



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“ANÁLISIS DE AUDITORÍA ENERGÉTICA PARA OPTIMIZAR
RECURSOS EN LA FÁBRICA MORETRAN C.A.”**

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

Presentada por:

Carlos Andrés Aguilera Narváez.

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO: 2014

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por estar presente y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi padre, que con sus consejos y ejemplos me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y por su apoyo incondicional que a pesar de mis errores ha estado conmigo para darme su amor una y otra vez.

A mis tíos por siempre estar cuando más se los necesita y con sus cariños darme ánimos para seguir adelante.

A mis amigos por estar en las buenas y en las malas, y por su ayuda cuando lo he necesitado.

Al Ing. Carlos Salazar, director de proyecto de graduación, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios y a mi padre quienes supieron guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.
Por su apoyo, consejos, comprensión, amor,

ayuda en los momentos difíciles y que creyeron en mí aun cuando he tropezado varias veces.

Y a todas esas personas que me han dado un grano de aliento y ese empujón que a veces uno necesita cuando siente que todo le sale mal.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



PhD. Boris Vintimilla Burgos
PRESIDENTE



Ing. Carlos Salazar L.
DIRECTOR DE PROYECTO
DE GRADUACIÓN



Ing. Holger Cevallos U.
MIEMBRO PRINCIPAL

RESUMEN

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".



Carlos Andrés Aguilera Narváez

RESUMEN

La estructura del presente proyecto de graduación se desglosa a continuación:

En el primer capítulo, se describe el concepto de auditoría energética, los lineamientos que se deben seguir para efectuar un análisis óptimo que finalmente formarán un criterio para elaborar las recomendaciones apropiadas para el beneficio energético de la empresa.

En el segundo capítulo, se procedió a realizar el estudio de medición para determinar el estado energético actual de la empresa; para esto se tomó en cuenta el historial de información de facturación eléctrica, el consumo diario y el levantamiento total de cargas; luego, con la ayuda del diagrama de Pareto se identificaron las áreas en las cuales existe una mayor demanda.

En el tercer capítulo, se presenta la evaluación de calidad de energía y también se realiza un estudio termográfico la cual permite inferir donde existirían posibles fallas sin necesidad de manipular los equipos a analizar.

En el cuarto capítulo, se analizan los rubros de la factura así como el consumo eléctrico de las luminarias y del horno TKF (Utilizado en el recocido de los núcleos). Se presentan también cuadros y gráficos de la producción y el consumo de los ocho primeros meses del año.

En el quinto y último capítulo, se elaboró un análisis de los resultados de las mediciones realizadas a los equipos, también se constató si las protecciones del banco de capacitores están debidamente dimensionadas.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	II
DEDICATORIA.....	IV
TRIBUNAL.....	VI
DECLARATORIA EXPRESA.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUCCIÓN TEORICA Y GENERALIDADES.....	1
1.1 La energía en la industria.....	1
1.2 ¿Qué es una Auditoría Energética?.....	3
1.2.1Definiciones.....	3

1.2.2 Tipos de Auditorías Energéticas.....	4
1.3 Pasos necesarios para realizar una Auditoría Energética.....	8
1.3.1 Preauditoria o prediagnóstico.....	8
1.3.2 Toma de datos.....	9
1.3.3 Diagnostico.....	9
1.3.4 Implantación y seguimiento.....	10
1.4 Eficiencia energética.....	10
1.5 Demanda energética.....	12
1.5.1 Definición de demanda máxima.....	12
1.5.2 Administración y control de la demanda de energía.....	13
1.5.3 Metodos para administrar y controlar la demanda.....	15
1.5.4 Problemáticas identificadas.....	16
1.5.5 Ventajas al administrar y controlar la demanda de energía eléctrica.....	18
 CAPÍTULO 2.....	 20
 2 ESTUDIO, MEDICIONES Y DETERMINACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA FÁBRICA.....	 20
2.1 Análisis de la facturación de la empresa eléctrica.....	20
2.1.1 Estudio de las tarifas eléctricas.....	21
2.1.2 Factor multiplicador.....	21

2.1.3 Descripción del suministro del servicio eléctrico.....	22
2.1.4 Factor de potencia.....	23
2.1.5 Factor de corrección de demanda.....	25
2.2 Consumo diario de energía desde medidor.....	26
2.3 Levantamiento de carga.....	30
2.3.1 Levantamiento del diagrama unifilar.....	30
2.3.2 Levantamiento de cargas por áreas.....	31
2.4 Diagrama de Pareto – Consumo de energía por máquina.....	33
2.4.1 Definición.....	33
2.4.2 Utilización.....	34
2.4.3 Posibles problemas y deficiencia de interpretación.....	35
2.4.4 Análisis del diagrama de Pareto para las áreas en estudio.....	36
2.4.4.1 Moretran.....	37
2.4.4.2 Metalmecánica.....	40
2.5 Detalle de la carga de iluminación.....	44
 CAPÍTULO 3.....	 46
 3 EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA FÁBRICA MORETRAN C.A.....	 46
3.1 Evaluación del banco de capacitores.....	46

3.1.1 Análisis de Temperatura.....	48
3.1.2 Análisis de corriente y fusibles instalados.....	49
3.1.3 Rendimiento del banco de capacitores.....	50
3.2 Estudio de la calidad de potencia eléctrica.....	51
3.2.1 Evaluación de diferencia de potencial.....	51
3.2.2 Evaluación del desequilibrio/desbalance de tensión.....	53
3.2.3 Evaluación del desequilibrio/desbalance de corriente.....	55
3.2.4 Variación de frecuencia.....	55
3.2.5 Factor de potencia.....	56
3.2.6 Evaluación de THD voltaje y Corriente.....	57
3.2.6.1 THD Voltaje.....	58
3.2.6.2 THD Corriente.....	59
3.2.7 Equipo utilizado en la medición.....	59
3.3 Termografía infrarroja, sistema térmico y eléctrico.....	62
3.3.1 Equipo eléctrico que se puede inspeccionar.....	63
3.3.2 ¿Qué se puede detectar?.....	64
3.3.3 Puntos clave, beneficios y limitaciones.....	66
3.3.4 Figuras e información de puntos térmicos.....	67
3.3.5 Equipo Utilizado en la medición.....	79

CAPÍTULO 4.....	84
4 ESTUDIO TECNICO ECONOMICO.....	84
4.1 Rubros del Consumo Eléctrico.....	84
4.1.1 Suministros del servicio eléctrico.....	84
4.1.2 Valores pendientes de pago por servicio eléctrico.....	87
4.1.3 Otros Valores.....	88
4.2 Inventario y consumo de luminarias.....	89
4.3 Análisis del consumo del HORNO TKF.....	90
4.3.1 Costo de operación del Horno TKF.....	91
4.3.2 Cuadro comparativo de los costos de operación.....	93
4.4 Cuadro y gráfica de producción mensual.....	95
4.5 Cuadro y gráfica de consumo mensual.....	96
CAPÍTULO 5.....	98
5 ANALISIS DE MEDICIONES REALIZADAS.....	98
5.1 Análisis de Levantamiento de Cargas.....	98
5.2 Análisis de la Iluminación.....	100
5.3 Análisis de Evaluación de Banco de Capacitores.....	101
5.4 Análisis del Estudio de Calidad de Potencia.....	105
5.5 Análisis de la Termografía.....	106

CONCLUSIONES.....	108
RECOMENDACIONES.....	111
ANEXOS.....	116
BIBLIOGRAFÍA.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.5.3 Comparación de administración de cargas.....	15
FIGURA 2.1.4 Factor de Potencia.....	24
FIGURA 2.2 Datos de Medidor.....	26
FIGURA 2.2.1 Consumo VS Tiempo. Activa 08h-18h (L-V).....	28
FIGURA 2.2.2 Consumo VS Tiempo. Activa 18h-22h (L-V).....	28
FIGURA 2.2.3 Porcentaje de Consumo de Potencia Activa.....	29
FIGURA 2.2.4.1 Consumo por hora de Potencia Activa 08h-18h.....	29
FIGURA 2.2.4.2 Consumo por hora de Potencia Activa 18h-22h.....	30
FIGURA 2.3.1 Diagrama Unifilar Moretran.....	31
FIGURA 2.3.2 Porcentaje de las cargas totales por área.....	32
FIGURA 2.4.4 Diagrama de Pareto de cargas por área.....	37
FIGURA 2.4.4.1 Diagrama de Pareto de Moretran.....	39

FIGURA 2.4.4.2 Diagrama de Pareto Metalmecánica.....	43
FIGURA 2.5 Consumo de luminarias por áreas.....	45
FIGURA 3.3.4.1 Transformador seco.....	67
FIGURA 3.3.4.2 Información Térmica del Transformador.....	68
FIGURA 3.3.4.3 Barra del tablero secundario.....	69
FIGURA 3.3.4.4 Información térmica de la barra.....	69
FIGURA 3.3.4.5 Salida del Breaker.....	70
FIGURA 3.3.4.6 Información térmica de las fases.....	71
FIGURA 3.3.4.7 Motor de Horno 01.....	71
FIGURA 3.3.4.8 Información térmica del Motor 01.....	72
FIGURA 3.3.4.9 Capacitor 10 KVA.....	73
FIGURA 3.3.4.10 Información térmica del capacitor.....	73
FIGURA 3.3.4.11 Fusible central paso 3.....	74
FIGURA 3.3.4.12 Información térmica del fusible paso 3.....	75
FIGURA 3.3.4.13 Fusible central paso 4.....	75
FIGURA 3.3.4.14 Información térmica del fusible paso 4.....	76
FIGURA 3.3.4.15 Breaker del banco de capacitor.....	76
FIGURA 3.3.4.16 Información térmica del breaker del banco de capacitor.....	77
FIGURA 3.3.4.17 Breaker tablero principal.....	77
FIGURA 3.3.4.18 Información térmica del breaker del tablero principal.....	78

FIGURA 4.4 Diagrama de barras de cantidad de transformadores mensuales.....	96
FIGURA 4.5 Diagrama de barras del consumo mensual de la fábrica.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1.3 Desglose de las potencias activas, reactivas y demandas en sus respectivos horarios.....	22
TABLA 2.2 Consumo diario.....	27
TABLA 2.3.2 Cargas totales por área.....	32
TABLA 2.4.4 Cargas por área y porcentajes acumulado.....	36
TABLA 2.4.4.1 Cargas de Moretan.....	39
TABLA 2.4.4.2 Cargas de Metalmecánica.....	42
TABLA 3.1.1 Análisis de temperatura.....	48
TABLA 3.1.2 Análisis de corriente y fusibles instalados.....	49
TABLA 3.1.3 Rendimiento del banco de capacitor.....	50
TABLA 3.2.1 Efectos de la variación de voltaje.....	52
TABLA 3.2.5 Potencia Activa y Aparente.....	56

TABLA 4.1.1.1 Carga tarifaria emitido por CONELEC.....	85
TABLA 4.1.1.2 Suministro de servicio eléctrico.....	87
TABLA 4.1.3 Otros valores y valor total.....	88
TABLA 4.2.1 Consuma de luminarias.....	89
TABLA 4.2.2 Valores por cobrar del consumo de luminarias.....	89
TABLA 4.3.1.1 Horario matutino de operación del horno TKF.....	91
TABLA 4.3.1.2 Costo de operación del horno TKF (Matutino).....	92
TABLA 4.3.1.3 Horario nocturno de operación del horno TKF.....	92
TABLA 4.3.1.4 Costo de operación del horno TKF (Nocturno).....	93
TABLA 4.4 Producción mensual.....	95
TABLA 4.5 Consumo mensual.....	97
TABLA 5.3.1 Tabla de dimensionamiento de contactores.....	102
TABLA 5.3.2 Tabla de dimensionamiento de fusible.....	104
TABLA 5.4 Resultados del Análisis del Estudio de Calidad de Potencia.....	105

INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica representa el principal insumo que mueve al mundo industrial; sin ella, nuestras empresas se detendrían y las economías enteras entrarían en crisis. Por eso, es vital saber administrarla.

Aproximadamente el 55% de la energía eléctrica producida es consumida por los sectores comercial e industrial. Por lo tanto, el buen uso de la energía eléctrica le permite, a su empresa, ser cada vez más competitiva, en una economía que tiende a la globalización, así el ahorro de energía es una alternativa viable para reducir costos de operación y mejorar los niveles de competitividad dentro del mundo industrial. [1]

En el Ecuador, se recalca la importancia de la eficiencia en su consumo que implica un uso racional en el sector residencial; utilización correcta en la división industrial (optimización en el uso de fuentes de energía); migración de combustibles fósiles a electricidad y manejo racional en el transporte de carga (análisis de la factibilidad de un tren eléctrico). Los recursos finitos deben usarse estratégicamente para financiar la transformación energética y productiva del país. [2]

Cabe resaltar que el término “**Auditoría**” comprende un amplio campo de acción para el análisis, **por lo que se deja en claro que nuestro estudio se enfocará específicamente en tres puntos: Análisis de Calidad de Energía, Rendimiento del Banco de Capacitores y Análisis Termográfico.**

El presente trabajo tiene como finalidad realizar el estudio del estado energético actual de la empresa. **Queda en consideración de la misma tomar las respectivas correcciones en base a las recomendaciones derivadas de nuestro análisis.**

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN TEÓRICA Y GENERALIDADES

1.1 La energía en la industria.

La energía se ha convertido en uno de los pilares que soportan el desarrollo de la sociedad actual. Su disponibilidad y buen uso son ya una pieza clave a la hora de determinar el éxito o el fracaso de las economías mundiales. El nuevo siglo XXI ha dado paso a una época en la que las reservas probadas de petróleo y gas natural han dejado de aumentar año a año. Se baraja ya como una posibilidad real el agotamiento de estos recursos y se presume que el horizonte para el primero de estos productos sería hasta el 2050 y para el segundo el 2075.

La demanda creciente de energía, a todos los niveles, ha determinado una tendencia alcista de los precios del petróleo y la consiguiente del gas natural, así como de la energía eléctrica. Dichos factores influyen negativamente en la balanza del sector industrial por ser dependiente, como prácticamente son todos los sectores, de los costos energéticos.

Una de las primeras herramientas para conciliar producción industrial y eficiencia energética son las auditorías energéticas. Los programas de auditorías energéticas han demostrado su eficiencia, a escala mundial, para diagnosticar y mejorar el rendimiento energético de las instalaciones industriales. [3]

La demanda anual de energía eléctrica correspondiente al año 2010 en el sector industrial fue alrededor 31% del total de energía eléctrica demandada en el Ecuador.

Es por eso, que el sector industrial se ha convertido es un factor estratégico sobre el cual el Gobierno está aplicando medidas y políticas necesarias de eficiencia energética.

El objetivo es promover mejoras en la eficiencia energética de la industria ecuatoriana, a través del desarrollo de estándares nacionales de gestión de energía y de la aplicación de la metodología

de Optimización de Sistemas en procesos industriales, mejorando la competitividad de dichas instalaciones. [4]

1.2 ¿Qué es una auditoria energética?

1.2.1 Definiciones.

Una auditoría energética es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía, proceso o sistema con el objetivo de comprender la energía del sistema bajo estudio. Normalmente una auditoría energética se lleva a cabo, para buscar oportunidades de reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema, sin afectar negativamente la salida. Cuando el objeto de estudio es una fábrica 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, una auditoría energética 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.

1.2.2 Tipos de Auditorías Energéticas.

El término auditoría energética, es comúnmente utilizado para describir un amplio espectro de estudios energéticos; que van desde un rápido paseo a través de un procedimiento para identificar los principales problemas a un análisis exhaustivo de las implicaciones de otras medidas de eficiencia energética, suficientes para satisfacer los criterios financieros, solicitados por los inversores. Tres programas comunes de auditoría se describen en mayor detalle más adelante, aunque las tareas realizadas y el nivel de esfuerzo pueden variar con el Consultor que presta servicios en virtud de estos grandes apartados. La única manera de garantizar, una propuesta de auditoría que satisfaga sus necesidades específicas es precisando los requisitos detallados en un ámbito de trabajo. Tomando el tiempo para preparar una solicitud formal también asegurar al propietario que reciben competitivas y comparables propuestas. En todos los niveles de auditorías se incluye un proceso de mejora dirigido al personal que trabaja en esas áreas. Cambios en el sistema de consumo de energía implica; cambios de comportamiento, conductas, hábitos y costumbres de las personas que operan o trabajan en el área de intervención. Se consideran capacitaciones y entrenamientos

antes, durante y al final de una intervención, cualquiera que sea el nivel de la auditoría.

Se las puede clasificar dentro de las siguientes categorías:

- a) Auditoría Preliminar: El anteproyecto de auditoría (o una simple llamada de auditoría, diagnóstico o auditoría de recorrido) es el más simple y más rápido tipo de auditoría. Se trata de un mínimo de entrevistas del personal de operación, una breve reseña de instalación de facturas de servicios públicos y otros datos de explotación; y, una caminata a través de la instalación para familiarizarse con la construcción y operación, para identificar zonas de desperdicios de energía o de ineficiencia.

Típicamente, sólo las principales áreas problemáticas se descubren durante este tipo de auditoría. Las medidas correctivas se describen brevemente con rápida aplicación de estimaciones de costos, el potencial de ahorro de costos de explotación, simple y períodos de amortización. Este nivel de detalle, aunque no es suficiente para llegar a una decisión final sobre la ejecución de un proyecto de medidas, es suficiente para dar prioridad a proyectos de eficiencia energética y para determinar la necesidad de

una auditoría más detallada. Las auditorías energéticas están compuestas de diversos tipos de estudios, los cuales son implementados a la empresa a la que se le está realizando la auditoría; estos estudios son: Análisis de Redes, Estudio Termográfico, Estudio de Megger.

- b) La auditoría general: (llamada alternativamente una mini-auditoría, la auditoría energética de sitio) se expande sobre el anteproyecto de auditoría, que se ha descrito anteriormente, mediante la recopilación de información más detallada sobre la instalación y operación de realizar una evaluación más detallada de medidas de conservación de energía. Facturas de servicios públicos se recogen por 12 a 36 meses para permitir que el Auditor pueda evaluar la instalación, la demanda de energía y las tasas de uso, según perfiles de energía. Si se dispone de datos, los perfiles detallados de energía de éstos nos ayudarán a tratar de analizar los signos de derroche energético. Mediciones adicionales de energía que consumen los sistemas se realizan a menudo para completar los datos de utilidad. Entrevistas en profundidad con el personal de operación de las instalaciones; se llevan a cabo para proporcionar, una mejor comprensión

de los principales consumidores de energía y sistemas para conocer a corto y largo plazo los patrones de consumo de energía.

Este tipo de auditoría será capaz de identificar las medidas de conservación de energía adecuadas. Un detallado análisis financiero se realiza para cada una de las medidas, basadas en la aplicación detallada las estimaciones de costos.

- c) Grado de Inversión de Auditoría: (llamados alternativamente una auditoría completa, auditoría detallada) Tanto la energía consumida y la energía a ahorrar deben ser evaluados con un criterio financiero y para esto en los proyectos de mejoramiento y eficiencia energética se utiliza la tasa de retorno de la inversión (TIR) para evaluar la conveniencia de la inversión. El ahorro proyectado de funcionamiento de la aplicación de proyectos de energía deben desarrollarse de tal manera que proporcione un alto nivel de confianza. De hecho, los inversores a menudo demandan un ahorro garantizado. [5]

1.3 Pasos necesarios para realizar una Auditoría Energética.

Son cuatro las etapas típicas en que se desarrolla una auditoría, y aquí te las presentamos:

1.3.1 Preauditoría o prediagnóstico.

En esta etapa, las personas que analicen la eficiencia de tu empresa, realizarán una primera visita a tus instalaciones recabando información sobre los equipos, métodos de trabajo, protocolos de actuación, datos de tarificación y consumos energéticos (eléctricos, combustibles fósiles, energías alternativas).

El objetivo de esta fase es detectar los puntos críticos detectados en consumos y malas prácticas, para poder establecer un plan de acción en cuanto a los períodos y puntos de toma de datos, medidas "in situ" y entrevistas con tu personal.

1.3.2 Toma de datos.

El tiempo que toma realizar este período varía ostensiblemente dependiendo del tipo de empresa, oscilando desde días hasta un mes en función del número de equipos, maquinaria, tipos de instalaciones, dimensiones a auditar.

En cualquier caso, debe ser el suficiente para que los datos sean representativos. Es importante que durante esta etapa, quienes realizan la auditoría cuenten con la colaboración del personal de tu empresa, especialmente con el encargado de mantenimiento y el jefe de planta. Preocúpate de entregar una eficiente disposición.

1.3.3 Diagnóstico.

El estudio de los datos anteriores permitirá identificar los puntos donde no se está consiguiendo un uso eficaz de la energía, para establecer las medidas correctoras oportunas. Dependiendo de los resultados, la auditoría puede proponer la sustitución de equipos o nuevos protocolos de actuación en la empresa.

Una vez que se hayan reunido los datos de consumo de energía activa, hay que identificar luego las zonas principales

de este consumo. Las oportunidades potenciales para reducir el consumo energético deben buscarse, sobre todo, en las zonas de mayor uso de energía.

1.3.4 Implantación y seguimiento.

Una vez adoptadas las medidas propuestas, debe realizarse un seguimiento, para comprobar su correcta ejecución y confirmar las mejoras y los ahorros consiguientes que genera para tu negocio.

La eficiencia energética de una planta no deberá concluir con la Auditoría Energética, para mantener su nivel de eficiencia energética la industria deberá continuar el seguimiento del uso de la energía. Las fases de una Auditoría Energética que se ha resumido anteriormente, son solamente directrices generales; no obstante el seguirlas será de mucha utilidad en el desarrollo de la misma. [6]

1.4 Eficiencia energética.

El progresivo incremento de los costos de la energía y su influencia directa en los costos totales de los procesos productivos, está

obligando a las empresas a adoptar estrategias de ahorro y eficiencia energética para la mejora de su competitividad. [7]

La eficiencia energética es un aspecto crucial en la actualidad para la competitividad de cualquier tipo de empresa, incluyendo en este concepto de eficacia los diferentes aspectos energéticos: consumo eléctrico, de combustibles fósiles (provenientes del petróleo, carbón o gas natural) y otras fuentes de energía alternativas.

Antes de hablar de eficacia necesitas conocer cuál es la situación de tu empresa en este aspecto. En otras palabras, para controlar y poder proponer medidas de mejorar primero debes poder medir. Aquí es donde entran en juego las auditorías energéticas.

Las auditorías son un proceso sistemático mediante el cual obtendrás un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético de la empresa, para detectar los factores que afectan a dicho consumo e identificar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro en función de su rentabilidad. [8]

Realizar una auditoría energética en tu empresa siempre será una buena idea para orientar tu plan de negocios, gracias a los múltiples beneficios que reporta a nivel empresarial. Realizándola podrás optimizar el consumo energético, lo que se traduce en una importante reducción de costos; aumentar el tiempo de vida de los equipos;

mejorar la competitividad de la empresa al reducir los costos de producción; mayor respeto y conservación del medio ambiente, lo que mejora la imagen de la empresa.

1.5 Demanda energética.

El costo de la energía representa un porcentaje elevado dentro de los gastos de operación de cualquier organización, motivo por el cual es de vital importancia el establecimiento de estrategias operativas para hacer uso eficiente de la energía y obtener como consecuencia ahorros económicos.

1.5.1 Definición de demanda máxima:

Se puede definir como la máxima coincidencia de cargas en un intervalo de tiempo. El medidor de energía almacena la lectura correspondiente al máximo valor registrado de demanda (Kw) en intervalos de 15 minutos del periodo de facturación.

Las tarifas eléctricas de uso general de baja y media tensión de más de 25 Kw contratadas incluyen, además del cargo por consumo (Kwh) un cargo por demanda máxima (Kw), este aspecto es de suma importancia y requiere un debido control del proceso.

1.5.2 Administración y control de la demanda de energía.

El control y administración de la demanda, son todas las actividades, encaminadas a optimizar el uso de la capacidad del equipo instalado, tanto de los usuarios como de los suministradores de energía eléctrica; que consiste en reducir o controlar la demanda en Kw durante un período de tiempo, comúnmente en el horario de mayor costo de la energía, optimizando la operación de los equipos eléctricos sin afectar el proceso de producción.

En términos generales, es la acción de interrumpir por intervalos de tiempo la operación de cargas eléctricas, que inciden directamente sobre la demanda facturable, a fin de reducir o limitar los niveles de consumo en razón de los precios tarifarios comúnmente conocido como cambio de hábito de consumo.

Es importante señalar que el cambio de hábito de consumo, se plantea como una alternativa de ahorro económico en sistemas eficientes, ya que actualmente el cargo por demanda representa entre un 20 a un 30% de la facturación eléctrica,

además de la reducción en el cargo por demanda, también se verá reflejado en el cargo por consumo en el horario pico.

Por lo anterior, se requiere que las personas que están aplicando este tipo de programas tengan un amplio conocimiento del proceso productivo de la empresa y su capacidad de flexibilidad. Asimismo, tener conocimientos sobre los consumos horarios, particulares y totales, además de los costos de producción y su balance.

El cambio de hábito, no es disminuir el consumo de energía, se trata de hacer un uso más eficiente y efectivo de la potencia que se demanda. Sin embargo en el proceso de análisis, para controlar las cargas se encontrarán innumerables vicios ocultos, que podrán ser evaluados por los expertos de cada proceso para erradicarlos y de esta manera reducir significativamente el uso de energía eléctrica.

1.5.3 Métodos para administrar y controlar la demanda.

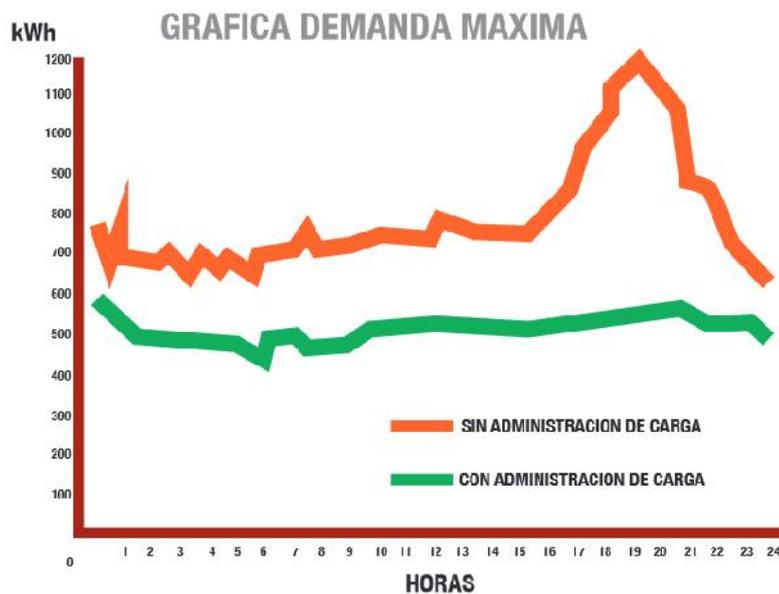


Figura 1.5.3 Comparación de administración de cargas.

La demanda máxima puede ser administrada y controlada manualmente o con ayuda de dispositivos automáticos.

Manual:

El personal coordina la operación de los equipos en función del proceso de producción a fin de evitar los picos de cargas innecesarias. Tiene limitaciones en cuanto a rapidez y precisión por el factor humano.

Automático:

Se programan los equipos a través de dispositivos electrónicos o mecánicos para controlar los picos de demanda. Sin importar el tipo de control que se utilice, debe conocerse el proceso de producción perfectamente, ya que de ahí se toman los datos para realizar la optimización, tales como:

- Información de valores de producción y energía necesarios.
- La identificación del día y la hora en que ocurre la demanda máxima y las cargas que contribuyen a la misma.
- La identificación de los equipos que pueden sacarse de operación sin afectar el proceso de producción.

Es recomendable comenzar con un método manual de control de demandas antes de automatizar este proceso.

1.5.4 Problemáticas Identificadas:

Los métodos y tecnología para el control de la demanda eléctrica continua avanzando, sin embargo se pueden

presentar dificultades en su implementación debido a los siguientes factores:

- Desconocimiento de la estructura tarifaria (Horarios base, intermedio, semipunta y punta.).
- Desconocimiento del concepto de demanda máxima y demanda facturable.
- Desconocimiento de los beneficios económicos que pueden lograrse.

Es necesario un amplio conocimiento del proceso para priorizar por tiempos las cargas que se desconectarán y reconectarán, antes de instalar los equipos que controlaran de forma automática la demanda.

Cuando a pesar de la instalación de equipos de control de la demanda, no se obtienen los resultados deseados puede derivarse de las siguientes causas:

- Mal diseño
- Falta de mantenimiento

- Falta de capacitación del personal operativo
- Mala priorización de cargas y de los tiempos de desconexión y reconexión.
- Condiciones ambientales inadecuadas.

1.5.5 Ventajas al administrar y controlar la demanda de energía eléctrica.

Al establecer estrategias de cambio de hábitos de consumo de la energía eléctrica se obtienen los siguientes beneficios:

Para el cliente:

- Conocimiento de la estructura tarifaria del personal operativo.
- Involucramiento del personal para conocer todas las etapas del proceso.
- Crecimiento de la cultura del ahorro en la organización.
- Disminución del consumo en el horario pico.
- Disminución de la demanda facturable.

- Disminución del cargo por demanda Kw.
- Disminución del cargo por consumo Kwh.
- Disminución del 20 al 30% en el importe de su facturación.
- Empresas más competitivas.

Para el suministrador:

- Reducir el requerimiento de demanda en el horario pico, generando estabilidad en el sistema eléctrico nacional.
- Disminución de pérdidas por el sobrecalentamiento de
- los equipos.
- Aumento de la vida útil de los equipos.
- Diferir las inversiones en infraestructura. [9]

CAPÍTULO 2

2 ESTUDIO, MEDICIONES Y DETERMINACION DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA FÁBRICA

2.1 Análisis de la facturación de la empresa eléctrica.

Mediante un estudio de los últimos meses de facturación de energía eléctrica establecemos la base para nuestro estudio de eficiencia energética en cuanto a uso y consumo de energía, pues a medida que se avance se tomará como parámetro importante este estudio, para los debidos ahorros energéticos dentro de la fábrica. En este análisis se considerará el pliego tarifario de la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil, ya que la facturación debe ser de acuerdo a lo establecido por el Consejo Nacional de Electrificación CONELEC;

organismo encargado de regir los pliegos tarifarios en cuanto a consumo de energía eléctrica.

2.1.1 Estudio de las tarifas eléctricas.

La tarifa a considerarse para el presente proyecto es la tarifa de media tensión, pues la fábrica entra en el grupo de los consumidores llamados grandes clientes. Por su alto consumo eléctrico su tarifa corresponde a **TARIFA DE MEDIA TENSIÓN CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA INDUSTRIALES.** (Ver ANEXO 1)

Esto se lo visualiza en el pliego tarifario vigente del 2012.

2.1.2 Factor multiplicador.

El factor multiplicador es un factor de conversión entre las lecturas del medidor y el dato real. Factor Multiplicador = 120
(Ver ANEXO 2 Planillas Eléctricas)

Este factor se lo obtiene de la multiplicación de la relación del transformador de corriente y la relación del transformador de potencial. Si el transformador de corriente se encuentra en baja tensión como en nuestro caso el factor multiplicador será solo

dicha relación. (Ver ANEXO 3 Tabla de relaciones de transformación).

La empresa considerará un recargo por pérdida de transformación equivalente al 2% del monto total consumido en unidades de potencia y energía según el pliego tarifario vigente.

2.1.3 Descripción del suministro de servicio eléctrico.

Para nuestro análisis tomamos la planilla eléctrica del mes de Marzo en cuya descripción se distinguen los siguientes ítems:

DESCRIPCION
Activa 08h-18h (L-V)
Activa 18h-22h (L-V)
Activa 22h-08h (L-V)
Activa 18h-22h (S-D-F)
Demanda Facturada
Demanda 08h-18h (L-V)
Demanda 18h-22h (L-V)
Demanda 22h-08h (L-V)
Demanda 18h-22h (S-D-F)
Reactiva Normal

Tabla 2.1.3 Desglose de las potencias activas, reactivas y demandas en sus respectivos horarios.

2.1.4 Factor de potencia.

El factor de potencia es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente y nos indica que toda la energía consumida ha sido transformada en trabajo. El rango de medición está entre 0 y 1, siendo 1 el valor óptimo de trabajo lo que implica que la potencia reactiva tiende a un valor poco significativo en comparación a la activa.

Este resultado es bueno, ya que si nosotros tenemos un alto valor en la potencia reactiva derivaríamos en problemas técnicos como:

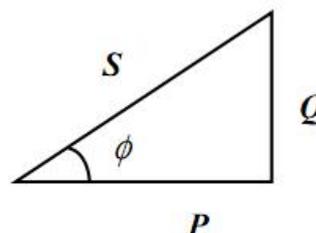
- Mayor consumo de corriente.
- Aumento de las pérdidas de los conductores.
- Sobrecarga de transformadores, generadores y líneas de distribución.
- Incremento de las caídas de voltaje.

Lo ideal es tratar de conseguir un factor de potencia igual a 1, lo cual implicaría que tendríamos potencias reactivas mínimas reflejadas en el costo económico, ya que por norma del pliego tarifario con un bajo factor de potencia recaeríamos en una penalidad.

Para efecto de nuestro análisis calculamos el factor de potencia referente al mes de Marzo cuya finalidad es la comprobación del valor generado en la planilla eléctrica.

De la figura se observa:

$$\frac{P}{S} = \text{Cos } \phi$$



Por lo tanto,

$$FP = \text{Cos } \phi$$

Figura 2.1.4 Factor de Potencia.

De la planilla tenemos:

Potencia Activa total (P) = 70258 [KWH]

Potencia Reactiva (Q) = 16769 [KVAR]

$$\begin{aligned} \text{Potencia Aparente (S)} &= \sqrt{P^2 + Q^2} \\ &= \sqrt{70258^2 + 16769^2} \end{aligned}$$

Potencia Aparente (S) = 72231,5 [KVA]

$$FP = \text{Cos } \phi = \frac{P}{S} = \frac{70258}{72231,5}$$

FP = 0.97

Con esto verificamos que el valor calculado en la planilla es el correcto.

2.1.5 Factor de Corrección de Demanda.

El Factor de Corrección es aquel por el cual se corrige la lectura en función de normas técnicas establecidas para el correcto cálculo de consumos, las cuales varían de acuerdo con el cuadro de medición del suministro.

La categoría en la que se ubica la empresa es la de tarifa de media tensión con registrador de demanda horaria para industriales.

Para aquellos consumidores industriales, cuya relación de los datos de demanda en hora pico (DP) en las horas de 18h00 a 22h00 y de demanda máxima (DM) se encuentran en el rango de 0.6 a 0.9 se deberá aplicar la siguiente expresión para el cálculo de factor de corrección. Ver ANEXO 1

$$FCI = 0.5833 * \frac{DP}{DM} + 0.4167 * \left(\frac{DP}{DM}\right)^2$$

Nuestra relación de $\frac{DP}{DM}$ donde DP = 220.32 y DM = 257

$$\frac{DP}{DM} = \frac{220.32}{257} = 0.857$$

Con este valor obtenemos FCI = 0.806 0.81 que es el valor que indica la planilla.

2.2 Consumo diario de energía desde medidor.

Se tomó la información diaria marcada por el medidor, para así tener un mejor conocimiento del consumo diario que realizaba la planta, de esta manera se consiguió los rangos máximos de consumos.

La información se anotó a cada hora y tomando todos los ítems en el display del medidor, los cuales menciono a continuación:

1.- Total Potencia Activa
2.- Activa 08h-18h (L-V)
3.- Activa 18h-22h (L-V)
4.- Activa 22h-08h (L-V)
5.- Activa 18h-22h (S-D-F)
6.- Demanda 08h-18h (L-V)
7.- Demanda 18h-22h (L-V)
8.- Demanda 22h-08h (L-V)
9.- Demanda 18h-22h (S-D-F)
10.- Reactiva Normal
11.- Hora

Figura 2.2 Datos del medidor.

Mediciones que serán observadas en la **TABLA DE CONSUMO DIARIO**, dichos gráficos contienen el horario de mayor consumo energético de la planta.

Consumo del 1 de junio del 2012													
Lectura Medidor EZA-V-1138378													
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00		
1 - Total Potencia Activa	2435	2437	2438	2440	2441	2442	2444	2446	2448	2448	2449		
2 - Activa 08h-18h (L-V)	1838	1839	1841	1842	1844	1845	1847	1849	1850	1850	1851		
3 - Activa 18h-22h (L-V)	301	301	301	301	301	301	301	301	301	301	301		
4 - Activa 22h-08h (L-V)	269	269	269	269	269	269	269	269	269	269	269		
5 - Activa 18h-22h (S-D-F)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26		
6 - Demanda 08h-18h (L-V)	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23		
7 - Demanda 18h-22h (L-V)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
8 - Demanda 22h-08h (L-V)	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97		
9 - Demanda 18h-22h (S-D)	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83		
10 - Reactiva Normal	331	331	332	332	332	332	332	333	333	333	333		
11 - Hora	8.11	9.26	10.16	11.15	12.16	13.08	14.10	15.15	16.28	17.10	18.05		
Consumo de 08h-18h (L-V)=	1591.2												
Total de Kw/h=	13												
Lectura Medidor EZA-V-1138378													
OBSERVACIONES													
18:00	19:00	20:00	21:00	22:00									
1 - Total Potencia Activa	2449	2449	2450	2450	2451								
2 - Activa 08h-18h (L-V)	1851	1851	1851	1851	1851								
3 - Activa 18h-22h (L-V)	301	302	302	303	304								
4 - Activa 22h-08h (L-V)	269	269	269	269	269								
5 - Activa 18h-22h (S-D-F)	26	26	26	26	26								
6 - Demanda 08h-18h (L-V)	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23								
7 - Demanda 18h-22h (L-V)	1.4	1.40	1.40	1.40	1.40								
8 - Demanda 22h-08h (L-V)	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97								
9 - Demanda 18h-22h (S-D)	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83								
10 - Reactiva Normal	333	333	333	333	333								
11 - Hora	18.05	19.05	20.05	21.05	22.03								
Consumo de 18h-22h (L-V)=	3												
Total de Kw/h=	367.2												
Factor de Potencia = 0.990897													
Consumo de 22h-08h (L-V)= 7													
Total de Kw/h= 856.8													
8:00													
2459													
1851													
304													
276													
26													
2.23													
1.4													
1.97													
0.83													
333													
8.17													

Tabla 2.2 Consumo diario.

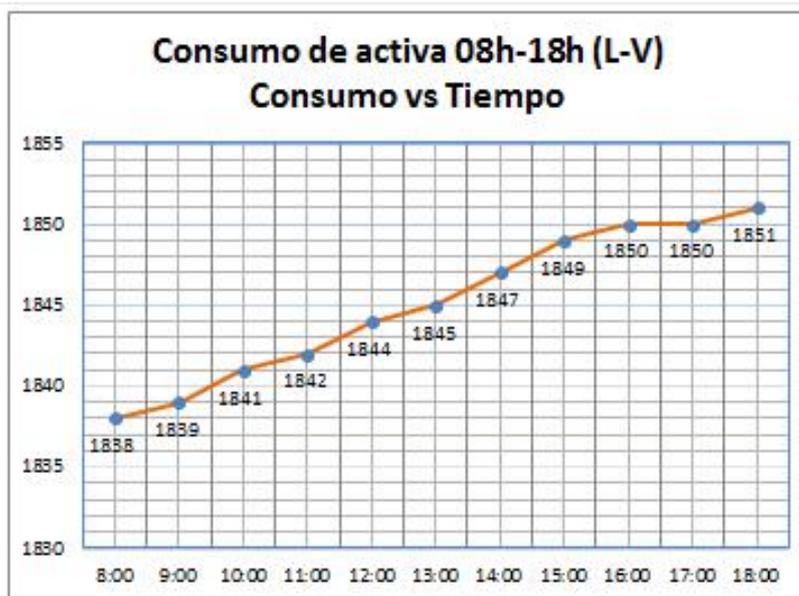


Figura 2.2.1 Consumo vs Tiempo Activa 08h-18h (L-V).

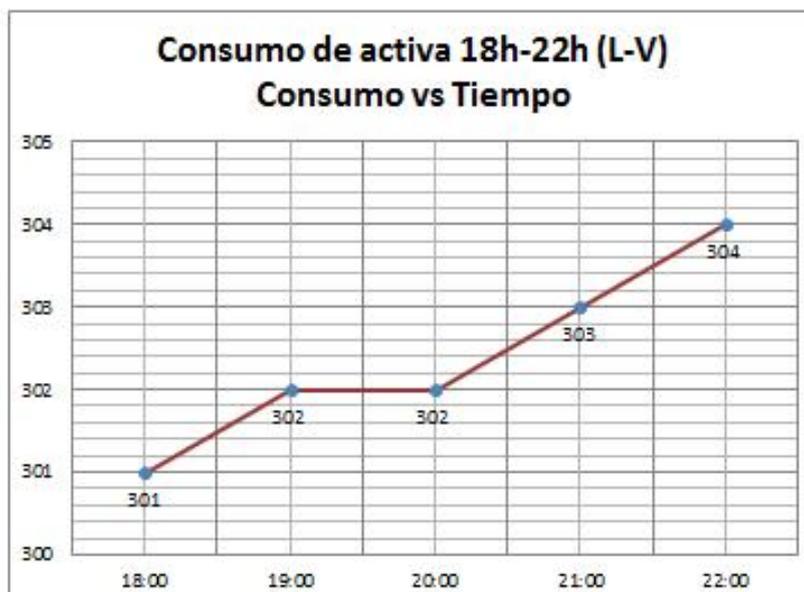


Figura 2.2.2 Consumo vs Tiempo Activa 18h-22h (L-V).

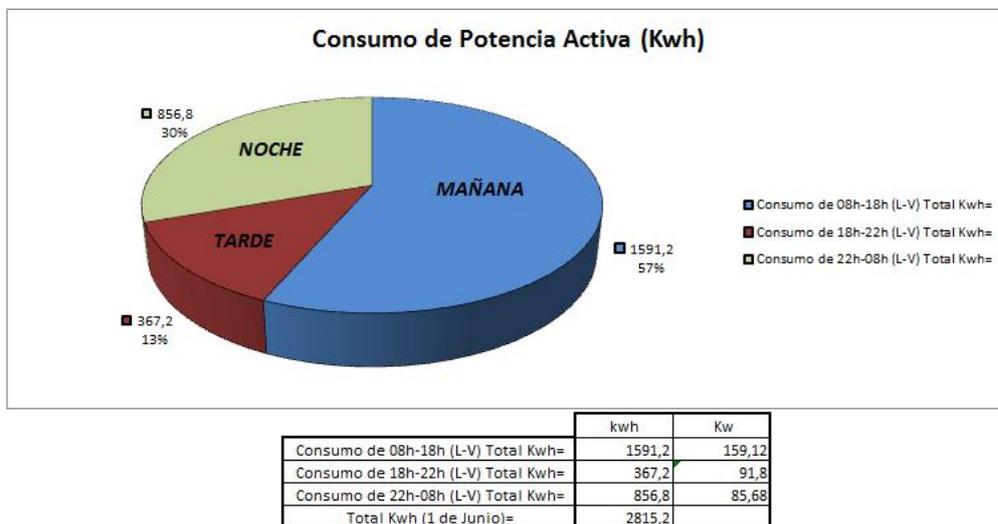


Figura 2.2.3 Porcentaje de Consumo de Potencia Activa.

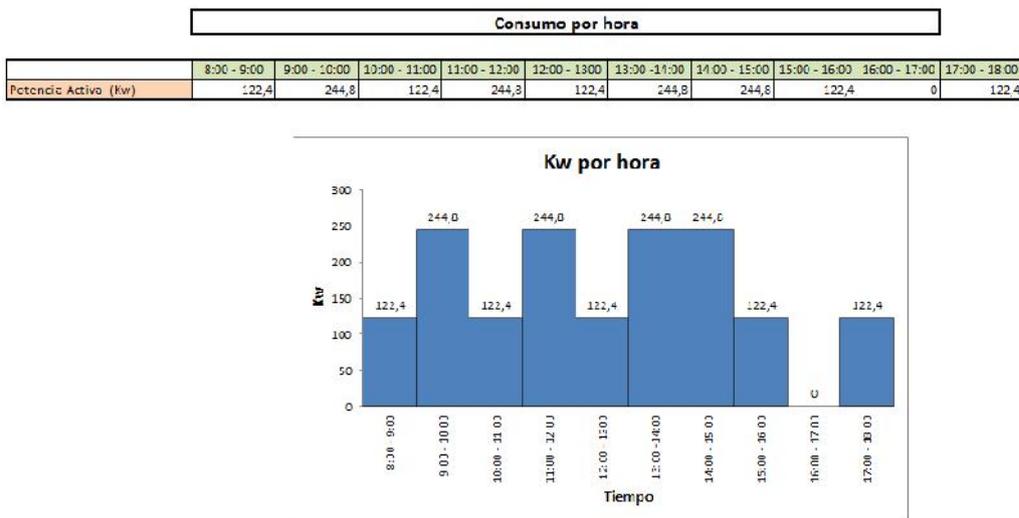


Figura 2.2.4.1 Consumo por hora de Potencia Activa 08h-18h.

	18:00 - 19:00	19:00 - 20:00	20:00 - 21:00	21:00 - 22:00
Potencia Activa (Kw)	122,4	0	122,4	122,4



Figura 2.2.4.2 Consumo por hora de Potencia Activa 18h-22h.

2.3 Levantamiento de carga.

Los datos fueron levantados en las instalaciones de la empresa MORETRAN, se siguió la secuencia lógica del flujo de energía empezando, desde el transformador de distribución hasta los transformadores secundarios.

2.3.1 Levantamiento del diagrama unifilar.

El diagrama unifilar es un plano de las instalaciones eléctricas, el mismo que permite tener un panorama global y claro de la estructura, así como el funcionamiento del sistema de distribución eléctrica de la industria.

El diagrama se realizó siguiendo la siguiente secuencia: transformador principal (315 KVA 13.2KV/460V), transformador de corriente (600/5), medidor (No. 1138378), transferencia

automática (generador 372 KW 470V), tablero principal (IN=800A), banco de capacitores (100 KVAR 460V Automático), transformadores secundarios (2 trafos 200KVA 460V/230V).

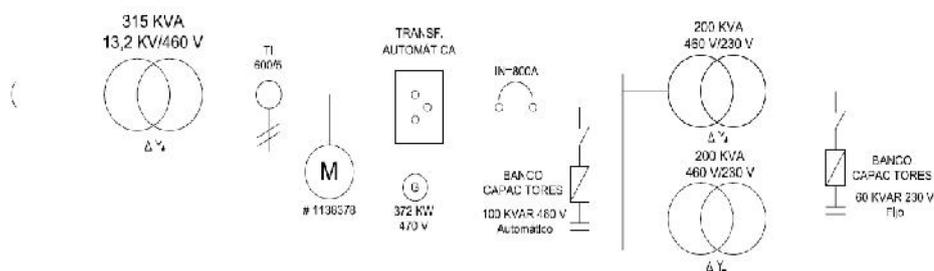


Figura 2.3.1 Diagrama Unifilar Moretran.

2.3.2 Levantamiento de carga por área.

Se realizaron mediciones en las principales máquinas por áreas de trabajo, y se tomaron los datos de placa de sus respectivos motores estableciendo las cargas eléctricas totales por área, detalladas a continuación.

Debido a la antigüedad de las máquinas de producción algunos equipos no constaban con sus respectivas placas; por lo que hubo que tomar mediciones y hacer un cálculo de la potencia.

La determinación de la potencia total instalada es el resultado del levantamiento de carga efectuado en los equipos que consumen energía eléctrica.

CARGAS ELECTRICAS TOTALES POR AREAS			
AREAS	POT. 1Φ KW	POT. 2Φ KW	POT. 3Φ KW
MORETRAN	12,078	32,692	278,77
METALMECANICA	1,024	15,29	234,46
ROSCADO Y TORNO	0	0	40,77
TABLEROS	0,55	0	21,3
CHAPAS	3,4	75,2	47,4
HERRAJE	1,1	0	49,6
TRAT. H2O Y PINTURA	0	0	52,19
TOTALES:	18,152	123,182	724,49

Tabla 2.3.2 Cargas totales por área.

En la TABLA DE CARGAS TOTALES POR ÁREA se encuentran los datos de potencia por sus diferentes áreas.

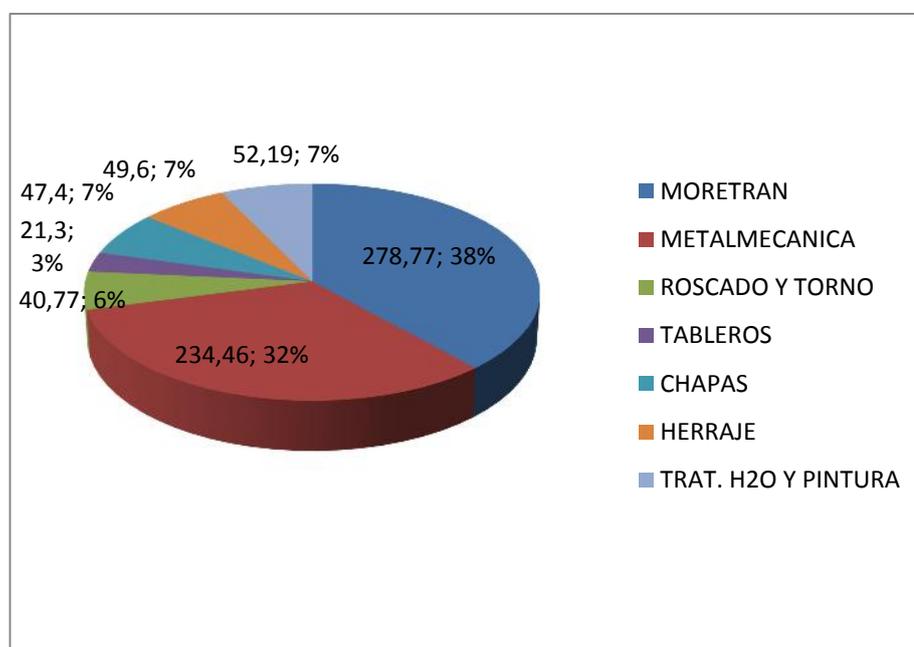


Figura 2.3.2 Porcentajes de las cargas totales por área.

Con la gráfica podemos establecer que el mayor consumo está dado por Moretran (38%), debido a que dentro de estas mediciones se encuentran los hornos y los puentes grúas que tienen una gran cantidad de potencia, el segundo mayor consumidor es del área de metalmecánica (32%) donde existen una gran cantidad de soldadoras.

2.4 Diagrama de Pareto – Consumo de energía por máquina.

2.4.1 Definición.

El Análisis de Pareto es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o actores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías: Las "Pocas Vitales" (los elementos muy importantes en su contribución) y los "Muchos Triviales" (los elementos poco importantes en ella).

El objetivo del Análisis de Pareto es utilizar los hechos para identificar la máxima concentración de potencial del efecto en estudio (Magnitud del problema, costos, tiempo, etc.) en el número mínimo de elementos que a él contribuyen.

Con este análisis buscamos enfocar nuestro esfuerzo en las contribuciones más importantes, con objeto de optimizar el beneficio obtenido del mismo.

2.4.2 Utilización.

El Análisis de Pareto sirve para establecer prioridades y para enfocar y dirigir las acciones a desarrollar posteriormente.

Por otra parte, permite basar la toma de decisiones en parámetros objetivos; por tanto, permite unificar criterios y crear consenso.

Este análisis es aplicable, en todos los casos en que se deban establecer prioridades, para no dispersar el esfuerzo y optimizar el resultado de dicha inversión. En particular:

- Para asignar prioridades a los problemas durante la definición y selección de proyectos.
- Para identificar las causas claves de un problema.
- Para comprobar los resultados de un grupo de trabajo una vez implantada la solución propuesta por el mismo.

A este fin se compara el Diagrama de Pareto, de la situación inicial con el de la situación actual y se comprueba que la contribución de los elementos inicialmente más importantes haya disminuido notablemente.

2.4.3 Posible problema y deficiencia de interpretación.

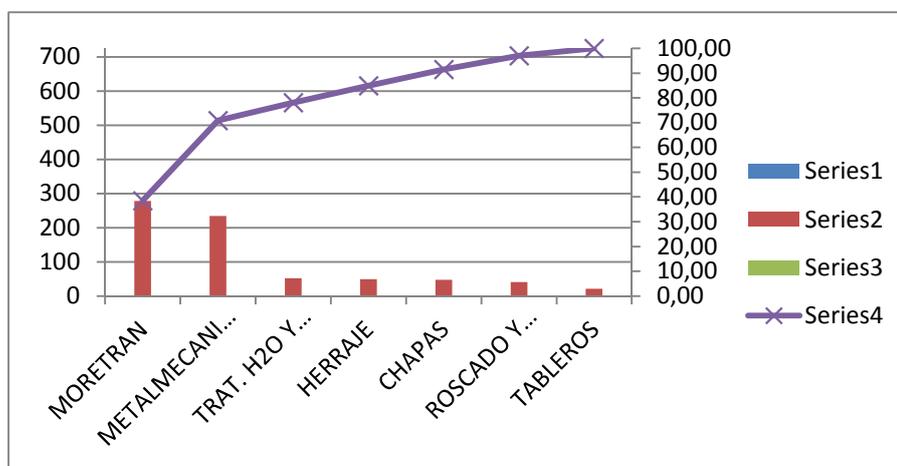
Al dibujar el Diagrama de Pareto, vemos que éste no permite realizar una clara distinción entre los diferentes elementos o categorías que contribuyen al efecto; por los siguientes motivos:

- Todas las barras del diagrama son más o menos de la misma altura.
- Se requieren más de la mitad de las categorías para tener en cuenta más del 60% del efecto total. [10]

2.4.4 Análisis del diagrama de Pareto para las áreas en estudio.

CARGAS 3Φ POR AREAS			
AREAS	POT. 3Φ KW	% Acumulado	PORCENTAJES
MORETRAN	278,77	38,48	38,48
METALMECANICA	234,46	70,84	32,36
TRAT. H2O Y PINTURA	52,19	78,04	7,20
HERRAJE	49,6	84,89	6,85
CHAPAS	47,4	91,43	6,54
ROSCADO Y TORNO	40,77	97,06	5,63
TABLEROS	21,3	100,00	2,94
TOTALES:	724,49		100,00

Cargas por área y porcentaje acumulado.



a 2.4.4 Diagrama de Pareto de cargas por área.

En el gráfico podemos observar que la máxima concentración en consumo de KWH es atribuida a Moretran y Metalmecánica donde nos enfocaremos para poder realizar el respectivo análisis, ya que éstos serían nuestros pocos vitales en comparación al consumo de las demás áreas.

2.4.4.1 Moretran.

Para tener una idea clara vamos a dividir a Moretran en sus diferentes componentes en donde los más importantes son: Hornos, bobinadoras y laboratorio.

CARGAS 3Φ MORETRAN			
MAQUINAS	POT. 3Φ KW	% Acumulado	PORCENTAJES
HORNO TKF	64	25,28	25,28
HORNO ELEC.	30	37,13	11,85
LABORATORIO	26,4	47,56	10,43
PUENTE GRUA	20	55,46	7,90
PUENTE GRUA DON	15	61,38	5,92
HORNO ELEC.	14,7	67,19	5,81
HORNO ELEC.	14,7	72,99	5,81
UNICORE	8,8	76,47	3,48
BOBINADORA 10	7,5	79,43	2,96
COMP. AIRE	7,5	82,40	2,96
BOMBA VACIO	7,46	85,34	2,95
BOMBA VACIO	7,46	88,29	2,95
BOMBA CENT.	5,59	90,50	2,21
BOBINADORA 1	3,73	91,97	1,47
BOBINADORA 7	3,73	93,44	1,47

BOBINADORA 4	3,4	94,79	1,34
BOBINADORA 2	2,2	95,66	0,87
BOBINADORA 3	2,2	96,52	0,87
BOBINADORA 5	2,2	97,39	0,87
BOBINADORA 6	2,2	98,26	0,87
BOBINADORA 8	2,2	99,13	0,87
BOBINADORA 9	2,2	100,00	0,87
TOTAL	253,17		100,00

Tabla 2.4.4.1 Cargas de Moretran.

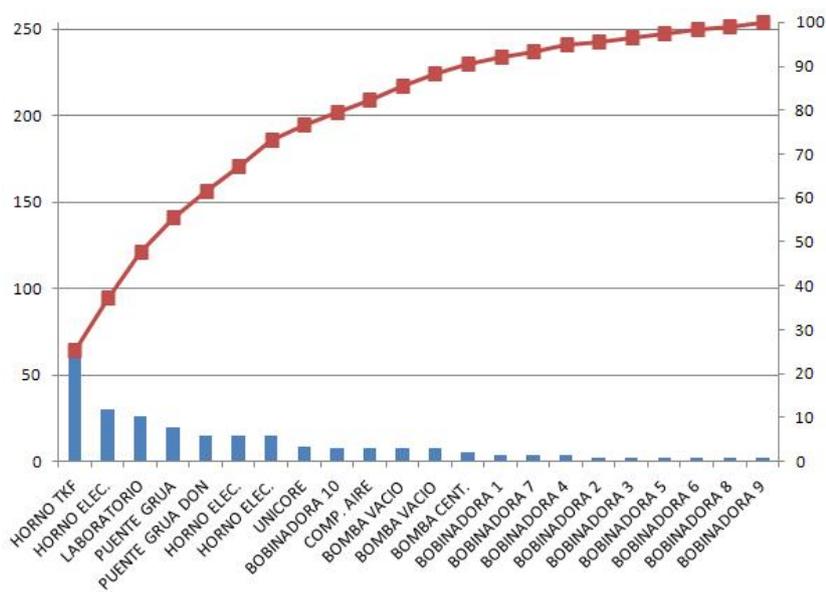


Figura 2.4.4.1 Diagrama de Pareto de Moretran.

Tanto en la tabla como en el gráfico podemos apreciar los diferentes elementos de los que se compone el área Moretran y sus respectivos valores de consumo, con los cuales se realizó el análisis de Pareto. Por definición vemos que la concentración de consumo máximo está en el Horno TKF, Horno eléctrico 1 y el laboratorio.

2.4.4.2 Metalmecánica.

Esta área se encarga de la construcción de la parte exterior de los diferentes transformadores (carcasa). Para esta se utilizan diferentes máquinas, las cuales están en constante operación y son la principal fuerza productiva de la empresa. Por lo cual se genera un gran consumo determinante para nuestro análisis.

CARGAS 3Φ METALMECANICA

MAQUINA	POT. 3Φ KW	% ACUMULADO	PORCENTAJE
SOLDADORA10	20,24	8,502058305	8,502058305
DOBLADORA	15	14,80299084	6,300932538
CONFOR. RAD.	15	21,10392338	6,300932538
DOBLAD. HIDR.	15	27,40485592	6,300932538
SOLDADORA1	12,3	32,5716206	5,166764681
SOLDADORA2	12,3	37,73838528	5,166764681
SOLDADORA3	12,3	42,90514996	5,166764681
SOLDADORA4	12,3	48,07191464	5,166764681
SOLDADORA5	12,3	53,23867932	5,166764681
SOLDADORA6	12,3	58,40544401	5,166764681
SOLDADORA7	12,3	63,57220869	5,166764681
SOLDADORA9	12,3	68,73897337	5,166764681
SOLDADORA12	12,3	73,90573805	5,166764681

SOLDADORA13	12,3	79,07250273	5,166764681
SOLDADORA14	12,3	84,23926741	5,166764681
EMBUTIDORA	7,5	87,38973368	3,150466269
SOLDADORA11	7,5	90,54019995	3,150466269
ROLADORA2	6,6	93,31261027	2,772410317
TROQUEL MULT.	5,5	95,6229522	2,310341931
CIZALLA	5,1	97,76526926	2,142317063
ROLADORA3	3,52	99,2438881	1,478618836
ROLADORA1	1,8	100	0,756111905
TOTAL	238,06		100

Tabla 2.4.4.2 Cargas de Metalmecánica.

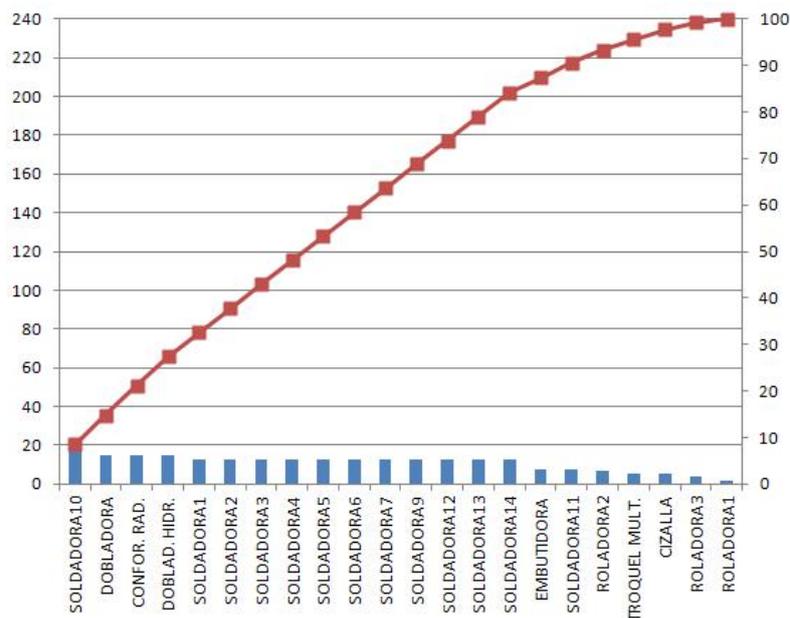


Figura 2.4.4.2 Diagrama de Pareto Metalmecánica.

En este gráfico podemos observar que las barras que componen el área de metalmecánica en su mayoría son relativamente proporcionales lo que dificulta el Análisis de Pareto ya que no se puede distinguir un grupo específico de alto consumo. Apegándonos así al concepto de posibles problemas donde se requieren más del 60% del efecto total para poder realizar un análisis válido.

2.5 Detalle de la carga de iluminación.

Los sistemas de iluminación corresponden a luminarias que se encuentran en la planta, es así que se incluyen las luminarias que existen en las secciones de: metalmecánica, despacho, bobinado y laboratorio, tableros, núcleo y bobinados, pintado y conformación de tubos, chapas, troquelado y soldadura, bodega Moretran, bodega Panelec, supervisión de herraje, recursos humanos, oficina de seguridad industrial, oficina administrativa, oficina Panelec, oficina Moretran, comedor, vestidor y parqueo.

La planta posee dos tipos de luminarias, las lámparas de vapor de alta presión y las lámparas fluorescentes de tubo.

En las naves industriales se usan principalmente lámparas de vapor de alta presión de 400 Watts, mientras que en el resto de instalaciones se usan tubos fluorescentes de 32 Watts.

Luego de hacer el respectivo levantamiento de las luminarias por sector y como se puede ver en el gráfico, el área de mayor consumo es el de metalmecánica; ésta posee una mayor cantidad de lámparas de vapor de 400 Watts en comparación con las otras áreas.

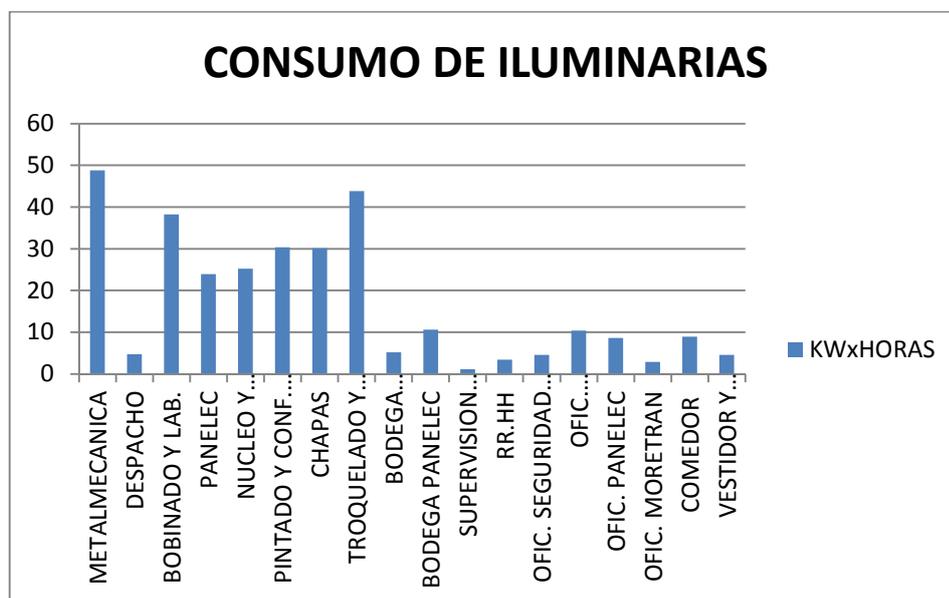


Figura 2.5 Consumo de luminarias por áreas.

El análisis de la carga que producen las luminarias y recargo económico que este representa se lo puede observar en la **TABLA DE CONSUMO DE LUMINARIAS** ubicada en el Capítulo 4

CAPÍTULO 3

3 EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA FÁBRICA MORETRAN C.A.

3.1 Evaluación del banco de capacitores.

La evaluación del banco de capacitores en una industria es muy importante. Su mal funcionamiento puede causar grandes pérdidas a la misma.

Para la evaluación del rendimiento del banco de capacitores vamos a considerar los valores de temperatura en cada elemento, además de

la medición de los parámetros eléctricos, como voltaje [V] y corriente [A] de cada fase.

El banco está colocado a una tensión de 440 V.

Cabe decir que existen muchas variaciones de voltaje, pero los cálculos se realizarán con el valor de 440 V.

Se puede observar en los CUADRO DE ANÁLISIS DE TEMPERATURA y CUADRO DE ANÁLISIS DE CORRIENTE Y FUSIBLES INSTALADOS las diferentes anomalías en el banco de capacitores debido a que no ha habido un respectivo mantenimiento preventivo en el mismo y teniendo como consecuencias cables sulfatados, al igual que fusibles quemados y un deterioro en los capacitores. Se deberá realizar el arreglo respectivo para ver si persisten dichas anomalías y tener la conclusión definitiva y el rendimiento del banco de capacitores.

3.1.1 Análisis de Temperatura.

# de pasos	Fases	Temperatura en el terminal del conductor [°C]	Temperatura del fusible [°C]
1	R	36,2	36,7
	T	36,1	36,8
	S	36	36,4
2	R	35,7	35,2
	T	36	35,3
	S	36	35,3
3	R	42,1	42,7
	T	43,8	46,8
	S	42,3	43,8
4	R	46,2	44,8
	T	47,5	47,9
	S	45,2	45,3
5	R	41,9	41,7
	T	43,7	45,1
	S	41,6	43,1
6	R	39	38
	T	37,8	37,1
	S	35,7	35,4

Tabla 3.1.1 Análisis de temperatura.

Los datos son evaluados con respecto a la temperatura de referencia de 36°C.

En el paso 1 y 2 no existe una variación en la temperatura debido a que éstos se encuentran en mal estado y están a la temperatura interna del tablero.

Los pasos 3, 4 y 5 trabajan a plenitud, tanto los pasos como los fusibles, existe un promedio en la temperatura de los pasos de 43°C, 46°C y 42°C respectivamente.

El paso 6 tiene una variación en la fase S con respecto a las demás, esto es debido a que la corriente en dicha fase es menor. Aparte es considerable la disminución de la temperatura promedio 38°C con respecto a los pasos 3, 4 y 5 que están en óptimas condiciones.

3.1.2 Análisis de corriente y fusibles instalados.

# Pasos	Fases	Corriente de operación en las fases [A]	Capacidad de fusibles instalada [A]
FIJO	R	11,7	50
	S	11,6	50
	T	12,1	50
1	R	0	50
	S	0	50
	T	0	50
2	R	0	50
	S	0	50
	T	0	50
3	R	18,4	63
	S	19,4	63
	T	17,3	63
4	R	21,3	50
	S	21	50
	T	21,5	50
5	R	16,3	63
	S	16,3	63
	T	16,1	63
6	R	13,3	50
	S	13,4	50
	T	7,6	50

Tabla 3.1.2 Análisis de corriente y fusibles instalados.

En el paso uno, las conexiones antes del fusible se encuentran sulfatadas. No hay continuidad en ninguna de las líneas y en la fase T el cable después del contactor esta sulfatado y partido.

En el paso dos a pesar de que existe tensión y continuidad en todas las líneas del mismo no existe corriente de operación, por lo que se asume el daño en los capacitores.

En el paso seis hay una diferencia en la corriente de operación en una de las líneas, dando a entender que existía un posible daño en el capacitor.

3.1.3 Rendimiento del banco de capacitores.

# Pasos	Mayor corriente del paso [A]	Voltaje [V]	Capacidad [KVAR] CALCULADA	Capacidad [KVAR] estimada	Rendimiento estimado
fijo	12,1	440	9,22	10	92,21%
1	0	440	0,00	10	0,00%
2	0	440	0,00	10	0,00%
3	19,4	440	14,78	20	73,92%
4	21,5	440	16,39	20	81,93%
5	16,3	440	12,42	15	82,82%
6	13,4	440	10,21	15	68,08%
Total			63,03	100	63,03%

Tabla 3.1.3 Rendimiento del banco de capacitores.

El rendimiento del banco de capacitores es de un 63% y esto se debe a que los pasos uno y dos no están en

funcionamiento. Para poder incrementar el rendimiento del mismo se deberá dar el mantenimiento respectivo y cambiar todo lo que se encuentre en mal estado.

3.2 Estudio de calidad de potencia eléctrica.

3.2.1 Evaluación de Diferencia de Potencial (V).

En el Ecuador el suministro entregado es de 220V a 60Hz.

Según la regulación del CONELEC 004-01 la variación máxima permitida es de $\pm 5\%$ del voltaje.

$$V_{\max.} = 220 + 5\% = 231 \text{ V}$$

$$V_{\min.} = 220 - 5\% = 209 \text{ V}$$

Tomando en cuenta que el 5% del voltaje equivale a 11 V procedemos a calcular el porcentaje de cada una de las líneas de voltaje medidas con el analizador de energía, para ello tomaremos un promedio de éstos.

$$\% V = (V - 220) / 11$$

$$V1 = 275.5 \text{ V}$$

$$V1 = 275.5 - 220 = 55.5 \text{ V}$$

$$\% V1 = 25.23 \%$$

$$V2 = 275.9 \text{ V}$$

$$V2 = 275.9 - 220 = 55.9 \text{ V}$$

$$\% V2 = 25.41 \%$$

$$V3 = 276.6 \text{ V}$$

$$V3 = 276.6 - 220 = 56.9 \text{ V}$$

$$\% V3 = 25.86 \%$$

La variación de voltaje que arroja nuestro análisis en las tres líneas supera el máximo permitido, lo que implica que para cumplir con lo dispuesto en la regulación deberemos enfocarnos en puntos importantes como:

- Taps de Transformador.
- Voltaje entregado por la Eléctrica de Guayaquil.

Efectos de la variación de voltaje

EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS CON LAS VARIACIONES DE VOLTAJE		
CARACTERÍSTICAS DE COMPORTAMIENTO	10% arriba del voltaje nominal	10% abajo del voltaje nominal
CORRIENTE DE ARRANQUE	+10% a 12%	-10% a 12%
CORRIENTE A PLENA CARGA	-7%	+11%
PAR DEL MOTOR	+20% a 25%	-20% a 25%
EFICIENCIA DEL MOTOR	Poco cambio	Poco cambio
VELOCIDAD	+1%	-1.5%
ELEVACIÓN DE TEMPERATURA	-3 °C a 4 °C	+6 °C a 7 °C

Tabla 3.2.1 Efectos de la variación de voltaje. [11]

3.2.2 Evaluación del desequilibrio/desbalance de tensión.

Se define, al desbalance en un sistema trifásico como la máxima desviación de la tensión de una de las fases de la tensión promedio, dividido por la tensión promedio de las tres fases.

$$\bar{V} = \frac{V_1+V_2+V_3}{3} = \frac{275.5+275.9+276.6}{3} = 276 \text{ V} \quad \text{Voltaje Promedio}$$

$$\delta = |V - \bar{V}| = |276.6 - 276| = 0.6 \quad \text{Desviación máxima}$$

Desbalance de tensión

$$\%Desb = \frac{\delta}{\bar{V}} * 100\% = \frac{0.6}{276} * 100\% = \mathbf{0.22}$$

La norma ANSI C50.41.4.2 establece que un desbalance de tensión superior a uno por ciento (1%) es una condición inusual que debe eliminarse. La norma IEC 34.1.12.2.1 plantea que los motores deben ser capaces de operar por un largo período de tiempo con un desbalance de uno por ciento (1%) o, por un corto período de tiempo que no exceda varios minutos con un desbalance de uno y medio por ciento (1,5%).

Según estas normas y basados en el resultado obtenido en el porcentaje de desbalance podemos inferir que no existe desequilibrio/desbalance de tensión en nuestro sistema trifásico ya que cae dentro del rango permitido para el óptimo funcionamiento de nuestros motores.

En caso de sobrepasar el límite establecido por la norma el desequilibrio de tensión produciría corrientes muy inestables en el cableado del estator que provoca un sobrecalentamiento y una reducción de la vida útil del motor.

Para corregir el desbalance de tensión tendremos que verificar:

- ¿FALLA OPERACION EQUIPO DE CORRECCION DE FP?
- ¿FUENTE INESTABLE DESBALANCEADA?
- ¿DESBALANCE DE LAS CARGAS DESDE EL TRANSFORMADOR TRIFASICO?
- LAS CARGAS MONOFASICAS EN EL MISMO SISTEMA DE POTENCIA NO ESTAN UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS.

3.2.3 Evaluación del desequilibrio/desbalance de corriente.

$$\bar{I} = \frac{I_1+I_2+I_3}{3} = \frac{211.40+197.50+210.48}{3} = 206.46 \text{ A Corriente promedio}$$

$$\delta = |I - \bar{I}| = |206.46 - 197.50| = 8.96 \quad \text{Desviación máxima}$$

Desbalance de corriente

$$\%Desb = \frac{\delta}{\bar{A}} * 100\% = \frac{8.96}{206.46} * 100\% = 4.3\%$$

El valor calculado del desequilibrio de corriente se encuentra dentro del rango permitido por la norma IEEE 1159 (Max. 10%).

3.2.4 Variación de Frecuencia.

Las variaciones de la frecuencia industrial son definidas como la desviación de la frecuencia fundamental de su valor nominal especificado (60HZ para el caso ecuatoriano).

El rango de la Frecuencia es de 60 Hz \pm 1%

Frecuencia máxima= 60 + 6 = 60.60 Hz.

Frecuencia mínima= 60 – 6 = 59.4 Hz.

De los datos tomados por el analizador de energía se saca un promedio, siendo la frecuencia de Panelec 59.98 Hz. estando dentro del valor establecido según la norma ANSI C84.1

3.2.5 Factor de Potencia.

Para realizar el cálculo de Factor de Potencia necesitaremos los datos de potencia activa (P) y potencia aparente (S) y la relación entre ellas nos darán lo requerido.

$$FP = \frac{P}{S}$$

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total
Potencia Activa (kW)	55.83	52.28	56.06	164.17
Potencia Aparente (kVA)	56.99	53.23	56.9	167.12

Tabla 3.2.5 Potencia Activa y Aparente

$$FP = \frac{164.17}{167.12} = \mathbf{0.98}$$

Valor óptimo según la norma CONELEC 004-01 donde el valor mínimo es de 0.92

Un factor de potencia elevado es un síntoma indicativo de la utilización eficiente de la energía eléctrica, mientras que un

bajo factor de potencia indica una ineficiencia y pobre utilización.

Cabe declarar que se puede tener demasiadas cargas instaladas (inductivas, capacitivas y resistivas) pero el factor de potencia va a depender del tipo de carga que se tenga en operación.

Beneficios del alto factor de potencia:

- Libera cargas en el transformador.
- Ahorro de energía.
- Temperatura normal en conexiones.
- Evita el pago de penalidad por la compañía suministradora.

3.2.6 Evaluación de THD Voltaje y Corriente.

THD (Total Harmonic Distortion): Distorsión Armónica Total
Índice usado para medir la distorsión de una onda periódica de tensión y corriente, con respecto a una onda sinusoidal de frecuencia fundamental. Este índice se obtiene de la relación entre la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados del valor

rms de cada armónico y el valor rms de la fundamental. Se expresa en porcentaje.

<p>Voltaje</p> $THD_V = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_{max}} V_h^2}}{V_1} \times 100$	<p>Corriente</p> $THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_{max}} I_h^2}}{I_1} \times 100\%$
--	--

Donde:
 THD_V: Distorsión Armónica Total de Tensión.
 V_h: Es el valor individual de cada componente.
 V₁: Es el valor fundamental (60 Hz).
 h: Número del armónico.
 h_{max}: Es el armónico máximo (para esta norma h_{max}: 40).

Donde:
 THD_I: Distorsión Armónica Total de Tensión.
 V_h: Es el valor individual de cada componente.
 V₁: Es el valor fundamental (60 Hz).
 h: Número del armónico.
 h_{max}: Es el armónico máximo (para esta norma h_{max}: 40).

3.2.6.1 THD Voltaje.

THDV1 (%)	THDV2 (%)	THDV3 (%)
3.18	2.98	3.29

Nivel de armónicos de voltajes permitidos THD máx. 5% por lo que los valores están dentro de la norma IEEE - 519.

3.2.6.2 THD Corriente.

THDI1 (%)	THDI2 (%)	THDI3 (%)
11.9	12.43	13.25

Nivel de armónicos de corrientes permitidos THD máx. 15 % por lo que los valores están dentro de la

norma IEEE - 519, pero en este caso los porcentajes THDI están casi al límite y esto se debe a que los armónicos 5to. y 7mo. están elevados (Estos armónicos son generados por los variadores de frecuencia).

3.2.7 Equipo utilizado en la medición.

POWER QUALITY ANALYSER MI 2092



El analizador de calidad de energía MI 2092 es un instrumento multifunción portátil para la medición y el análisis de sistemas de energía trifásicos.

Principales características:

- Completo control, registro y análisis en tiempo real de sistemas de energía trifásicos (3).

- Amplio rango de funciones:

Tensión r.m.s. eficaz.

Corriente r.m.s. eficaz.

Potencia (vatios, voltamperios reactivos (VAr) y voltamperios (VA)).

Factor de potencia.

Energía.

Osciloscopio de la energía eléctrica.

Análisis de armónicos.

Análisis estadísticos.

Anomalías.

- En el modo de grabación, los valores medidos son almacenados en la memoria para su posterior análisis.

- Modos especiales de registro, para la captura de formas de onda con varias opciones de activación.
- Modos especiales de registro, para el control de la calidad del sistema de suministro observado:

Datos periódicos,

Formas de onda,

Sobretensiones transitorias,

Grabación rápida

- Cálculos de los valores mínimos, promedios y máximos para las cantidades registradas, con varios informes con formatos preestablecidos.
- Modo de osciloscopio para la presentación de las formas de onda, tanto en tiempo real como para el análisis de la forma de onda almacenada.
- Análisis de la distorsión armónica hasta el armónico 63^o, tanto en línea como en los datos registrados. Control y análisis de la energía.
- Baterías recargables internas.

- Puerto de comunicación RS232 para la conexión a un PC.
- Software para Windows para el análisis de los datos y el control del instrumento.

3.3 Termografía infrarroja, sistema térmico y eléctrico.

La Termografía Infrarroja es una técnica para revisar equipo eléctrico en caso de componentes defectuosos. El desgaste normal, la contaminación química, la corrosión, la fatiga y un ensamblado o instalación defectuosa o cualquiera de las anteriores, puede reducir la conductividad e incrementar el nivel de resistencia del componente eléctrico.

Dicha alza aumentará la cantidad de energía disipada en forma de calor, esto a su vez, causará un incremento en la señal termográfica. El aumento de temperatura indica un potencial punto problema y una futura falla del componente.

Las Inspecciones Infrarrojas se realizan mientras que los equipos eléctricos tales como Subestaciones, Centros de Control de Motores (CCM), Interruptores, Tableros de Distribución, Motores Eléctricos,

etc., trabajan y ver que partes de sus componentes tienen excesivas temperaturas, indicando, por lo tanto, potenciales problemas.

Dado que la electricidad fluye a través de un conductor, se genera calor, muchos defectos eléctricos se acompañan de un aumento de temperatura varias semanas antes de la falla.

Algunos defectos eléctricos son representados como componentes fríos.

La revisión infrarroja rutinaria de los componentes eléctricos, por lo tanto, es una herramienta valiosa de prevención, donde la corrección inicial, desde el principio, puede tomarse para evitar costosos paros de producción y/o peligros en la planta.

3.3.1 Equipo eléctrico que se puede inspeccionar.

Entre los puntos más importantes en una industria que se pueden inspeccionar están:

- Generadores.
- Transformadores.
- Reguladores.
- Conductores Aéreos e Interruptores.

- Banco de Capacitores.
- Conductos e Interruptores cerrados.
- Pararrayos y Aisladores.
- Todos los dispositivos que llevan corrientes bajo carga.

3.3.2 ¿Qué se puede detectar?

Gracias a la termografía podemos detectar en nuestros equipos:

- Pérdida / Deterioro de conexiones.
- Sobrecargas.
- Desbalanceo de cargas.
- Circuitos Abiertos.
- Calor Inductivo.
- Armónicas.
- Equipo defectuoso.

CIRCUITOS ABIERTOS.

Existen componentes fríos debido a falta de Corriente.

Inexplicables puntos fríos.

Para esto se debe confirmar con un Amperímetro o Voltímetro, ya que la termografía no nos indica cual es el motivo.

CALOR INDUCTIVO.

Inexplicable calentamiento de los componentes que no llevan corriente.

Las partes afectadas se calientan, aun cuando no sean parte del circuito.

ARMÓNICAS DESTRUCTIVAS.

Distorsión de ondas de energía eléctrica causada por cargas no lineales como:

- Electrónicos en estado sólido.
- Equipo de oficina (PC's, monitores, copiadoras, faxes, impresoras, etc.).
- Lámparas de alta densidad.
- Balastos electrónicos de alumbrado.

- Sistemas UPS.

Produciendo sobrecalentamiento de bobinas y neutros de transformadores.

Para poder verificar se debe confirmar las condiciones con un analizador de ondas.

3.3.3 Puntos claves, beneficios y limitaciones.

PUNTOS CLAVES:

Los sistemas deben de estar bajo carga (no basta con estar energizados).

Deben de existir una clara línea de vista hacia el punto de medición.

Paneles cubiertos deben de abrirse o quitarse.

BENEFICIOS:

No es necesario que haya contacto con el equipo a inspeccionar.

No existe interrupción del servicio ni de la producción.

Pueden ser operados remotamente.

Pueden grabarse datos para posteriormente realizar el análisis respectivo.

LIMITACIONES:

Dependiendo del clima y condiciones puede afectar los resultados (viento, humedad, polvo, humo, distancia).

Se requiere una clara línea de vista.

Emisividad afecta los resultados.

Termografía no puede determinar la causa del problema.

¡Imposible predecir las fallas basándose en la temperatura

3.3.4 Figuras e información de puntos térmicos.**TRANSFORMADOR SECO**

Parte interna del transformador

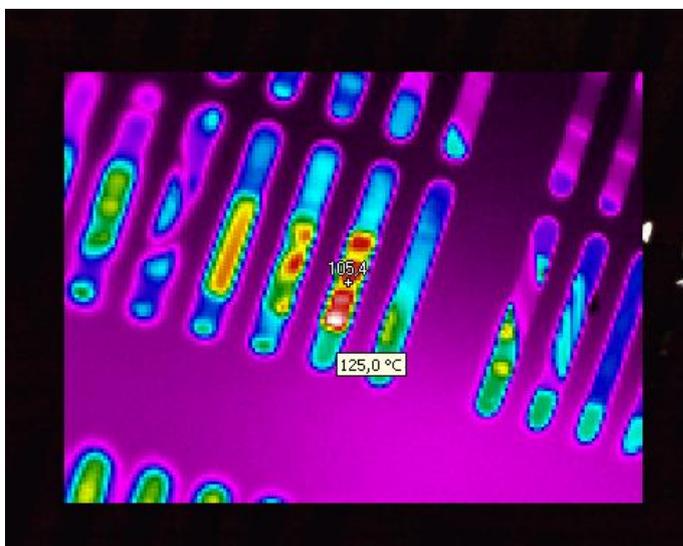


Figura 3.3.4.1 Transformador seco.

Información	Datos del marcador	Gráfico	IR-PhotoNotes™
Ubicación del archivo	C:\Documents and Settings\User\Escritorio\C...		
Hora de la imagen	05/09/2012 13:36:11		
Emisividad	0,95		
Temperatura de fondo	22,0 °C		
Transmisión	1		
Rango de la imagen	39,6 °C a 128,8 °C		
Temperatura promedio	54,2 °C		
Modelo de cámara	Ti10		
Tamaño de sensor IR	160 x 120		
Fabricante	Fluke Thermography		
Rango de calibración	-25,0 °C a 260,0 °C		
Número de serie de la cámara	11050290		
Descripción de la lente	20mm		
Número de serie de la lente	-		
Versión DSP	1.3.8		
Versión OCA	1.3.8		

Figura 3.3.4.2 Información térmica del transformador.

Falta de ventilación en el transformador ya que se encuentra en un área de alta temperatura por trabajos de maquinarias, incrementando la temperatura del mismo.

El estudio realizado por la Universidad Autónoma del Occidente “Eficiencia Energética en Transformadores Eléctricos” nos indica los límites de temperatura según el aislamiento del transformador. Para nuestro caso tomaremos el máximo valor de temperatura (140 °C) para un aislante tipo A.

TABLERO BARRA

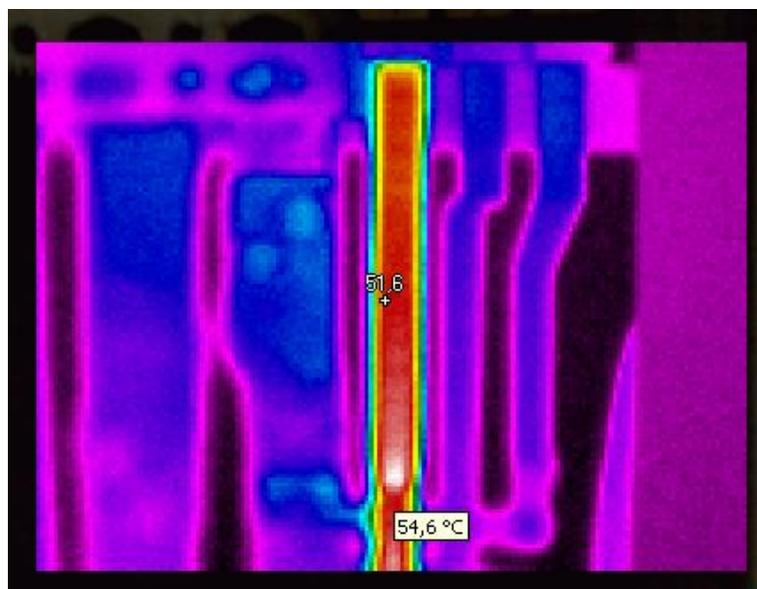


Figura 3.3.4.3 Barra del tablero secundario

Información	Datos del marcador	Gráfico	IR-PhotoNotes™
Ubicación del archivo			C:\Documents and Settings\User\Escritorio\C...
Hora de la imagen			05/09/2012 13:33:57
Emisividad			0,95
Temperatura de fondo			22,0 °C
Transmisión			1
Rango de la imagen			32,0 °C a 54,6 °C
Temperatura promedio			36,8 °C
Modelo de cámara			Ti10
Tamaño de sensor IR			160 x 120
Fabricante			Fluke Thermography
Rango de calibración			-25,0 °C a 125,0 °C
Número de serie de la cámara			11050290
Descripción de la lente			20mm
Número de serie de la lente			-
Versión DSP			1.3.8
Versión DCA			1.3.8

Figura 3.3.4.4 Información térmica de la barra.

Con base en el Cuaderno Técnico de Schneider No. 145, Cap 5 Pag. 18, el juego de 3 barras debe tener un máximo

de temperatura de 65° C. por lo que se debe analizar el sobrecalentamiento de una de las barras del tablero secundario, ver si tienen un buen contacto en las conexiones o si las fases están bien equilibradas.

BREAKER

SALIDA DE BREAKER



Figura 3.3.4.5 Salida del Breaker.

Información	Datos del marcador	Gráfico	IR-PhotoNotes™
Ubicación del archivo	C:\Documents and Settings\User\Escritorio\C...		
Hora de la imagen	05/09/2012 13:33:42		
Emisividad	0,95		
Temperatura de fondo	22,0 °C		
Transmisión	1		
Rango de la imagen	31,8 °C a 41,1 °C		
Temperatura promedio	35,6 °C		
Modelo de cámara	Ti10		
Tamaño de sensor IR	160 x 120		
Fabricante	Fluke Thermography		
Rango de calibración	-25,0 °C a 125,0 °C		
Número de serie de la cámara	11050290		
Descripción de la lente	20mm		
Número de serie de la lente	-		
Versión DSP	1.3.8		
Versión OCA	1.3.8		

Figura 3.3.4.6 Información térmica de las fases.

Reajustar los terminales de los breaker, ya que la falta de este produce calentamiento.

MOTOR DEL HORNO 01



Figura 3.3.4.7 Motor del Horno 01

Información	Datos del marcador	Gráfico	IR-PhotoNotes™
Ubicación del archivo	C:\Documents and Settings\User\Escritorio\C...		
Hora de la imagen	05/09/2012 13:18:13		
Emisividad	0,95		
Temperatura de fondo	22,0 °C		
Transmisión	1		
Rango de la imagen	31,4 °C a 84,8 °C		
Temperatura promedio	41,1 °C		
Modelo de cámara	Ti10		
Tamaño de sensor IR	160 x 120		
Fabricante	Fluke Thermography		
Rango de calibración	-25,0 °C a 125,0 °C		
Número de serie de la cámara	11050290		
Descripción de la lente	20mm		
Número de serie de la lente	-		
Versión DSP	1.3.8		
Versión OCA	1.3.8		

Figura 3.3.4.8 Información térmica del motor 01.

Revisar los rodamientos del motor, el mal funcionamiento de éstos provoca un sobrecalentamiento en el mismo. El rango de temperatura de los rodamientos estándar tiene una temperatura máxima de funcionamiento recomendada de entre 120 y 200 °C, dependiendo del tipo de rodamiento. [12]

BOTELLA DE CAPACITOR 10KVAR 11A

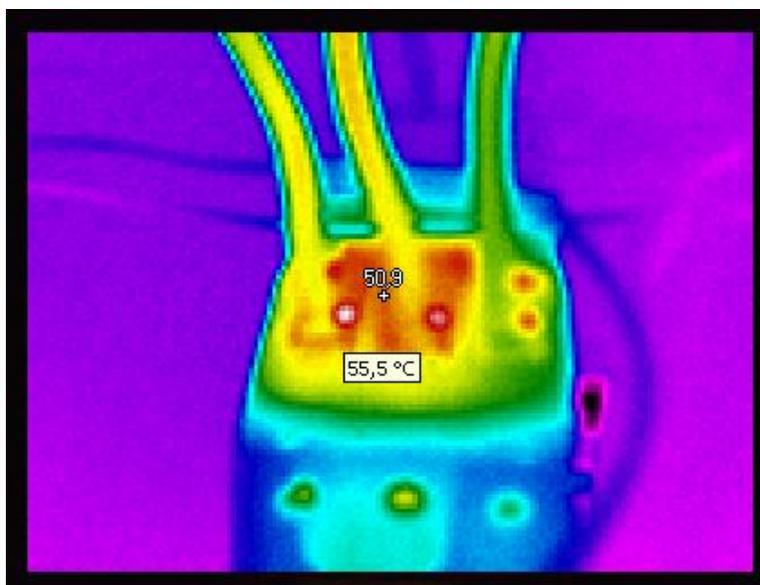


Figura 3.3.4.9 Capacitor 10KVA.

Información	Datos del marcador	Gráfico	IR-PhotoNotes™
Ubicación del archivo			C:\Documents and Settings\User\Escritorio\C...
Hora de la imagen			05/09/2012 13:09:57
Emisividad			0,95
Temperatura de fondo			22,0 °C
Transmisión			1
Rango de la imagen			29,3 °C a 56,2 °C
Temperatura promedio			38,2 °C
Modelo de cámara			Ti10
Tamaño de sensor IR			160 x 120
Fabricante			Fluke Thermography
Rango de calibración			-25,0 °C a 125,0 °C
Número de serie de la cámara			11050290
Descripción de la lente			20mm
Número de serie de la lente			-
Versión DSP			1.3.8
Versión OCA			1.3.8

Figura 3.3.4.10 Información térmica del capacitor.

El máximo de temperatura de una botella de capacitor es de 55 °C (Cap. 5 Compensación de energía reactiva y filtrado de armónicos de Schneider Electric) por lo que el capacitor instalado se encuentra ligeramente sobrecalentado.

FUSIBLE CENTRAL PASO 3

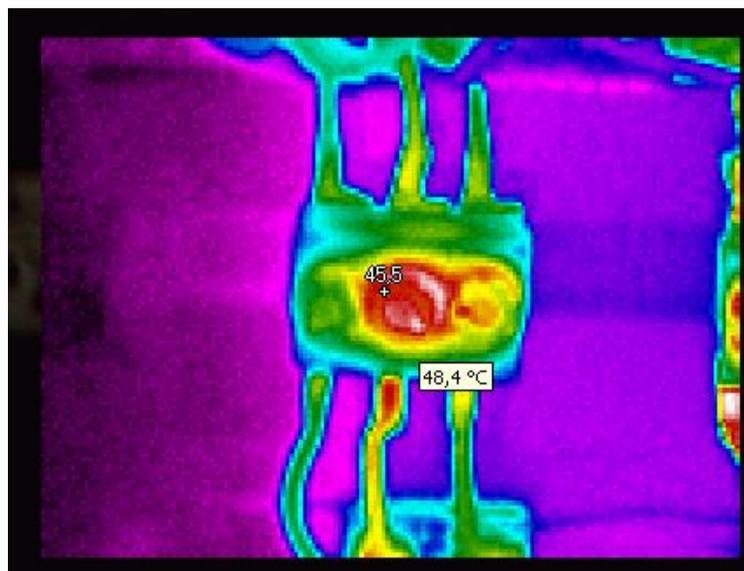


Figura 3.3.4.11 Fusible central paso 3.

Información	Datos del marcador	Gráfico	IR-PhotoNotes™
Ubicación del archivo	C:\Documents and Settings\User\Escritorio\C...		
Hora de la imagen	05/09/2012 13:08:17		
Emisividad	0,95		
Temperatura de fondo	22,0 °C		
Transmisión	1		
Rango de la imagen	31,3 °C a 48,5 °C		
Temperatura promedio	35,6 °C		
Modelo de cámara	Ti10		
Tamaño de sensor IR	160 x 120		
Fabricante	Fluke Thermography		
Rango de calibración	-25,0 °C a 125,0 °C		
Número de serie de la cámara	11050290		
Descripción de la lente	20mm		
Número de serie de la lente	-		
Versión DSP	1.3.8		
Versión OCA	1.3.8		

Figura 3.3.4.12 Información térmica del fusible paso 3.

Fusible en mal estado indica sobrecalentamiento, próximo a dañarse.

FUSIBLE CENTRAL PASO 4

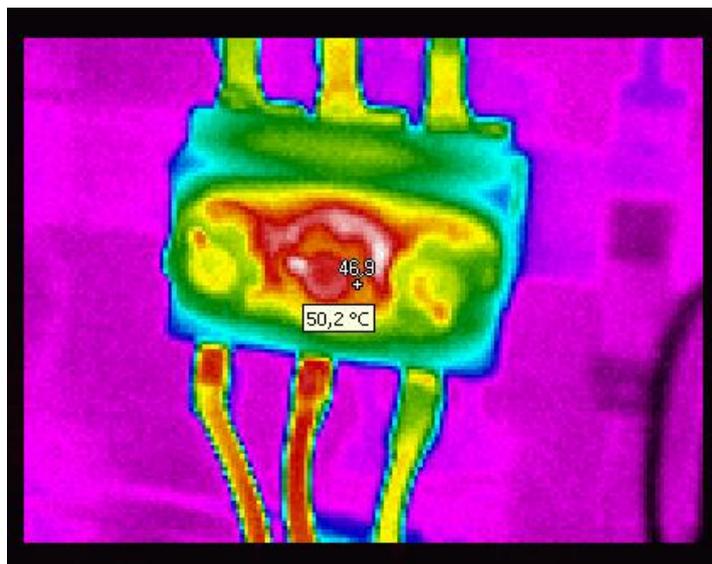


Figura 3.3.4.13 Fusible central paso 4.

Información	Datos del marcador	Gráfico	IR-PhotoNotes™
Ubicación del archivo	C:\Documents and Settings\User\Escritorio\C...		
Hora de la imagen	05/09/2012 11:40:12		
Emisividad	0,95		
Temperatura de fondo	22,0 °C		
Transmisión	1		
Rango de la imagen	32,7 °C a 50,7 °C		
Temperatura promedio	38,1 °C		
Modelo de cámara	Ti10		
Tamaño de sensor IR	160 x 120		
Fabricante	Fluke Thermography		
Rango de calibración	-25,0 °C a 125,0 °C		
Número de serie de la cámara	11050290		
Descripción de la lente	20mm		
Número de serie de la lente	-		
Versión DSP	1.3.8		
Versión DCA	1.3.8		

Figura 3.3.4.14 Información térmica del fusible paso 4.

Fusible en mal estado indica sobrecalentamiento, próximo a dañarse.

BREAKER DE BANCO DE CAPACITORES

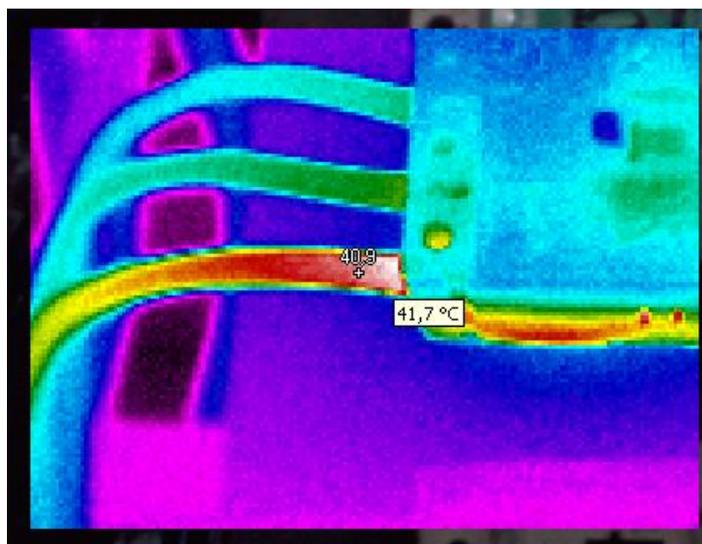


Figura 3.3.4.15 Breaker del banco de capacitores.

Información	Datos del marcador	Gráfico	IR-PhotoNotes™
Ubicación del archivo	C:\Documents and Settings\User\Escritorio\C...		
Hora de la imagen	05/09/2012 11:36:27		
Emisividad	0,95		
Temperatura de fondo	22,0 °C		
Transmisión	1		
Rango de la imagen	28,1 °C a 41,7 °C		
Temperatura promedio	32,6 °C		
Modelo de cámara	Ti10		
Tamaño de sensor IR	160 x 120		
Fabricante	Fluke Thermography		
Rango de calibración	-25,0 °C a 125,0 °C		
Número de serie de la cámara	11050290		
Descripción de la lente	20mm		
Número de serie de la lente	-		
Versión DSP	1.3.8		
Versión OCA	1.3.8		

Figura 3.3.4.16 Información térmica del breaker del banco de capacitores.

Reajustar los terminales de los breaker, ya que la falta de este produce calentamiento.

TABLERO PRINCIPAL BREAKER

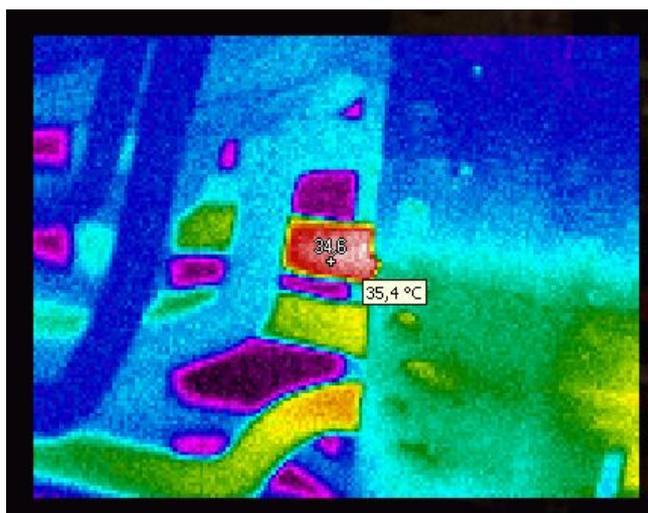


Figura 3.3.4.17 Breaker tablero principal.

Información	Datos del marcador	Gráfico	IR-Phot
Ubicación del archivo	C:\Documents and Settings		
Hora de la imagen	05/09/2012 11:34:16		
Emisividad	0,95		
Temperatura de fondo	22,0 °C		
Transmisión	1		
Rango de la imagen	26,2 °C a 35,4 °C		
Temperatura promedio	29,9 °C		
Modelo de cámara	Ti10		
Tamaño de sensor IR	160 x 120		
Fabricante	Fluke Thermography		
Rango de calibración	-25,0 °C a 125,0 °C		
Número de serie de la cámara	11050290		
Descripción de la lente	20mm		
Número de serie de la lente	-		
Versión DSP	1.3.8		
Versión OCA	1.3.8		

Figura 3.3.4.18 Información térmica del breaker del tablero principal.

Reajustar los terminales de los breaker, ya que la falta de este produce calentamiento.

3.3.5 Equipo Utilizado en la medición



Termógrafo FLUKE Ti10

Cámaras por infrarrojos de altas prestaciones y totalmente radiométricas están fabricadas para su uso en entornos de trabajos adversos, siendo ideales para la resolución de problemas en instalaciones eléctricas, equipos electromecánicos, equipos de procesos y en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, entre otros

Tecnología IR-Fusión®

Vea las cosas de dos formas: imágenes infrarrojas y visuales (luz visible) unidas para comunicar información esencial de modo más rápido y sencillo. Las tradicionales imágenes por infrarrojos ya no son suficientes. IR-Fusión, una tecnología

pendiente de patente que captura simultáneamente una fotografía digital además de la imagen por infrarrojos y las fusiona develando el misterio del análisis de imágenes por infrarrojos. IR-Fusión se incluye de serie en los modelos Ti10.

Características:

- Capacidades mejoradas de detección de problemas y análisis con la tecnología IR-Fusión®. Sólo tiene que desplazarse rápidamente sobre los distintos modos de visualización para identificar mejor las áreas problemáticas, en imágenes termográficas totalmente infrarrojas, imagen en imagen o con fusión automática de imágenes visibles y térmicas.
- Optimizadas para su uso en entornos de trabajo exigentes.
- Diseñadas y fabricadas para resistir una caída de dos metros... ¿Recuerda la última vez que se le cayó una herramienta?
- Resistentes al polvo y al agua; probadas según la clasificación IP54.
- Proporciona imágenes claras y nítidas necesarias para detectar problemas con rapidez.

- Gracias a su gran sensibilidad térmica (NETD), detectan incluso pequeñas diferencias de temperatura que podrían indicar la existencia de un problema.
- Menú intuitivo de tres botones, muy fácil de manejar... para desplazarse a través del mismo sólo hay que pulsar con el dedo.
- Incluye todo lo necesario para empezar a trabajar.
- Correa ajustable para usar con la mano izquierda o la derecha.
- Fabricadas en EE. UU.

Temperaturas	
Diapasón de mediciones térmicas (no se calibra a menos de -10 °C)	de -20 °C a +250 °C
Margen de error	± 2 °C o 2% (valor máximo entre estos dos)
Características de imagen	
Campo de visión	23° × 17°
Resolución espacial (IFOV)	2,5 mRad
Distancia focal mínima	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo de cámara IR: 15 cm • Objetivo de cámara fotográfica: 46 cm
Enfoque	Manual
Frecuencia de las imágenes	9 Hz
Tipo del detector	160 × 120 focal plane array (FPA), microbolómetro sin enfriamiento
Tipo de lente infrarroja	Lente 20 mm, F = 0,8
Sensibilidad térmica (NETD)	± 0,13 °C con temperatura de objeto 30 °C (130 mK)
Diapasón espectral infrarrojo	de 7,5 mkm a 14 mkm
Cámara fotográfica	Resolución 640 × 480
Presentación de imágenes	
Gama de colores	Colores de hierro al rojo vivo, azul - rojo, contraste alto, gris
Nivel y diapasón	Graduación suave de nivel y diapasón en el modo automático y manual
Diapasón mínimo (en modo manual)	5 °C
Diapasón máximo (en modo automático)	10 °C
Información sobre tecnología IR-Fusion®	Full Infrared o Picture-in-Picture (Imagen en imagen)
Modo Picture-In-Picture (PIP - Imagen en imagen)	Ventana 100 % IR de 320 × 240 píxeles en el centro de la pantalla
Pantalla completa (full screen), (modo PIP apagado)	Ventana 100 % IR de 640 × 480 píxeles en el centro de la pantalla

Almacenamiento de las imágenes e interfaces de transmisión de datos	
Dispositivo de almacenamiento	Tarjeta de memoria SD (en una tarjeta de 2 GB se puede almacenar no menos de 1200 imágenes totalmente radiométricas (formato .is2) IR o imágenes visuales ligadas o 3000 imágenes IR básicas (formato .bmp))
Formatos de archivos	<ul style="list-style-type: none"> • No radiométricos (.bmp) o completamente radiométricos (.is2) • Análisis de archivos no radiométricos (.bmp) no requiere un programa especial
Exportación de archivos con ayuda del software SmartView™	JPEG, BMP, GIF, PNG, TIFF, WMF, EXIF, EMF
Datos generales	
Temperaturas operativas	de -10 °C a +50 °C
Temperaturas de almacenamiento	de -20 °C a +50 °C sin batería
Humedad relativa	de 10 % a 90 % sin condensación
Controles y ajustes	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de escala de temperaturas (°C/°F), • Selección del idioma • Programación de hora y fecha
Software	Para análisis completo y redacción de informes incluido el software SmartView™
Batería	Bloque de baterías incorporado (incluido en el paquete)
Tiempo de carga de baterías	Dos horas para carga completa
Funcionamiento/carga del tomacorriente	Adaptador/cargador (110/220 V, 50/60 Hz)
Función de ahorro de energía	Modo de espera después de 5 minutos de desuso. Autoapagado después de 20 minutos de desuso
Estándares de seguridad	Norma IEC/EN61010-1 (2 redacción), nivel de contaminación del ambiente 2;
Dimensiones (Alt.×Anch.×L)	0,27 × 0,13 × 0,15 mm
Peso	1,2 kg
Idiomas soportados	Inglés, italiano, alemán, español, francés, ruso, portugués, sueco, turco, checo, polaco, finlandés, chino simplificado, chino tradicional, coreano, japonés.

Se evalúa todo el sistema eléctrico de fuerza en baja tensión de Moretran, transformadores de potencia y distribución, centros de carga, transferencias manuales en baja tensión, los motores principales, sopladores de aire, tableros y subtableros eléctricos, bancos compensadores de energía reactiva, hornos.

Se dificulta el trabajo para el termógrafo porque no hay carteles de capacidades, ni de identificación en algunos de los tableros, transformadores y bancos de capacitores, se recomienda establecer un sistema de codificación.

Se debe evaluar las armónicas de corriente TDH %, ya que la planta dispone de varios arrancadores suaves y variadores de frecuencia del tipo electrónico de seis pulsos y no se evidencian filtros pasivos ni activos. Caso contrario habrá un incremento de temperatura y de consumo de corriente en los conductores.

CAPÍTULO 4

4 ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO

4.1 Rubros del Consumo Eléctrico.

El cobro de la planilla eléctrica está dividida en el suministro del servicio eléctrico, valores pendientes de pago por servicio eléctrico (si los hubiere) y otros valores.

4.1.1 Suministro del servicio eléctrico (1)

Dentro de este rubro tenemos la descripción de las potencias consumidas, sus valores actual y anterior, el consumo, la unidad y finalmente los valores.

Vamos a detallar cada uno de los valores descritos en la tabla:

Estos valores son calculados a partir del cargo tarifario emitido

por CONELEC, según su clasificación y horarios del cual extraemos lo siguiente.

HORARIO	VALORES MEDIA TENSION CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA
L-V 08h00 hasta 18h00	0,052
L-V 18h00 hasta 22h00	0,064
L-V 22h00 hasta 08h00	0,038
S-D-F 18h00 hasta 22h00	0,052
DEMANDA	4,003

Tabla 4.1.1.1 Cargo tarifario emitido por CONELEC.

Para calcular el valor del consumo de la potencia activa procedemos a restar el valor anterior del valor actual y luego lo multiplicamos por el factor multiplicador (FM=120) más un dos por ciento (2%) de recargo por pérdidas de transformación (1). Para los valores de demanda utilizamos directamente la columna del valor actual multiplicada por el FM más el dos por ciento 2% (2).

$$\text{Consumo Potencia Activa} = (\text{Actual} - \text{Anterior}) * 120 + 2\% \text{ (1)}$$

$$\text{Consumo Demanda} = \text{Actual} * 120 + 2\% \text{ (2)}$$

Los rubros a ser facturados son solamente los de potencia activa (Según horario) y demanda facturada (Demanda máxima) que se obtienen de la multiplicación de los valores descritos por las fórmulas y los valores del cargo tarifario

(TABLA I). Cabe resaltar que para obtener el valor total a cobrar de la demanda facturada éste tiene que ser multiplicado por el Factor de corrección de Demanda descrito en el Capítulo 2.

A estos rubros se les debe recargar los valores de comercialización (Dispuesto por el cargo tarifario) y penalización por bajo factor de potencia que en nuestro caso no existe, pero de ser así, las consideraciones a tomar son las siguientes:

Para aquellos consumidores de la Categoría General, con medición de energía reactiva que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0.92, el distribuidor aplicará lo establecido en el art. 27 de la Codificación del Reglamento de Tarifas: “Cargos por bajo factor de potencia”.

La penalización por bajo factor de potencia será igual a la facturación mensual correspondiente a: Consumo de energía, pérdidas en transformadores y comercialización, multiplicada por el siguiente factor:

$Bfp = (0.92/fpr) - 1$ donde:

Bfp = Factor de penalización por bajo factor de potencia

Fpr = Factor de potencia registrado

SUMINISTRO DE SERVICIO ELECTRICO

DESCRIPCION	ACTUAL	ANTERIOR	CONSUMO	UNIDADES	VALORES
Activa 08h-18h (L-V)	2508	2196	38188.8	Kwh	1985.83
Activa 18h-22h (L-V)	428	372	6854.4	Kwh	438.66
Activa 22h-08h (L-V)	1318	1124	23745.6	Kwh	902.35
Activa 18h-22h (S-D-F)	87	75	1468.8	Kwh	76.39
Demanda Facturada			257	Kw	823.02
Demanda 08h-18h (L-V)	2.1	2.13	257.04	Kw	
Demanda 18h-22h (L-V)	1.8	1.4	220.32	Kw	
Demanda 22h-08h (L-V)	1.59	1.59	194.616	Kw	
Demanda 18h-22h (S-D-F)	0.42	0.42	51.408	Kw	
Reactiva Normal	334	197	16768.8	KVARH	
			Comercialización		7.07
			Total Servicio Eléctrico (1)		4233.32

Tabla 4.1.1.2 Suministro de servicio eléctrico.**4.1.2 Valores pendientes de pago por Servicio Eléctrico****(2)**

Estos valores dependerán de los costos no cancelados por el cliente en meses anteriores.

VALORES PENDIENTES DE PAGO POR SERVICIO ELECTRICO

NINGUNO	0.00
Total Pendientes (2)	0.00

4.1.3 Otros valores (3)

Finalmente la planilla se completa por rubros basados en sustentos legales municipales, ordenanzas o convenio y leyes como:

- Tasa de recolección de basura (12,5% del Importe o rubro de energía).
- Tasa de alumbrado público (6% del Importe o rubro de energía).
- Contribución a los bomberos (6% Remuneración Básica Unificada).

OTROS VALORES

Tasa Alumbrado Publico	254.00
Tasa Recolección Basura	529.16
Contribución Bomberos	17.52
Total Otros Valores (3)	800.68

TOTAL	
Total Servicio Eléctrico (1)	4233.32
Total Pendientes (2)	0.00
Total Otros Valores (3)	800.68
TOTAL (1) + (2) + (3)	5034.90

Tabla 4.1.3 Otros valores y valor total.

4.2 Inventario y consumo de luminarias.

En el análisis de carga de luminarias desarrollado por área se consideró un tiempo promedio de trabajo por luminaria de 9 horas, obteniendo así los datos arrojados en la siguiente tabla.

AREAS	METAL HIGH	MERCURIO	FLUORECENTES	TOTAL WATTS	KWxHORAS
	400 WATTS	100 WATTS	32 WATTS		
METALMECANICA	11	0	32	5424	48,816
DESPACHO	1	0	4	528	4,752
BOBINADO Y LAB.	9	2	14	4248	38,232
PANELEC	6	0	8	2656	23,904
NUCLEO Y BOBINADO	7	0	0	2800	25,2
PINTADO Y CONF. TUBOS	5	0	43	3376	30,384
CHAPAS	5	0	42	3344	30,096
TROQUELADO Y SOLDADURA	8	1	49	4868	43,812
BODEGA MORETRAN	0	0	18	576	5,184
BODEGA PANELEC	0	0	37	1184	10,656
SUPERVISION HERRAJE	0	0	4	128	1,152
RR.HH	0	0	12	384	3,456
OFIC. SEGURIDAD INDUSTRIAL	0	0	16	512	4,608
OFIC. ADMINISTRATIVAS	0	0	36	1152	10,368
OFIC. PANELEC	0	0	30	960	8,64
OFIC. MORETRAN	0	0	10	320	2,88
COMEDOR	0	0	31	992	8,928
VESTIDOR Y PAQUEO	0	0	16	512	4,608

Tabla 4.2.1 Consumo de luminarias.

TOTAL KWH POR DIA (9HORAS)	305,676
TOTAL KWH MES (L-V 20 DIAS)	6113,52
TOTAL KWH MES (SABADO 4DIAS)	1222,704
TOTAL KWH POR MES (24 DIAS)	7336,224

COSTO DEL CONSUMO DE LAS LUMINARIAS	
L-V 08h00 hasta 18h00	317,90304
L-V 22h00 hasta 08h00	46,462752
VALOR TOTAL (\$)	364,365792

Tabla 4.2.2 Valores por cobrar del consumo de luminaria.

EL CONSUMO DE L-V (**LUNES A VIERNES**) SE CALCULA CON LA TARIFA DE L-V 08h00 hasta 18h00 Y EL CONSUMO DEL SABADO CON LA TARIFA DE L-V 22h00 hasta 08h00 YA QUE NO HAY UN COSTO PARA ESTE HORARIO.

4.3 Análisis del consumo del HORNO TKF.

Para un análisis a fondo tenemos que tomar en cuenta que la potencia del Horno TKF se compone de las siguientes partes:

- Potencia Horno = 64 Kw.
- Potencia de ventilador = 2.5 Kw.
- Potencia Bomba de agua = 1.5 Kw.

El total de la potencia instalada es de 68 Kw.

El horno TKF tiene un horario de trabajo promedio de 36 horas, en el cual cumple con dos etapas:

- Temperatura en Ascenso.- Esta temperatura cumple con un tiempo de subida y estabilidad de 10 horas, esto quiere decir que la temperatura comienza a subir hasta aproximadamente 200 °C en hora y media de trabajo para luego mantenerse en esta temperatura por una hora, así sucesivamente hasta llegar a su temperatura máxima de 800 °C.

- Temperatura de descenso.- En esta etapa la temperatura baja sin interrupción por aproximadamente unas 26 horas hasta llegar a la temperatura ambiente.

Cabe recalcar que, tiempo de trabajo depende de la carga introducida en el horno y el análisis fue hecho con los datos de un día común de trabajo.

4.3.1 Costo de operación del horno TKF.

Comenzaremos por dividir el tiempo de trabajo total del horno en el horario de la tarifa acogida por la empresa.

OPERACIÓN DEL HORNO TKF		
Horas de trabajo		36
Temp. Ascenso	08h00 a 18h00	10
Temp. Descenso	18h00 a 22h00	4
Temp. Descenso	22h00 a 08h00	10
Temp. Descenso	08h00 a 18h00	10
Temp. Descenso	18h00 a 20h00	2

Tabla 4.3.1.1 Horario matutino de operación del horno TKF.

Según el horario tarifario podemos observar que la temperatura de ascenso trabaja solo en la tarifa de L – V de 08h00 a 18h00 y la temperatura de descenso a diferentes horarios, esto es muy importante ya que dependiendo del horario de trabajo tendremos nuestro costo de operación. Para los cálculos

tomaremos los valores del cargo tarifario emitido por CONELEC.

Costo de operación del horno			
Temp. Ascenso	10	6 h Pot total + 4 h Pot Vent. Y Bomba	22,048
Temp. Descenso	4	10 h Pot. Vent. Y bomba	1,024
Temp. Descenso	10	4 h Pot. Vent. Y bomba	1,52
Temp. Descenso	10	10 h Pot. Vent. Y bomba	2,08
Temp. Descenso	2	2 h Pot. Vent. Y bomba	0,512
Total (\$)			\$ 27,18

Tabla 4.3.1.2 Costo de operación del horno TKF (Matutino).

Si la empresa consideraría cambiar, el horario de operación al horario nocturno, el costo disminuiría como lo muestra el siguiente análisis.

OPERACIÓN DEL HORNO TKF		
Horas de trabajo		36
Temp. Ascenso	22h00 a 08h00	10
Temp. Descenso	08h00 a 18h00	10
Temp. Descenso	18h00 a 22h00	4
Temp. Descenso	22h00 a 08h00	10
Temp. Descenso	08h00 a 10h00	2

Tabla 4.3.1.3 Horario nocturno de operación del horno TKF.

En este caso nuestra temperatura de ascenso trabajaría en la tarifa de L – V de 22h00 08h00. Este horario es el más importante a considerar debido a que es el tiempo donde el horno trabaja a potencia máxima dando así un mayor consumo.

Costo de operación del horno			
Temp. Ascenso	10	6 h Pot total + 4 h Pot Vent. Y Bomba	16,112
Temp. Descenso	10	10 h Pot. Vent. Y bomba	2,08
Temp. Descenso	4	4 h Pot. Vent. Y bomba	1,024
Temp. Descenso	10	10 h Pot. Vent. Y bomba	0,608
Temp. Descenso	2	2 h Pot. Vent. Y bomba	0,416
Total (\$)			\$ 20,24

**Tabla 4.3.1.4 Costo de operación del horno TKF
(Nocturno).**

4.3.2 Cuadro comparativo de los costos de operación.

Para realizar la comparación de los costos tomaremos un promedio de 12 operaciones mensuales más el costo de la demanda.

OPERACIÓN A HORARIO MATUTINO

Costo mensual de operación del horno	\$ 326,21
Costo anual de operación del horno	\$ 3.914,50

CALCULO DE DEMANDA

Costo de Demanda Mensual	68KW x \$4,003	272,204
Costo de Demanda Anual	3266,448	

VALORES TOTALES

Valor total mensual=	Energía + Demanda	\$ 598,41
Valor total anual=	Energía + Demanda	\$ 7.180,94

OPERACIÓN A HORARIO NOCTURNO

Costo mensual de operación del horno	\$ 242,88
Costo anual de operación del horno	\$ 2.914,56

El cálculo de la demanda sería el mismo del horario matutino pero no lo tomamos a consideración ya que en el horario nocturno no existiría una demanda pico superior al de la mañana.

VALORES TOTALES		
Valor total mensual=	Energía + Demanda	\$ 242,88
Valor total anual=	Energía + Demanda	\$ 2.914,56

	MATUTINO	NOCTURNO	AHORRO
MENSUAL	598,41	242,88	355,53
ANUAL	7180,94	2914,56	4266,38

En base al cambio de horario sugerido notamos que existe una reducción considerable en el valor económico de consumo

eléctrico. Cabe resaltar que esta diferencia es más visible anualmente.

4.4 Cuadro y gráfica producción mensual.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados parciales de producción de transformadores tanto monofásicos como trifásicos desde el mes de enero hasta agosto del 2012.

Cantidad - TIPO MES	FASES		Total Resultado
	1	3	
ENERO	114	22	136
FEBRERO	90	27	117
MARZO	83	15	98
ABRIL	54	26	80
MAYO	163	21	184
JUNIO	129	29	158
JULIO	144	27	171
AGOSTO	92	15	107
Total Resultado	869	182	1051

Tabla 4.4 Producción mensual

En la gráfica podemos observar la tendencia de producción, la cual no es constante, debido a que esta varía en función de la demanda del mercado.

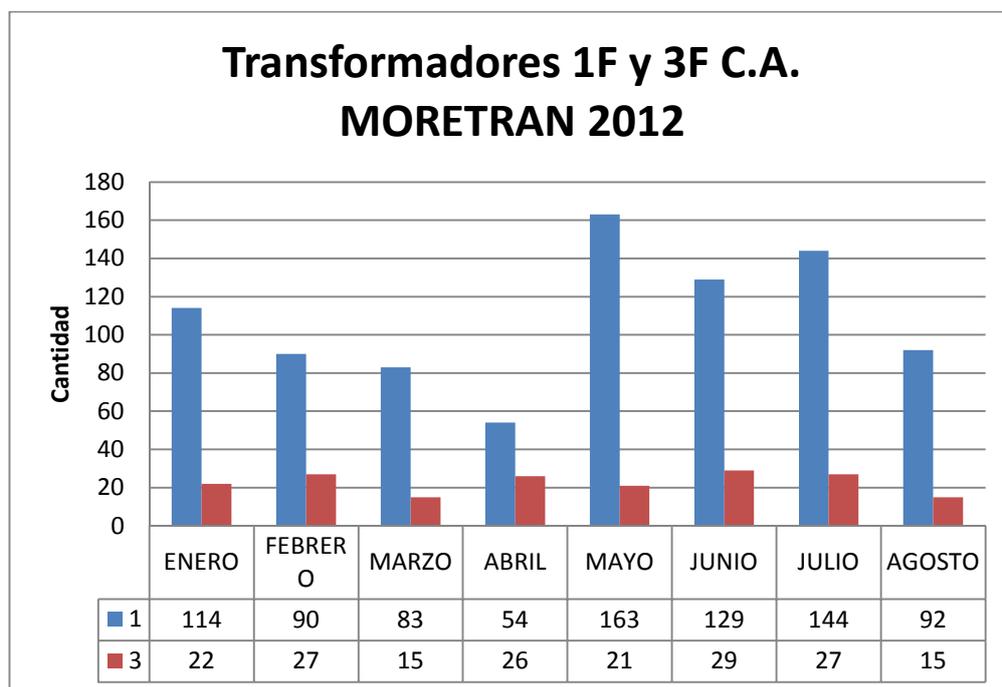


Figura 4.4 Diagrama de barras de cantidad de transformadores mensual.

4.5 Cuadro y gráfica de Consumo mensual.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los consumos de potencia activa, potencia reactiva y el valor facturado en los meses de producción arriba mencionados. Estos valores fueron tomados del historial de facturación dado por la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil.

FECHA	CONSUMO ACTIVA	CONSUMO REACTIVA	VALOR FACTURA
24/01/12	62914	4039	4422,31
24/02/12	68667	5141	4864,34
26/03/12	70258	16769	5034
24/04/12	72951	13709	5017,05
24/05/12	76501	4406	5949,64
26/06/12	66641	3550	4452,77
24/07/12	65973	3550	4412,72
24/08/12	72093	3305	4720,76

Tabla 4.5 Consumo mensual.

Del gráfico claramente podemos observar que el consumo de potencia activa, que es la energía que debemos considerar para su facturación, es muy superior a la energía reactiva. En términos eléctricos, esta demanda se debe a que se tiene un buen dimensionamiento del banco de capacitores, ya que se sabe que las cargas no lineales son las que generan reactivos elevados.

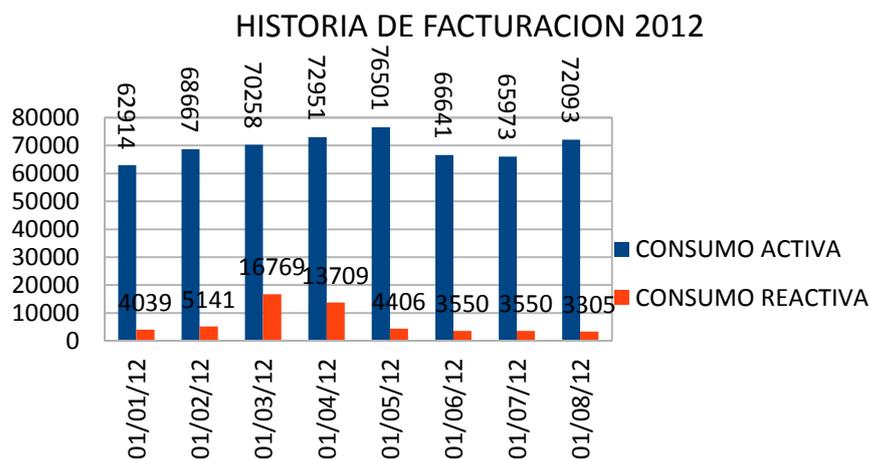


Figura 4.5 Diagrama de barras del consumo mensual.

CAPÍTULO 5

5 ANÁLISIS DE PRUEBAS Y MEDICIONES REALIZADAS

5.1 Análisis de levantamiento de cargas.

Las principales fuentes de información fueron los datos de placa de ciertos equipos, pero debido a que algunos de éstos estaban ilegibles se procedió a medirlos directamente con un amperímetro.

Dentro de las mediciones realizadas se pudo observar la falta de mantenimiento preventivo de las máquinas, así como de los tableros teniendo como consecuencia falsos contactos, provocando el calentamiento y mal funcionamiento de las mismas.

Otra de las observaciones es que no están identificados los tableros dificultando las mediciones y trabajos a realizarse, es decir, se pierde demasiado tiempo en reconocer las protecciones determinadas para cada máquina.

Para realizar éste análisis detallaremos algunos de los elementos que se constituyen como cargas eléctricas que afectan notablemente en el incremento de consumo energético el cual deriva también en el costo económico.

La mayor carga está dada por el horno TKF y el horno 01 con una capacidad de 64 Kw y 30 Kw respectivamente. Del plan tarifario dispuesto por la empresa eléctrica podemos diferenciar los valores en dólares del Kw/h tanto para el día como para la noche, por lo que se recomienda realizar un cambio a horario nocturno para la operación de ambos hornos con lo que se conseguiría disminuir notablemente el costo económico.

Otros elementos de considerable consumo los constituyen motores, dobladoras, extractores, entre otros de potencias mayores a 15 Kw. Estos elementos tienen altos consumos de corriente y se pudo constatar que tienen conexiones para arranque directo y se recomienda evaluar las condiciones para instalar el respectivo sistema de arranque como estrella-delta o arrancadores suaves.

Una particularidad que se notó, es que existen máquinas que a pesar de que su uso es muy poco frecuente, tienen una alta incidencia en el consumo eléctrico, específicamente hablamos de la soldadora mig-10 cuya vida útil excedió el límite; por lo que se recomienda darle de

baja, ya que hay nuevas máquinas que cumplen la misma función con consumos menores.

5.2 Análisis de la iluminación.

Haciendo una inspección de los circuitos de luminarias encontramos que en las áreas de trabajo se utilizan lámparas de vapor de 400 W. y en las zonas de oficinas lámparas fluorescentes de 32 W.

La particularidad que se notó es que, en cada área existen circuitos no independientes, es decir que aunque se trabaje en un espacio determinado se deben encender todas las luces del área, desaprovechando así la luz eléctrica en lugares que no se necesitan.

Se debe hacer hincapié en la relación entre la altura y la potencia de la luminaria ya que una altura incorrecta para una luminaria de cierta potencia restaría la óptima utilización de la misma.

En la mayoría de los circuitos de iluminación en los que no se ha aplicado un mantenimiento regular se puede observar el deterioro de las luminarias y consecuentemente una ineficiencia en el funcionamiento de las mismas.

5.3 Análisis de evaluación de banco de capacitores.

Previamente, en el capítulo 3, se explicaron las fallas en cada uno de los pasos del banco de capacitores que podremos resumir como contactos y conductores sulfatados, portafusibles en mal estado y contactores deteriorados, por lo que se puede inferir que ha existido una falta de mantenimiento en el mismo.

A continuación analizaremos si las protecciones del banco de capacitores están debidamente dimensionadas.

La capacidad del banco de capacitores es de 100 KVA a una tensión de 440V con estos datos calcularemos el breaker principal y el cable de fuerza.

$$Q = \sqrt{3} VI$$

$$I = \frac{Q}{\sqrt{3} V}$$

$$I = \frac{100000}{\sqrt{3} (440)} = 131.22 A$$

$$\text{Breaker} = 1.43 I = 187.64 A \sim 200 A$$

El dimensionamiento del breaker principal está acorde a lo analizado.

Calculo de la corriente dependiendo de la capacidad del capacitor.

$$I = \frac{Q}{\sqrt{3} V}$$

10 KVAr

15 KVAr

20 KVAr

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3}(440)} = 13.12 A \quad I = \frac{15000}{\sqrt{3}(440)} = 19.68 A \quad I = \frac{20000}{\sqrt{3}(440)} = 26.24 A$$

Para el dimensionamiento de los capacitores es recomendable usar de tipo AC-6 sin embargo la mayoría de los bancos de capacitores usan los tipo AC-3.

CAPACITOR	KVAr	I (A)	CONTACTOR (2xI)(A)	CONTACTOR RECOMENDADO (A)	CONTACTOR INSTALADO (A)	SOBRE DIMENSIONAMIENTO (%)
Fijo	10	13.12	26.24	32	50	56.25%
1	10	13.12	26.24	32	50	56.25%
2	10	13.12	26.24	32	50	56.25%
3	20	26.24	52.48	63	63	0.00%
4	20	26.24	52.48	63	63	0.00%
5	15	19.68	39.36	50	50	0.00%
6	15	19.68	39.36	50	50	0.00%

Tabla 5.3.1. Tabla de dimensionamiento de contactores.

En los contactores instalados para los capacitores de los pasos 1, 2 y fijo se constata un sobredimensionamiento del 56,25% y el resto de los pasos se encuentran a satisfacción.

Los tipos de contactores dependen del uso al cual serán aplicados:

AC-1: Cargas no inductivas o ligeramente inductivas, hornos de resistencia. $\cos \phi = 0.95$

AC-2: Motores de anillos: arranque, frenado a contracorriente y funcionamiento por sacudidas.

AC-3: Motores de jaula, arranque. Corte del motor lanzado.

AC-4: Motores de jaula, arranque. Frenado a contracorriente y funcionamiento por sacudidas.

AC-5a: Mando de lámparas de descargas.

AC-5b: Mando de lámparas incandescentes.

AC-6a: Mando de transformadores.

AC-6b: Mando de condensadores.

AC-8a: Mando de compresores herméticos de refrigeración con rearme manual de los disparadores de sobrecarga.

AC-8b: Mando de compresores herméticos de refrigeración con rearme automático de los disparadores de sobrecarga.

Define además las categorías **AC-7a** y **AC-7b** para aplicaciones domésticas.

Para el dimensionamiento de los fusibles es recomendable usar de tipo gL o gG.

CAPACITOR	KVAr	I (A)	FUSIBLE (2xI)(A)	FUSIBLE RECOMENDADO (A)	FUSIBLE INSTALADO (A)	SOBRE DIMENSIONAMIENTO (%)
Fijo	10	13.12	26.24	32	50	56.25%
1	10	13.12	26.24	32	50	56.25%
2	10	13.12	26.24	32	50	56.25%
3	20	26.24	52.48	63	63	0.00%
4	20	26.24	52.48	63	50	-20.63%
5	15	19.68	39.36	45	63	40.00%
6	15	19.68	39.36	45	50	11.11%

Tabla 5.3.2. Tabla de dimensionamiento de fusibles.

Se observa un sobredimensionamiento en la mayoría de los pasos del banco, también se puede constatar un mal dimensionamiento en el paso 4. Esto se debe a la falta de stock de los fusibles, si se verificaba el mal funcionamiento de estos se procedía al cambio con el que se tenía a la mano.

Tipos de fusibles de acuerdo al uso:

gL: Para protección de cables y conductores.

gM: Para protección de mando de maniobra, mando de motores.

gR: Para protección de semiconductores = equipos electrónicos.

gG: Para protección de sobrecargas.

gB: Para equipos de minas.

5.4 Análisis del estudio de calidad de potencia .

El estudio de calidad de potencia nos indicó que nuestro sistema está dentro de los parámetros establecidos por sus diferentes normas en los ítems analizados (excepto el análisis de Diferencia de Potencial).

ANALISIS	NORMA	PERMITIDO	MEDIDO	OBSERVACION
DIFERENCIA DE POTENCIAL	CONELEC 004-01	±5%	25%	NO CUMPLE
DESBALANCE DE TENSION	ANSI C50.41.4.2 IEC 34.1.12.2.1	1%	0.22%	CUMPLE
DESBALANCE DE CORRIENTE	IEEE 1159	10%	4.3%	CUMPLE
VARIACION DE FRECUENCIA	ANSI C84.1	60Hz±1%	59.98Hz	CUMPLE
FACTOR DE POTENCIA	CONELEC 004-01	0.92 MIN	0.98	CUMPLE
THD VOLTAJE	IEEE 519	5%MAX	3.29%	CUMPLE
THD CORRIENTE	IEEE 519	15%MAX	13.25%	CUMPLE

Tabla 5.4 Resultados del Análisis del Estudio de Calidad de Potencia.

En la diferencia de potencial existe un no cumplimiento y con el resultado arrojado por nuestra medición podemos concluir que este podría deberse a diversos motivos tales como:

- Tener bien establecido la posición del tap del transformador para obtener la correcta regulación de voltaje del mismo.
- El voltaje suministrado por la empresa eléctrica sea el adecuado.

5.5 Análisis de la termografía.

Los equipos expuestos a la cámara de termografía tienen una particularidad en común ya que al menos uno de los conductores se encuentra con temperatura elevada, haciendo una inspección rápida pudimos constatar que los terminales no están debidamente apretados ocasionando un falso contacto y así incrementando la temperatura.

Este estudio nos ayudó a darnos cuenta que, uno de los motores expuestos a la cámara estaba sobrecalentando y con la revisión del mismo observamos que los rodamientos se encontraban en mal estado corrigiendo así la falla y previniendo un daño mayor.

Al realizar la revisión del banco de capacitores notamos el sobrecalentamiento de los fusibles, terminales y capacitores por lo que se hizo un ajuste de los terminales y cambio de fusibles dañados.

CONCLUSIONES

1. La información recopilada como: diagrama unifilar, levantamiento de carga, mediciones, etc. constituyen datos importantes para MORETRAN; esta información a más de darles conocimiento sobre su industria les ayudó a tomar decisiones con respecto a los mantenimientos preventivos que se deben hacer en la fábrica y cambios de equipos obsoletos que siguen operando.
2. El sistema de iluminación se encuentra en malas condiciones por falta de mantenimiento (luminarias dañadas) afectando así a la visión de los trabajadores y por ende afectando la producción.

3. Mediante la utilización diagrama de Pareto se logra identificar la máxima concentración de consumo de energía que es atribuida a las áreas de Moretran y Metalmecánica.
4. Con las mediciones realizadas al banco de capacitor y la visualización del estado de los cables y conectores, se verifica la falta de continuidad de las líneas del Paso uno debido al fraccionado y sulfatamiento de los conductores. En el Paso dos se confirma que existe tensión y continuidad en las líneas pero no el paso de corriente por lo que se concluye que el daño es en el capacitor.
5. A pesar de que el rendimiento del banco de capacitores es bajo (63%) el factor de potencia sigue estando en los valores óptimos para no caer en penalización por la suministradora de energía y podemos relacionar ésto a las cargas resistivas (Hornos) que nos ayudan a tener elevado dicho factor o a un sobredimensionamiento del banco.
6. Existe una gran diferencia de potencial en las tres líneas de suministro (25%) superando considerablemente el límite máximo, perturbando así nuestro sistema eléctrico.

7. Los valores del THDI medidos están cercanos al valor máximo permitido, esto se debe a la presencia de armónicos de orden 5 y 7 que son generadas por la gran cantidad de variadores de frecuencia y arrancadores suaves.
8. Gracias a la termografía se pudo inferir que existe una falta de mantenimiento preventivo, ocasionando mal funcionamiento y sobrecalentamiento en algunos de los equipos y tableros.
9. Podemos observar en las gráficas de producción y consumo mensual que no hay una relación directa entre ellas, debido a que la producción no es constante y varía el consumo dependiendo de la cantidad de transformadores monofásicos o trifásicos que estén en producción.
10. Existen acondicionadores de aire antiguos y con mal funcionamiento repercutiendo en el consumo de energía, sin obtener las condiciones óptimas de trabajo requeridas.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda, crear conciencia en el personal de la fábrica sobre el beneficio que se obtiene al usar correctamente la energía eléctrica, el mismo que se hace con la finalidad de obtener un significativo ahorro de energía.
2. Otras recomendaciones con respecto a las luminarias sería el aprovechamiento de la luz solar, utilizando planchas de polietileno que permitan el paso de la misma, limpiar periódicamente las luminarias ya que el polvo y la suciedad disminuye el nivel de

iluminación hasta en un 20%, independizar y sectorizar los circuitos ayudando a iluminar específicamente los lugares donde vayan a trabajar, por último evaluar la posibilidad de instalar sensores de presencia, timer y/o dimmers para el control automático de los sistemas de iluminación.

3. Para mejorar el rendimiento del banco de capacitores, se recomienda hacer un mantenimiento en general, cambiar los capacitores, fusibles y porta fusibles en mal estado, además de realizar el ajuste de pernos en los terminales.

4. Se recomienda realizar una verificación del posicionamiento del tap del transformador principal para certificar su óptimo funcionamiento y por ende deducir que en el voltaje entregado por la suministradora hay una variación.

5. Se sugiere aplicar un plan de mantenimiento predictivo cada 6 meses (mínimo una vez al año) en todos los tableros eléctricos, para ajustar terminales y limpieza de contactos a fin de prevenir soldaduras mecánicas que ocasionan recalentamientos en los conductores por falso contacto.

6. La temperatura máxima de alerta de un rodamiento esta por los 60 °C por lo que, se sugiere implementar un programa de lubricación estricto para los motores grandes y bombas, que permita mantener siempre bajo condiciones de temperatura normales .Las grasas deben ser las adecuadas, como su grado de consistencia y el volumen adecuado, caso contrario provocaría sobrecalentamientos por exceso de lubricante.

7. Considerar el cambio de horario de operación del Horno TKF, ya que se reduciría considerablemente el valor del consumo gracias al plan tarifario acogido por la empresa.

8. Realizar, analizar y ver la factibilidad de colocar controladores PID en los hornos eléctricos (Mayores consumidores) ayudándonos también a reducir el consumo en la fábrica.

9. Para tener un mayor control del consumo de la producción se deberá dividir y colocar controladores de energía en los diferentes procesos o áreas y así tener noción de cuanto sería el consumo de la producción de un transformador (Monofásico o trifásico).

10. Se recomienda, la desconexión de los equipos luego de la culminación de las actividades laborales que permitan un plan de eficiencia de energía.

11. Es importante, mantener un plan de mantenimiento preventivo y/o predictivo de los diferentes motores y demás equipos, como motores con rodamientos defectuosos, malos aislamientos, presencia de polvo y suciedad, generan también mayores consumos.

ANEXOS

ANEXO 1

5.3 TARIFA DE MEDIA TENSIÓN PARA ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO

Se aplica para todos los consumidores que estén catalogados en la Categoría General Asistencia Social y Beneficio Público servidos en media tensión.

La estructura tarifaria es igual a la descrita en los numerales 5.1 y 5.2, aplicando los cargos tarifarios señalados en el cuadro de cargos tarifarios para asistencia social y beneficio público en media tensión.

5.4 TARIFA DE MEDIA TENSIÓN PARA SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUA POTABLE SIN FINES DE LUCRO Y PARA USOS AGRÍCOLAS EN COMUNIDADES CAMPESINAS DE ESCASOS RECURSOS ECONÓMICOS

Se aplica para todos los sistemas de bombeo de agua potable sin fines de lucro y para usos agrícolas que prestan servicios a comunidades campesinas de escasos recursos económicos. A estos consumidores se les aplicará los cargos correspondientes a la tarifa detallada en el numeral 4.3.2.

5.5 TARIFA DE MEDIA TENSIÓN CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA INDUSTRIALES

Esta tarifa se aplica a los consumidores industriales que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar los consumos de potencia y energía en los períodos horarios de punta, media y base, con el objeto de incentivar el uso de energía en las horas de menor demanda (22h00 hasta las 08h00).

El consumidor deberá pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, afectado por un factor de corrección (FCI).
- c) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 08h00 hasta las 18h00.
- d) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 18h00 hasta las 22h00.
- e) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 22h00 hasta las 08h00, incluyendo la energía de sábados, domingos y feriados en el período de 22h00 a 18h00.
- f) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de sábados, domingos y feriados en el período de 18h00 hasta las 22h00.

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas de pico de la empresa eléctrica (18h00 – 22h00) y la demanda máxima mensual del consumidor, el cargo por demanda aplicado a estos consumidores debe ser ajustado mediante un factor de corrección (FCI), definido en el numeral 9.

La demanda mensual facturable, es la demanda definida en el numeral 8.

8 DEMANDA FACTURABLE

a) En el caso de disponer de un Medidor que registre Demanda Máxima:

La demanda facturable mensual corresponde a la máxima demanda registrada en el mes por el respectivo medidor de demanda, y no podrá ser inferior al 60 % del valor de la máxima demanda de los últimos doce meses, incluyendo el mes de facturación.

Para el caso de los consumidores que utilizan la energía para bombeo de agua para usos agrícolas y piscícolas, la demanda facturable mensual será igual a la demanda mensual registrada en el respectivo medidor.

b) En el caso de no disponer de un Registrador de Demanda:

La demanda facturable se computará de la siguiente manera:

- El 90 % de los primeros 10 kW de carga conectada;
- El 80 % de los siguientes 20 kW de carga conectada;
- El 70 % de los siguientes 50 kW de carga conectada;
- El 50 % del exceso de carga conectada.

c) Demanda de aparatos de uso instantáneo:

Los procedimientos para la determinación de la demanda facturable señalados en a) y en b), no se aplican en el caso de cargas correspondientes a aparatos de uso instantáneo como por ejemplo: soldadoras eléctricas y equipos similares, equipos de rayos X, turbinas de uso odontológico, entre otros. En estos casos la demanda facturable considerará adicionalmente la potencia de placa tomando en cuenta el punto de regulación donde trabajan estos aparatos o la medición de la potencia instantánea de tales equipos. La demanda total facturable corresponderá a la suma de la demanda registrada o calculada según lo establecido en a) y b), más la potencia de placa o potencia instantánea medida de dichos aparatos, afectada por un factor de coincidencia o de simultaneidad para el caso de varios equipos.

9 FACTORES DE CORRECCIÓN (FC y FCI)

9.1 Registrador de Demanda Horaria (FC):

Para aquellos consumidores que disponen de un registrador de demanda horaria, excepto consumidores industriales en media y alta tensión, el factor de corrección (FC) se obtiene de la relación:

$FC = DP/DM$, donde:

DP = Demanda máxima registrada por el consumidor en las horas de demanda pico de la empresa eléctrica (18h00 – 22h00).

DM = Demanda máxima del consumidor durante el mes.

En ningún caso este factor de corrección (FC), podrá ser menor que 0,60.

9.2 Industriales en media y alta tensión (FCI):

Para los consumidores industriales en media y alta tensión que disponen de un registrador de demanda horaria, el factor de corrección (FCI), se obtiene de la siguiente manera:

- a) Para aquellos consumidores industriales, cuya relación de los datos de demanda en hora pico (DP) y de demanda máxima (DM) se encuentra en el rango de 0.6 a 0.9, se deberá aplicar la siguiente expresión para el cálculo del factor de corrección:

$$FCI = 0.5833 * (DP/DM) + (0.4167) * (DP/DM)^2$$

DP = Demanda máxima registrada por el consumidor en las horas de demanda pico de la empresa eléctrica (18h00 – 22h00).

DM = Demanda máxima del consumidor durante el mes.

- b) Para aquellos consumidores industriales cuya relación de los datos de demanda en hora pico (DP) y de Demanda máxima (DM) se encuentra en el rango mayor a 0.9 y menor o igual 1, se debe aplicar:

$$FCI = 1.20$$

- c) Para aquellos consumidores industriales cuya relación de los datos de Demanda en hora pico (DP) y de Demanda máxima (DM) se encuentra en el rango menor a 0.6, se debe aplicar:

$$FCI = 0.5$$

ANEXO 2

EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL, EP
 RUC 0968501550001
 ADMINISTRACIÓN GENERAL DE VALORES Y SERVICIOS FINANCIEROS HASTA 07/10/2012
 Calle 1, Buzón 14, 2do. Nivel C-224000

Factura No. 091-001-005100911 293

1 JUN 12 MAYO 12 11 JUN 12

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR
 Nombre: PANELES ELECT PANELEC S.A.
 C/RUC: 099106384001
 Dirección de Entrega: 11VA AVENIDA L.P., 1RA CALLE PROSPERINA
 VIA A DAILE KM 7.5
 Director del Servicio: 11VA AVENIDA L.P., 1RA CALLE PROSPERINA
 C/da: 87
 Provincia/Ciudad: Guayas Guayaquil
 País: PB Dpto.: Ximena

Suministro (Codigo): 04003085
 Gastos: 04003085-001
 Ruta: 95-01-094-0165

Fecha de Emisión: 20 ABR 12
 Fecha de Pago: 22 MAY 12
 Plazo: 1 mes
 Plazo de Pago: 32 días
 Plazo de Pago: 32 días
 Plazo de Pago: 32 días

SUMINISTRO DEL SERVICIO ELÉCTRICO

Consumidor	Fecha de Emisión	Fecha de Pago	Plazo de Pago	Plazo de Pago	Plazo de Pago
130	20 ABR 12	22 MAY 12	1 mes	32 días	32 días

OTROS VALORES

Descripción	Valor
Impuesto de Industria y Comercio	572.4
Impuesto de Industria y Comercio	17.1
Taxes	79.0
TOTAL	668.5

OTROS VALORES

Descripción	Valor
Impuesto de Industria y Comercio	4,576.1
Impuesto de Industria y Comercio	704.6
Taxes	668.1
TOTAL	5,949.0

Tarifa
 La Energía ya es de todos
 Yo soy aborrador.
 Yo ayudo a mi ECUADOR...
 AHORRAR ENERGÍA ES HACER PAÍS.

Tarifa
 La Energía ya es de todos
 Yo soy aborrador.
 Yo ayudo a mi ECUADOR...
 AHORRAR ENERGÍA ES HACER PAÍS.

OTROS VALORES DE PAGO POR SERVICIO ELÉCTRICO

Descripción	Valor
SER ADEUDADO	274.59
AJUSTE DEMANDA	104.40
AJUSTE DEMANDA	1,360.38
AJUSTE CONS 1	200.94
NOTA DE CREDITO	-1,360.70
TOTAL	704.03

ESTADO DE CUENTA

Descripción	Valor
DEUDA ANTERIOR	5,949.6
INTERÉS ACUMULADO	0.0
TOTAL DEL MES	5,949.6
FACTURADO OTROS CONSUMOS	0.0
SERVICIOS ANTERIORES	5,949.6
SALDO CREDITO A FACTURAR	0.0

NOTA DE CREDITO POR -1,360.70 USD

ESTADO DE CUENTA

Descripción	Valor
DEUDA ANTERIOR	5,949.6
INTERÉS ACUMULADO	0.0
TOTAL DEL MES	5,949.6
FACTURADO OTROS CONSUMOS	0.0
SERVICIOS ANTERIORES	5,949.6
SALDO CREDITO A FACTURAR	0.0

RELEVANTE DE CONSUMOS: Consumo Promedio Mensual - Últimos 6 meses con Lectura

EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL, EP
 RUC 0968501550001
 ADMINISTRACIÓN GENERAL DE VALORES Y SERVICIOS FINANCIEROS HASTA 07/10/2012
 Calle 1, Buzón 14, 2do. Nivel C-224000

Factura No. 091-001-005100911 293

1 JUN 12 MAYO 12 11 JUN 12

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR
 Nombre: PANELES ELECT PANELEC S.A.
 C/RUC: 099106384001
 Dirección de Entrega: 11VA AVENIDA L.P., 1RA CALLE PROSPERINA
 VIA A DAILE KM 7.5
 Director del Servicio: 11VA AVENIDA L.P., 1RA CALLE PROSPERINA
 C/da: 87
 Provincia/Ciudad: Guayas Guayaquil
 País: PB Dpto.: Ximena

Suministro (Codigo): 04003085-48
 Gastos: 04003085-001
 Ruta: 95-01-094-0165

Fecha de Emisión: 20 ABR 12
 Fecha de Pago: 22 MAY 12
 Plazo: 1 mes
 Plazo de Pago: 32 días
 Plazo de Pago: 32 días
 Plazo de Pago: 32 días

SUMINISTRO DEL SERVICIO ELÉCTRICO

Consumidor	Fecha de Emisión	Fecha de Pago	Plazo de Pago	Plazo de Pago	Plazo de Pago
130	20 ABR 12	22 MAY 12	1 mes	32 días	32 días

OTROS VALORES

Descripción	Valor
Impuesto de Industria y Comercio	572.4
Impuesto de Industria y Comercio	17.1
Taxes	79.0
TOTAL	668.5

OTROS VALORES

Descripción	Valor
Impuesto de Industria y Comercio	4,576.1
Impuesto de Industria y Comercio	704.6
Taxes	668.1
TOTAL	5,949.0

Tarifa
 La Energía ya es de todos
 Yo soy aborrador.
 Yo ayudo a mi ECUADOR...
 AHORRAR ENERGÍA ES HACER PAÍS.

Tarifa
 La Energía ya es de todos
 Yo soy aborrador.
 Yo ayudo a mi ECUADOR...
 AHORRAR ENERGÍA ES HACER PAÍS.

OTROS VALORES DE PAGO POR SERVICIO ELÉCTRICO

Descripción	Valor
SER ADEUDADO	274.59
AJUSTE DEMANDA	104.40
AJUSTE DEMANDA	1,360.38
AJUSTE CONS 1	200.94
NOTA DE CREDITO	-1,360.70
TOTAL	704.03

ESTADO DE CUENTA

Descripción	Valor
DEUDA ANTERIOR	5,949.6
INTERÉS ACUMULADO	0.0
TOTAL DEL MES	5,949.6
FACTURADO OTROS CONSUMOS	0.0
SERVICIOS ANTERIORES	5,949.6
SALDO CREDITO A FACTURAR	0.0

NOTA DE CREDITO POR -1,360.70 USD

ESTADO DE CUENTA

Descripción	Valor
DEUDA ANTERIOR	5,949.6
INTERÉS ACUMULADO	0.0
TOTAL DEL MES	5,949.6
FACTURADO OTROS CONSUMOS	0.0
SERVICIOS ANTERIORES	5,949.6
SALDO CREDITO A FACTURAR	0.0

RELEVANTE DE CONSUMOS: Consumo Promedio Mensual - Últimos 6 meses con Lectura

EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL, EP
 RUC 0968501550001
 ADMINISTRACIÓN GENERAL DE VALORES Y SERVICIOS FINANCIEROS HASTA 07/10/2012
 Calle 1, Buzón 14, 2do. Nivel C-224000

Factura No. 091-001-005100911 293

1 JUN 12 MAYO 12 11 JUN 12

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR
 Nombre: PANELES ELECT PANELEC S.A.
 C/RUC: 099106384001
 Dirección de Entrega: 11VA AVENIDA L.P., 1RA CALLE PROSPERINA
 VIA A DAILE KM 7.5
 Director del Servicio: 11VA AVENIDA L.P., 1RA CALLE PROSPERINA
 C/da: 87
 Provincia/Ciudad: Guayas Guayaquil
 País: PB Dpto.: Ximena

Suministro (Codigo): 04003085-48
 Gastos: 04003085-001
 Ruta: 95-01-094-0165

Fecha de Emisión: 20 ABR 12
 Fecha de Pago: 22 MAY 12
 Plazo: 1 mes
 Plazo de Pago: 32 días
 Plazo de Pago: 32 días
 Plazo de Pago: 32 días

SUMINISTRO DEL SERVICIO ELÉCTRICO

Consumidor	Fecha de Emisión	Fecha de Pago	Plazo de Pago	Plazo de Pago	Plazo de Pago
130	20 ABR 12	22 MAY 12	1 mes	32 días	32 días

OTROS VALORES

Descripción	Valor
Impuesto de Industria y Comercio	572.4
Impuesto de Industria y Comercio	17.1
Taxes	79.0
TOTAL	668.5

OTROS VALORES

Descripción	Valor
Impuesto de Industria y Comercio	4,576.1
Impuesto de Industria y Comercio	704.6
Taxes	668.1
TOTAL	5,949.0

Tarifa
 La Energía ya es de todos
 Yo soy aborrador.
 Yo ayudo a mi ECUADOR...
 AHORRAR ENERGÍA ES HACER PAÍS.

Tarifa
 La Energía ya es de todos
 Yo soy aborrador.
 Yo ayudo a mi ECUADOR...
 AHORRAR ENERGÍA ES HACER PAÍS.

OTROS VALORES DE PAGO POR SERVICIO ELÉCTRICO

Descripción	Valor
SER ADEUDADO	274.59
AJUSTE DEMANDA	104.40
AJUSTE DEMANDA	1,360.38
AJUSTE CONS 1	200.94
NOTA DE CREDITO	-1,360.70
TOTAL	704.03

ESTADO DE CUENTA

Descripción	Valor
DEUDA ANTERIOR	5,949.6
INTERÉS ACUMULADO	0.0
TOTAL DEL MES	5,949.6
FACTURADO OTROS CONSUMOS	0.0
SERVICIOS ANTERIORES	5,949.6
SALDO CREDITO A FACTURAR	0.0

NOTA DE CREDITO POR -1,360.70 USD

ESTADO DE CUENTA

Descripción	Valor
DEUDA ANTERIOR	5,949.6
INTERÉS ACUMULADO	0.0
TOTAL DEL MES	5,949.6
FACTURADO OTROS CONSUMOS	0.0
SERVICIOS ANTERIORES	5,949.6
SALDO CREDITO A FACTURAR	0.0

RELEVANTE DE CONSUMOS: Consumo Promedio Mensual - Últimos 6 meses con Lectura

ANEXO 3

TABLA DE RELACIONES DE TRANSFORMACION.

Factor de Multiplicación del Medidor	Transformador de Corriente	Transformador de Potencial
40	200:5 Baja Tensión	Ninguno
80	400:5 Baja Tensión	Ninguno
120	600:5 Baja Tensión	Ninguno
160	800:5 Baja Tensión	Ninguno
140	10:5 Media tensión	70:1
210	15:5 Media tensión	70:1
350	25:5 Media tensión	70:1
420	30:5 Media tensión	70:1
700	50:5 Media tensión	70:1
1050	75:5 Media tensión	70:1
1400	100:5 Media tensión	70:1

ANEXO 4

CONELEC

DIRECCIÓN DE TARIFAS

PERIODO: DICIEMBRE - MAYO

EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL

CARGOS TARIFARIOS

NIVEL TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA		
	COMERCIALES, E. OFICIALES, BOMBEO AGUA, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO, AUTOGCONSUMOS Y ABONADOS ESPECIALES		
07h:00 hasta 22h:00	4,003	0,052	
22h:00 hasta 07h:00		0,042	
NIVEL TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA		
	INDUSTRIALES		
L-V 08h:00 hasta 18h:00	4,003	0,052	
L-V 18h:00 hasta 22h:00		0,054	
L-V 22h:00 hasta 08h:00*		0,038	
S,D,F 18h:00 hasta 22h:00		0,052	

ANEXO 5



HISTORIA DE FACTURACIONES

ELECTRICA DE GUAYAC

Fecha: 01/10

<FIHISG>

Pag.:

Suministro:308548-1

Nombre: PANELES ELECT.PANELEC S.A.

Dirección: 11VA.AVENIDA Nº L.P. y 1RA.CALLE

Barrio(o Urb. o Edif.): PROSPERINA

Provincia: 9

Canton: 1

Parroquia: 14

Meses Mora: 1

Tipo Reparto: 1

Plan: 87

Geocódigo: 98-01-094-0165

Tarifa: 927

Medidor: --

Factor:

Fecha Facturación	Consumo Activa	Consumo Reactiva	Factor Potencia	Demanda Leída	Demanda Facturada	Valor Factura	Saldo Anterior	Total a Pagar	Estado Factura
24/09/12	70135	3794	1.00		252	4,832.34	0.00	4,832.34	Impaga
24/08/12	72093	3305	1.00		251	4,720.76	0.00	4,720.76	Pagada
24/07/12	65973	3650	1.00		264	4,412.72	0.00	4,412.72	Pagada
25/06/12	66341	3550	1.00		258	4,452.77	0.00	4,454.12	Pagada
24/05/12	76501	4406	1.00		273	5,949.64	0.00	5,949.64	Pagada
24/04/12	72951	13709	0.98		389	5,017.05	0.00	5,018.19	Pagada
26/03/12	70258	16769	0.97		257	5,034.00	0.00	5,034.00	Pagada
24/02/12	68667	5141	1.00		261	4,864.34	0.00	4,864.34	Pagada
24/01/12	62914	4039	1.00		263	4,422.31	0.00	4,422.31	Pagada
26/12/11	57895	3060	1.00		263	4,100.33	0.00	4,100.33	Pagada
24/11/11	57895	3305	1.00		263	4,055.36	0.00	4,055.36	Pagada
25/10/11	58385	2693	1.00		256	3,994.98	0.00	3,994.98	Pagada
26/09/11	59732	2570	1.00		256	4,082.62	0.00	4,082.62	Pagada
25/08/11	62301	1714	1.00		247	4,476.82	- 1,178.83	3,297.99	Pagada
27/07/11	53612	2570	1.00		247	- 1,182.88	0.00	- 1,178.83	Pagada
27/06/11	64505	2081	1.00		280	4,875.61	0.00	4,875.61	Pagada
25/05/11	50674	1958	1.00		280	4,023.35	0.00	4,025.71	Pagada
25/04/11	59976	2693	1.00		280	5,048.13	0.00	5,048.13	Pagada
25/03/11	54958	3794	1.00		259	4,283.03	0.00	4,283.03	Pagada
23/02/11	68422	5263	1.00		259	5,468.96	0.00	5,468.96	Pagada
24/01/11	62302	4284	1.00		259	5,091.84	0.00	5,091.84	Pagada
30/12/10	59486	3550	1.00		259	4,916.89	0.00	4,916.89	Pagada
03/12/10	62179	2938	1.00		248	4,736.56	0.00	4,736.56	Pagada
30/10/10	63770	2938	1.00		231	4,828.89	0.00	4,828.89	Pagada

ANEXO 6

	U1 (V) Min	U1 (V) Avg	U1 (V) Max	U2 (V) Min	U2 (V) Avg	U2 (V) Max	U3 (V) Min	U3 (V) Avg	U3 (V) Max
8:30:00	271.85	275.38	276.38	271.99	275.43	276.43	273.01	276.28	277.37
8:31:00	271.31	275.11	276.2	270.9	275.25	276.25	271.83	276	277.09
8:32:00	271.94	274.93	275.84	271.99	275.07	275.89	272.64	275.73	277
8:33:00	261.44	274.3	275.57	266.36	274.16	275.43	270.01	275	276.55
8:34:00	270.41	274.39	275.66	270.35	274.16	275.71	271.1	275.09	276.55
8:35:00	271.76	274.03	275.57	271.35	273.62	274.89	272.55	274.73	276
8:36:00	271.4	274.12	275.11	270.99	273.8	275.07	272.01	274.91	276
8:37:00	271.76	275.11	276.65	271.08	274.71	276.7	272.28	276	277.55
8:38:00	272.58	275.29	276.38	272.17	274.98	276.16	273.19	276.09	277.27
8:39:00	271.85	275.47	276.83	271.53	275.16	277.16	272.73	276.37	277.73
8:40:00	270.95	275.29	277.01	270.99	275.07	276.89	272.01	276.28	277.82
8:41:00	274.48	276.11	277.29	273.89	275.62	277.07	275.37	276.91	278
8:42:00	273.21	276.2	277.83	272.62	275.8	277.52	273.28	277	278.73
8:43:00	272.67	276.47	277.29	272.35	275.98	277.07	273.46	277.18	278.18
8:44:00	272.58	275.84	276.92	272.08	275.62	276.79	273.28	276.55	277.91
8:45:00	273.39	275.93	276.92	272.98	275.8	276.79	274.28	276.82	277.82
8:46:00	272.4	276.11	277.65	271.99	275.62	277.43	273.1	277	278.46
8:47:00	270.95	275.93	277.19	270.81	275.52	277.07	271.28	276.73	278.27
8:48:00	273.03	275.93	277.19	272.26	275.71	276.98	273.1	276.82	278.27
8:49:00	271.76	275.38	276.47	271.44	274.98	276.43	272.82	276.28	277.46
8:50:00	275.02	276.11	277.01	273.98	275.89	277.25	275.28	276.82	278
8:51:00	272.85	275.84	277.74	272.8	275.62	277.7	273.91	276.73	278.55
8:52:00	272.58	276.47	277.47	272.89	276.34	277.7	273.28	277.37	278.73
8:53:00	273.39	276.47	277.65	273.35	276.07	277.61	274	277.46	278.73
8:54:00	273.66	276.47	277.56	272.89	275.98	277.52	274.37	277.18	278.55
8:55:00	272.67	276.11	277.47	271.99	275.71	277.25	272.92	276.82	278.46
8:56:00	275.11	276.56	277.56	274.71	276.25	277.25	276	277.46	278.64
8:57:00	275.38	276.65	277.56	275.25	276.52	277.43	276.46	277.82	278.64
8:58:00	272.67	275.93	277.1	272.62	275.8	277.16	273.55	276.91	278.36
8:59:00	274.21	275.47	276.47	273.8	275.16	276.25	274.82	276.28	277.55
9:00:00	270.68	274.84	276.11	270.81	274.71	276.16	271.37	275.73	277.37
9:01:00	271.76	275.02	276.11	271.35	274.62	276.07	272.37	275.73	277.64
9:02:00	270.5	274.57	276.65	270.17	274.07	276.43	271.46	275.37	277.27
9:03:00	271.85	274.84	275.93	271.53	274.53	275.8	272.19	275.91	277.18
9:04:00	273.12	275.29	276.02	272.53	274.8	275.71	274.64	276.55	277.37
9:05:00	272.4	275.38	276.2	271.81	275.07	276.25	273.28	276.46	277.37
9:06:00	271.67	274.93	276.02	271.35	274.44	275.89	272.37	275.82	277.27
9:07:00	273.39	275.02	275.93	272.62	274.62	275.62	273.37	275.82	276.82
9:08:00	270.95	274.75	275.66	269.99	274.25	275.34	271.01	275.64	276.73
9:09:00	271.4	274.75	275.47	270.99	274.35	275.25	272.37	275.73	276.46
9:10:00	272.22	274.48	275.29	271.62	274.07	275.25	273.01	275.73	276.64
9:11:00	271.94	274.39	275.38	271.44	274.07	275.25	272.55	275.37	276.64
9:12:00	272.4	274.57	275.47	271.53	274.25	275.25	272.46	275.37	276.46
9:13:00	272.13	274.48	275.57	271.99	274.07	274.98	272.55	275.19	276.28
9:14:00	272.13	274.75	275.66	271.71	274.35	275.16	272.82	275.46	276.64
9:15:00	271.85	274.03	274.84	271.35	273.62	274.8	272.64	274.91	275.82
SUMA	144436.69	146015.79	146541.9	144480.57	146010.21	146597.3	144872.9	146500.4	147083.71
PROM.	266.980943	269.899797	270.872274	267.062052	269.889482	270.974677	267.787246	270.795564	271.873771
HORAS LABORABLES									

ANEXO 7

	I1 (A) Min	I1 (A) Avg	I1 (A) Max	I2 (A) Min	I2 (A) Avg	I2 (A) Max	I3 (A) Min	I3 (A) Avg	I3 (A) Max
8:30:00	135.45	161.39	257.49	122.03	150.71	245.59	133.32	159.56	244.06
8:31:00	132.4	153.15	241.01	117.46	140.34	231.25	133.93	151.93	237.35
8:32:00	133.62	155.59	226.37	123.25	146.44	222.71	135.76	157.73	225.76
8:33:00	133.93	162	667.82	119.29	155.59	437.18	128.44	158.34	271.82
8:34:00	133.32	158.34	257.79	124.47	152.23	261.45	129.35	153.76	259.32
8:35:00	140.34	164.44	212.03	129.05	157.42	206.23	127.22	152.84	204.71
8:36:00	139.12	157.73	241.01	122.03	146.13	228.5	126.3	145.52	221.49
8:37:00	140.03	156.51	243.15	122.64	142.78	233.99	122.95	141.56	216.3
8:38:00	133.62	162	227.28	122.03	148.57	216.3	126.91	152.84	212.03
8:39:00	128.44	141.86	226.37	114.4	126.61	210.81	118.98	132.71	211.72
8:40:00	131.79	156.2	265.72	113.79	141.56	255.05	126	148.27	258.4
8:41:00	128.74	146.44	190.37	116.23	136.06	175.11	120.2	133.62	172.37
8:42:00	133.01	158.34	234.61	121.73	147.66	237.35	118.98	148.27	245.89
8:43:00	133.93	157.12	259.62	123.25	144.3	245.28	125.08	146.74	244.06
8:44:00	132.4	169.01	255.96	128.13	158.34	246.5	131.79	159.25	246.81
8:45:00	142.17	167.49	248.03	129.05	152.23	238.27	134.54	157.42	234.61
8:46:00	139.42	169.93	276.4	124.17	155.59	269.69	124.17	151.62	264.2
8:47:00	144	171.76	296.23	127.52	156.2	271.82	140.34	159.25	281.28
8:48:00	148.57	169.93	240.1	132.71	154.98	241.32	142.78	159.25	232.47
8:49:00	145.52	181.22	287.38	130.88	167.49	269.38	137.29	165.66	265.11
8:50:00	140.64	157.42	181.83	127.83	148.27	184.27	136.68	153.45	187.01
8:51:00	146.44	170.84	224.84	132.4	158.64	217.22	143.39	162.61	211.72
8:52:00	148.88	170.54	259.62	132.71	157.42	250.77	137.9	161.69	269.08
8:53:00	147.35	167.79	248.33	131.18	152.23	230.03	138.2	154.06	234.3
8:54:00	142.78	174.5	242.54	128.44	165.35	240.71	133.32	164.44	225.76
8:55:00	144.3	168.71	272.13	133.32	160.47	273.04	140.03	162.3	259.01
8:56:00	144.91	165.66	202.57	129.96	152.23	195.56	136.06	157.73	198
8:57:00	142.47	161.69	198.61	126.91	142.17	185.18	135.76	149.49	182.13
8:58:00	145.22	173.28	260.54	130.57	159.56	246.5	136.98	165.66	249.25
8:59:00	157.42	176.34	219.66	143.39	166.27	209.28	144.3	166.57	205.32
9:00:00	155.28	176.95	294.1	140.03	166.57	287.99	144.91	170.84	295.32
9:01:00	155.59	181.83	267.86	142.78	174.5	261.45	143.39	173.59	264.81
9:02:00	144	187.62	301.11	126	176.64	281.89	131.79	171.76	282.5
9:03:00	147.96	173.89	247.42	134.23	158.03	245.59	132.71	157.42	236.13
9:04:00	153.76	178.78	225.76	134.23	160.17	209.28	132.1	155.89	219.05
9:05:00	151.93	172.67	255.35	136.98	157.73	244.37	136.37	158.34	240.4
9:06:00	152.84	181.83	276.1	143.39	171.45	278.23	140.03	168.4	269.69
9:07:00	153.76	175.11	223.01	143.69	166.27	227.28	150.1	169.32	221.18
9:08:00	153.15	174.81	268.47	140.03	162.91	286.77	136.06	161.08	295.62
9:09:00	152.84	172.06	255.96	133.93	155.59	241.01	139.73	159.86	232.77
9:10:00	154.37	178.78	233.69	140.64	158.95	223.93	143.08	160.17	219.96
9:11:00	148.88	169.32	223.93	135.45	156.2	229.11	138.81	162	230.94
9:12:00	147.96	162.91	206.54	136.68	155.59	245.89	143.39	159.25	225.15
9:13:00	149.18	166.57	232.16	141.86	162.3	236.13	140.64	160.78	240.4
9:14:00	147.35	162	209.59	143.08	157.12	209.59	140.95	154.37	211.42
9:15:00	154.37	178.47	237.05	141.25	168.71	230.33	142.78	166.57	224.84
SUMA	102534.3	114576.94	159450.28	94759.02	107043.42	149173.72	102431.74	114080.19	156706.81
PROM.	189.177675	211.39657	294.188708	174.83214	197.49708	275.22827	188.98845	210.48006	289.126956
HORAS LABORABLES									

ANEXO 8

	thdU1 (%) Avg	thdU1 (%) Max	thdU2 (%) Avg	thdU2 (%) Max	thdU3 (%) Avg	thdU3 (%) Max
8:30:00	3.28	3.55	3.68	61.65	3.61	3.93
8:31:00	3.64	118.9	3.25	3.71	3.61	4.16
8:32:00	3.24	3.54	3.1	3.4	3.49	3.86
8:33:00	3.27	4.71	3.05	3.83	3.52	4.46
8:34:00	3.66	120.49	3.33	62.19	3.62	12.82
8:35:00	3.36	4.29	3.15	3.95	3.68	13.14
8:36:00	3.41	4.1	3.46	62.43	3.68	4.5
8:37:00	3.57	4.18	3.38	4.19	3.87	4.71
8:38:00	3.57	4.42	3.66	121.47	3.81	4.31
8:39:00	3.62	4.78	3.5	4.46	3.9	4.81
8:40:00	3.6	4.29	3.88	61.63	3.85	13.31
8:41:00	3.61	4.5	3.5	4.03	3.97	4.76
8:42:00	3.39	10.15	3.18	4.03	3.93	118.84
8:43:00	3.23	4.06	3.06	3.87	3.47	4.1
8:44:00	3.32	4.15	3.2	11.11	3.51	4.25
8:45:00	3.46	4.21	3.77	119.48	3.67	4.76
8:46:00	3.79	118.17	3.27	4.15	3.72	4.38
8:47:00	3.44	4.06	4.02	119.33	3.69	4.66
8:48:00	3.52	4.29	3.58	61.56	3.8	4.54
8:49:00	3.43	4.13	3.3	3.93	3.92	61.42
8:50:00	3.63	4.19	3.78	61.6	3.85	4.22
8:51:00	3.64	4.38	3.37	4.01	3.99	43.17
8:52:00	3.6	4.21	3.52	61.34	3.95	61.54
8:53:00	3.7	4.09	3.39	4.08	3.87	4.24
8:54:00	3.65	4.02	3.55	61.72	3.82	12.66
8:55:00	3.49	4.08	3.21	3.99	3.71	4.43
8:56:00	3.61	4.16	3.99	61.49	4.29	61.37
8:57:00	3.68	4.14	3.68	61.22	3.91	4.36
8:58:00	3.53	4.04	3.38	4.07	3.75	4.2
8:59:00	3.44	3.98	3.38	61.78	3.89	120.73
9:00:00	3.5	11.38	3.41	61.88	3.62	4.38
9:01:00	3.85	120.19	3.85	62.43	3.7	4.54
9:02:00	3.48	4.32	3.2	4.35	3.66	4.51
9:03:00	3.56	12.63	3.22	3.66	4.05	120.17
9:04:00	3.69	4.26	3.79	62.15	3.91	4.55
9:05:00	3.74	4.15	3.45	3.72	3.99	4.37
9:06:00	4.13	61.64	3.79	61.9	4.1	62.13
9:07:00	3.71	4.02	3.59	61.67	4.08	61.65
9:08:00	3.59	4.13	3.52	62.3	3.79	4.23
9:09:00	3.59	4.19	3.3	3.81	3.76	4.09
9:10:00	3.69	4.31	3.39	4.15	3.85	4.55
9:11:00	3.77	4.42	3.45	3.73	3.83	4.08
9:12:00	3.72	3.95	3.39	3.69	3.87	4.28
9:13:00	3.58	3.87	3.3	3.63	3.72	4.01
9:14:00	3.58	4.1	3.47	62.34	3.74	4.33
9:15:00	3.42	3.75	3.19	3.52	3.61	3.92
SUMA	1722.51	10629.85	1617.08	12782.85	1787.26	12576.83
PROM.	3.178062731	19.61226937	2.983542435	23.5845941	3.297527675	23.20448339
HORAS LABORABLES						

ANEXO 9

	thd11 (%) Avg	thd11 (%) Max	thd12 (%) Avg	thd12 (%) Max	thd13 (%) Avg	thd13 (%) Max
8:30:00	17.75	22.28	19.18	26.45	20.33	25.92
8:31:00	19.08	25.2	20.62	26.98	21.28	26.18
8:32:00	18.13	22.74	18.91	24.65	19.86	24.52
8:33:00	16.98	38.98	16.81	24.79	19.72	25.86
8:34:00	18.06	22.44	17.32	22.45	20.36	24.55
8:35:00	16.97	21.34	16.56	23.93	20.94	27.08
8:36:00	19.39	22.47	19.98	24.44	24.02	28.26
8:37:00	20.36	22.89	21.45	25.77	25.92	30.16
8:38:00	19.61	25.09	20.46	30.01	23.51	30.34
8:39:00	23.06	26.55	25.95	32.76	28.37	31.28
8:40:00	20.8	27.83	21.95	31.5	24.39	31.26
8:41:00	22.25	29.75	23.74	30.23	29.12	34.2
8:42:00	19.51	25.4	19.94	27.7	24	30.02
8:43:00	18.65	25.99	19.72	25.18	23.01	28.25
8:44:00	16.71	22.16	17.08	23.57	20.24	26.49
8:45:00	17.24	21.54	18.36	22.73	20.93	29.42
8:46:00	17.48	23.01	17.96	24.47	22.36	28.51
8:47:00	16.98	26.15	17.55	25.27	20.45	26.2
8:48:00	17.81	21.48	18.66	26.51	21.27	24.95
8:49:00	16.1	20.95	16.14	28.12	19.53	25.41
8:50:00	21.59	25.74	20.86	26.48	23.89	27.54
8:51:00	19.2	25.61	18.77	24.71	21.94	27.67
8:52:00	19.43	24.17	18.95	23.96	21.95	27.41
8:53:00	20.39	25.44	20.18	25.26	24.27	27.6
8:54:00	19.48	24.65	17.93	26.12	21.95	27.76
8:55:00	18.84	24.33	17.49	23.79	21.31	27.28
8:56:00	20.36	26.57	20.04	30.62	22.94	27.67
8:57:00	21.24	25.61	22.87	28.16	25.47	31.47
8:58:00	18.35	23.95	18.79	28.07	20.7	28.59
8:59:00	17.19	20.56	16	19.72	19.16	23.08
9:00:00	16.82	23.17	16.24	23.1	18.66	24.22
9:01:00	15.89	24.81	15.02	21.87	18.71	24.13
9:02:00	14.71	21.93	14.17	21.01	18	29.46
9:03:00	16.17	20.37	16.37	20.59	20.61	31.75
9:04:00	17.11	21.24	17.5	26.55	22.08	28.4
9:05:00	18.78	23.14	19.11	28.43	23.5	28.94
9:06:00	16.97	21.1	16.05	20.42	20.35	25.63
9:07:00	17.45	21.2	16.53	21.6	19.98	25.49
9:08:00	16.21	22.7	16.2	26.6	20.35	27.73
9:09:00	17.35	20.93	17.75	24.79	21.02	28.59
9:10:00	17.38	21.49	17.89	22.03	21.66	26.93
9:11:00	18.92	24.81	18.43	22.8	20.9	27.5
9:12:00	19.58	23.84	18.4	22.98	21.51	28.01
9:13:00	17.61	20.82	16.42	20.12	19.73	23.65
9:14:00	18.16	21.4	16.88	19.55	21.07	24.29
9:15:00	15.15	18.76	14.93	19.94	18.13	22.89
SUMA	6454.59	8906.63	6736.2	9357.58	7181.34	9725.19
PROM.	11.90883764	16.43289668	12.42841328	17.26490775	13.2497048	17.94315498
HORAS LABORABLES						

ANEXO 10

	dPf1 Min	dPf1 Max	dPf2 Min	dPf2 Max	dPf3 Min	dPf3 Max
8:30:00	0.93	1	0.92	1	0.94	1
8:31:00	0.93	1	0.84	1	0.91	1
8:32:00	0.93	1	0.97	1	0.93	1
8:33:00	0.9	1	0.91	1	0.85	1
8:34:00	0.94	1	0.89	1	0.91	1
8:35:00	0.94	1	0.89	1	0.92	1
8:36:00	0.94	1	0.9	1	0.93	1
8:37:00	0.95	1	0.93	1	0.91	1
8:38:00	0.95	1	0.93	1	0.93	1
8:39:00	0.93	1	0.94	1	0.94	1
8:40:00	0.94	1	0.93	1	0.96	1
8:41:00	0.97	1	0.95	1	0.97	1
8:42:00	0.88	1	0.89	1	0.92	1
8:43:00	0.92	1	0.87	0.99	0.89	1
8:44:00	0.89	0.99	0.86	0.99	0.89	1
8:45:00	0.94	0.99	0.91	1	0.95	1
8:46:00	0.94	1	0.89	0.99	0.93	1
8:47:00	0.9	1	0.9	1	0.94	1
8:48:00	0.91	1	0.9	1	0.9	1
8:49:00	0.93	1	0.9	1	0.93	1
8:50:00	0.98	1	0.96	1	0.96	1
8:51:00	0.97	1	0.95	1	0.95	1
8:52:00	0.92	1	0.89	1	0.92	1
8:53:00	0.95	1	0.91	1	0.96	1
8:54:00	0.94	1	0.91	1	0.94	1
8:55:00	0.93	1	0.93	1	0.91	1
8:56:00	0.98	1	0.96	1	0.97	1
8:57:00	0.99	1	0.97	1	0.98	1
8:58:00	0.93	1	0.91	1	0.96	1
8:59:00	0.96	1	0.96	1	0.98	1
9:00:00	0.92	1	0.9	1	0.92	1
9:01:00	0.94	1	0.93	1	0.94	1
9:02:00	0.9	1	0.89	0.99	0.91	1
9:03:00	0.95	1	0.91	0.99	0.92	1
9:04:00	0.95	1	0.88	1	0.96	1
9:05:00	0.95	1	0.95	1	0.84	1
9:06:00	0.94	1	0.93	1	0.92	1
9:07:00	0.96	1	0.97	1	0.97	1
9:08:00	0.92	1	0.89	1	0.88	1
9:09:00	0.94	1	0.91	1	0.96	1
9:10:00	0.96	1	0.95	1	0.97	1
9:11:00	0.96	1	0.94	1	0.96	1
9:12:00	0.96	1	0.96	1	0.84	1
9:13:00	0.97	1	0.94	1	0.96	1
9:14:00	0.96	1	0.95	1	0.96	1
9:15:00	0.94	1	0.92	1	0.95	1
SUMA	513.46	538.99	513.91	540.43	519.39	540.94
PROM.	0.947343	0.994446	0.948173	0.997103	0.958284	0.998044
HORAS LABORABLES						

ANEXO 11

	Freq (Hz) Min	Freq (Hz) Avg	Freq (Hz) Max
8:00:00	60	60.04	60.07
8:01:00	59.96	60	60.04
8:02:00	59.94	60.01	60.07
8:03:00	59.93	60.01	60.07
8:04:00	59.9	59.96	60.05
8:05:00	59.91	59.95	59.98
8:06:00	59.92	59.95	60
8:07:00	59.91	59.98	60.04
8:08:00	59.91	59.95	59.98
8:09:00	59.94	60	60.03
8:10:00	59.91	59.96	60
8:11:00	59.91	59.95	59.98
8:12:00	59.91	59.94	59.97
8:13:00	59.93	59.97	60.06
8:14:00	59.92	59.99	60.05
8:15:00	59.95	60.02	60.08
8:16:00	59.92	59.95	59.97
8:17:00	59.91	59.94	59.98
8:18:00	59.92	59.97	60.02
8:19:00	59.92	59.96	60.03
8:20:00	59.93	59.98	60.01
8:21:00	59.91	59.94	59.98
8:22:00	59.9	59.95	59.99
8:23:00	59.89	59.94	60.01
8:24:00	59.89	59.93	59.96
8:25:00	59.89	59.92	59.95
8:26:00	59.93	59.95	59.98
8:27:00	59.92	59.96	60.02
8:28:00	59.9	59.98	60.04
8:29:00	59.9	59.94	60
8:30:00	59.94	60	60.04
8:31:00	59.91	59.95	60.02
8:32:00	59.92	59.98	60.04
8:33:00	59.91	59.94	59.96
8:34:00	59.9	59.94	59.98
8:35:00	59.91	59.94	59.98
8:36:00	59.92	59.97	60.01
8:37:00	59.91	59.94	59.97
8:38:00	59.91	59.96	60.02
8:39:00	59.92	59.96	60.04
8:40:00	59.87	59.92	59.95
8:41:00	59.92	59.96	60
8:42:00	59.93	59.97	60
8:43:00	59.92	59.95	60
8:44:00	59.94	59.99	60.05
8:45:00	59.93	59.99	60.05
8:46:00	59.93	59.95	59.96
8:47:00	59.92	59.96	60
8:48:00	59.92	59.95	60
8:49:00	59.92	59.95	59.98
8:50:00	59.96	59.99	60.02
SUMA	87037.86	87105.2	87174.32
PROMEDIO	59.94342975	59.98980716	60.03741047

ANEXO 12

5.1. Límite de la distorsión de voltaje

La Norma IEEE-519 y el Reglamento que probablemente regirá en Chile establece los límites de distorsión de voltaje indicados en la Tabla 6.

TABLA 6		
Límites de Distorsión de Voltaje.		
VOLTAJE NOMINAL	$V_h/V_1 \cdot 100$ [%]?	THV [%]?
$V_{NOM} \leq 69$ KV	3,0	5,0
69 KV $< V_{NOM} \leq 161$ KV	1,5	2,5
$V_{NOM} > 161$ KV	1,0?	1,5

5.2. Límite de la distorsión de corriente

La Norma IEEE-519 y el Reglamento que probablemente regirá en Chile establece una Tabla límite para las corrientes armónicas inyectadas por un usuario. Para establecer este límite se debe conocer:

a) El valor de la corriente de cortocircuito ISC en el empalme del usuario, es decir, en el lugar donde se medirá la inyección de armónicas. Este valor debe ser entregado por la compañía distribuidora de electricidad ya que depende del valor de sus transformadores de distribución.

b) La demanda media IL del usuario, calculada como el valor medio de las demandas máximas leídas durante los 12 meses precedentes a la medición.

Con estos valores se determinan los valores máximos permitidos de distorsión de corriente de cada usuario en particular (Tabla 7).

TABLA 7						
Límites de Distorsión de Corriente						
(Válidos para redes de 120 V a 69 KV)						
Distorsión Armónica en % de I_L (h impar)						
ISC/IL	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 27$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	THI
< 20	4,0	2,0	1,5	0,6	0,3	5,0
$20 < 50$	7,0	3,5	2,5	1,0	0,5	8,0
$50 < 100$	10,0	4,5	4,0	1,5	0,7	12,0
$100 < 1000$	12,0	5,5	5,0	2,0	1,0	15,0
> 1000	15,0	7,0	6,0	2,5	1,4	20,0

El límite de las armónicas pares es un 25% del valor indicado.

Para sistemas de más de 69 kV los límites son un 50% de los indicados.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO y UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE, Calidad de Energía Eléctrica, <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>, Abril 2013
- [2] Vicepresidencia de la república, Vicepresidente de la república destacó la importancia de la Matriz Energética en el Ecuador, <http://www.vicepresidente.gob.ec/vicepresidente-de-la-republica-destaco-la-importancia-de-la-matriz-energética-en-el-ecuador/>, Octubre 2013
- [3] Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, Procedimiento de auditorías energéticas en el sector industrial de la comunidad de Madrid, <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-auditorias-energeticas-en-el-sector-industrial.pdf>, Abril 2013

[4] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Eficiencia Energética Sector Industrial, <http://www.energia.gob.ec/eficiencia-energetica-sector-industrial/>, Abril 2013

[5] Auditoria Energética
http://es.wikipedia.org/wiki/Auditoría_energética

[6] Emprendedores, Claves para realizar una auditoría energética exitosa
<http://www.soyentrepreneur.com/claves-para-realizar-una-auditoria-energetica-exitosa.html>, Junio 2013

[7] General Power Service, Auditoria energética sector industrial
<http://www.gpse.es/tiposauditoria.html>, Junio 2013

[8] Dufour Javier, Auditorías energéticas: Herramientas de competitividad empresarial y mejora del medio ambiente,
<http://www.madrimasd.org/blogs/energiasalternativas/2006/02/22/14146>, Julio 2013

[9] Comisión Federal de Electricidad, Administración y control de su demanda de energía,

<http://www.cfe.gob.mx/Industria/AhorroEnergia/Lists/Ahorro%20de%20energia/Attachments/1/Administraciondelademandadeenergia.pdf>,
Agosto 2013

[10] Fundibeq, Diagrama de Pareto,

http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama_de_pareto.pdf, Agosto 2013

[11] Enriquez Harper, Efectos de la variación de voltaje, El libro practico de los Generadores, Transformadores y Motores Eléctricos. Cap. 5, 2004

[12] SKF, Influencia de la temperatura de funcionamiento,

<http://www.skf.com/es/products/bearings-units-housings/ball-bearings/principles/selecting-bearing-size/using-life-equations/influence-of-operating-temperature/index.html>, Diciembre 2013