para determinar la eficiencia a 0.6286 del factor de carga, se procederá con una interpolación lineal entre el factor de carga inmediata inferior y el superior, de acuerdo a la ecuación 2.2 y con base a la información proporcionada por las tablas de eficiencia en motores estándar y de alta eficiencia provista en el Anexo H.

$$\eta_{STD} = \frac{FC_{STD} - FC_1}{FC_2 - FC_1} (\eta_2 - \eta_1) + \eta_1 \quad \dots (2.2)$$

Donde:

Factor de Carga	Eficiencia
$FC_1 = 0.25$	$\eta_1 = 0.7985$
$FC_{STD} = 0.43$ $C_2 = 0.50$	$\eta_2 = 0.8679$

Entonces:

$$\eta_{STD} = 0.8495$$

Paso No.3: Efectuar los ajustes a la eficiencia:

El ajuste a la eficiencia del motor actual se realiza por medio de la ecuación (3.1):

$$\eta_{STD \text{ ajustada}} = FA_{dv} (\eta_{STD} + FA_{vv} - FA_{re}) \quad \dots (3.1)$$

FA_{vv} .- Factor de Ajuste por diferencia en tensión.

La diferencia en tensión se define como la relación de la tensión trifásica promedio de línea y la tensión indicada en placa, tal como se muestra en la ecuación (3.2):



$$VV_{STD} = \frac{V_{STD p}}{V_{STD placa}} - 1 \quad \dots (3.2)$$

Una vez determinada la diferencia en tensión se puede calcular el factor de ajuste por medio de la ecuación (3.3):

$$FA_w = (VV_{STD})[0.07 - 1.334(VV_{STD})] - 0.0009 \quad \dots (3.3)$$

En el caso del ejemplo, al sustituir los valores correspondientes en la ecuación (3.2) y después en la ecuación (3.3) se tiene:

$$VV_{STD} = 0.0364$$

$$FA_w = -0.000120$$

FA_{dv}.- Factor de Ajuste por desbalanceo en tensión:

El desbalanceo en tensión se define como la máxima desviación de la tensión de línea, al valor promedio del sistema, entre la tensión promedio, como se muestra en la ecuación (3.4):

$$DV_{STD} = \left[\frac{\text{Max}\{(V_{STD max} - V_{STD p}) \text{ ó } (V_{STD p} - V_{STD min})\}}{V_{STD p}} \right] \quad \dots (3.4)$$

Una vez determinado el desbalanceo en tensión el factor de ajuste por desbalanceo en tensión, se puede calcular con la ecuación (3.5):

$$FA_{dv} = 1 - (DV_{STD})[0.0113 + 0.0073(DV_{STD})] \quad \dots (3.5)$$

Al sustituir los valores correspondientes en las ecuaciones (3.4) y (3.5) se tiene:

$$DV_{STD} = 0.0121$$

$$FA_{dv} = 0.99986$$

FA_{re}.-Factor de Ajuste por re-embobinado.

Todo motor que ha sido re-embobinado sufre deterioro en su eficiencia. Cuando se realiza en talleres sin las características necesarias o no cuenta con la calidad de los materiales las pérdidas pueden ser de 4.2 % o más.



En la siguiente *Tabla* se muestra la relación de pérdida unitaria de la eficiencia en función de la temperatura aplicada durante la reparación del motor.

Temperatura (°C)	Reducción de la eficiencia FA _{re}
633	0.0053
683	0.0117
733 (soplete)	0.025

Tabla 12: Factor de ajuste por re-embobinado

Es importante destacar que la corrección a la eficiencia por re-embobinados sólo se deberá aplicar en una sola ocasión.

$$FA_{re} = 0.025$$

$$\eta_{STD \text{ ajustada}} = 0.8246$$

Paso No.4: Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar):

$$Pot_{STD \text{ mec}} = (\eta_{STD \text{ ajustada}})(Pot_{STD \text{ ele}})$$

$$POT_{STD \text{ mec}} = 2.38 \text{ kW}$$

Paso No.5: Proponer nuevo motor de Alta Eficiencia y su factor de carga:

$$Pot_{AE \text{ mec}} = \frac{Pot_{STD \text{ mec}}}{0.75}$$

$$FC_{AE} = \frac{Pot_{STD \text{ mec}}}{Pot_{AE \text{ placa}}}$$

$$POT_{AE \text{ mec}} = 3.17 \text{ kW}$$

$$FC_{AE \text{ mec}} = 0.6390$$

Paso No.6: Determinar la eficiencia del nuevo motor:

$$\eta_{AE} = \left(\frac{FC_{AE} - FC_1}{FC_2 - FC_1} \right) (\eta_2 - \eta_1) + \eta_1$$

$$\eta_{AE} = 0.9014$$

Paso No.7: Calcular la potencia demandada por el nuevo motor:

$$Pot_{AE \text{ ele}} = \frac{(Pot_{AE \text{ mec}})(FC_{AE})(0.746)}{\eta_{AE \text{ ajustada}}}$$



$$POT_{AE\ ele} = 2.64\text{ kW}$$

Paso No.8: Cálculo del ahorro energético y económico:

$$A_D = Pot_{STD\ ele} - Pot_{AE\ ele} \quad (\text{kW})$$

$$A_D = 0.2464\text{ kW}$$

$$A_C = (A_D)(\text{hora de operacion al año}) \quad (\text{kWh/año})$$

$$A_C = 1,735.5425\text{ kWh/año}$$

$$A_E = (12)(A_D)(\text{Costo}_D) + (A_C)(\text{Costo}_C\text{ ponderado}) \quad (\$/año)$$

$$A_E = 2,810.5673\ \$/año$$

Paso No.9: Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación:

$$P. S. R. = \frac{\text{Inversion}}{\text{Ahorro}} = \text{Años}$$

$$P.S.R. = 1.99\text{ años}$$

La tabla 13 se ejemplifica un ahorro de energía por sustitución de motores eléctricos estándar por motores de alta eficiencia (motor de 7.5 H.P. mostrado con anterioridad).

COMPARACIÓN DE AHORROS		
SITUACIÓN	ESTÁNDAR	ALTA EFICIENCIA
Potencia del motor HP	7.5	5.0
Factor de carga	43%	64%
Eficiencia	85%	90%
Eficiencia ajustada	82%	90%
Potencia eléctrica demandada KW	2.89	2.64
Potencia mecánica entregada KW	2.38	3.18
Consumo de energía eléctrica KWh/año	20,360.80	18,625.26
Costo anual de la demanda (\$MXN)	6,221.66	5,691.33
Costo anual por consumo (\$MXN)	34,198.71	31,283.63

Tabla 13: Comparativo entre motor estándar y motor de alta eficiencia.

Se considera un motor de alta eficiencia de menor potencia debido al bajo factor de carga del motor de eficiencia estándar, con la misma potencia mecánica.

DIFERENCIAS EN AHORRO



Ahorro P ele KW	0.25
Ahorro kWh/año	1,735.54
Ahorro anual de la demanda (\$MXN)	530.33
Ahorro anual por sustitución (\$MXN)	2,915.08
Inversión aproximada (\$MXN)	5,800.00
Recuperación de la inversión en años P.S.R.	1.99

Tabla 14: Ahorros estimados por sustitución.

Siguiendo la metodología antes expuesta se evaluó la factibilidad de sustitución de algunos motores de la empresa Quirmex S.A. de C.V.

Haciendo énfasis en aquellos que trabajan la mayor parte del tiempo.

La sustitución y reemplazo de motores se realizó con base en la NOM-016-ENER-2010, con el fin de asegurar que su fabricación cumpla con los requisitos de uso eficiente de energía eléctrica, como se muestra en las siguientes tablas; esto se llevó a cabo con motores que cuentan con sello FIDE.

MOTORES ACTUALMENTE INSTALADOS EN QUIRMEX S.A. DE C.V.														
No.	Equipo	Motor y tipo	Vsto	HPsto	Horas	V1	V2	V3	Vprom	Iprom	FProm	kWsto	kWh/año SDT	\$/año sto
1	DOBLADOR DE GASA TIPO AMERICANA	5 HP, 4 Polos, cerrado	220	5	7,044	227.70	227.20	225.80	226.90	8.33	0.6233	2.04	14,373.30	\$ 4,392.06
2	COSTURA	5 HP, 4 Polos, cerrado	220	5	7,044	227.70	227.20	225.80	226.90	15.23	0.6233	3.73	26,279.16	\$ 8,030.14
4	BLANQUEO DE TELA	40 HP, 4 Polos, cerrado	440	40	960	428.00	425.80	427.20	427.00	30.12	0.8200	18.26	17,535.00	\$ 29,453.94
5	SECADORA DE ALGODÓN	50 HP, 4 Polos, cerrado	440	50	1,920	435.56	433.87	432.10	433.84	39.43	0.8400	24.88	47,786.02	\$ 80,263.05
6	HUMIFICADOR	10 HP, 4 Polos, cerrado	220	7.5	7,044	219.00	218.20	216.97	218.06	12.72	0.6900	3.31	23,349.93	\$ 39,219.35
7	CARDAS	7.5 HP, 4 Polos, cerrado	220	7.5	7,044	215.32	213.78	211.55	213.55	12.40	0.7098	3.25	22,931.75	\$ 38,516.96
8	CARDAS	7.5 HP, 4 Polos, cerrado	220	7.5	7,044	230.78	227.25	226.00	228.01	10.66	0.6866	2.89	20,360.80	\$ 34,198.71
9	CARDAS	7.5 HP, 4 Polos, cerrado	220	7.5	7,044	227.70	227.20	225.80	226.90	12.24	0.6900	3.31	23,280.03	\$ 39,269.90
10	AUXILIARES	20 HP, 4 Polos, cerrado	220	20	2,400	227.70	227.20	225.80	226.90	31.25	0.7900	9.70	23,285.39	\$ 39,110.94
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.37	219,181.38	\$ 312,455.05

Tabla 15: Motores estándar, instalados en Quirmex.

Aplicando el método antes expuesto para el motor de 7.5 H.P., se evaluaron los motores mostrados en la tabla 15.



EVALUACION DE MOTORES ACTUALES																
Motor y tipo	FC	FC _{std}	η_{std}	FC _{std}	η_{std}	η_{std}	V _{std}	F _{Astd}	D _{Vstd}	F _{Astd}	F _{AE}	η_{d1}	Pot _{std} [kW]	HP _{std}	kW _{MAE}	HP _{MAE}
5 HP, 4 Polos, cerrado	0.4513	0.25	0.7840	0.5	0.8528	0.8394	0.03130	- 0.000017	0.0048	0.99994	0.025	0.8143	1.66	2.22	2.21	2.97
5 HP, 4 Polos, cerrado	0.8225	0.75	0.8633	1	0.8549	0.8607	0.03140	- 0.000017	0.0048	0.99995	0.025	0.8357	3.11	4.17	4.15	5.57
40 HP, 4 Polos, cerrado	0.5418	0.5	0.9011	0.75	0.9119	0.9029	- 0.02955	- 0.004100	0.0023	0.99997	0.025	0.8820	16.11	21.60	21.48	28.80
50 HP, 4 Polos, cerrado	0.5905	0.5	0.9198	0.75	0.9259	0.9220	- 0.01400	- 0.002141	0.0040	0.99995	0.025	0.8991	23.37	29.99	29.83	39.99
10 HP, 4 Polos, cerrado	0.4977	0.25	0.7985	0.5	0.8679	0.8672	- 0.00880	- 0.001622	0.0050	0.99994	0.025	0.8438	2.79	3.74	3.72	4.99
7.5 HP, 4 Polos, cerrado	0.4888	0.25	0.7985	0.5	0.8679	0.8647	- 0.02930	- 0.004099	0.0094	0.99989	0.025	0.8438	2.74	3.68	3.66	4.90
7.5 HP, 4 Polos, cerrado	0.4340	0.25	0.7985	0.5	0.8679	0.8495	0.03640	- 0.000120	0.0121	0.99986	0.025	0.8246	2.38	3.19	3.17	4.26
7.5 HP, 4 Polos, cerrado	0.4983	0.25	0.7985	0.5	0.8679	0.8674	0.03140	- 0.000017	0.0048	0.99995	0.025	0.8424	2.79	3.74	3.72	4.99
20 HP, 4 Polos, cerrado	0.5625	0.5	0.8876	0.75	0.8970	0.8899	0.03140	- 0.000017	0.0048	0.99994	0.025	0.8649	8.39	11.24	11.18	14.99
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 16. Evaluación de los motores estándar, a partir del factor de carga.

Una vez evaluado cada motor estándar con respecto a su carga real, se procede a seleccionar el nuevo motor de tecnología eficiente redimensionando en algunos casos el tamaño de motor, pues los cálculos arrojan la posibilidad de sustitución por motores de menor capacidad.

EVALUACION DE MOTORES PROPUESTOS													
HP _{AE}	Volts	FC _{AE}	FC _{IAE}	η_{1AE}	FC _{2AE}	η_{2AE}	η_{AE}	W _{AE}	F _{AVAE}	D _{VAE}	F _{ADVAE}	η_{IAE}	kW _{AE}
5	220	0.4455	0.25	0.8429	0.5	0.8963	0.8846	0.03130	- 0.000017	0.0048	0.99994	0.8846	1.87
7.5	220	0.5573	0.5	0.9077	0.75	0.9150	0.9093	0.03140	- 0.000017	0.0048	0.99995	0.9093	3.42
30	440	0.7199	0.5	0.9406	0.75	0.9424	0.9422	- 0.02955	- 0.004133	0.0023	0.99997	0.9463	17.03
40	440	0.7499	0.5	0.9428	0.75	0.9462	0.9462	- 0.01400	- 0.002141	0.0400	0.99995	0.9483	23.59
5	220	0.7499	0.5	0.8963	0.75	0.9055	0.9054	- 0.00880	- 0.001622	0.0050	0.99994	0.9071	3.08
5	220	0.7364	0.5	0.8963	0.75	0.9055	0.9050	- 0.02930	- 0.004099	0.0094	0.99989	0.9090	3.02
5	220	0.639	0.5	0.8963	0.75	0.9055	0.9014	0.03640	- 0.000120	0.0121	0.99986	0.9014	2.64
5	220	0.7496	0.5	0.8963	0.75	0.9055	0.9054	0.03140	- 0.000017	0.0048	0.99995	0.9055	3.08
15	220	0.7499	0.5	0.9236	0.75	0.9276	0.9276	0.03140	- 0.000017	0.0048	0.99995	0.9276	9.04
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	66.77

Tabla 17. Evaluación de los motores de alta eficiencia propuestos para ser instalados en Quirmex, a partir del factor de carga.



Ilustración 5: Motores sustituidos



Comparando la sustitución de cada motor estándar, por su propuesta en tecnología eficiente se tienen los siguientes ahorros:

MOTOR ESTANDAR	MOTOR DE ALTA EFICIENCIA.	TABLA DE AHORROS.						
		Motor y tipo	HPAE	kWh/añoAE	\$/año AE	Ahorro KW	Ahorro kWh/año	Ahorro \$/año	Inversión	PSR (AÑOS)
5 HP, 4 Polos, cerrado	5	13,231.84	\$ 4,043.26	0.16	1,141.47	\$ 1,917.25	\$ 6,000.00	3.13
7.5 HP, 4 Polos, cerrado	7.5	24,152.37	\$ 7,380.26	0.30	2,126.79	\$ 3,572.24	\$ 7,300.00	2.04
40 HP, 4 Polos, cerrado	30	16,344.77	\$ 27,453.25	1.24	1,191.15	\$ 2,000.69	\$ 25,000.00	12.50
50 HP, 4 Polos, cerrado	40	45,307.37	\$ 76,099.82	1.29	2,478.65	\$ 4,163.23	\$ 30,600.00	7.35
10 HP, 4 Polos, cerrado	5	21,772.02	\$ 36,485.06	0.23	1,627.91	\$ 2,734.29	\$ 6,000.00	2.19
7.5 HP, 4 Polos, cerrado	5	21,286.57	\$ 35,753.66	0.23	1,645.18	\$ 2,763.30	\$ 5,800.00	2.10
7.5 HP, 4 Polos, cerrado	5	18,625.26	\$ 31,283.63	0.25	1,735.54	\$ 2,915.08	\$ 5,800.00	1.99
7.5 HP, 4 Polos, cerrado	5	21,751.99	\$ 36,535.40	0.23	1,628.03	\$ 2,734.50	\$ 6,000.00	2.19
20 HP, 4 Polos, cerrado	15	21,712.75	\$ 36,469.48	0.66	1,572.00	\$ 2,641.00	\$ 15,500.00	5.87
-	-	204,184.94	\$ 291,503.82	4.59	15,146.72	\$ 25,441.58	\$ 108,000.00	4.25

Tabla 18. Ahorros de la sustitución de los motores de alta eficiencia instalados en Quirmex

3.6 Estimación de potencial de ahorro energético y económico.

De acuerdo a los registros de las mediciones eléctricas, mostrados en las gráficas 6 (Consumo eléctrico de Quirmex S.A. de C.V.), gráfica 7 (Consumo integrado del sistema), grafico 8 (Demanda medida por fase) y la gráfica 9 (Medición del factor de potencia) obtenidas con el analizador de redes eléctricas, y el software Power Visión Plus, se comprobó que las mediciones por parte de CFE eran erróneas, derivado de una falla en los transformadores de instrumento de media tensión, pues se efectuaron pruebas únicamente al medidor y este se encontraba bien, no así los transformadores de corriente, instalados en la parte superior del poste que conforma la acometida de la empresa, por lo que la facturación que se venía aplicando a la empresa no correspondía con el consumo de ésta.



Con ayuda de estas mediciones se realizó la notificación a CFE, logrando con ello la corrección del equipo de medición (únicamente se sustituyeron los transformadores de corriente) además se buscó la gestión ante el departamento comercial de CFE, para el reintegro por error de facturación; es importante comentar que el seguimiento a la gestión de esta recuperación se efectuó por personal de la empresa Quirmex, los autores únicamente gestionaron la sustitución de los transformadores de corriente, para comprobar lo dicho se acudió por segunda vez a la empresa y se realizó un historial de facturación posterior a la corrección.

Los resultados de esta segunda visita se muestran en la siguiente tabla:

Historial de facturación actual:

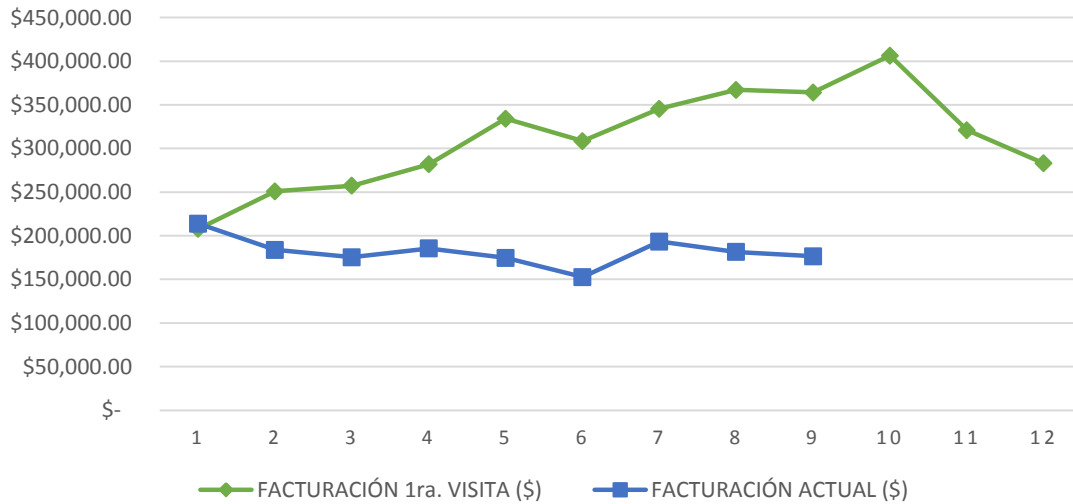
HISTORIAL DE CONSUMO						
MES	DEMANDA (KW)	FACTOR DE POTENCIA	CONSUMO EN TARIFA HM (KWh)	FACTURACIÓN MENSUAL (\$)	PRECIO MEDIO SIN IVA (\$/KWh)	PRECIO MEDIO CON IVA (\$/KWh)
Abril-13	204	92.07%	115,920	\$213,951.00	\$1.59	\$1.85
Mayo-13	208	94.00%	95,410	\$183,805.00	\$1.66	\$1.93
Junio-13	200	93.69%	92,085	\$175,330.00	\$1.64	\$1.90
Julio-13	206	92.79%	100,240	\$185,561.00	\$1.60	\$1.85
Agosto-13	211	92.83%	91,805	\$174,571.00	\$1.64	\$1.90
Septiembre-13	204	92.98%	78,750	\$152,628.00	\$1.67	\$1.94
Octubre-13	191	92.20%	101,605	\$193,366.00	\$1.64	\$1.90
Noviembre-13	200	92.12%	87,990	\$181,451.00	\$1.78	\$2.06
Diciembre-13	212	92.05%	81,690	\$176,469.00	\$1.86	\$2.16
PROMEDIO	204.00	92.75%	93,943.89	\$181,903.56	\$1.68	\$1.94

Tabla 19: Facturación del año 2013, posterior al diagnóstico energético.



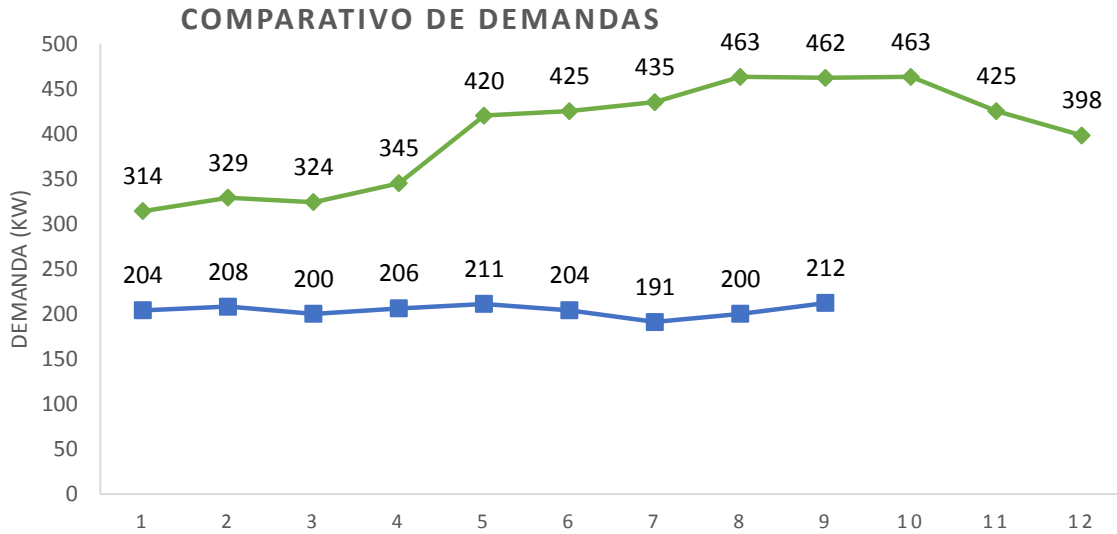
Para elaborar las conclusiones, se compararon los datos mostrados en la Tabla No. 18 (Consumo después de aplicar el diagnóstico de ahorro de energía eléctrica) y los datos obtenidos al inicio de los trabajos (Véase Tabla No. 1)

COMPARATIVO DE FACTURACIÓN



Grafica 10.- Comparativo de facturación después de realizar el diagnóstico de energía en la empresa Quirmex.

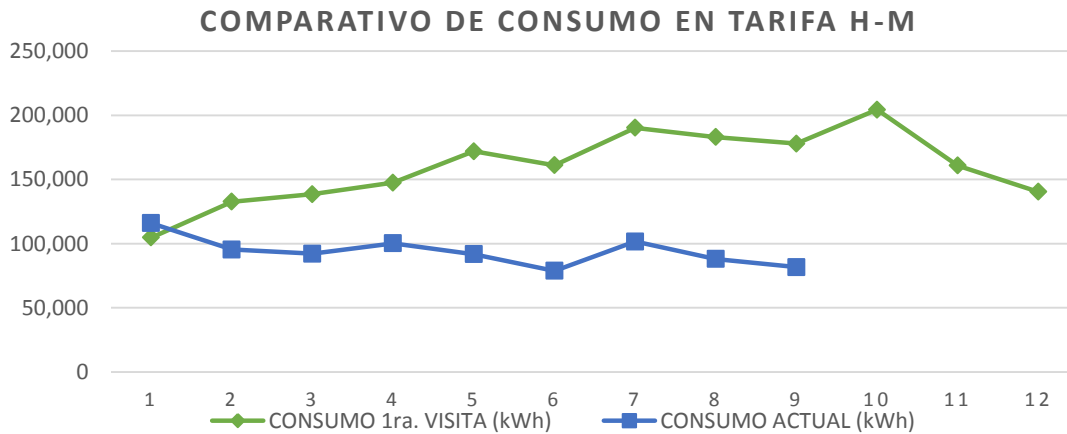
Como se puede ver en la Grafica 10, la empresa ha logrado ahorros económicos, considerables en su facturación después de realizarse el diagnóstico de energía aproximadamente de \$ 120,000.00 pesos en forma mensual promedio, lo que en porcentaje representa el 40% de ahorro económico.



Gráfica 11: Comparativo de demanda facturable

En la gráfica 11, se puede ver la reducción en la demanda facturable aproximadamente del 48 % en el periodo de análisis, teniendo el mayor ahorro por este concepto en el horario de verano, pues como se ha comentado a lo largo de este trabajo, la tarifa HM, la cual tiene contratada la empresa sigue un comportamiento ligado a este.

En el horario de invierno el ahorro promedio fue del 35% mensual.



Gráfica 12: Comparativo de consumo



Con base al análisis de los consumos anuales antes y después del diagnóstico energético se ve una reducción en el registro de cerca de 62436 kWh, al mes aunque esta reducción se tuvo en forma gradual, se ve que durante los meses de mayo, junio y julio el ahorro fue menor, derivado de que en este periodo se estuvieron cambiando los motores propuestos en el estudio, terminándose en el mes de septiembre, a partir de este mes el incremento en el ahorro de consumo fue evidente.

RESUMEN DE AHORROS TOTALES						
Medidas de Ahorro	Inversión	Ahorros Mensuales		Ahorros Anuales		Recuperación Anual
		Consumo (kWh)	Facturación (\$)	Consumo (kWh)	Facturación \$	
Corrección FP	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Mano de obra	NA					
Cambio de motores	\$ 108,000.00	1,262	\$ 2,120.13	15,147	\$ 25,441.58	4.25
Mano de obra	\$ 21,600.00					
Medición de sistema	NA	62,436	\$ 120,099.44	561,925	\$ 1,080,895.00	NA
SUMA DE AHORROS	\$ 129,600.00	63,698	\$ 122,219.57	577,072	\$ 1,106,336.58	0.0976

Tabla 20: Resumen de medidas de ahorro

La tabla 18 muestra los ahorros por mes y al año promedios, sin embargo si se revisa uno por uno los meses se ve que la inversión se recupera con los ahorros de los meses de abril, mayo y junio (en estos tres meses se acumuló un ahorro económico de \$143,010.00)

Los ahorros obtenidos con base a la corrección de facturación son tomados de acuerdo a las nuevas facturaciones resultantes, debido al ajuste de facturación sin considerar el reembolso por ajuste de la misma.



Conclusiones.

Con base al análisis de información, obtenido en la etapa de inspección visual, mediciones eléctricas, análisis de historiales de CFE y plática con el personal de la empresa Quirmex, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Gracias al monitoreo que se realizó de los parámetros eléctricos, mediante el analizador de redes eléctricas AR-6, se encontró y demostró un error de medición por parte de CFE, en primer lugar se comenzó el estudio por la necesidad de implementar un banco de capacitores automático, ya que el factor de potencia que se reflejaba en el recibo de energía eléctrica se encontraba por debajo de 0.9 factor de potencia, que no corresponde con el registrado en la medición, una vez corregidos los equipos de medición el factor de potencia se encuentra por encima del permitido por CFE.
- Al momento de las pruebas al medidor por parte del personal de CFE del departamento de medición, se encontró que el medidor registraba de forma correcta, sin embargo el multiplicador que indicaba el recibo y que marco al momento de hacer el ejercicio de prueba eran diferentes, lo que hizo pensar que el problema se encontraba en los transformadores de instrumento instalados en la acometida de Quirmex.
- Al personal de Ingeniería y Mantenimiento, se le dio a conocer la forma de operación de la tarifa HM, en la que actualmente opera la empresa Quirmex, para que en un futuro junto con el departamento de producción, se busque programar de forma más adecuada la producción de los diversos productos y obtener un ahorro, por una correcta administración de la demanda eléctrica.
- La sustitución de motores estándar por motores de alta eficiencia se ha realizado gradualmente con recursos propios de la empresa, formando parte de la cultura de ahorro que adoptó la empresa después del diagnóstico energético.
- El ahorro económico derivado de la implementación del presente diagnóstico de energía eléctrica, resultó en \$ 122,219.57 cada mes, logrando una bonificación en la actualidad de \$1364.00 en promedio por contar con un factor de potencia de 0.92, sin realizar cambios en los bancos de capacitores actuales, lo único que se realizó fue reapriete de terminales en bornes y zapatas de estos dispositivos eléctricos; el ahorro anual para esta empresa fue de \$1,106,336.58 lo que ha permitido a Quirmex ser más competitiva, buscando en la actualidad una expansión con la construcción de una nueva nave.



- La medición de la demanda eléctrica le permitió a Quirmex tomar la decisión de no comprar un nuevo transformador para expandir su operación con la construcción de una nueva nave, ya que pudo ver que se encuentra sub utilizado en la actualidad, ahorrando en la adquisición de este.
- El impacto ecológico, que se tuvo al implementar tecnología con alta eficiencia energética permitió a la empresa comenzar el camino hacia la certificación de una empresa socialmente responsable.

Como se mostró anteriormente los objetivos planteados al inicio de este trabajo se cubrieron satisfactoriamente, se comprobó la importancia de la metodología propuesta en la NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011 donde se planea, se hace, verifica y actúa para así encontrar soluciones a la medida de cada usuario de la energía eléctrica, buscando su uso racional a fin de lograr beneficios económicos para la empresa y ambientales para toda la humanidad.

Estamos seguros que la vinculación entre el Sistema de Universidades Tecnológicas, el Centro de Investigación de Materiales Avanzados A.C. y las empresas de este país, en busca de la eficiencia energética, a través de la capacitación e implementación de conocimientos en los diversos procesos de cada sector productivo, rendirá frutos a este país, logrando un entorno más sustentable a las nuevas generaciones.

Anexo A.

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

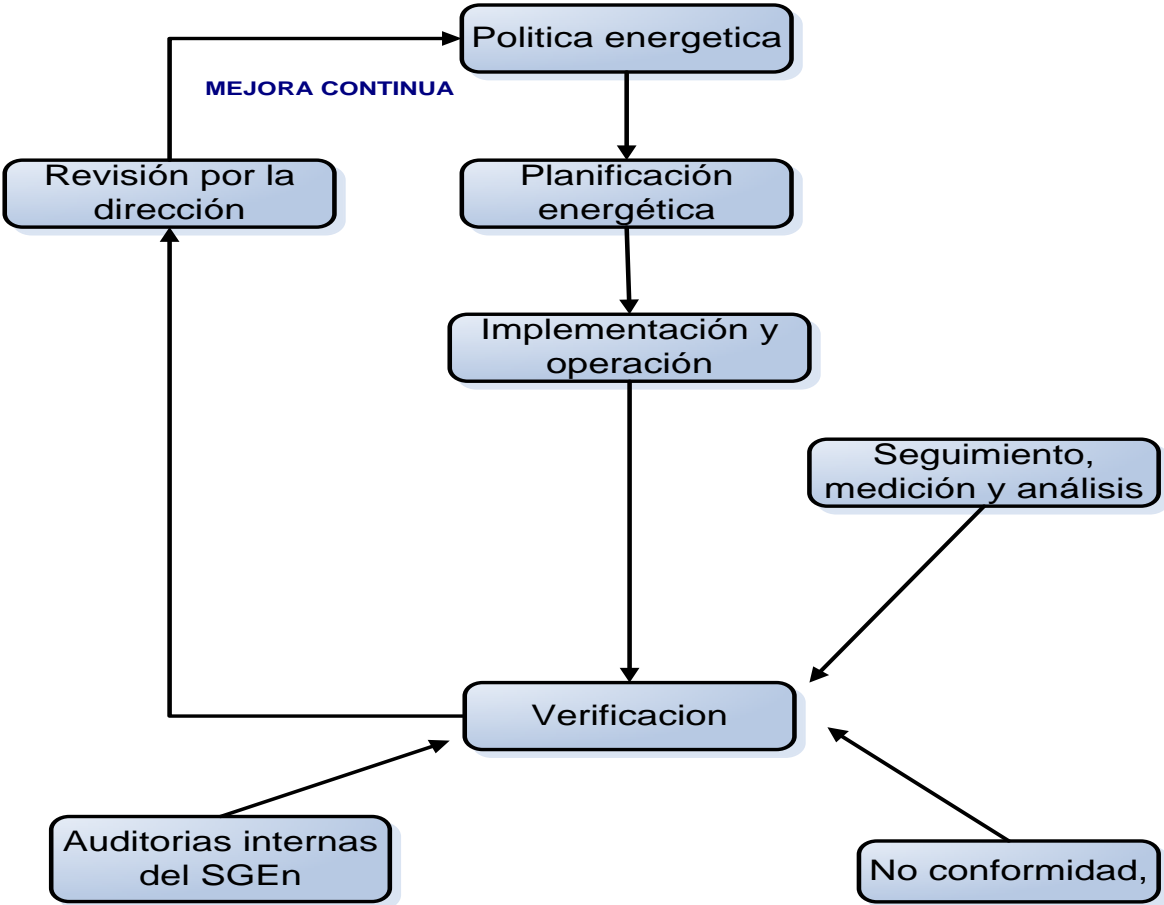


Fig. 1 Modelo de Sistema de Gestión de la Energía para esta Norma Mexicana

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

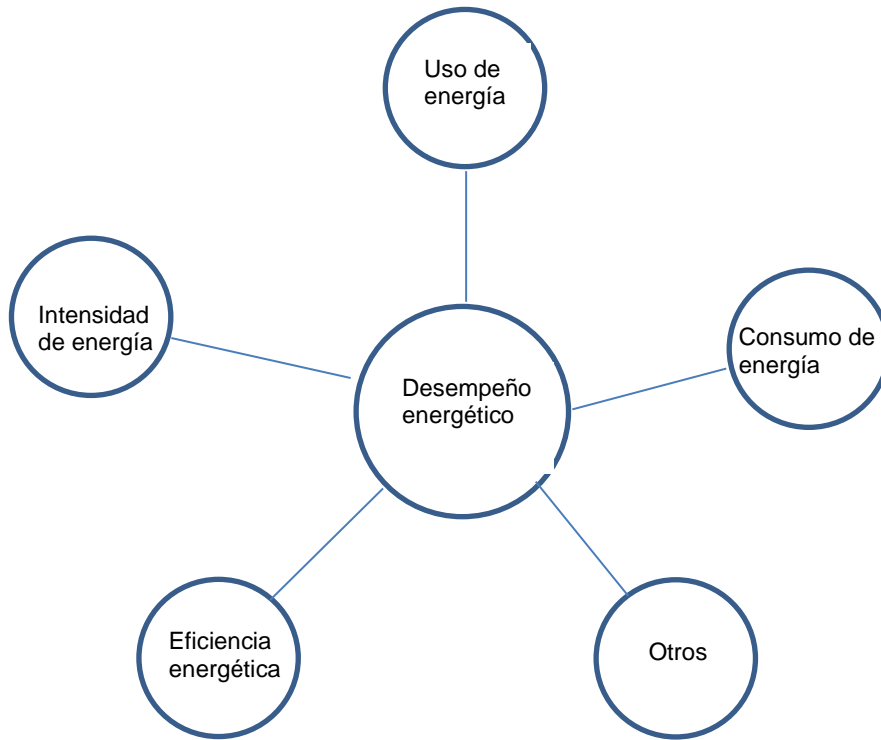


Fig. 2 Representación conceptual del desempeño energético.



PROCESO DE PLANIFICACION ENERGETICA

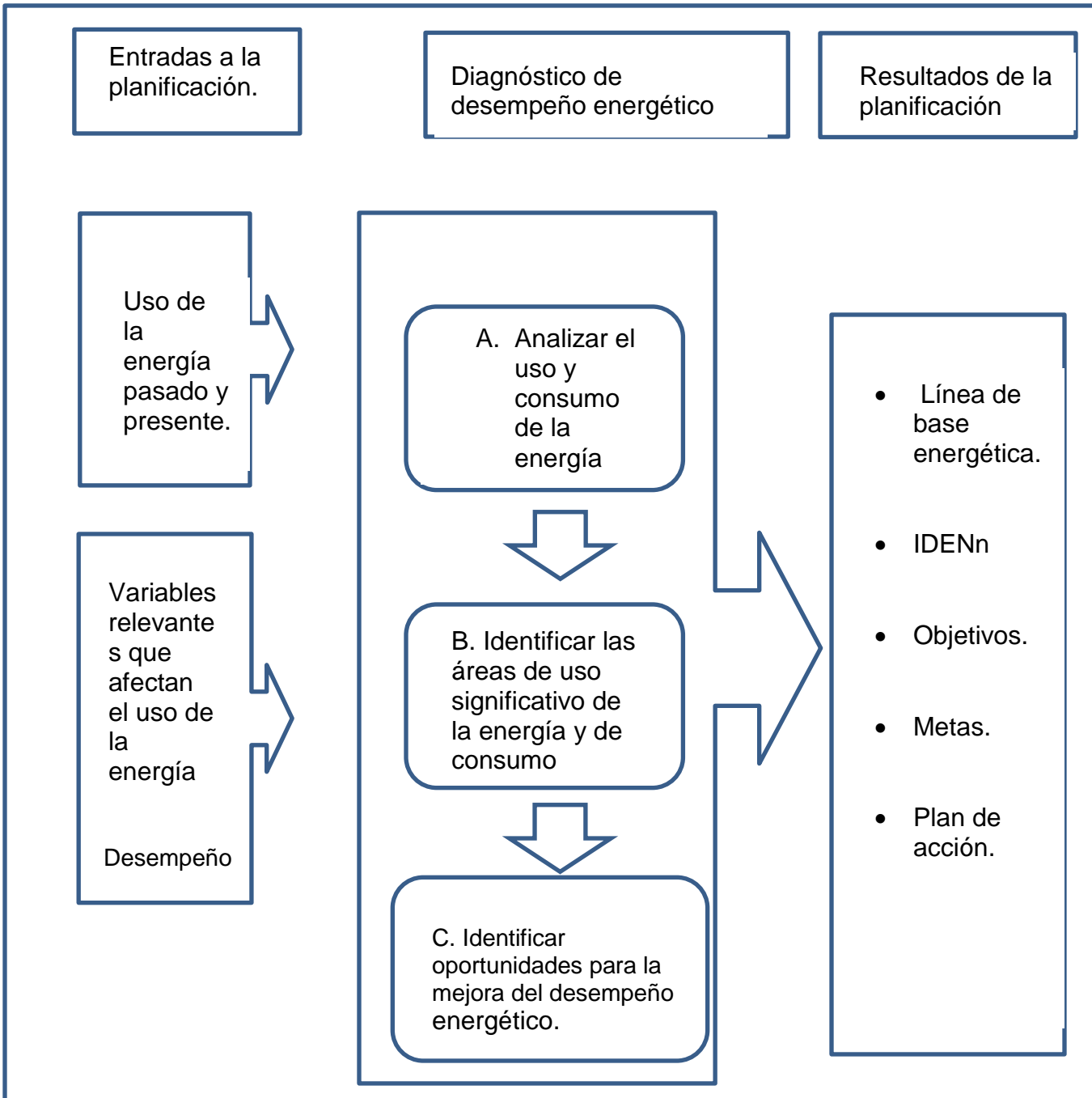


Fig. 3 Diagrama conceptual del procedimiento de planificación energética.



Anexo C. Censo de carga general

CENSO GENERAL DE CARGA								
ÁREA	CANT.	EQUIPO	POTENCIA EN WATTS	DEMANDA kW	HORAS DE OPERACIÓN AL DÍA	HORAS DE OPERACIÓN AL MES	CONSUMO kWh MENSUAL	COSTO MENSUAL
TABLERO GENERAL	2	LUMINARIAS T5 2X54W	116.64	0.23	12.00	312	72.78	\$141.93
ÁREA DE HUMECTADO								
ÁREA DE LLENADO	1	BOMBA 2HP	1492	1.49	5.00	80	119.36	\$232.75
ÁREA DE BLANQUEADO	1	MOTOR 10 HP	7460	7.46	0.33	5.33	39.79	\$77.58
	1	MOTOR 40 HP	29840	29.84	5.00	80	2,387.20	\$4,655.04
CENTRIFUGA	2	MOTORES DE 15 HP	11190	22.38	7.50	120	2,685.60	\$5,236.92
SECADO DE ALGODÓN	1	SECADORA 50 HP	37300	37.30	10.00	160	5,968.00	\$11,637.60
PRENSA	1	MOTOR 10 HP	7460	7.46		0	0.00	\$0.00
SALÓN DE CARDAS								
CARGADORA	5	MOTOR DE 1HP	746	3.73	10.00	160	596.80	\$1,163.76
CARGADORA	1	MOTOR DE 5 HP	3730	3.73	10.00	160	596.80	\$1,163.76
CARGADORA	3	MOTOR DE 5 HP	3730	11.19	10.00	160	1,790.40	\$3,491.28
SISTEMA DE CARDAS	6	MAQUINA 7.5 HP	4662.5	27.98	10.00	160	4,476.00	\$8,728.20
DUCTO	1	MOTOR 5HP	3730	3.73	10.00	160	596.80	\$1,163.76
DUCTO	1	MOTOR 2HP	1492	1.49	10.00	160	238.72	\$465.50
ILUMINACIÓN CARDAS	8	LUMINARIAS T5 2X54W	116.64	0.93	12.00	192	179.16	\$349.36
EMPAQUE DE ALGODÓN						0	0.00	\$0.00
	4	MAQUINA DE 1 HP	746	2.98	8.00	208	620.67	\$1,210.31



ROLLO TIPO HOSPITAL	2	MAQUINA 1/2 HP	373	0.75	0.92	24	17.90	\$34.91
PISADORAS	2	MAQUINA 1/2 HP	373	0.75	8.00	208	155.17	\$302.58
ILUMINACIÓN	6	LUMINARIAS T5 2X54W	116.64	0.70	4.00	104	72.78	\$141.93
SELLADORA DE POLIETILENO	3	SELLADORA DE 10 A	1500	4.50	8.00	208	936.00	\$1,825.20
ÁREA MECHA ALGODÓN								
CARGADOR	1	MOTOR DE 5 HP	3730	3.73	9.00	180	671.40	\$1,309.23
CARGADOR	1	MOTOR DE 5 HP	3730	3.73	9.00	180	671.40	\$1,309.23
CARGADOR	3	MOTOR DE 1HP	746	2.24	9.00	180	402.84	\$785.54
CARDADORA 1 MARZOLLI	3	MOTOR DE 1HP	746	2.24	9.00	180	402.84	\$785.54
CARDADORA 1 MARZOLLI	2	MOTOR DE 5 HP	3730	7.46	9.00	180	1,342.80	\$2,618.46
CARDADORA 1 MARZOLLI	1	MOTOR DE 2HP	1492	1.49	9.00	180	268.56	\$523.69
CARDADORA 1 MARZOLLI	3	MOTOR DE 1HP	746	2.24	9.00	180	402.84	\$785.54
CARDADORA 1 MARZOLLI	2	MOTOR DE 5 HP	3730	7.46	9.00	180	1,342.80	\$2,618.46
CARDADORA 1 MARZOLLI	1	MOTOR DE 2HP	1492	1.49	9.00	180	268.56	\$523.69
CARDADORA 1 MARZOLLI	1	MAQUINA DE 11 HP						
CARDADORA 1 MARZOLLI	3	MOTOR DE 1HP	746	2.24	9.00	180	402.84	\$785.54
CARDADORA 1 MARZOLLI	2	MOTOR DE 5 HP	3730	7.46	9.00	180	1,342.80	\$2,618.46
CARDADORA 1 MARZOLLI	1	MOTOR DE 2HP	1492	1.49	9.00	180	268.56	\$523.69
CARDADORA TRUTZSCHELER 4	2	MOTOR DE 1HP	746	1.49	9.00	180	268.56	\$523.69
CARDADORA TRUTZSCHELER 4	2	MOTOR DE 5HP	3730	7.46	9.00	180	1,342.80	\$2,618.46



CARDADORA TRUTZSCHELER 4	1	MOTOR DE 2HP	1492	1.49	9.00	180	268.56	\$523.69
HUMIDIFICADOR	1	MOTOR DE 10 HP	7460	7.46	9.00	180	1,342.80	\$2,618.46
ILUMINACIÓN	6	LUMINARIAS T5 2X54W	116.64	0.70	9.00	180	125.97	\$245.64
GASA								
ENROLLADO DE TELA	1	MAQUINA 6HP	4476	4.48	9.00	180	805.68	\$1,571.08
ENROLLADO DE TELA	1	GRÚA 1HP	746	0.75	9.00	180	134.28	\$261.85
BLANQUEO DE TELA	1	MOTOR 40HP	29840	29.84	10.00	160	4,774.40	\$9,310.08
BLANQUEO DE TELA	1	MOTOR 15 HP	11190	11.19	1.50	24	268.56	\$523.69
POLI PASTO	1	MOTOR 30HP	22380	22.38	1.50	24	537.12	\$1,047.38
POLI PASTO	2	CAMPANA HID	500	1.00	15.00	240	240.00	\$468.00
POLI PASTO	6	LUMINARIAS T5 2X54W	116.64	0.70	15.00	240	167.96	\$327.53
ACABADO	1	MOTOR 9HP	6714	6.71	15.50	248	1,665.07	\$3,246.89
ROLLO GASA TIPO HOSPITAL	1	MAQUINA DE 1HP	746	0.75	12.00	192	143.23	\$279.30
DOBLADO DE GASA TIPO AMERICANA	19	MAQUINA DE 5HP	3730	70.87	15.50	403	28,560.61	\$55,693.19
DOBLADO DE GASA TIPO AMERICANA	9	SELLADORA DE 10 A	1500	13.50	8.00	208	2,808.00	\$5,475.60
DOBLADO DE GASA TIPO AMERICANA	21	LUMINARIAS T5 2X54W	116.64	2.45	10.00	260	636.85	\$1,241.87
DOBLADO DE GASA TIPO AMERICANA	1	DUCTO HUMIDIFICADOR	7460	7.46	10.00	260	1,939.60	\$3,782.22
DOBLADO TIPO EUROPEO	6	MAQUINA DE 1HP	746	4.48	8.00	208	931.01	\$1,815.47
FOLDEADORES	1	MAQUINA DE 2HP	1492	1.49	8.00	208	310.34	\$605.16
VENTILADOR	1	MAQUINA DE 1 HP	746	0.75	8.00	208	155.17	\$302.58



ILUMINACIÓN	6	LUMINARIAS T5 2X54W	116.64	0.70	8.00	208	145.57	\$283.86
SELLADO								
SELLADORAS	3	MAQUINA SELLADORA	5500	16.50	8.00	208	3,432.00	\$6,692.40
LIGADURA UMBILICAL	4	MAQUINA DE 1/4 HP	186.5	0.75	8.00	208	155.17	\$302.58
SELLADORA DE LIGADURA	1	MAQUINA SELLADORA	1400	1.40	8.00	208	291.20	\$567.84
SELLADORA DE LIGADURA	1	MAQUINA SELLADORA	3200	3.20	8.00	208	665.60	\$1,297.92
CORTE AUTOMÁTICO DE COMPRESA			116.64	0.00		0	0.00	\$0.00
COSTURA	1	MAQUINA DE 5HP	3730	3.73	10.00	260	969.80	\$1,891.11
CORTE	1	MAQUINA 1/2 HP	373	0.37	8.00	208	77.58	\$151.29
COSTURA TRANSVERSAL	1	MAQUINA DE 1/4 HP	186.5	0.19	10.00	260	48.49	\$94.56
ÁREA MANUAL	11	MAQUINA 1/4 HP	186.5	2.05	8.00	208	426.71	\$832.09
AUXILIARES	1	SISTEMA DE 20HP	14920	14.92	10.00	200	2,984.00	\$5,818.80
LLENADO MISILES	2	BOMBAS DE 10HP	7460	14.92	1.00	16	238.72	\$465.50
COMPRESOR	1	COMPRESOS 15HP	11190	11.19	8.00	208	2,327.52	\$4,538.66
BOMBA DE POZO	1	BOMBA DE 5HP	3730	3.73	8.00	208	775.84	\$1,512.89
OFICINA ADMINISTRACIÓN	1	SISTEMA DE 2500W	2500	2.50	9.00	180	450.00	\$877.50
OFICINA DE MANTENIMIENTO	1	SISTEMA DE 1500W	1500	1.50	9.00	180	270.00	\$526.50
OFICINA DE VENTAS	1	SISTEMA DE 1500W	1500	1.50	9.00	180	270.00	\$526.50
COMPRESOR	1	COMPRESOR DE 125HP	93250	93.25	8.00	208	19,396.00	\$37,822.20
			198	581.68			109,689	\$213,893.45

Anexo D. Memoria fotográfica del proceso de medición



Ilustración 1: Revisión de la instalación eléctrica del local



Ilustración 2: Colocación del analizador de redes



Ilustración 3: Medición en líneas eléctricas



Ilustración 4: Medición con el analizador de redes en tablero para motores

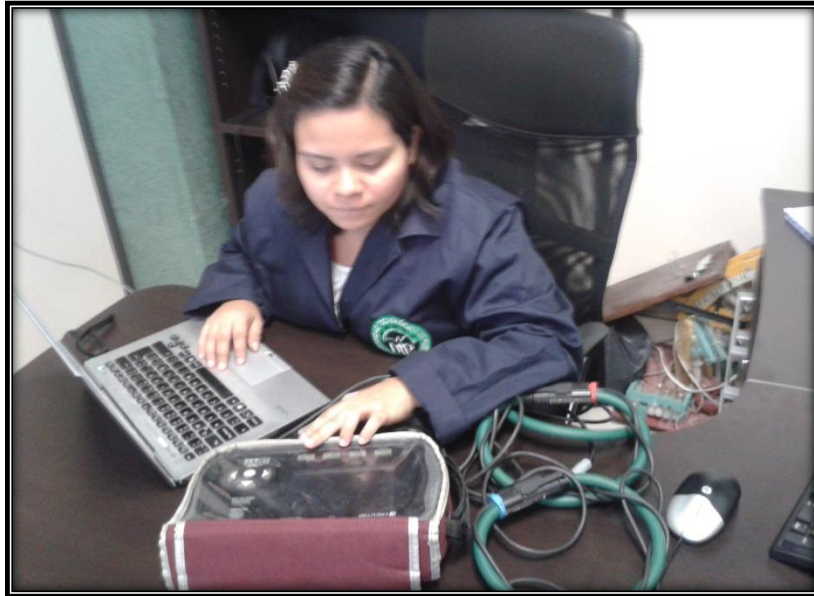


Ilustración 5. Descarga de las mediciones en el software Power Visión



Glosario

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

EJEMPLO: Un proceso; un grupo de procesos; unas instalaciones; una organización completa; múltiples emplazamientos bajo el control de una 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.

EJEMPLO: Eficiencia de conversión; energía que se requiere/energía que se utiliza; salida/entrada; valor teórico de la energía que se utiliza/energía real que se utiliza.

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, el cual puede incluir varios límites.

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



Referencias

Comisión Federal de Electricidad (CFE), tarifas en http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_industria.asp.

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

Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía (CONUEE) – Sectores – Pequeñas y medianas empresas – Motores eléctricos en http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/motores_electricos

Fideicomiso para el Ahorro de Energía, FIDE 2003 en <http://www.fide.org.mx>.

Quirmex Disponible en internet desde 23 febrero de 2012 en <http://www.quirmex.com>

NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011 - Sistemas de gestión de la energía – Requisitos con orientación para su uso.

ISO/DIS-50004-ANSI-2014 – Energy management systems – Guidance for the implementation, maintenance and improvement of an energy management system.

ISO/DIS-50006-ANSI-2014 - Energy management systems – Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) – General principles and guidance.

NMX-CC-9000-IMNC-2005 - Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario.

NMX-CC-9001-IMNC-2008 - Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos.

NMX-SAA-14001-IMNC-2004 - Sistemas de gestión ambiental – Requisitos con orientación para su uso.

NOM-016-ENER-2010 – Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0.746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.

<http://www.geimexico.org/factor.html>