

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**

**METODOLOGIA PARA LA REALIZACION
DE AUDITORIAS ENERGETICAS A LOS
CONSUMOS ELECTRICOS EN LA
INDUSTRIA TEXTIL**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERA ELECTRICA**



MARCELA KARINA ORDOÑEZ B.

Quito, Noviembre de 1997

Ingreso el 19-03-98 DE. 353.98

**A MIS PADRES
RICHARD
Y NICOLE**

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos a las siguientes empresas:

Alta Tecnología del Ecuador. TECNIALT CIA. LTDA.

Industria Textil Pintex

Dirección de Energías Alternativas. DEA

Empresa Eléctrica Quito. EEQSA

Compañía Energética de Minas Gerais. CEMIG

A las siguientes personas:

Sr. Ing. Alfredo Mena Pachano por su acertada dirección en el desarrollo del presente trabajo

Sr. Econ. Alfredo Ordóñez.

Certifico que el presente trabajo
ha sido realizado en su
totalidad bajo mi
dirección



Ing. Alfredo Mena Pachano
DIRECTOR DE TESIS

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I

GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	4

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA	6
2.1 Gerencia de la energía en la industria.....	6
2.2 Estructura del programa de gerencia en la industria.....	8
2.3 Qué es un Auditoría Energética?.....	11
2.3.1 Tipos de auditorías energéticas.....	12
2.3.2 Pasos de la auditoría energética completa del sistema eléctrico.....	14
2.3.2.1 Análisis de la facturación.....	15
2.3.2.2 Auditoría de campo.	15
2.3.2.3 Identificación y estudio de las oportunidades de conservación de energía.....	17

CAPÍTULO III

DESCRIPCION DE UNA INDUSTRIA TEXTIL TIPICA CON HILATURA, TELARES Y ACABADO.....	19
3.1 Breve descripción de la industria textil ecuatoriana.....	19
3.2 Industria Textil Pintex.	20
3.3 Estudio de los procesos de producción.....	21

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN.....	39
4.1 Definiciones previas.....	39
4.2 Estudio de la facturación.....	41
4.3 Estructura del Pliego Tarifario para el sector industrial, vigente hasta Febrero-97.....	42
4.4 Estructura del Pliego Tarifario para el sector industrial, vigente desde Marzo-97.....	45
4.5 Variaciones en el Pliego Tarifario.....	50
4.6 Estudio de la facturación en la industria textil de ejemplo.....	51
4.6.1 Análisis de la facturación histórica de las emisiones entre Enero-95 y Mayo-97 y aplicación de los Pliegos Tarifarios correspondientes.....	51
4.6.1.1 Facturación para el período entre Enero-95 y Septiembre-96. Cliente ID1.....	65
4.6.1.2 Facturación para el período entre Octubre-96 y Mayo-97. Cliente ID2.....	66

CAPÍTULO V

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CARGA Y MEDICIONES.....	70
5.1 Levantamiento de información de carga y mediciones.....	70
5.2 Equipo básico utilizado en la Auditoría del Sistema Eléctrico.....	72
5.3 Levantamiento y mediciones en las cámaras de transformación.....	74
5.3.1 Sistema de medición de la EEQ. S.A.....	74
5.3.2 Resultados de las mediciones en una de las Cámaras de Transformación de Pintex	76
5.4 Levantamiento de tableros y subtableros de distribución.....	86
5.5 Levantamiento de motores eléctricos.....	86
5.5.1 Mediciones de parámetros eléctricos en motores seleccionados.....	88
5.6 Diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas.....	90
5.7 Levantamiento y mediciones del sistema de iluminación.	92
5.7.1 Medición de niveles de iluminación.....	93
5.8 Levantamiento de otro tipo de cargas.....	97
5.9 Potencia instalada.....	97
5.9.1 Parámetros eléctricos de la planta.....	99
5.10 Sistema de puesta a tierra.....	101
5.10.1 Sistema de puesta a tierra en la fábrica de estudio.....	102
5.11 Balance de energía eléctrica.....	102
5.11.1 Consumo de energía por máquina.	102
5.11.2 Balance de energía en la industria textil Pintex.....	103
5.12 Eficiencia energética.....	108
5.12.1 Consumos específicos eléctricos (CEE) por proceso de producción.....	108

CAPÍTULO VI

IDENTIFICACIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA. ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO..... 113

6.1	Métodos de evaluación económica de inversiones.....	114
6.1.1	Parámetros de evaluación económica de primer orden.....	114
6.1.2	Parámetros de evaluación económica de segundo orden.....	115
6.2	Potencia de los transformadores de las cámaras de transformación.....	117
6.2.1	Mantenimiento preventivo de transformadores.....	117
6.2.2	Análisis en los transformadores de potencia de Pintex.	119
6.3	Tableros, subtableros y circuitos de distribución de energía eléctrica.....	119
6.3.1	Estado de los circuitos de distribución de la Industria Textil Pintex.....	122
6.4	Rediseño del sistema de iluminación de las naves.....	126
6.4.1	Iluminación fluorescente.....	127
6.4.1.1	Evaluación económica del rediseño en Telares Planta “B”	128
6.5	Autogeneración.	133
6.5.1	Diseño de un grupo motor-generator para la Cámara Antigua de Pintex.....	133
6.6	Factor de potencia.	135
6.6.1	Cómo mejorar el factor de potencia usando bancos de capacitores.....	136
6.6.2	Otras ventajas de utilizar capacitores.....	137
6.6.3	Tipos de instalaciones con capacitores.....	137
6.6.3.1	Capacitores individuales y bancos de capacitores.....	137
6.6.4	Cálculo de los kVAR necesarios.....	139
6.6.5	Donde instalar los capacitores.	140
6.6.5.1	Junto a la carga.....	140
6.6.5.2	Junto al transformador de potencia.....	141
6.6.6	Cargas no lineales.....	141
6.7	Manejo de la demanda en la industria textil.....	142

CAPÍTULO VII

OPORTUNIDADES DE AHORRO EN LOS MOTORES ELECTRICOS QUE ACCIONAN LOS PROCESOS INDUSTRIALES..... 144

7.1	Potencia y pérdidas en los motores eléctricos. Posibilidades de reemplazo con Motores de alta eficiencia.....	144
7.1.1	Porcentaje de carga, potencia de salida y eficiencia.....	147
7.1.2	Motores estándar versus motores de rendimiento eficiente. Estudio de las Ventajas de reemplazo.....	148
7.1.2.1	Datos de eficiencia y precios de los motores de alto rendimiento.....	150
7.1.2.2	Cuando se debe adquirir un motor eficiente.....	150
7.1.2.3	Los posibles ahorros resultantes de adquirir un motor de rendimiento eficiente.....	150
7.1.2.4	Estudio del reemplazo de motores eléctricos sobredimensionados.....	152
7.1.3	Estudio de las posibilidades de reemplazo de motores en la Industria Textil Pintex.	158
7.1.3.1	Resultado del estudio técnico en los motores que accionan las hilas.....	164
7.1.3.2	Determinación de la potencia del motor.....	167
7.1.3.3	Análisis económico del reemplazo de los motores principales que accionan las Hilas 1-22 de la Planta A y las 21 hilas de la Planta B.....	172
7.1.3.4	Estudio económico del reemplazo de los motores principales que accionan las 22 hilas de la Planta A y las 21 hilas de la Planta “B”, con la ayuda del computador.....	176
7.1.4	Reparación de un motor quemado.....	180
7.2	Control de velocidad de los ventiladores en el sistema de climatización.....	180

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	183
8.1 Conclusiones.....	183
8.2 Recomendaciones.....	185
BIBLIOGRAFIA.....	187

INDICE DE CUADROS DEL TEXTO

CAPITULO III

Cuadro No. 3-1 Datos estadísticos del sector textil ecuatoriano.....	20
--	----

CAPITULO IV

Cuadro No. 4-1 Datos de los medidores de Pintex.....	51
Cuadro No. 4-2 a Aplicación del Pliego Tarifario. Cámara Antigua ID1.....	53
Cuadro No. 4-2 b Aplicación del Pliego Tarifario. Cámara Antigua ID2.....	54
Cuadro No. 4-3 a Aplicación del Pliego Tarifario. Cámara Nueva ID1.....	61
Cuadro No. 4-3 b Aplicación del Pliego Tarifario. Cámara Nueva ID2.....	62
Cuadro No. 4-4 a Aplicación del Pliego Tarifario. Pintex B ID1.....	63
Cuadro No. 4-4 b Aplicación del Pliego Tarifario. Pintex B ID2.....	64
Cuadro No. 4-5 Datos promedio de facturación pa Pintex como cliente ID1.....	65
Cuadro No. 4-6 Datos promedio de facturación pa Pintex como cliente ID2.....	66
Cuadro No. 4-7 Ejemplo de aplicación del Pliego Tarifario vigente hasta Febrero-97.....	68
Cuadro No. 4-8 Ejemplo de aplicación del Pliego Tarifario vigente desde Marzo-97.....	69

CAPITULO V

Cuadro No. 5-1 Organización del trabajo en Pintex.....	71
Cuadro No. 5-2 Resolución. Valor de plena escala y precisión de voltaje.....	73
Cuadro No. 5-3 Resolución. Valor de plena escala y precisión de corriente.....	73
Cuadro No. 5-4 Características técnicas del Luxómetro digital DL-2001.....	73
Cuadro No. 5-5 Exactitud en porcentaje de plena escala.....	74
Cuadro No. 5-6 Relaciones de transformación de los equipos de la EEQ SA.....	74
Cuadro No. 5-7 Período de instalación del analizador Power Logic CM-2350.....	75

Cuadro No. 5-8 Medición de parámetros eléctricos con el equipo Power Logic.....	77
Cuadro No. 5-9 Resumen de los registros del equipo Power Logic en las cámaras de transformación.....	78
Cuadro No. 5-10 Datos de las corrientes de la Cámara Antigua.....	85
Cuadro No. 5-11 Límites de distorsión de corrientes para sistemas generales de Distribución (120 V hasta 69 kV).....	85
Cuadro No. 5-12 Levantamiento de tableros y subtableros.....	87
Cuadro No. 5-13 Detalle general de motores.....	89
Cuadro No. 5-14 Levantamiento de carga, iluminación.....	94
Cuadro No. 5-15 Niveles de iluminación recomendados según el tipo de proceso.....	95
Cuadro No. 5-16 Resumen de mediciones de niveles de iluminación por áreas en Pintex "A".....	96
Cuadro No. 5-17 Totales de potencia instalada.....	98
Cuadro No. 5-18 Promedios de consumo y demanda en Pintex obtenidos con el registrador Power Logic.....	100
Cuadro No. 5-19 Parámetros eléctricos de Pintex.....	100
Cuadro No. 5-20 Balance de energía en el sector de hilatura "A".....	105
Cuadro No. 5-21 Balance de energía en el sector de hilatura "B".....	106
Cuadro No. 5-22 Consumos específicos en las hilas de Pintex "A".....	110
Cuadro No. 5-23 Consumos específicos en textileras del Brasil.....	111

CAPITULO VI

Cuadro No. 6-1 Factor de actualización del valor.....	116
Cuadro No. 6-2 Problemas y soluciones de los TPD y STD.....	121
Cuadro No. 6-3 Mediciones en los TPD de la S/E Nueva.....	122
Cuadro No. 6-4 Caída de tensión en los STD de Hilatura de Pintex "A".....	123
Cuadro No. 6-5 Mediciones en los TPD de la S/E Antigua.....	124

Cuadro No. 6-6 Mediciones en los TPD de la S/E Pintex B.....	125
Cuadro No. 6-7 Caída de tensión en 3 STD de Pintex “B”.....	125
Cuadro No. 6-8 Telares. Planta B(Resumen ecinómico).....	132
Cuadro No. 6-9 Características de los grupos electrógenos de Pintex “A”.....	134

CAPITULO VII

Cuadro No. 7-1 Mediciones y cálculos en motores seleccionados. Planta “A”.....	160
Cuadro No. 7-2 Mediciones y cálculos en motores seleccionados. Planta “B”.....	161
Cuadro No. 7-3 Mediciones con el equipo Power Logic en la Hila No. 14.....	162
Cuadro No. 7-4 Mediciones con el equipo Power Logic en la Hila No. 15.....	163
Cuadro No. 7-5 Variación del factor de carga en los motores que accionan las hilas.....	164
Cuadro No. 7-6 Resumen económico del reemplazo de motores-hilatura.....	179
Cuadro No. 7-7 Comparación de costos y consumos de sistemas de control de caudal.....	182

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

El sector eléctrico ecuatoriano se encuentra en emergencia debido a factores de orden económico, político, técnico y cultural, entre otros, puesto que, en el plano económico no dispone de los recursos necesarios para afrontar la construcción de proyectos hidroeléctricos que permitan dotar al consumidor de la energía necesaria; en el plano político, por cuanto no existe la decisión para identificar, apoyar y construir los proyectos que son vitales para el país: enormes esfuerzos y grandes cantidades de dinero se orientan hacia necesidades que no son urgentes como las campañas electorales y la construcción de obras que no contribuyen al desarrollo integral de la nación; las diferencias y los egoísmos políticos se anteponen a los requerimientos vitales del pueblo ecuatoriano; en el plano técnico, como consecuencia de la indiferencia política más que de la falta de recursos económicos y la emergencia generada por la necesidad urgente de cubrir la demanda de energía, se contrata la producción de energía térmica, cara y contaminante, que el país se ve obligado a pagar por las causas antes expresadas amén de las prácticas corruptas de que siempre aparecen en ese tipo de contrataciones; en el plano cultural, pesa mucho la falta de conocimiento del consumidor final que, en el caso de la industria es, por lo general, una persona natural o jurídica que aporta su capital pero desconoce la forma de optimizar los procesos de producción y la aplicación de políticas de Uso Racional de la Energía (URE), provocando ingentes desperdicios, sin embargo de lo cual el sector alcanzó grado de desarrollo debido a

que hasta una década atrás la energía, aún era barata. (Me he permitido tomar como ejemplo la industria por la importancia que este sector tiene en el consumo de energía eléctrica en el Ecuador que al año 1994 era del 37% del total de la energía producida y cuyas pérdidas a la misma fecha eran del 24%. (8))

Actualmente se nota la preocupación en el consumidor final debido a la elevación de las tarifas eléctricas –aumento necesario aunque no suficiente para cubrir los costos de operación y mantenimiento de las centrales de generación -, preocupación que obedece a los pagos elevados que deben mensualmente hacerse y que inciden en la utilidad, en el caso de los sectores comercial e industrial, y en la disponibilidad de efectivo para cubrir otras necesidades, en el sector residencial.

Esta preocupación del sector industrial ha propiciado que los administradores de estas empresas deseen conocer las causas del incremento en los costos de las tarifas eléctricas y lo que deberían hacer para disminuir esos costos.

La Auditoría Energética del Sistema Eléctrico es el estudio que permite determinar las Oportunidades de Conservación de Energía; la disminución de costos de operación e inclusive de mantenimiento, sin afectar a la productividad.

1.2 JUSTIFICACION

Los recursos energéticos no son inagotables, por tanto es necesario tomar conciencia de la importancia del ahorro de energía eléctrica y ejecutar desde ya una serie de acciones tendientes a optimizar el uso de la misma, esto es, a planificar el consumo mediante el uso racional y eficiente de la misma, más aún en un país como el nuestro con una alta tendencia a incrementar el consumo en todos los sectores de la economía, hecho que hace necesaria la implementación de una política de ahorro y conservación de energía como medio eficaz de contribuir al proceso de recuperación económica del país, que no dispone de soportes en el

campo legal (leyes, reglamentos o normas) y económico (incentivos fiscales y recursos para financiar inversiones).

Como parte de estas acciones se tiene a la Auditoría Energética del Sistema Eléctrico, cuya aplicación no es nueva en nuestro país, ya que entre Noviembre de 1984 y Agosto de 1991 el desaparecido Instituto Nacional de Energía (INE), actualmente la Dirección de Energía Alternativas (DEA), realizó siete auditorías en industrias textiles, de cuyos estudios resulta que con una inversión de USD 281,865 se puede obtener un ahorro de USD 367,448 con un tiempo de retorno de la inversión de nueve meses. (8)

Uno de los países más desarrollados en materia de ahorro energético es los Estados Unidos de Norteamérica, donde por ejemplo, se han establecido leyes y estándares de eficiencia que deben cumplir los fabricantes de motores, por otro lado existen incentivos por parte de las empresas eléctrica a los usuarios que aplican políticas de ahorro energético. Este es un ejemplo que debemos seguir los países en vías de desarrollo, para mejorar nuestro nivel de vida, empezar a ser verdaderamente productivos y competitivos.

Otro ejemplo interesante y digno de seguir en latinoamérica es el trabajo realizado por los ingenieros del Brasil, quienes tienen grandes avances en materia de ahorro energético con estudios en diversas empresas y aplicaciones con resultados positivos.

William A. Holmes, auditor energético experimentado, en Columbus, Indiana y, quien ha recibido varios premios por mejoras en la eficiencia e innovaciones en el uso de la energía, plantea que el problema de reducir los costos de la energía no es un problema de ingeniería, sino un problema de la gerencia y un problema financiero. Es común escuchar expresiones de preocupación en los diversos usuarios de la energía eléctrica en nuestro país sobre los elevados costos de la misma, pero sin que se haga nada por lograr la eficiencia en su uso, no es posible alcanzar la máxima eficiencia sin el conocimiento del significado del ahorro y en el caso del sector industrial sin una clara conciencia de los beneficios de la aplicación de un Programa de Gerencia de la Energía en la Industria, el mismo que abarca en términos generales las siguientes actividades: informar y concientizar a todos los sectores de la empresa, iniciar un continuo monitoreo de los consumos de energía y sus costos reales,

realizar auditorías energéticas, adoptar medidas de conservación y efectuar el seguimiento y control de las mismas.

Por lo mencionado anteriormente todos los trabajos y esfuerzos que se hagan para informar y concientizar sobre el Uso Racional de la Energía Eléctrica y sus beneficios técnicos y económicos, tienen plena justificación.

1.3 OBJETIVOS

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo principal establecer procedimientos para la ejecución de Auditorías Energéticas a los consumos eléctricos en la industria textil, específicamente en la industria cuyos procesos de fabricación de telas incluyan hilatura, tejeduría y acabados. El trabajo se desarrollará basado en la experiencia adquirida en TECNIALT CIA. LTDA., empresa de consultoría en el área de ahorro energético, para lo cual realiza Auditorías Energéticas en los sectores industrial y comercial.

Se llevará a cabo un estudio de los sistemas que funcionan con energía eléctrica, es decir sistemas de iluminación, motores eléctricos de inducción debido a su uso generalizado en la industria textil, sistemas de distribución y otro tipo de cargas como son los aparatos eléctricos de oficinas y talleres. No serán analizados los sistemas de aire comprimido y sistemas térmicos, cuyo estudio principalmente en el área de la termodinámica escapa del alcance de este trabajo de tesis. La aplicación práctica se efectuará en la Industria Textil Pintex, donde serán analizados los sistemas mencionados anteriormente, incluyendo el estudio técnico-económico de las Oportunidades de Conservación de Energía a manera de ejemplo.

Por otro lado se tiene como objetivo la información y concientización del uso de la energía eléctrica en la industria textil, el mismo que puede extenderse a todo el sector industrial, además de que este estudio permitirá determinar como y donde se utiliza la energía eléctrica en este tipo de industrias, estableciendo balances de energía con la finalidad de identificar el

monto de ingreso a un proceso, la energía realmente utilizada y establecer el gasto innecesario de la misma, y por otro lado establecer los consumos específicos (relación consumo de energía/cantidad de producto fabricado en el proceso), a partir de los cuales se puede determinar los sectores de mayor consumo e identificar las Oportunidades de Conservación de Energía para las que se plantean los Subproyectos de Ahorro para optimizar el uso de la energía eléctrica sin perjuicio de la producción, hecho que permitirá, al tiempo que reduce el capital de trabajo, aumentar el margen de rentabilidad.

CAPITULO II

METODOLOGIA DE LA AUDITORIA ENERGETICA EN LA INDUSTRIA

2.1 GERENCIA DE LA ENERGIA EN LA INDUSTRIA.

“Conservación de la energía es el conjunto de actividades encaminadas a lograr una utilización eficiente y equilibrada de los recursos energéticos, en relación al producto obtenido, para reducir los desperdicios de energía.” (25)

El primer paso para lograr el objetivo de conservación de energía es la implementación de un Programa de Gerencia de la Energía en la Industria, cuyas etapas preliminares son las siguientes:

a) **Identificación del impacto de los costos de la energía en los costos de operación.**

La cuantificación de costos de los energéticos en la fabricación de los productos industriales, no se determina en forma real mediante el uso de la contabilidad tradicional que se lleva a cabo las empresas. Para la aplicación del Programa de Gerencia en la Industria es necesario conocer con exactitud el impacto de costos de la energía en la elaboración de los productos, esto debe hacerse en forma detallada, mediante la utilización de un sistema de datos de costos de energía en forma global y por recurso.

Existe un nuevo método alternativo de costos que señala directamente los costos generales para las actividades específicas y productos. Este método es llamado “Costos Basados en la Actividad” o simplemente ABC, según sus siglas en inglés. (11)

El método ABC utiliza los denominados *Conductores de Costos* para dirigir o signar los costos en dos pasos:

- El primer paso es el *Conductor de Costos de Recursos* mediante el cual se asigna un porcentaje de los costos de los recursos energéticos a cada actividad, basado sobre el porcentaje por el cual cada actividad usa cada recurso.
- El segundo paso es el *Conductor de Costos de actividades*, que asigna costos desde los fondos de actividades a los productos o centros de costos. Así se asigna un porcentaje del costo de una actividad a cada producto basado en el porcentaje por el cual cada producto usa la actividad.

La suma de asignaciones a un producto indica el costo total del mismo.

El ABC identifica con exactitud los costos de cada producto, y por ende sirve como herramienta de decisión, ya que los sectores productivos que incurren en mayores gastos merecen especial atención por parte de la gerencia para estudiar las posibilidades de ahorro en dicha área.

b) Estudio de posibilidades

La gerencia debe considerar la posibilidad de llevar a cabo una serie de actividades orientadas hacia la mejor utilización de los recursos energéticos en la empresa. Consideración que deberá tomar en cuenta la forma como se llevarán a cabo estas actividades, los costos de la implementación y el señalamiento de la persona o unidad organizativa al interior de la empresa

que tendrá a su cargo esta tarea.

“Estos dos primeros pasos tienen como objetivo el identificar la importancia de los costos del recurso energético y brindar un primer intento de percepción de los beneficios que significarían para la empresa una posible gama de ahorros en esos costos.” (25)

2.2 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE GERENCIA DE LA ENERGIA.

El programa de mejoramiento de los recursos energéticos deberá comprender las siguientes fases:

- 1) Compromiso de la Gerencia General y del personal.
- 2) Asignación de responsabilidades.
- 3) Creación de los sistemas de información energética gerencial.
- 4) Realización de Auditorías Energéticas.
- 5) Adopción de medidas de conservación.
- 6) Control y seguimiento.

1) Compromiso de la Gerencia General y del personal.

El éxito de la implementación del Programa de Energía depende fundamentalmente de dos factores, primero del apoyo y colaboración de la gerencia general, y del apoyo del personal de la empresa, que debe ser motivado y concientizado.

Es la gerencia la encargada de fijar las metas que el programa deberá alcanzar y para ello debe trabajar cerca del comité encargado del programa de manejo de energía. En países industrializados la gerencia ha sido la cabeza y la mano dirigente del Programa de manejo de la Energía, debido a que detectaron a tiempo las bondades e importancia del mismo y que éste debe ser programado desde las altas esferas de la empresa para luego implementarse en los

sectores productivos y administrativos. (25)

2) Asignación de responsabilidades.

Dependiendo del tamaño de la empresa y de los objetivos que se pretenden alcanzar, se debe como siguiente paso crear un grupo de trabajo denominado Comité de Ahorro Energético (CAE). Esta entidad tiene a su cargo la misión de planificar las acciones de ahorro, supervisar su desarrollo y evaluar los resultados.

Entre las actividades que debe realizar el CAE se tienen las siguientes:

- Operar y mantener un sistema de análisis de la utilización de los recursos energéticos.
- Realizar reportes trimestrales a la gerencia general, para que desde allí prosiga a los departamentos operativos.
- Planificar y llevar a cabo acciones de ahorro energético a nivel de toda la planta, tanto en producción como en la parte administrativa y de mantenimiento
- Lograr la concientización y apoyo del todo el personal de la empresa, con la finalidad de promover el ahorro y hacer más eficientes las tareas no solo de producción, sino en el uso del alumbrado, uso de quipos y artefactos eléctricos, etc.

3) Creación de los sistemas de información energética gerencial.

El Programa de Manejo de la Energía debe ser dinámico, y para ello es importante la continua información. Es por ello que se debe operar y mantener un sistema de información energético, creado por el departamento de estadística e información el cual debe trabajar permanentemente

con las áreas de producción y mantenimiento, quienes entregarán informes sobre producción y consumo de energía, utilizando métodos que permitan determinar el verdadero costo del energético en la fabricación de los productos, como el método ABC mencionado con anterioridad.

4) Realización de Auditorías Energéticas.

Todas las actividades a realizarse dentro del Programa de Energía dependen de la información, la misma que es proporcionada por la Auditoría Energética. Más adelante detallaremos lo que significa el término Auditoría Energética cuyo desarrollo y evaluación de resultados es el objetivo de este trabajo de tesis.

En términos generales la Auditoría Energética es un estudio que determina dónde y cómo se utilizaron los recursos energéticos, para encontrar las Oportunidades de Conservación de Energía (OCE). Hasta este punto llega el trabajo del auditor quien presenta un informe final con recomendaciones y análisis técnicos y económicos de las OCE.

5) Adopción de medidas de conservación.

Luego de un estudio técnico y económico de las Oportunidades de Conservación de Energía detectadas en la Auditoría, es la gerencia quien toma la decisión de implementar las medidas de ahorro.

Existen dos tipos de medidas de ahorro, las de tipo operativo, que no requieren inversión y pueden implementarse como parte de los programas de mantenimiento, y las OCE que requieren inversión, y que deben considerarse cada una como un proyecto separado, a fin de evaluar su factibilidad técnica y su rentabilidad económica.

Se debe tener claro que *“la tecnología es una herramienta para conseguir la mayor eficiencia, pero que la gente es la clave par lograrla”* (19).

6) Control y seguimiento.

Control y seguimiento del programa de gerencia, el mismo que debe ser realizado en forma continua por el CAE, con realimentación de la información para la actualización de los datos de consumos y costos.

2.3 ¿QUE ES UNA AUDITORIA ENERGETICA?

En el Registro Federal VOL. 42, No. 25 del 29 de Junio de 1977, de los Estados Unidos de Norteamérica, relacionado con procedimientos de Auditorías Energéticas, se utilizó por primera vez este término.

El interés por el ahorro de energía, en los Estados Unidos, llevó a la creación de Institutos de Energía de Estado, los mismos que deben calificar en el Programa de Conservación, que contiene metas importantes tales como:

1. Llevar a cabo una continua educación pública sobre la implementación de medidas de conservación.
2. Alentar a instituciones e industriales, a llevar a acabo Auditorías Energéticas en edificios y plantas industriales.

La Auditoría Energética es uno de los pasos primordiales para lograr la eficiencia energética en una planta industrial. Pero un programa exitoso solo se da con el apoyo y participación activa de la gerencia y el personal.

La Auditoría Energética en la industria es una inspección y evaluación de los usos de la energía

en todas sus formas dentro de la industria y de sus sistemas de utilización, con la finalidad de identificar las Oportunidades de Conservación de Energía (OCE).

Como parte de la Auditoría Energética se realiza un balance de energía, es decir analizar en detalle las cantidades de energía que ingresan en forma de electricidad, calor, energía mecánica, y otras, en un período dado y determinar dónde y cómo es utilizada la misma en los procesos de producción. La energía realmente usada en los procesos de producción se conoce como energía de salida.

La diferencia entre la energía de entrada y la de salida nos indica el "gasto" o energía con posibilidades de ser ahorrada. Además es necesario determinar los consumos específicos para establecer los puntos donde se pueden realizar ahorros. El consumo específico (CE) es la relación matemática entre la cantidad de energía utilizada y la cantidad de producto fabricado, el mismo que debe ser calculado por proceso de producción antes de aplicar las medidas de ahorro y luego debe ser comparado con los nuevos CE, luego de aplicar las medidas de ahorro para verificar el porcentaje de disminución del mismo. Disminuir el consumo específico no quiere decir bajar la productividad, sino llegar a la meta de disminuir el consumo de energía, manteniendo el mismo margen de producción.

La disminución del CE es un indicativo de que el "gasto" ha disminuido, e inclusive los CE pueden ser comparados con los CE obtenidos en estudios energéticos efectuados en otras plantas industriales del mismo tipo, como por ejemplo los realizados por CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), en varias industrias del Brasil y que tiene publicaciones accesibles a través del Internet para los interesados.

2.3.1 TIPOS DE AUDITORIAS ENERGETICAS.

Las Auditorías Energéticas se clasifican dentro de las tres siguientes categorías:

a) Auditoría de Inspección.

Es el tipo de auditoría menos costosa y consiste en una inspección de la industria para identificar en forma preliminar las OCE, a partir del mantenimiento y operación. Además ayuda a determinar la necesidad de un estudio más detallado.

b) Mini-Auditoría o Auditoría Energética Preliminar.

Se efectúa en pocos días, sólo con datos disponibles y sin instrumentos sofisticados. El auditor a través de su experiencia evalúa la información obtenida de preguntas y de su inspección visual que puedan dar un rápido diagnóstico de la situación energética de la planta, e identificar fuentes obvias de gasto innecesario de energía. Al final de la auditoría se entrega una serie de recomendaciones sobre acciones inmediatas de bajo costo.

c) Maxi-Auditoría o Auditoría Energética Detallada (AED).

Se realiza posteriormente a la Mini-Auditoría. Consiste en un estudio completo del uso de la energía, con equipo sofisticado, preguntas a personal seleccionado y análisis computacionales de la información.

El tipo de preguntas y el equipo a utilizar dependerá del tipo de planta que se investiga, del objetivo, alcance y del grado de profundidad del Programa de Gerencia de Energía. La Auditoría Energética Detallada (AED), puede llevarse a cabo en pocas semanas y hasta en años en plantas muy sofisticadas.

Una vez realizadas las investigaciones, el auditor analiza los datos utilizando la computación. Y con los resultados se calculan los balances de energía y consumos específicos, primero para las máquinas y luego para la planta total. De tales balances se puede determinar cuan

eficientemente opera cada equipo.

El análisis de la información permite determinar las oportunidades de ahorro de energía y es cuando se inicia el estudio económico de las inversiones necesarias para lograr reducir el consumo energético en cada oportunidad encontrada en la planta.

En algunos casos el auditor puede recomendar una investigación específica en sectores donde es necesaria mayor información, para evaluar los beneficios y costos de la implementación de nuevas medidas de ahorro.

Al final de la Auditoría se presenta un informe detallado con las recomendaciones del auditor, estudios de costos de implementar las OCE, beneficios y características de las Oportunidades a ser aplicadas.

Hasta este punto se ha explicado de manera general el significado del término Auditoría Energética en el estudio del consumo de energía en todas sus formas dentro de una industria.

Para fines de estudio en esta tesis, de ahora en adelante, se hará referencia a la Auditoría Energética Completa en el área eléctrica y de los sistemas que funcionan con la misma.

2.3.2 PASOS DE LA AUDITORIA ENERGETICA COMPLETA DEL SISTEMA ELECTRICO.

La Auditoría Completa del sistema Eléctrico debe ser llevada a cabo por personal capacitado, que tenga conocimientos de los sistemas eléctricos y cierta experiencia en este tipo de trabajos. Este es un trabajo en equipo que involucra a los auditores y al personal de mantenimiento de la planta, quienes son los que conocen la estructura y funcionamiento de la fábrica.

Los pasos para realizar una Auditoría Energética en el Sistema Eléctrico son los siguientes:

- Análisis de la facturación.

- Auditoría de campo.
- Identificación y estudio de las Oportunidades de Conservación de Energía Eléctrica.

2.3.2.1 ANALISIS DE LA FACTURACION.

Es el estudio de las planillas que la fábrica paga a la Empresa Eléctrica que le suministra de energía, en el caso de la ciudad de Quito es la Empresa Eléctrica Quito (EEQ. SA.).

El objetivo es verificar la correcta aplicación del pliego tarifario, enseñar al personal encargado del mantenimiento eléctrico de la planta a leer y las planillas y a facturar en caso de que no sepan manejarlas, comparar la información obtenida en las facturas con la proveniente del equipo de medición de energía y analizar la evolución de los consumos eléctricos de la industria para obtener una referencia histórica que sirva como base de comparaciones entre los consumos a través del tiempo.

2.3.2.2 AUDITORIA DE CAMPO.

Es la etapa de mayor trabajo en planta y consta de varios pasos que deben ser efectuados con detalle para obtener la mayor cantidad de información a fin de que la Auditoría refleje con la mayor realidad posible los consumos de energía eléctrica de cada equipo y posteriormente de toda la planta.

Los pasos de la Auditoría de campo son:

a) Levantamiento de la información de carga.

Es el levantamiento de todos los equipos que funcionan con energía eléctrica, como son fuerza, iluminación, equipos de oficina y talleres.

Toda la información se recopila en tablas diseñadas para este propósito en las que deben constar ubicación del equipo y datos de placa importantes tales como voltaje, corriente, potencia entre otros.

b) Mediciones en los sistemas de fuerza e iluminación.

Las mediciones sirven para evaluar las condiciones de funcionamiento eléctrico de los equipos.

El equipo básico para efectuar las mediciones en la Auditoría del Sistema Eléctrico es el siguiente: Vatímetro, Voltímetro, Amperímetro, Medidor de factor de potencia y Medidor de niveles de iluminación. El equipo de medición debe ser utilizado por personal calificado y entrenado para realizar en forma correcta y segura las conexiones y lecturas. Todas las medidas son de gran utilidad en el estudio de motores, de transformadores, sistemas de iluminación ya que, por ejemplo, la medición en cámara de transformación posibilita determinar si existe sobrecarga en los transformadores, presencia de componentes armónicas, proporciona los datos de demanda, consumos de energía eléctrica y curva de carga, entre otros. Las mediciones en motores indican entre otros datos mal dimensionamiento de los mismos y las mediciones de los niveles de iluminación permiten determinar si la iluminación es la adecuada para el trabajo del personal en la elaboración del producto.

c) Balance de energía y eficiencia energética

Una de las metas de la Auditoría Energética es la realización del balance de energía, para determinar dónde y cómo se utiliza realmente la energía eléctrica y los puntos donde ocurren gastos innecesarios que pueden ser evitados.

El balance de energía puede hacerse en forma de tablas o gráficos como el Diagrama de Sankey, que indica en forma de flujos los puntos de consumo de energía y los flujos hacia pérdidas.

El balance de energía se realiza luego de los levantamientos y mediciones ya que se usa la información proveniente de estas dos etapas para construirlo.

El consumo específico es la relación entre la cantidad de energía eléctrica consumida para la elaboración de un producto y la cantidad del mismo en kilos, toneladas o metros, etc.

La meta primordial de la Auditoría Energética es la disminución del consumo específico, es decir disminuir el consumo de energía eléctrica sin afectar la producción, lo que resulta en beneficios económicos para la empresa auditada.

En los capítulos siguientes se explicarán con mayor detalle los pasos y análisis de resultados de la realización de la Auditoría Completa en el sistema eléctrico de una industria, y paralelamente se utilizará como ejemplo los estudios efectuados durante la Auditoría Energética a la Industria Textil Pintex.

2.3.2.3 IDENTIFICACION Y ESTUDIO DE LAS OPORTUNIDADES DE CONSERVACION DE ENERGIA.

Una vez realizados los pasos anteriores. Se analiza toda la información recolectada con el fin de identificar las Oportunidades de Conservación de Energía, las mismas que pueden ser de dos tipos.

De operación y mantenimiento: Es decir rápidamente aplicables sin ninguna inversión y que consisten en adoptar medidas simples como el apagado de luces innecesarias, arranque programado y secuencial de motores, mantenimiento preventivo y correctivo de motores e instalaciones eléctricas. Los estudios similares a este han demostrado que puede reducirse el costo energético en un 10% con la adopción de este tipo de medidas. (25)

Medidas intensivas: Son medidas que requieren inversión de capital y tienen tiempos de recuperación del mismo de varios meses e inclusive años. Las medidas intensivas proponen la

implementación de nuevas tecnologías, o equipos avanzados que consumen menos cantidad de energía eléctrica y que, debido a su alta eficiencia incurrir en menores pérdidas que los equipos convencionales; como ejemplo, los estudios de Conservación de Energía llevados a cabo por CEMIG en la Compañía de Cemento de Portland Itaú determinaron la compra de nuevos motores por sobredimensionamiento de los existentes, en el caso de tres motores reemplazados se obtuvo una economía mensual de 7,650 (kWh). (6)

CAPITULO III

DESCRIPCION DE UNA INDUSTRIA TEXTIL TIPICA CON HILATURA, TELARES Y ACABADO.

3.1 BREVE DESCRIPCION DE LA INDUSTRIA TEXTIL ECUATORIANA.

Internacionalmente existe el Clasificador Industrial Internacional Uniforme(CIIU), el cual sirve para clasificar a las industrias manufactureras; al sector de textiles, prendas de vestir e industria del cuero le corresponde el número 32.

La industria textil en el Ecuador se ha desarrollado en forma creciente en las diversas provincias del país en grandes y pequeñas industrias asociadas a diferentes instituciones como la Cámara de Industriales de Pichincha, la Cámara de Industriales del Guayas o la Cámara de Pequeños Industriales de Pichincha (CAPEIPI), entre otras.

Datos obtenidos en las entidades antes mencionadas indican que existen alrededor de 168 industriales textiles asociados a la Cámara de Industriales de Pichincha y aproximadamente 244 pequeños industriales asociados a la CAPEIPI.

De la Encuesta Anual de Manufactura y Minería de 1994, se pueden obtener los siguientes datos nacionales.

Cuadro No. 3.1 Datos estadísticos del sector textil ecuatoriano(22)

Dato	Cantidad
Número de establecimientos	311
Personal ocupado	18,969
Producción Bruta Total	784,468,058 (miles de sucres)
Gastos de operación	150,617,581 (miles de sucres)
Energía Eléctrica Comprada	35,290,925 (miles de sucres)

La industria textil ecuatoriana produce de manera muy general telas, alfombras, hilos, medias, tejidos, confecciones, cobijas, tejidos de lana entre otros.

Cada industria utiliza diferentes materias primas y procesos para la elaboración de sus productos. En términos generales se puede decir que las industrias que producen telas poseen tres procesos principales: Hilatura, Tejeduría y Acabados.

Los dos tipos de energía utilizados principalmente en los procesos de producción de una industria textil son la energía eléctrica y la energía térmica.

La energía eléctrica se utiliza en el accionamiento de motores de las máquinas textiles, en los sistemas de iluminación, sistemas de refrigeración y compresores.

La energía térmica es utilizada principalmente en el sector de acabados, donde interviene en los secados, fijados y tratamientos especiales de las telas.

3.2 INDUSTRIA TEXTIL PINTEX.

Debido a la gran variedad de industrias y productos, es necesario en este punto realizar la descripción específica de la planta de estudio para la familiarización del auditor con la misma.

La Industria Textil Pintex produce telas a partir de fibras de algodón y polyester, en tres procesos de producción: hilatura, tejeduría y acabado.

Pintex está dividida en dos plantas, denominadas Pintex A, se ubica en el Pasaje Manuel Larrea y Av. De la Prensa allí se realizan los tres procesos mencionados. La segunda planta, Pintex B se localiza en Cotocollao en las calles Pedro Freire y Rigoberto Heredia, donde se tienen los procesos de hilatura y tejeduría.

En las dos plantas las labores se inician el Lunes a las 06:00 h y terminan el Domingo a las 06:00, en tres turnos de ocho horas cada uno.

Pintex A posee dos cámaras de transformación, de 630 kVA cada una, que distribuyen la energía eléctrica en la planta y dos torres de transformación, una de 100kVA que alimenta a dos bombas y otra de 110 kVA que sirve a un pozo de agua. Pintex B tiene una cámara de transformación de 630 kVA.

Las dos plantas son alimentadas por la red trifásica de la EEQ. SA. a través de la Subestación No. 17.

3.3 ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION.

PINTEX “A”

Fundamentalmente se tienen tres procesos: Hilatura, Tejeduría y Acabado.

HILATURA

Es el sector que produce el hilo que se utiliza en la fabricación de la tela a partir de las fibras de algodón y polyester. El trabajo se inicia con la limpieza el Lunes a las 06:00 h y las máquinas se encienden cerca de las 10:00 h. Se trabaja alrededor de 20 días por mes.

Para este propósito se realizan los siguientes procesos con sus respectivas maquinarias:

1) APERTURA

Este es el primer proceso de limpieza de la materia prima. Después de abrir las pacas de algodón y polyester, se realiza una limpieza manual. Posteriormente las “abridoras” limpian el material antes de ser transformado en “flocones” que continuarán con la siguiente fase de la fabricación del tejido.

Se utiliza una abridora diferente para cada material y existe una máquina llamada “robot” que rasca algodón de las pacas para transportarlo a la “abridora”. Los “flocones” de materia prima son transportados a la siguiente fase a través de ductos de aire, gracias a un sistema de “filtros de aire” que se encuentran debajo de la sala de apertura. Los residuos se recogen y son transportados manualmente a la bodega donde después de un proceso similar se recirculan en la siguiente fase.

Las “abridoras”, el “robot” y los “filtros de aire” funcionan con electricidad. La carga de materia prima en las dos primeras máquinas es manual y su frecuencia depende de la producción de la fábrica. El polyester es bastante limpio y muy rara vez se detiene la “abridora”, en cambio el algodón tiene calidad variable.

1.1 abridora de polyester

1.2 abridora de algodón

1.3 robot

1.4 filtros de aire

abridoras:

Funcionamiento: Electricidad

Régimen: Lunes 10h00 - sábado 06h00. 1 sábado por mes hasta 14h00.

Pausas: Máximo 3 veces por turno por impurezas en el material.

Tiempo: 3 minutos

Carga: manualmente para el polyester y el robot se usa para el algodón.

robot:

Funcionamiento: Electricidad.

Régimen: Lunes 14h00 - sábado 06h00. 1 sábado por mes hasta 14h00.

Carga: Cada semana.

Tiempo: 15 minutos.

2) CARDADO.

Este proceso limpia los “flocones” y los estira para obtener uniformidad en las fibras del material. El producto que sale de las cardadoras se lo conoce como “mecha cardada”, y es depositado en tarros que se transportan manualmente a la siguiente fase.

Después del cardado, las mechas de polyester pasan al “estiraje”, mientras que las mechas de algodón entran al “peinado” antes de pasar al “estiraje”.

2.1 cardadora de algodón (1)

2.2 cardadora de algodón (2)

2.3 cardadora de polyester (3)

2.4 cardadora de polyester (4)

2.5 cardadora de polyester (5)

Funcionamiento: Electricidad.

Régimen: Lunes 10h00 - sábado 06h00. 1 sábado por mes hasta 14h00.

Pausas: máximo 3 paradas por turno, debido a la calidad del material.

Tiempo: 3 minutos.

Carga: automática por los filtros de aire.

3) PEINADO.

(solo algodón): Consiste en estirar y torcer las mechas de algodón, duplicando su largo, con el propósito de volverlo más homogéneo. Se obtiene la “tela de algodón” o “napa” y después se realiza el “peinado” propiamente dicho para obtener la “cinta”, que pasará al “estiraje”.

“reunidora de cintas, reunidora de napas y peinadoras”

3.1 reunidora de cintas

3.2 reunidora de napas

3.3 peinadora (1)

3.2 peinadora (2)

3.3 peinadora (3)

3.4 peinadora (4)

3.5 peinadora (5) electrónica

Régimen: Lunes 10h00 - sábado a las 06h00.

Funcionamiento: Electricidad.

Paradas: Automáticas.

reunidora de cintas

Carga: 2 veces por turno

Tiempo: 10 minutos.

Pausas: cuando se rompe una mecha, situación que es poco frecuente.

Tiempo: 2 minutos máximo.

reunidora de napas

Carga: cada 25 minutos

Tiempo: 2 minutos.

Pausas: rara vez si se rompe la napa.

Tiempo: 2 minutos máximo.

peinadoras

Carga: 3 veces por turno

Tiempo: 3 minutos.

Pausas: varias veces por problemas mecánicos, rara vez por el material.

Tiempo: 1 minuto generalmente.

4) ESTIRADO.

En los "*estirajes*" se mezclan las fibras depuradas de algodón y polyester en 50% y 50%, duplicación y estiraje de las "cintas" de material, para hacerlo más uniforme. Debido a la calidad requerida, el proceso tiene un flujo alterado, que consiste en etapas o pasos que retiran las impurezas y eliminan las fibras más cortas. De ésta manera, el estirado se realiza en tres pasos, en cada uno se mejora la calidad de las cintas para que continúen con el proceso siguiente.

4.1) Estiraje 1

4.2) Estiraje 2

4.3) Estiraje 3

4.4) Estiraje 4

4.5) Estiraje 5

Régimen: Lunes 10h00 - sábado 06h00.

Funcionamiento: Electricidad.

Paradas: Automáticas.

paso #1

Carga: 6 veces por hora (8 tarros por lado).

Tiempo: 5 minutos.

Pausas: Hasta 8 veces por turno cuando el material es defectuoso.

Tiempo: 3 minutos.

paso #2

Carga: cada hora.

Tiempo: 5 minutos.

Pausas: Hasta 6 veces por turno por defectos en el material.

Tiempo: máximo 10 minutos.

paso #3

Carga: 3 veces por turno.

Tiempo: 5 minutos.

Pausas: Hasta 3 veces por turno por la calidad del material.

Tiempo: máximo 10 minutos.

5) PABILADO.

Vuelve a estirar y torcer las fibras que vienen de los estirajes, que por cierto son mucho más delgadas y limpias, se obtiene el “pabilo de hilo”. Las “pabileras”, funcionan con electricidad y cada una lleva 86 tarros con el “pabilo de hilo”.

5.1 pabilera (1)

5.2 pabilera (2)

5.3 pabilera (3)

5.4 pabilera (4)

Funcionamiento: Electricidad.

Régimen: Lunes 10h00 - sábado a las 06h00.

Carga: cada día, llevan 86 tarros cada una.

Tiempo: ½ hora.

Pausas: hasta 30 veces en un día por el material defectuoso.

Tiempo: máximo 3 minutos.

Paradas: cada 15 minutos

Tiempo: 5 minutos.

6) HILADO.

El proceso es similar al anterior, pero el resultado final, las “canillas” son de mejor calidad y se producen de acuerdo a las características de la tela que será fabricada. Las “hilas” funcionan con electricidad y cada una lleva 300 “canillas”, por lo que toma algunas horas cargar cada máquina. Cuando se rompe el hilo, la máquina automáticamente vuelve a unir las puntas sin parar la producción, además tiene su propio sistema de aspiración de pelusa, que automáticamente recorre por toda la “hila”. Aquí termina el proceso de estiramiento y torcedura.

6.1 hila (1)

6.26 hila (26)

Funcionamiento: Electricidad.

Régimen: Lunes 10h00 - sábado 06h00.

Carga: cada 4 días, llevan 300 pabilos cada una.

Tiempo: un turno

Paradas: automáticas así como el remiendo del hilo cuando se rompe.

7) ENCONADO ó BOBINADO.

Consiste en cambiar el hilo a otros embalajes (conos) de tamaño y peso distinto, de acuerdo al uso final del hilo (mechaje necesario). Los residuos que se obtienen ya no se recirculan y se tratan como desperdicios.

“bobinadoras automáticas o autoconers”

7.1 bobinadora (1)

7.2 bobinadora (2)

7.3 bobinadora (3)

7.4 bobinadora (4)

Funcionamiento: Electricidad.

Régimen: Lunes 10h00 - sábado 06h00.

Pausas: 1 vez por turno

Tiempo: 3 minutos para limpieza.

Carga : automática.

Paradas: automáticas.

TEJEDURÍA

Posee 1 central y 2 subcentrales de climatización. La limpieza se realiza todo el tiempo, porque no genera mucho desperdicio, de manera que no tiene un horario específico

8) TEJEDURIA.

En esta sección se fabrica la tela a partir del hilo que viene de hilatura. El tejido consiste en hacer pasar la “trama” por el “urdido”, trabajo que realizan los “telares”. Se tienen 24 días de operación al mes.

8.1 telar (1)

8.74 telar (74)

Funcionamiento: Electricidad.

Régimen: Lunes 06h00 - domingo 06h00.

Carga: una vez al mes por telar.

Tiempo: 4 horas.

Pausas: Se detiene por cada rotura y hay un promedio de 50 al día.

Tiempo: De acuerdo a la habilidad del operador, máximo 5 minutos.

9) REVISADO.

Es el sector dónde se revisa que la tela no tenga fallas, en la “revisadora”.

9.1 revisadora

Funcionamiento: electricidad.

Régimen: Lunes-jueves 07h30-16h30. Viernes 07h30-14h20. Sábado 06h00-13h40

Paradas: 25 veces por turno. Revisa 1 rollo en 15 minutos.

Tiempo: 3 minutos.

ACABADO

Antes de empezar el ACABADO, se une la tela por medio de una máquina de coser. La sección no requiere de climatización, pero la mayoría de las máquinas funcionan con vapor o gas. Existen 5 calderos y un reservorio de gas, localizados afuera de la sección. La limpieza se realiza los lunes durante el primer turno, dura aproximadamente de 2 a 3 horas. La sección opera 20 días por mes.

10) GASEADO/DESENCOLADO.

La “gaseadora lavadora”, elimina mediante incineración las protuberancias en la superficie del material y además remueve la “goma” de los urdidos de la tela. La máquina funciona con electricidad y gas para generar la llama que incinera la superficie de la tela y que calienta el agua.

10.1 gaseadora-lavadora

Funcionamiento: electricidad y gas.

Régimen: Lunes y miércoles 08h00-17h00. Martes, jueves y viernes 07h30-15h30

Paradas: 10 veces en el día.

Tiempo: 15 minutos.

11) BLANQUEO.

El tejido es impregnado de soluciones alcalinas para tener mejor capacidad de absorber el agua y los colorantes. Posteriormente el producto se queda en una cámara de vapor 1 hora después del blanqueado, para cumplir el objetivo del proceso.

11.1 blanqueadora

11.2 cámara de vapor. (1)

11.3 cámara de vapor. (2)

blanqueadora:

Funcionamiento: electricidad y vapor.

Régimen: Lunes-viernes 08h00-22h00.

Paradas: 8 veces en el día.

Tiempo: 10 minutos.

La tela se queda en la cámara de vapor 1 hora después del blanqueado.

12) LAVADO.

La "lavadora" lava la tela removiendo los residuos de las sustancias utilizadas en el blanqueo.

12.1 lavadora

Funcionamiento: Electricidad, agua y vapor.

Régimen: Lunes 12h00 - sábado 06h00

Paradas: 4 veces por turno, excepto el primer turno del lunes que para 1 vez.

Tiempo: 10 minutos.

13) SECADO-TERMOFIJADO.

Se remueve la humedad del tejido, se produce la fijación y estabilidad dimensional de la tela. Este proceso se realiza en una máquina larga llamada “Rama 2” ó “Rama Monforts”. Esta máquina tiene alrededor de 30 motores que mueven rodillos que transportan la tela y la estiran. Además tiene un caldero a diesel que calienta agua y calienta la tela.

En esta parte de la fabricación la tela está lista para ser coloreada y estampada. Por lo tanto, la tela blanca que no requiere estampado pasa a la fase de APRESTADO. La tela blanca que va a ser estampada pasa al ESTAMPADO y después del FIJADO llega al APRESTADO. Mientras que la tela de color pasa al proceso de TINTURA.

13.1 Rama 2

Funcionamiento: electricidad, agua y vapor. Posee su propio caldero a diesel.

Régimen: Lunes 06h00 - sábado 06h00.

Paradas: 3 veces por turno.

Tiempo: 20 minutos.

14) TINTURA.

La tela es impregnada con pigmentos para darle el color deseado. Se usan dos máquinas, una para colores tenues “pullar” que es eléctrica y utiliza agua; y otra para colores fuertes “jet”, que funciona con electricidad y utiliza agua y vapor.

La tela que ha sido tinturada tiene que regresar al LAVADO y después al SECADO-TERMOFIJADO procesos en los que se retira el exceso de pigmentación.

14.1 pullar

14.2 jet

Pullar (colores suaves)

Funcionamiento: electricidad y agua.

Régimen. Lunes-viernes 08h00-18h00

Paradas: 4 veces.

Tiempo: 10 min.

Jet (colores fuertes)

Funcionamiento: electricidad; agua y vapor.

Régimen Lunes-viernes 06h30-14h00

Paradas: 7 veces (6 de agua y carga)

Tiempo. 5 minutos.

La tela regresa a los pasos 12 y 13. Después, la tela con color sin estampado pasa al APRESTADO, y la que va a ser dibujada continúa con el ESTAMPADO.

15) ESTAMPADO.

Los diferentes diseños son estampados sobre el tejido. En éste proceso, intervienen varias máquinas eléctricas: la “estampadora” que utiliza vapor, la “lavadora de cilindros” que usa agua, “el batidor” que mezcla los colorantes, y la “cernidera de colorantes” que separa los pigmentos.

Existe un proceso alternativo al estampado que se llama FOTOGRAFADO, en el cual los rodillos de la “estampadora” son grabados con los diseños deseados, ésta máquina es electrónica.

15.1 estampadora

15.2 estampadora

15.3 lavadora de cilindros

15.4 cernidera de colorantes

15.5 batidor

estampadora

Funcionamiento: Electricidad y vapor.

Régimen: Lunes-viernes 07h30-20h00

Paradas: 2 veces por turno.

Tiempo: 20 minutos

Las otras máquinas se utilizan para la preparación de los colores y trabajan de acuerdo a las necesidades de la estampadora. Funcionan con electricidad y agua.

16) FIJADO.

Se mejora la calidad a través de la fijación del color, secado y estabilización dimensional a lo largo del tejido. La máquina responsable de éste proceso es la “Rama 3” ó “Rama Krantz”, que funciona con electricidad y gas

16.1 Rama 3

Funcionamiento: Electricidad y gas

Régimen: Lunes 12h00 - sábado 06h00

Paradas: Depende del proceso. 4 ½ horas dura el fijado, ½ hora el secado.

Tiempo: 25 minutos.

17) APRESTADO.

A través de la aplicación de calor y estancamiento, se promueve la estabilización y corrección de las dimensiones del tejido. El proceso se realiza en la “Rama 1” que es eléctrica y usa vapor.

17.1 Rama 1

Funcionamiento: electricidad y vapor.

Régimen. Lunes 10h30 - sábado 06h00 o hasta sábado 15h00 o domingo 06h00

Paradas. Depende del proceso que se realice.

Tiempo: 25 minutos

Las “ramas” trabajan esporádicamente el sábado de 06h00-12h00

18) POLIMERIZADO.

Mejora la apariencia de la tela, la cual es planchada y suavizada. La “calandra” funciona con electricidad y utiliza agua para remover las impurezas de la tela.

18.1 Vaporizador

Funcionamiento: Electricidad y vapor, tiene su caldero propio.

Régimen: Lunes 14h00 - sábado 06h00 o sábado 14h00

Paradas: 4 veces por turno

Tiempo: 10 minutos

19) CALANDRADO.

19.1 Calandra

Funcionamiento: Electricidad y agua.

Régimen: Lunes 11h30 - sábado 13h00

Paradas: 3 veces por turno, y una vez al día para limpieza de la máquina.

Tiempo: 5 minutos y 10 minutos para limpiar impurezas.

20) DOBLADO.

La tela lista para la venta es doblada y empacada en una dobladora que tiene funcionamiento eléctrico y es manejada por un operador.

20.1 dobladora (1)

20.2 dobladora (2)

20.3 dobladora (3)

20.4 dobladora (4)

Funcionamiento: Electricidad.

Régimen: Lunes 06h00 - sábado 14h00

Paradas: 14 veces por turno

Tiempo: 5 minutos

En el primer y segundo turno solo funcionan 3 máquinas, mientras que en el tercer turno trabajan las 4 máquinas. La colocación de la tela en las fundas es manual.

21) BODEGA.

“abridora y empacadora”

Los residuos de APERTURA y CARDADO, son reprocesados en la abridora y regresan a la siguiente fase del proceso. Los desechos son empacados para ser vendidos.

El lugar donde se guarda la materia prima, y se almacena la producción, esta protegido por un sistema contra incendios.

PINTEX "B"

Posee únicamente las secciones de HILATURA y TEJEDURÍA. También funciona de lunes a domingo en turnos de ocho horas que empiezan a las 06h00 del lunes y terminan a las 06h00 del domingo. El refrigerio dura 15 minutos y es a la misma hora para todos (en la mitad de cada turno).

Los procesos son similares a los explicados anteriormente, a los que se suman los siguientes:

1) **URDIDO**.- "*urdidoras*"

Las "urdidoras" producen los rollos de "urdido", que son el conjunto de hilos enrollados paralelamente en un carrete grande, que será colocado en los telares. Funcionan eléctricamente y su producción depende del largo de tela que se quiera producir, se pueden romper varios hilos y el remiendo es manual.

1.1 urdidora

2.2 urdidora

Funcionamiento: Eléctricas

Régimen: Lunes-sábado 06h00-18h00

Carga: 3 veces por día

Tiempo: 1 ½ horas

Pausas: Según la calidad del material.

Tiempo: Máximo 5 minutos

2) ENCOLADO.

Debido a que los hilos de urdido son sometidos a fuerte tensión, antes de pasar a los telares, los rollos de urdido pasan por la “engomadora”, que impregna a los hilos con sustancias (goma) capaces de aumentar su resistencia. El proceso requiere de una “olla para cocinar la goma” y de un reservorio para la misma. La cocción de la goma se realiza mediante calor obtenido de vapor de agua calentada en calderos.

“engomadora, olla de cocina para la goma y reservorio”

2.1 engomadora

2.2 olla de cocina

2.3 reservorio.

Funcionamiento: Electricidad y vapor

Régimen: Lunes 08h00 (después que se caliente el vapor) a viernes 06h00

Carga: Depende del metraje.

4000m 3 horas, 3000m 2 ¼ horas, 2000m 1 ½ horas, Tiempo: 5 minutos.

CAPITULO IV

ANALISIS DE LA FACTURACION

El estudio de la facturación permite verificar la correcta aplicación del Pliego Tarifario vigente para la época de análisis y establecer una base histórica para analizar los consumos de la empresa con esta base se puede construir la curva de carga de la industria, la misma que sirve de ayuda para planificar un posible manejo de la demanda. Además se pueden observar variaciones en el tiempo de otros parámetros como por ejemplo el factor de potencia y evolución de los pagos efectuados.

4.1 DEFINICIONES PREVIAS

- **Demanda.**

“La demanda de una instalación o sistema es la carga recibida en los terminales promediada a un intervalo de tiempo especificado.” (29)

La carga es la potencia y puede ser de varios tipos, tales como potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente o corriente. Se expresa en kilovatios, kilovares, kilovoltamperios o amperios.

La demanda es un promedio de carga impuesta por el sistema en un intervalo de tiempo. El período sobre el cual la carga es promediada es el intervalo de demanda, generalmente de 15' o 30'.

- **Demanda máxima.**

“La demanda máxima de una instalación o sistema es la mayor de todas las demandas las cuales han ocurrido durante un intervalo especificado de tiempo.” (29)

- **Factor de demanda.**

“El factor de demanda es la relación entre la demanda máxima de un sistema para la carga total conectada del sistema.” (29)

El factor de demanda indica el grado al cual la carga total conectada funciona simultáneamente.

- **Factor de carga.**

“El factor de carga es la relación entre la carga promedio en un periodo de tiempo predeterminado y el pico de carga ocurrido en ese período. El pico de carga puede ser el máximo instantáneo o el máximo promedio de carga sobre el intervalo de tiempo (demanda máxima)“. (29)

El factor de carga indica el grado al cual el pico de carga es sostenido durante el período. O es una medida de la intensidad de uso de la capacidad de la instalación.

- **Tarifación o facturación**

“Con esta denominación genérica se conoce al sistema que mantiene una empresa eléctrica para establecer los valores a facturar a sus abonados por los servicios prestados alrededor del suministro de energía. Se conoce como Pliego Tarifario al conjunto de normas que regulan la tarificación” (18)

4.2 ESTUDIO DE LA FACTURACION

Las empresas eléctricas miden el consumo de energía en la industria a través de los medidores de energía activa y de energía reactiva; los cuales integran la potencia activa y reactiva respectivamente en el intervalo de demanda. El medidor de activa tiene un disco de inducción, donde un número dado de revoluciones corresponden a un kWh, esto determina la “constante del contador”.

La medición puede hacerse en alta o en baja tensión, en el lado de alta la empresa eléctrica coloca transformadores de corriente y de potencial para obtener los voltajes y corrientes adecuados para sus instrumentos de medición, cuyas relaciones de transformación son necesarias para obtener el “factor de medición”. Tanto la constante del contador, como el factor de medición son utilizados en la determinación del consumo

La facturación debe aplicarse para cada cámara de transformación existente en la planta con sus respectivos medidores. Para el estudio de la facturación es necesario recopilar las planillas emitidas por la empresa eléctrica de la región, de por lo menos los últimos 12 meses previos al análisis. Por otro lado, se debe obtener el Pliego Tarifario vigente, emitido por la respectiva empresa eléctrica y regulado por el INECEL (Instituto Ecuatoriano de Electrificación); este pliego debe ser analizado por los encargados del mantenimiento del sistema eléctrico para que conozcan el método de facturación y verifiquen con ello la correcta aplicación del mismo a los consumos eléctricos de la fábrica. Otro de los objetivos es que el departamento de

mantenimiento establezca la base histórica para analizar como se ha desarrollado el consumo eléctrico a través del tiempo, como ha influido el mismo en los gastos de la empresa y planificar una estrategia para disminuir el consumo específico.

Para entender mejor los consumos y sus respectivos pagos se debe organizar la información de cada cámara en tablas, utilizando hojas electrónicas, en las mismas que se ubican los datos de demanda y consumo obtenidos de las planillas. Mediante el uso de la computación y la correcta aplicación del pliego es fácil establecer una base de datos de los pagos efectuados a la empresa eléctrica.

Para efectuar el estudio en la industria de ejemplo fue necesario recurrir a dos Pliegos Tarifarios pues los mismos sufrieron alteraciones durante el período de análisis. A continuación se transcriben los mismos.

4.3 ESTRUCTURA DEL PLIEGO TARIFARIO PARA EL SECTOR INDUSTRIAL, VIGENTE HASTA FEBRERO-97.

C-2 Tarifa industrial con demanda (I-D).

Aplicación: Esta tarifa se aplicará a los abonados del servicio industrial cuya carga instalada sea mayor a 10 kW.

El cargo por demanda aplicado a estos abonados, deberá ser ajustado, según se detalla más adelante en la medida que se cuente con los equipos de medición necesarios para establecer la demanda máxima de la industria durante las horas pico de la empresa (18H00 a 21H00) y la demanda máxima de la industria. En caso de no disponer de este equipamiento deberá ser facturado sin el factor de corrección de la demanda.

En caso de no disponer de los equipos de medición y registro de la demanda horaria.

CARGOS:

S/. 5000	<i>Por cada kW de demanda facturable como mínimo de pago, sin derecho a consumo. La demanda facturable es la máxima demanda registrada en el respectivo medidor en los últimos 12 meses, incluido el de facturación.</i>
S/. 165	<i>Por cada kWh de consumo durante el mes, correspondiente a los primeros 200 kWh/KW de demanda máxima facturable registrada en el mes.</i>
S/. 150	<i>Por cada kWh de consumo durante el mes, correspondientes a los siguientes 200 kWh/KW de demanda máxima facturable registrada en el mes.</i>
S/. 140	<i>Por cada kWh de consumo adicional en el mes.</i>
7%	<i>Del valor de la planilla por concepto de alumbrado público.</i>
10%	<i>Del valor de la planilla por consumo, por tasa de recolección de basura.</i>
10%	<i>Del valor facturado para el Fondo de Electrificación Rural y Urbano-Marginal (FERUM).</i>
S/. 3000 / 5700	<i>Contribución para el Cuerpo de Bomberos.</i>
S/. 14/16/20/24	<i>Por kWh de consumo en el mes, como aportación adicional para Electro-Quito S.A., valor que no estará sujeto a ningún recargo.</i>

En caso de disponer de los equipos de medición y registro de la demanda horaria.

CARGOS:

S/. 6000 mensuales por cada kW de demanda facturable mensual como mínimo de pago, sin derecho a consumo, multiplicado por un factor de corrección (FC) que se obtiene de la relación:

$$Fc = DP / DM$$

donde

DP.- Demanda máxima registrada en la industria en las horas pico de la empresa.

DM.- Demanda máxima de la industria durante el mes.

En ningún caso, este factor de corrección deberá ser menor que 0.6.

La demanda máxima a facturarse no podrá ser menor al 70 % de la demanda facturable de la industria.

Demanda facturable.- Es la máxima demanda registrada en el respectivo medidor de demanda en los últimos 12 meses, incluido el de facturación.

S/. 165 Por cada kWh de consumo durante el mes, correspondiente a los primeros 200 kWh/KW de demanda máxima facturable registrada en el mes.

S/. 150 Por cada kWh de consumo durante el mes, correspondientes a los siguientes 200 kWh/KW de demanda máxima facturable registrada en el mes.

<i>S/. 140</i>	<i>Por cada kWh de consumo adicional en el mes.</i>
<i>7%</i>	<i>Del valor de la planilla por concepto de alumbrado público.</i>
<i>10%</i>	<i>Del valor de la planilla por consumo, por tasa de recolección de basura.</i>
<i>10%</i>	<i>Del valor facturado para el Fondo de Electrificación Rural y Urbano-Marginal (FERUM).</i>
<i>S/. 5700</i>	<i>Contribución para el Cuerpo de Bomberos.</i>
<i>S/. 24</i>	<i>Por kWh de consumo en el mes, como aportación adicional para Electro-Quito S.A., valor que no estará sujeto a ningún recargo.</i>

La cotización referencial del dólar al 30-10-96 era de S/. 3,300.

4.4 ESTRUCTURA DEL PLIEGO TARIFARIO PARA EL SECTOR INDUSTRIAL, VIGENTE DESDE MARZO-97.

El Pliego Tarifario vigente a partir del mes de marzo de 1997 para clientes ID1 e ID2, se describe a continuación.

C . SERVICIO INDUSTRIAL:

APLICACION: *Esta tarifa se aplicará a los abonados al servicio industrial, que se definen como tales en el artículo 23, literal c) del Reglamento de Tarifas.*

C . 2 TARIFA INDUSTRIAL CON DEMANDA (I-D)

APLICACION: *Esta tarifa se aplicará a los abonados del servicio industrial, cuya carga instalada sea mayor a 10 kW.*

El cargo por demanda aplicado a estos abonados deberá ser ajustado, según se detalla más adelante, en la medida que se cuente con los equipos de medición necesarios para establecer la demanda máxima de la industria durante las horas de pico de la empresa (18h00 - 21h00) y la demanda máxima de la industria. En el caso de no disponer de este equipamiento, deberá ser facturado sin el factor de corrección de la demanda.

a) *En caso de disponer de los equipos de medición y registro de la demanda horaria:*

CARGOS:

S/. 16,550 mensuales por cada kW de demanda facturable como mínimo de pago, sin derecho a consumo, multiplicado por un factor de corrección (FC), que se obtiene de la relación:

$FC = DP/DM$, donde:

DP = Demanda máxima registrada en la industria en las horas pico de la empresa (18h00 - 21h00).

DM = Demanda máxima de la industria durante el mes.

En ningún caso este factor de corrección deberá ser menor que 0.60.

La demanda máxima a facturarse no podrá ser menor al 70% de la demanda facturable de la industria definida en el literal K. 1.

S/. 220 por cada kWh de consumo durante el mes.

S/. 26 por kWh de consumo durante el mes, como aportación adicional para Electro-Quito, valor que no estará sujeto a ningún recargo.

8% del valor de la planilla por consumo, en concepto de alumbrado público.

S/. 5,700 contribución para el Cuerpo de Bomberos.

10% del valor de la planilla por consumo, por tasa de recolección de basura.

b) En caso de no disponer de equipos de medición y registro de la demanda horaria:

CARGOS:

S/. 14,895 mensuales por cada kW de demanda facturable como mínimo de pago, sin derecho a consumo. Esta demanda se la define en el literal K. 2.

S/. 220 por cada kWh de consumo durante el mes.

S/. 26	<i>por cada kWh de consumo durante el mes, como aportación adicional para Electro-Quito, valor que no estará sujeto a ningún recargo.</i>
8%	<i>del valor de la planilla por consumo en concepto de alumbrado público.</i>
S/. 5,700	<i>contribución para el Cuerpo de Bomberos.</i>
10%	<i>del valor de la planilla por consumo, por tasa de recolección de basura.</i>

La cotización referencial del dólar al 01-03-97 fue de S/. 3,800.

FONDO DE ELECTRIFICACIÓN RURAL Y URBANO MARGINAL (FERUM):

A las tarifas C, C-D, I-A e I-D, se cobra adicionalmente el 10% (diez por ciento) del valor facturado por consumo de energía eléctrica en cada mes, incluido el rubro de penalización por bajo factor de potencia, de existir, y sin tomar en cuenta otros valores adicionales, tales como impuestos o tasas de otros servicios. Su facturación y recaudación se la hará conjuntamente con las planillas de pago.

K. DEMANDA FACTURABLE

K.1 CON REGISTRADOR DE DEMANDA:

DEFINICION: *La demanda facturable es la máxima demanda registrada en el respectivo medidor de demanda en los últimos doce meses, incluido el de facturación.*

K.2 SIN REGISTRADOR DE DEMANDA

DEFINICION: *Para aquellos abonados que no disponen del registrador de demanda, esta se computará de la siguiente forma:*

- *El 90% de los primeros 10 KW de carga instalada*
- *El 80% de los siguientes 20 KW de carga instalada*
- *El 70% de los siguientes 50 KW de carga instalada*
- *El 50% del exceso de carga instalada*

L. FACTOR DE POTENCIA.

PENALIZACIÓN:

En el caso de que el factor de potencia medio mensual registrado por un abonado sea menor a 0.9, la facturación mensual será recargada en un factor igual a la relación por cociente entre 0.9 y el factor de potencia registrado.

La penalización por bajo factor de potencia es parte integrante de la planilla por venta de energía.

4.5 VARIACIONES EN EL PLIEGO TARIFARIO

A través del tiempo el Pliego Tarifario ha sufrido alteraciones en los rubros a ser pagados por el servicio eléctrico e impuestos, debido varias razones.

Durante el período de análisis se dio una elevación importante en las tarifas eléctricas en el mes de Marzo-97, debido a que, alrededor de tres años las tarifas permanecieron congeladas, hecho que provocó problemas económicos en las empresas eléctricas y en el INECEL (Instituto Ecuatoriano de Electrificación) ya que los precios cobrados al consumidor por kilovatio-hora no cubrían los costos de generación y mantenimiento. Por ello se realizó el alza de las tarifas para cubrir estos costos reales ya que los subsidios del estado han disminuido. A pesar de ello, el precio fijado en esa fecha no es suficiente para solucionar dicho problema y por presiones políticas y populares, los precios de las tarifas serán disminuidos.

En el estudio de los pliegos presentados previamente y de pliegos anteriores se ha observado que los valores que varían continuamente son los impuestos por alumbrado público y la contribución al cuerpo de bomberos. En general los impuestos y tarifas varían según disposiciones y aprobaciones del INECEL.

Un caso especial es el de Electro-Quito, entidad que sería creada para cubrir la demanda en casos de generación de emergencia. En 1992 se inició el cobro del aporte a Electro-Quito, de manera que los clientes se convierten en accionistas de la entidad, estos pagos tuvieron vigencia hasta Junio de 1997. El destino de los dineros aportados no ha sido aclarado plenamente y los clientes deben solucionar este problema con Electro-Quito.

4.6 ESTUDIO DE LA FACTURACION EN LA INDUSTRIA TEXTIL DE EJEMPLO.

Pintex "A" posee cuatro medidores que registran los datos para las dos cámaras de transformación y las dos torres, en Pintex "B" existe una sola cámara de transformación con su respectivo medidor. La información de los medidores y su numeración se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro No.4-1 Datos de los medidores de Pintex.

Planta	Sector	Medidor Activa No.	Medidor Reactiva No.
PINTEX "A"	Cámara Antigua	02004 t 05	00343 t 05
	Cámara Nueva	2080 t 05	00348 t 05
	Torre No.1	01124 t 05	00120 t 05
	Torre No. 2	01815 t 05	02304 t 05
PINTEX "B"	Cámara	00617t 05	00455 t 05

Para el estudio de la facturación se han recopilado las planillas emitidas por la EEQ. SA. correspondientes a los meses entre Febrero-95 y Junio-97, para los todos los medidores de las dos plantas, a excepción del medidor de la Cámara Nueva cuyo estudio va desde Abril-95 hasta Junio-97. Durante el período de estudio el Pliego Tarifario ha sufrido alteraciones y es por ello que se transcriben los dos pliegos utilizados para el análisis.

4.6.1 ANALISIS DE LA FACTURACION HISTORICA DE LAS EMISIONES ENTRE ENERO-95 Y MAYO-97 Y APLICACION DE LOS PLIEGOS TARIFARIOS CORRESPONDIENTES.

Los datos se han obtenido de la información proveniente de las planillas emitidas por la E.E.Q. S.A, la misma que fue organizada y analizada mediante la hoja electrónica de Microsoft ®

Excel97, en los cuadros No. 4-2 a y b para la Cámara Antigua, los cuadros No. 4-3 a y b para la Cámara de Pintex "B" y los cuadros No. 4-4 a y b para las Cámara Nueva. De la misma manera se han obtenido gráficos de la demanda, consumos, variación de factor de potencia, entre otros, los que facilitan el análisis de la facturación de la industria de ejemplo.

Pintex estaba catalogado como Industrial con Demanda sin equipos de medición horaria (ID1), durante el período entre Enero-95 hasta Febrero-97. Sin embargo se encuentran instalados los medidores electrónicos que pueden registrar la demanda en el horario de punta entre otro tipo de mediciones.

Desde Octubre-96 Pintex se ha catalogado como cliente tipo ID2 y se registra su demanda en el horario de punta y consumos con los medidores electrónicos, eliminando los medidores electromecánicos. De este modo su facturación se registrará al pliego vigente en ese momento para clientes con este tipo de equipos.

Como resultado de la organización de los datos de las planillas, se presentan cuadros con los promedios de consumos de energía, demanda, pagos parciales y totales, de las planillas emitidas para las cámaras de transformación, durante los siguientes períodos para las tres cámaras de Pintex.

- El primero entre Enero-95 y Septiembre-96 en los que las cámaras Antigua, Nueva y Pintex B se catalogan como ID1 y rige el Pliego Tarifario vigente hasta Febrero-97.
- El segundo período va desde Octubre-96 hasta Mayo-97 en que las cámaras mencionadas se catalogan como ID2 y se aplican el pliego vigente hasta Febrero-97 y el nuevo desde Marzo-97.

El precio promedio del kWh según información proporcionada por personal de la EEQ SA. se obtiene de la relación matemática entre el valor de los cargos por energía más demanda y el consumo de energía activa del cliente. De este cálculo resultan los datos del Cuadro No. 4-5.

Cuadro No. 4 - 2 a : APLICACIÓN DEL PLIEGO TARIFARIO.

Cliente: PINTEX Local: Cámara Antigua

Fecha: Octubre de 1996
Fuente: Facturación mensual de energía eléctrica. Facturas EEQ SA
Tarifa: ID1

No. cliente 2149000

No. medidores

Activa: 02004T05

Reactiva: 00343T05

Factor de medición: 1260

Periodo: 02-95 / 10-96

Toma de lecturas

Emisión	Lecturas kWh		Lecturas KVAR-h		Demanda Leda	Parámetros eléctricos				Parámetros económicos						TOTAL Incurrido \$.						
	Actual	Anterior	Actual	Anterior		Activa	Reactiva	Energías T Cos PH Dem. Fact	Energía 1 SKWh	Energía 2 SKWh	Energía 3 SKWh	Demanda SKW	Bomberos 3000 \$/.	Alumb. Público FERUM	Basura		Electroquilo 16 \$/.	TOTAL según pliego \$.				
feb-95	2,056.30	1,930.65	24,276.00	24,227.56	680	158,319	60,908	0.83	706	23,298,000	2,567,850	0	3,530,000	3,000	2,057,710	2,935,585	2,935,585	4,613,180	4,613,180	2,533,104	39,868,834	
mar-95	2,270.50	2,056.30	24,356.35	24,276.00	693	269,892	101,241	0.94	705	23,298,000	19,303,800	0	3,530,000	3,000	3,229,226	4,613,180	4,613,180	5,763,480	5,763,480	4,318,272	62,908,658	
abr-95	2,547.50	2,270.50	24,457.10	24,356.35	731	349,020	125,945	0.94	731	24,123,000	21,930,000	7,926,800	3,655,000	3,000	4,034,436	5,763,480	5,763,480	4,052,960	4,052,960	3,698,360	78,783,516	
may-95	2,731.00	2,547.50	24,521.35	24,457.10	706	231,210	80,955	0.94	731	24,123,000	12,751,500	0	3,655,000	3,000	2,837,085	4,052,960	4,052,960	4,435,815	4,435,815	4,106,810	55,174,825	
jun-95	2,934.81	2,731.00	24,590.01	24,521.35	706	295,801	86,512	0.95	731	24,123,000	16,590,150	0	3,655,000	3,000	3,105,771	4,435,815	4,435,815	4,897,585	4,897,585	4,600,310	60,459,367	
jul-95	3,163.00	2,934.81	24,674.20	24,590.01	693	287,519	106,979	0.94	731	24,123,000	21,197,850	0	3,655,000	3,000	3,442,999	4,897,585	4,897,585	4,916,570	4,916,570	4,622,668	66,802,634	
ago-95	3,392.30	3,163.00	24,763.85	24,674.20	718	286,518	112,959	0.93	731	24,123,000	21,407,700	0	3,655,000	3,000	3,319,299	4,916,570	4,916,570	4,741,855	4,741,855	4,434,192	67,091,527	
sep-95	3,612.25	3,392.30	24,852.00	24,763.85	630	277,137	111,069	0.93	731	24,123,000	20,642,250	0	3,655,000	3,000	3,389,418	4,741,855	4,741,855	4,842,025	4,842,025	4,541,040	64,658,751	
oct-95	3,837.50	3,612.25	24,942.65	24,852.00	655	283,615	114,219	0.93	731	24,123,000	16,849,050	0	3,655,000	3,000	3,123,894	4,842,025	4,842,025	4,462,705	4,462,705	4,136,028	66,037,758	
nov-95	4,042.68	3,837.50	25,026.26	24,942.65	0	295,527	105,349	0.93	731	24,123,000	16,849,050	0	3,655,000	3,000	3,123,894	4,462,705	4,462,705	3,960,715	3,960,715	3,600,979	60,815,786	
dic-95	4,221.30	4,042.68	25,104.82	25,026.26	731	225,051	98,988	0.92	731	24,123,000	11,829,150	0	3,655,000	3,000	2,772,501	3,960,715	3,960,715	2,841,630	2,841,630	2,513,952	53,905,057	
ene-96	4,346.00	4,221.30	25,143.00	25,104.82	0	157,122	48,107	0.96	731	24,123,000	1,639,300	0	3,655,000	3,000	2,059,141	2,841,630	2,841,630	2,437,224	2,437,224	2,008,944	39,875,653	
feb-96	4,445.65	4,346.00	25,163.70	25,143.00	479	125,559	25,082	0.98	731	20,717,235	0	0	3,655,000	3,000	1,706,056	2,437,224	2,437,224	3,820,855	3,820,855	3,451,795	32,964,683	
mar-96	4,616.87	4,445.65	25,213.59	25,163.70	567	215,737	52,861	0.96	731	24,123,000	10,430,550	0	3,655,000	3,000	2,674,599	3,820,855	3,820,855	4,136,880	4,136,880	3,788,669	51,979,651	
abr-96	4,804.80	4,616.87	25,253.30	25,213.59	542	236,792	50,035	0.96	731	24,123,000	13,588,800	0	3,655,000	3,000	2,895,676	4,136,880	4,136,880	4,305,635	4,305,635	3,969,101	64,658,751	
may-96	4,956.45	4,804.80	25,278.90	25,253.30	529	191,079	32,256	0.99	731	24,123,000	6,731,950	0	3,655,000	3,000	2,415,690	4,305,635	4,305,635	4,000,405	4,000,405	3,643,315	67,091,527	
jun-96	5,153.33	4,956.45	25,325.42	25,278.90	554	248,069	56,615	0.97	731	24,123,000	15,280,350	0	3,655,000	3,000	3,014,085	4,000,405	4,000,405	4,335,505	4,335,505	4,000,752	68,802,634	
jul-96	5,334.05	5,153.33	25,368.73	25,325.42	542	227,707	54,571	0.97	731	24,123,000	12,226,050	0	3,655,000	11,400	2,800,294	4,335,505	4,335,505	4,296,760	4,296,760	3,959,424	54,459,856	
ago-96	5,532.50	5,334.05	25,414.80	25,368.73	567	250,047	58,048	0.97	731	24,123,000	15,577,050	0	3,655,000	5,700	3,004,854	4,296,760	4,296,760	4,024,800	4,024,800	3,669,120	59,067,366	
sep-96	5,728.90	5,532.50	25,463.30	25,414.80	567	247,464	61,110	0.97	731	24,123,000	12,468,000	0	3,655,000	5,700	3,007,732	4,024,800	4,024,800	4,160,950	4,160,950	3,821,040	58,533,976	
oct-96	5,728.90	5,728.90	25,519.60	25,463.30	554	229,320	70,938	0.96	731	24,123,000	12,468,000	0	3,655,000	5,700	2,817,220	4,160,950	4,160,950	3,821,040	3,821,040	3,482,000	54,787,240	
Promedios					564	238,615	77,516	0.95	729	23,882,249	13,706,686	7,926,800	3,643,095	3,786	2,912,665	4,160,950	4,160,950	3,821,040	3,821,040	3,482,000	3,166,200	56,868,887

E: energía

D: Demanda

	Promedios
E:	45,515,735
E+D:	49,158,830
I:	15,059,390
Total Plantilla	56,668,887
\$/ kWh	206

Cuadro No. 4 - 2 - b : APLICACIÓN DEL PLIEGO TARIFARIO.

Cliente: Pintex Local: Cámara Antigua

Fecha: Octubre de 1996

Fuente: Facturación mensual de energía eléctrica. Facturas EEQ SA

Tarifa: ID2

No. cuenta 2149000

No. medidor:

Electrónico: f 50000015

Período: 11-96 / 06-97

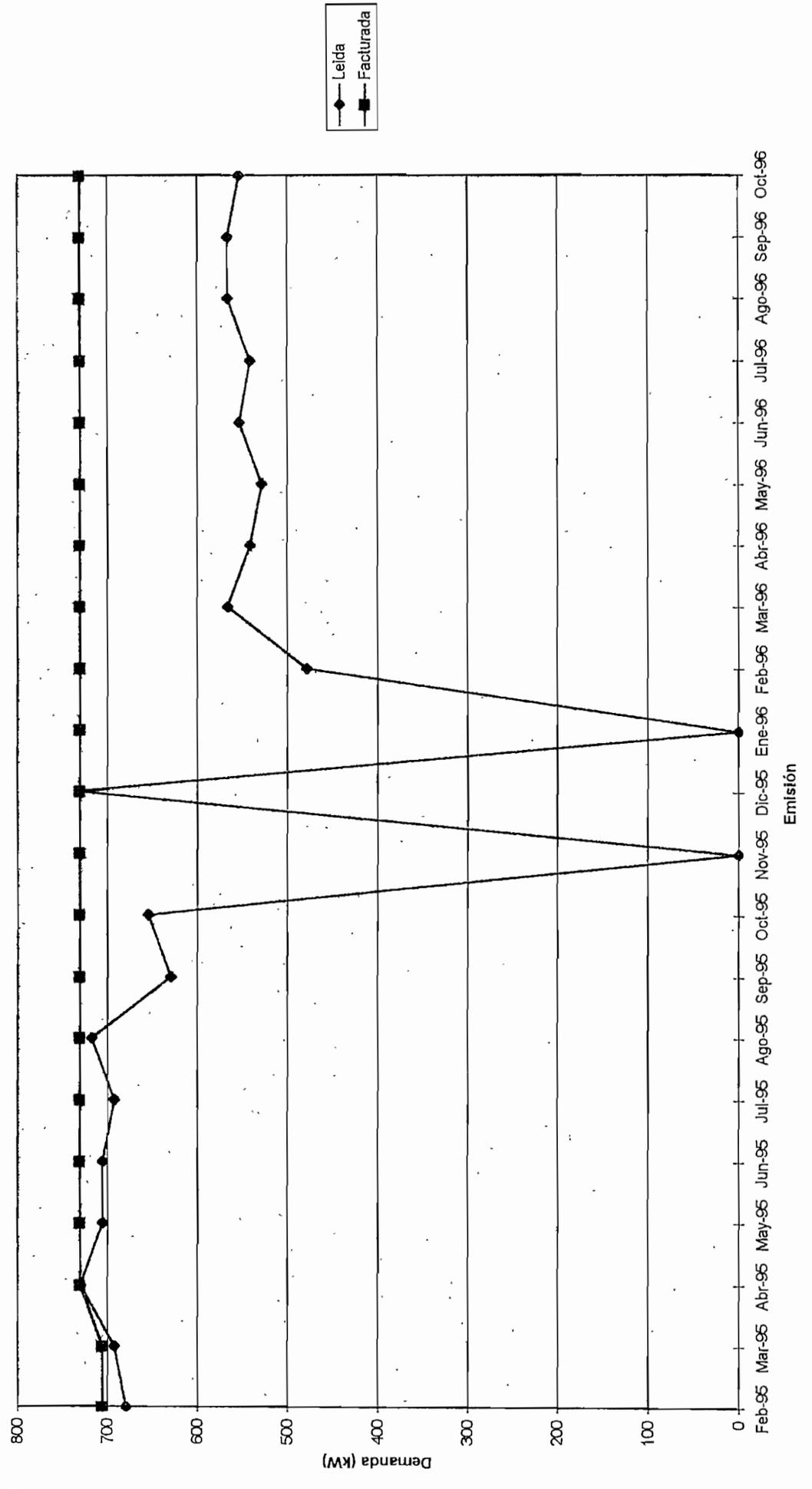
Emisión	kWh Horario	kWh No Horario	Demanda [kW(H)]	factor de corrección	kW facturados	VALORES POR CONSUMO			VALORES POR LOS IMPUESTOS			TOTAL PLIEGO	TOTAL FACTURADO	
						Energía	Demanda	TOTAL: E+D	Alum. Pub.	Bomberos	Basura			FERUM
nov-96	31,818	217,971	507	0.91	557	38,869,460	3,039,828	41,909,288	2,933,650	5,700	4,190,929	16,316,988	58,226,276	58,228,044
dic-96	34,633	245,192	515	0.92	558	43,080,100	3,088,100	46,168,200	3,231,774	5,700	4,616,820	18,067,414	64,235,614	64,235,530
ene-97	20,515	123,581	496	0.86	572	23,330,400	2,985,840	26,316,240	1,842,137	5,700	2,631,624	10,569,389	36,885,629	37,167,087
feb-97	22,335	122,695	493	0.91	539	23,365,500	2,942,940	26,308,440	1,841,591	5,700	2,630,844	10,588,739	36,897,179	36,897,179
mar-97	26,051	181,082	504	0.90	557	32,740,950	3,007,800	35,748,750	2,502,413	5,700	3,574,875	14,629,055	50,377,805	50,377,805
Abr-97*	26,446	191,094	483	0.86	556	47,856,800	7,984,948	55,843,748	3,909,062	5,700	5,584,375	20,304,472	76,146,220	76,733,049
may-97	34,293	242,315	511	0.91	557	60,853,760	8,480,882	69,334,642	5,546,771	5,700	6,933,464	26,611,208	95,945,850	95,945,849
jun-97	29,081	210,435	535	0.93	570	52,693,520	8,867,490	61,561,010	4,309,271	5,700	6,156,101	22,854,589	84,416,599	83,974,666

Promedios	kWh H	kWh NH	Total (kWh)	TOTAL E+D (\$/)	\$/ kWh	planilla
Pliego antiguo	27,070	178,094	205,165	35,290,184	172	49,324,500
Pliego actual	29,940	214,615	244,555	62,246,467	255	85,503,223

E: Energía
D: Demanda
I: Impuestos

* Apartir de la emisión de Abril de 1997 se aplica el nuevo Pliego Tarifario

CURVA DE DEMANDA DE LA CAMARA ANTIGUA



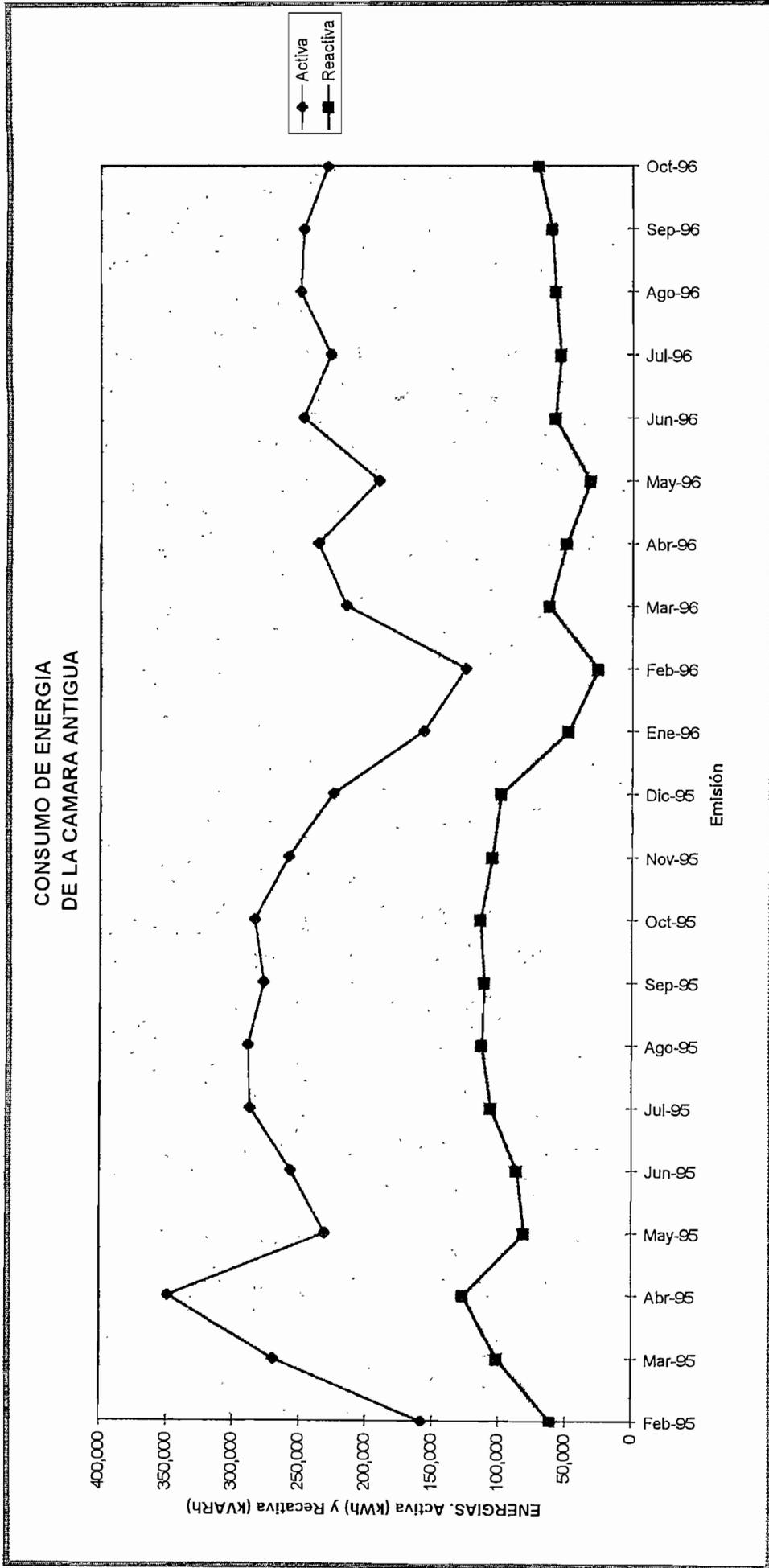


Gráfico No. 4 - 2

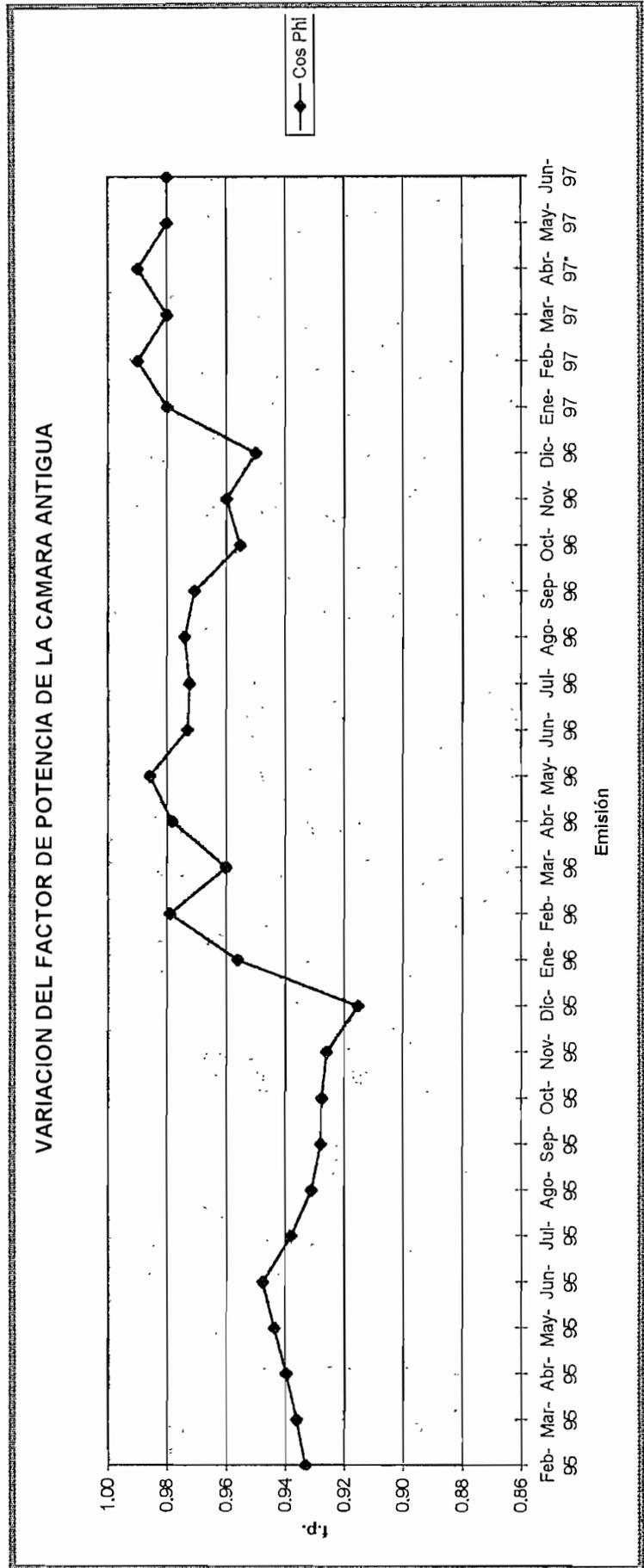


Gráfico 4 - 3

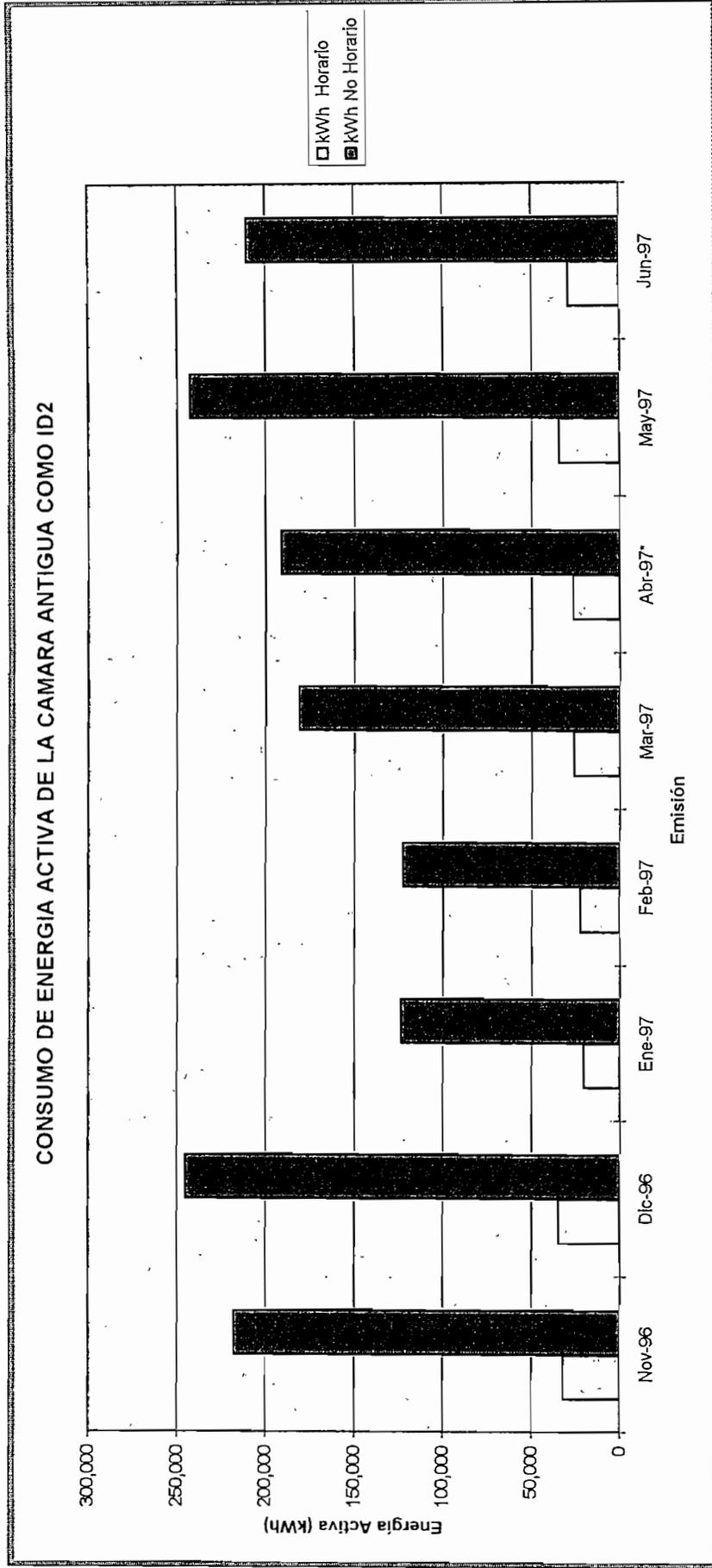
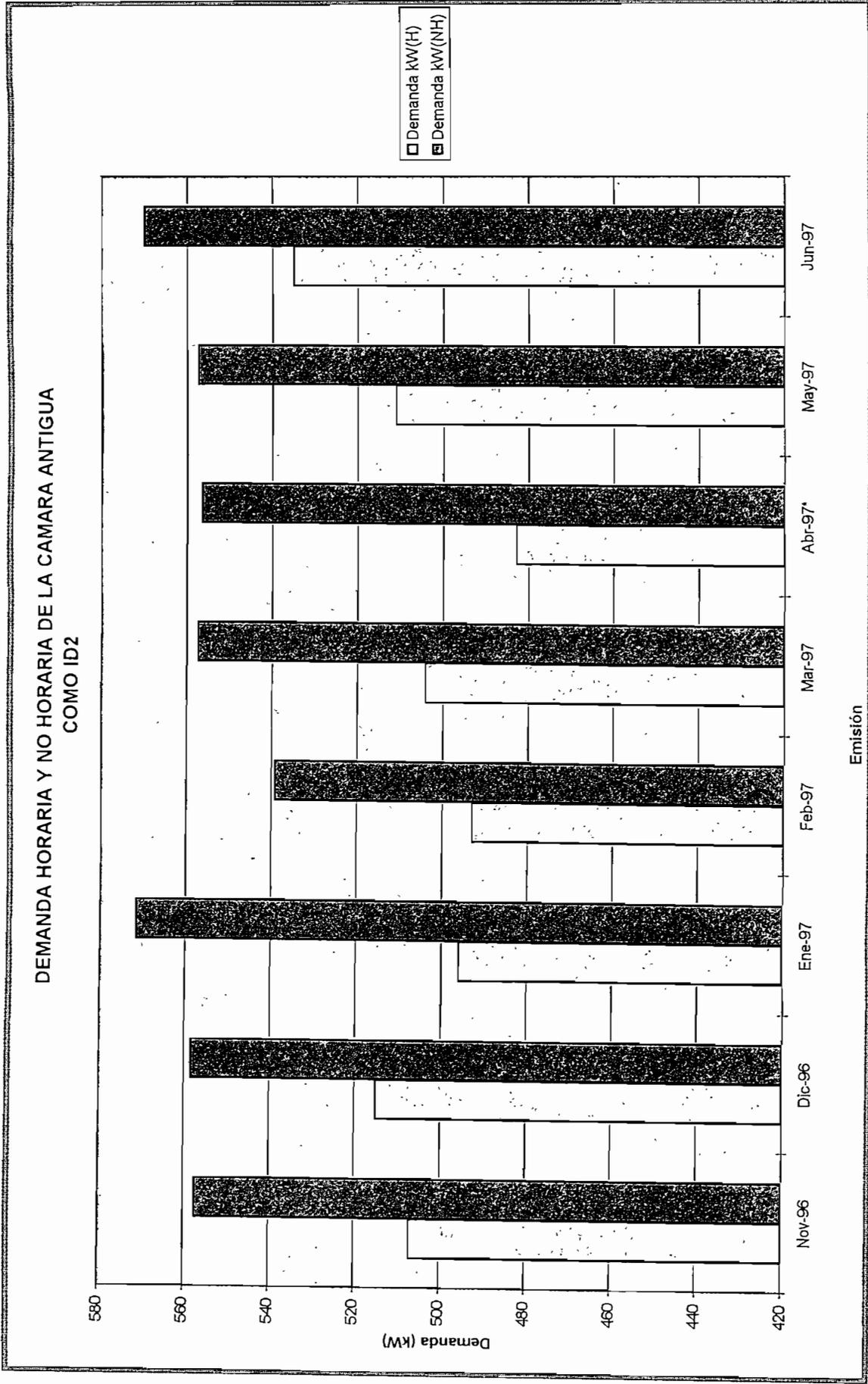


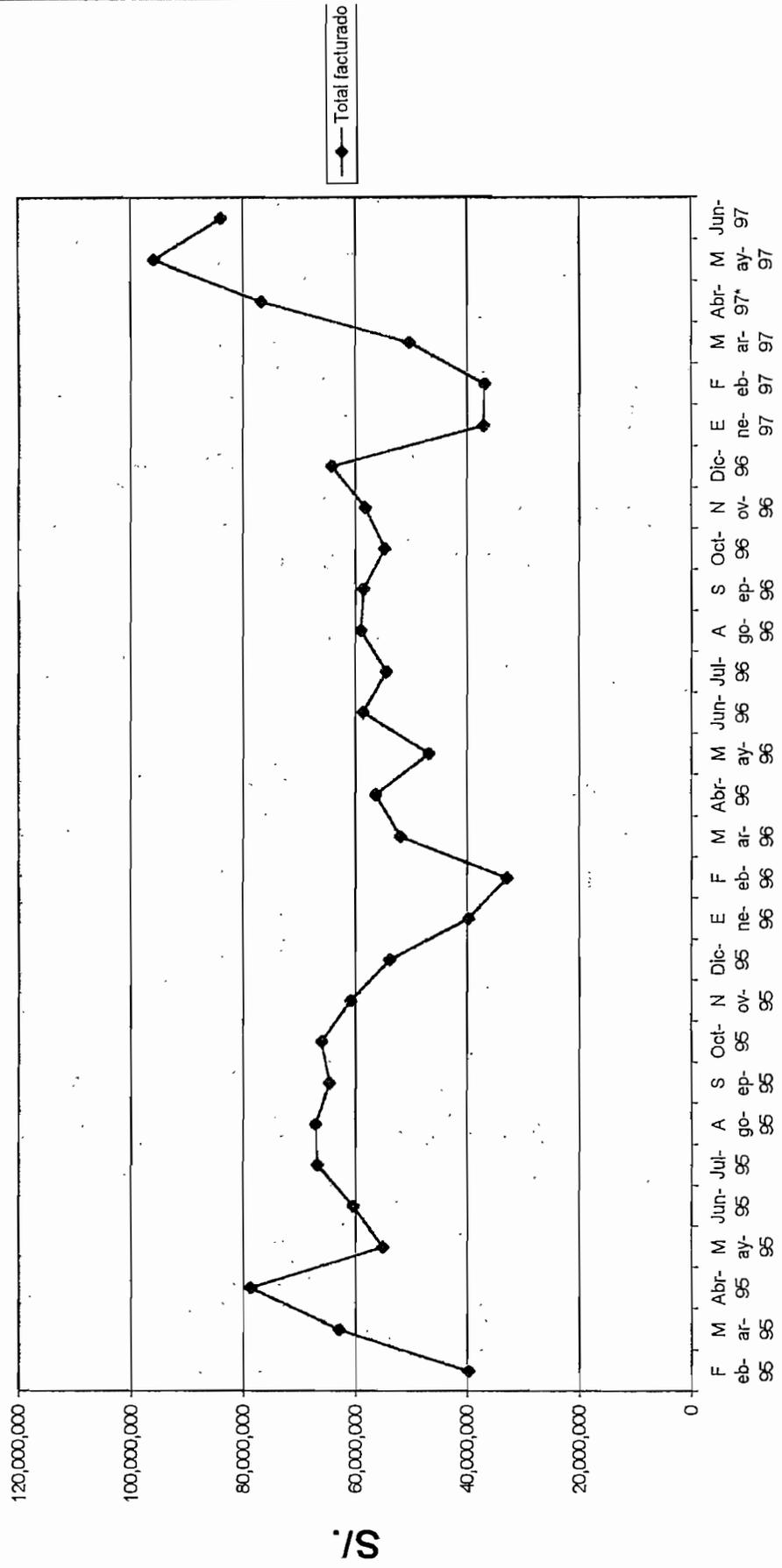
Gráfico No. 4 - 4



Emisión

Gráfico No. 4 - 5

VALORES PAGADOS A LA E.E.Q. S.A CAMARA ANTIGUA



Emisión

Gráfico No. 4 - 6

AUDITORIA
ENERGETICA
DEL SISTEMA
ELECTRICO

PINTEX

FACTURACION

Cuadro No. 4 - 3 a : APLICACION DEL PLIEGO TARIFARIO.

Clienete: Pintex Local: Cámara Nueva

Fecha: Octubre de 1996

Fuente: Facturación mensual de energía eléctrica. Facturas EEQ SA

Tarifa: ID1

No. cuenta 3

No. medidores

Activa: 2080T05

Reactiva: 348T05

Factor de medición: 818.18

Período: 02-95 / 10-96

Toma de lecturas Parámetros eléctricos Parámetros económicos

Emisión	Lecturas kWh		Lecturas kWh		Lecturas kWh	Lecturas kWh		Lecturas kWh		Energías		Energía 1 SKWh-h	Energía 2 SKWh-h	Energía 3 SKWh-h	Demanda SKW	Bombas 3000 S.	7%	10%	10%	Basura 10%	Electroquilo 16 S.	TOTAL según pliego S.	TOTAL lecturado S.
	Actual	Anterior	Actual	Anterior		Actual	Reactiva	Cos PH	Dem. Fact.	Activa	Reactiva												
abr-95	2,506	2,346	3,976	3,943	303	131,563	27,123	0.98	303	9,999,000	9,090,000	1,450,820	1,515,000	3,000	1,543,837	2,205,482	2,205,482	2,205,482	2,105,014	2,105,014	30,117,635	30,117,629	
may-95	2,609	2,506	3,993	3,978	295	83,986	13,835	0.99	303	9,999,000	3,507,900	0	1,515,000	3,000	1,051,533	1,502,190	1,502,190	1,502,190	1,343,779	1,343,779	20,424,589	20,424,589	
jun-95	2,729	2,609	4,010	3,993	270	98,255	13,688	0.99	303	9,999,000	5,648,250	0	1,515,000	3,000	1,201,358	1,716,225	1,716,225	1,716,225	1,572,084	1,572,084	23,371,141	23,371,138	
jul-95	2,836	2,729	4,023	4,010	0	87,635	10,031	0.99	303	9,999,000	4,055,250	0	1,515,000	3,000	1,089,848	1,566,925	1,566,925	1,566,925	1,402,164	1,402,164	21,178,108	21,178,108	
ago-95	2,966	2,836	4,042	4,023	278	105,913	15,036	0.99	303	9,999,000	6,796,950	0	1,515,000	3,000	1,281,767	1,831,095	1,831,095	1,831,095	1,694,614	1,694,614	24,952,521	24,952,515	
sep-95	3,091	2,966	4,063	4,042	295	102,436	17,162	0.99	303	9,999,000	6,275,400	0	1,515,000	3,000	1,245,258	1,778,940	1,778,940	1,778,940	1,638,978	1,638,978	24,234,514	24,234,514	
oct-95	3,212	3,091	4,083	4,063	368	98,918	15,995	0.99	368	12,144,000	3,797,700	0	1,840,000	3,000	1,244,719	1,778,170	1,778,170	1,778,170	1,582,687	1,582,687	24,168,447	24,168,447	
nov-95	3,314	3,212	4,100	4,083	0	83,700	13,705	0.99	368	12,144,000	1,515,000	0	1,840,000	3,000	1,084,930	1,549,900	1,549,900	1,549,900	1,339,197	1,339,197	21,025,927	21,025,930	
dic-95	3,512	3,314	4,191	4,100	499	162,221	75,174	0.91	499	16,467,000	9,363,150	0	2,495,000	3,000	1,982,761	2,832,515	2,832,515	2,832,515	2,595,529	2,595,529	38,571,477	38,571,477	
ene-96	3,733	3,512	4,282	4,191	0	180,883	74,143	0.93	499	16,467,000	12,162,450	0	2,495,000	3,000	2,178,712	3,112,445	3,112,445	3,112,445	2,894,132	2,894,132	42,425,180	42,425,180	
feb-96	3,867	3,733	4,330	4,282	491	109,022	39,559	0.94	499	16,467,000	13,833,300	0	2,495,000	3,000	1,424,171	2,034,530	2,034,530	2,034,530	1,744,360	1,744,360	27,585,883	27,585,883	
mar-96	4,104	3,867	4,415	4,330	515	194,040	68,863	0.94	515	16,995,000	13,656,000	0	2,575,000	3,000	2,328,820	3,322,600	3,322,600	3,322,600	3,104,633	3,104,633	45,304,660	45,304,660	
abr-96	4,363	4,104	4,506	4,415	483	212,310	74,503	0.94	515	16,995,000	15,450,000	883,400	2,575,000	3,000	2,513,238	3,590,340	3,590,340	3,590,340	3,396,952	3,396,952	48,997,278	48,997,278	
may-96	4,584	4,363	4,593	4,506	515	180,818	71,100	0.93	515	16,995,000	11,672,700	0	2,575,000	3,000	2,186,989	3,124,270	3,124,270	3,124,270	2,893,084	2,893,084	42,574,317	42,574,317	
jun-96	4,895	4,584	4,714	4,596	524	254,454	96,873	0.93	524	17,292,000	15,720,000	6,279,560	2,620,000	3,000	2,933,809	4,191,156	4,191,156	4,191,156	4,071,264	4,071,264	57,301,945	57,301,945	
jul-96	5,147	4,895	4,800	4,714	524	205,993	70,421	0.95	524	17,292,000	15,178,950	0	2,620,000	11,400	2,456,367	3,509,095	3,509,095	3,509,095	3,295,891	3,295,891	47,872,797	47,872,795	
ago-96	5,431	5,147	4,904	4,800	524	232,469	85,166	0.94	524	17,292,000	15,720,000	3,201,660	2,620,000	5,700	2,716,356	3,863,366	3,863,366	3,863,366	3,719,512	3,719,512	53,043,960	53,043,952	
sep-96	5,719	5,431	5,015	4,904	507	235,390	90,900	0.93	524	17,292,000	15,720,000	3,610,600	2,620,000	5,700	2,746,982	3,924,260	3,924,260	3,924,260	3,766,246	3,766,246	53,610,048	53,610,042	
oct-96	5,978	5,719	5,112	5,015	515	211,827	79,241	0.94	524	17,292,000	15,720,000	3,117,800	2,620,000	5,700	2,516,065	3,594,378	3,594,378	3,594,378	3,389,229	3,389,229	49,043,529	49,043,533	
Promedios					363.5	156,412		0.96	432	14,269,895	9,601,757	828,306	2,162,105	3,868	1,880,343	2,686,204	2,686,204	2,686,204	2,686,204	2,502,697	2,502,697	36,621,261	36,621,261
E: Energía	459.8																						
D: Demanda																							
I: Impuestos																							

	Promedios
E:	24,699,938
E + D:	26,862,043
I:	9,759,217
Total Planilla	36,621,261
S/./kWh	172

AUDITORIA ENERGETICA
DEL SISTEMA
ELECTRICO

PINTEX

FACTURACION

Cuadro No. 4 - 3 b : APLICACION DEL PLIEGO TARIFARIO.

Cliente: Pintex Local: Cámara Nueva

Fecha: Octubre de 1996

Fuente: Facturación mensual de energía eléctrica. Facturas EEQ SA

Tarifa: ID2

No. cuenta 3

No. medidor:

Electrónico: f 5000096

Período: 11-96 / 06-97

Emisión	KWh		KWh	No Horario	KWH	Demanda		VALORES POR CONSUMO				VALORES POR LOS IMPUESTOS				TOTAL PLIEGO	TOTAL FACTURADO
	Horario	No Horario				KW(NH)	KW(H)	Energía	Demanda	Bajo f.p	TOTAL: E+D	Electroquilo	Alum. Pub.	Bomberos	Basura		
nov-96	0	191,989	468	484	30,154,460	2,718,895	0	32,873,355	3,839,780	2,301,135	5,700	3,287,335	12,721,286	45,594,641	45,600,829		
dic-96	32,675	224,635	477	505	39,558,400	2,862,000	0	42,420,400	5,146,200	2,969,428	5,700	4,242,040	16,605,408	59,025,808	59,008,282		
ene-97	19,088	114,326	454	503	21,521,100	2,716,200	0	24,237,300	3,201,936	1,696,611	5,700	2,423,730	9,751,707	33,989,007	34,236,799		
feb-97	20,311	111,683	467	499	21,296,100	2,814,360	0	24,110,460	3,167,856	1,667,732	5,700	2,411,046	9,683,380	33,793,840	33,793,840		
mar-97	25,238	167,754	483	507	30,489,500	2,899,900	374,825	33,734,225	4,631,760	2,361,396	5,700	3,373,423	13,745,701	47,479,926	47,479,925		
Abr-97*	25,278	172,911	479	513	43,601,580	7,927,450	0	51,529,030	4,756,536	4,122,322	5,700	5,152,903	19,190,384	70,719,394	70,678,934		
may-97	31,881	220,043	486	511	55,423,280	8,034,198	0	63,457,478	6,550,024	5,076,598	5,700	6,345,748	24,323,818	87,781,295	87,781,296		
Jun-97	7,459	53,479	470	512	50,672,600	7,795,712	0	58,468,312	1,584,388	4,677,465	5,700	5,846,831	17,961,215	76,429,527	76,429,527		
Promedios	KWh H	KWh NH	Total KWh	TOTAL E+D (SI.)	SI. / KWh	planilla											
Pliego antiguo	19,462	162,077	181,539	34,817,462	192	43,976,644											
Pliego actual	21,539	148,811	170,350	57,818,273	339	78,310,072											

502

E: Energía
D: Demanda
I: Impuestos

* Apartir de la emisión de Abril de 1997 se aplica el nuevo Pliego Tarifario

Cuadro No. 4 - 4 a : APLICACION DEL PLIEGO TARIFARIO.

Cliente: PIntex Local: Cámara de PIntex "B"

Fecha: Octubre de 1996

Fuente: Facturación mensual de energía eléctrica. Facturas EEQ SA

Tarifa: ID1

No. cuenta 2048000

No. medidores

Activa: 617T05

Reactiva: 455T05

Factor de medición: 545.45

Periodo: 02-95 / 10-96

Emisión	Lecturas kWh			Lecturas kVAR-h			Demanda			Parámetros eléctricos				Parámetros económicos							TOTAL facturado									
	Actual	Anterior	Anterior	Actual	Anterior	Anterior	Leída	Activa	Reactiva	Energías	Cos Phi	Dem. Fact.	Energía 1	Energía 2	Energía 3	Demanda	Bomberos	Alumb. Público	FERUM	7%	10%	10%	16 S/.	Electroquilo	Otros	S/.	TOTAL según pteg	S/.		
feb-95	7,477.20	7,243.97	28,038.40	27,953.00	600	127,215.3	30,217.9	0.97	600	19,800,000	1,082,250	0	3,000,000	3,000	1,671,758	2,386,225	2,386,225	2,035,445	32,366,902	32,366,902						51,705,140	51,705,140	32,366,898		
mar-95	7,862.10	7,477.20	28,156.00	28,038.40	595	220,852.7	64,144.9	0.96	600	19,800,000	1,512,950	0	3,000,000	3,000	2,654,957	3,792,795	3,792,795	3,533,643	51,705,140	51,705,140						64,314,687	64,314,687	51,705,145		
abr-95	8,402.40	7,862.10	28,376.20	28,156.00	611	283,797.6	116,908.1	0.92	611	20,163,000	18,330,000	5,515,720	3,055,000	3,000	3,294,460	4,706,372	4,706,372	4,540,762	64,314,687	64,314,687						49,705,021	49,705,021	49,705,029		
may-95	8,788.55	8,402.40	28,513.22	28,376.20	600	210,825.5	74,737.6	0.94	611	20,163,000	13,263,900	0	3,055,000	3,000	2,553,733	3,648,190	3,648,190	3,370,008	49,705,021	49,705,021						56,772,384	56,772,384	56,772,394		
jun-95	9,237.60	8,788.55	28,677.83	28,513.22	545	244,879.8	89,786.5	0.94	611	20,163,000	18,330,000	67,200	3,055,000	3,000	2,913,064	4,161,520	4,161,520	3,918,076	56,772,384	56,772,384						59,335,794	59,335,794	59,335,768		
jul-95	9,706.20	9,237.60	28,837.40	28,677.83	558	255,652.4	87,037.3	0.95	611	20,163,000	18,330,000	1,575,280	3,055,000	3,000	3,018,630	4,312,328	4,312,328	4,090,439	59,335,794	59,335,794						57,686,731	57,686,732	57,686,732		
ago-95	163.80	9,706.20	29,003.70	28,837.40	545	249,597.9	90,708.3	0.94	611	20,163,000	18,330,000	727,720	3,055,000	3,000	2,959,200	4,227,572	4,227,572	3,993,567	57,686,731	57,686,731						60,107,488	60,107,488	60,107,488		
sep-95	644.30	163.80	29,158.60	29,003.70	567	262,068.7	84,490.2	0.95	611	20,163,000	18,330,000	2,476,460	3,055,000	3,000	3,081,712	4,402,446	4,402,446	4,193,420	60,107,488	60,107,488						59,224,729	59,224,733	59,224,729		
oct-95	1,116.45	644.30	29,319.40	29,158.60	573	257,534.2	87,708.4	0.95	611	20,163,000	18,330,000	1,838,760	3,055,000	3,000	3,037,073	4,338,676	4,338,676	4,120,547	59,224,729	59,224,729						60,466,889	60,466,889	60,466,893		
nov-95	1,544.70	1,116.45	29,513.62	29,319.40	562	233,589.0	105,937.3	0.91	611	20,163,000	16,708,350	0	3,055,000	3,000	2,794,845	3,992,635	3,992,635	3,737,423	60,466,889	60,466,889						60,466,797	60,466,797	60,466,793		
dic-95	2,028.60	1,544.70	29,665.29	29,513.62	556	263,943.3	82,728.4	0.95	611	20,163,000	18,330,000	2,736,020	3,055,000	3,000	3,099,881	4,428,402	4,428,402	4,223,092	60,466,797	60,466,797						52,323,659	52,323,656	52,323,656		
ene-96	2,498.00	2,028.60	29,786.00	29,665.29	573	223,307.2	65,641.3	0.96	611	20,163,000	15,166,050	0	3,055,000	3,000	2,686,884	3,838,405	3,838,405	3,572,916	52,323,659	52,323,659						37,748,679	37,748,679	37,748,679		
feb-96	2,718.00	2,498.00	29,865.35	29,786.00	566	152,726.0	43,281.5	0.96	611	20,163,000	4,578,900	0	3,055,000	3,000	1,945,783	2,779,690	2,779,690	2,443,616	37,748,679	37,748,679						63,585,229	63,585,229	63,585,229		
mar-96	3,231.40	2,718.00	30,021.67	29,865.35	556	280,034.0	85,264.7	0.96	611	20,163,000	18,330,000	4,988,760	3,055,000	3,000	3,257,573	4,653,676	4,653,676	4,480,544	63,585,229	63,585,229						61,736,768	61,736,768	61,736,768		
abr-96	3,728.90	3,231.40	30,149.60	30,021.67	562	271,361.4	69,779.4	0.97	600	19,800,000	18,000,000	4,390,540	3,000,000	3,000	3,153,338	4,519,054	4,519,054	4,341,782	61,736,768	61,736,768						55,796,755	55,796,755	55,796,749		
may-96	4,174.10	3,728.90	30,247.80	30,149.60	562	242,834.3	53,563.2	0.98	573	18,909,000	17,190,000	1,908,760	2,865,000	3,000	2,851,093	4,087,276	4,087,276	3,885,349	55,796,755	55,796,755						64,872,024	64,872,024	64,872,022		
jun-96	4,701.98	4,174.10	30,352.04	30,247.80	595	287,932.1	56,657.7	0.98	595	19,635,000	17,850,000	6,990,480	2,975,000	3,000	3,321,534	4,745,048	4,745,048	4,606,914	64,872,024	64,872,024						68,605,645	68,605,645	68,605,645		
jul-96	5,285.10	4,701.98	30,469.70	30,352.04	578	307,153.8	64,177.6	0.98	595	19,635,000	17,850,000	9,661,560	2,975,000	11,400	3,509,909	5,014,156	5,014,156	4,914,461	68,605,645	68,605,645						62,445,628	62,445,628	62,445,632		
ago-96	5,770.00	5,285.10	30,579.60	30,469.70	573	275,397.7	59,945.0	0.98	595	19,635,000	17,850,000	5,235,720	2,975,000	5,700	3,198,700	4,569,572	4,569,572	4,406,363	62,445,628	62,445,628						61,473,137	61,473,137	61,473,144		
sep-96	6,265.70	5,770.00	30,686.40	30,579.60	562	270,379.6	58,254.1	0.98	595	19,635,000	17,850,000	4,533,200	2,975,000	5,700	3,149,524	4,499,320	4,499,320	4,326,073	61,473,137	61,473,137						53,851,458	53,851,458	53,851,458		
oct-96	6,783.90	6,265.70	30,797.60	30,686.40	578	282,652.0	60,654.0	0.98	595	19,635,000	17,850,000	6,251,280	2,975,000	5,700	3,269,790	4,671,128	4,671,128	4,522,432	53,851,458	53,851,458						57,075,121	57,075,121	57,075,121		
Promedios					572	247,788	73,049	0.96		19,925,714	16,047,971	2,805,593	3,019,048	3,786	2,925,883	4,179,833	4,179,833	3,964,613	57,075,121	57,075,121										

E: Energía
D: Demanda
I: Impuestos

Promedios	
E:	38,779,279
D:	41,798,327
I:	15,253,947
Total Planilla	57,075,121
S/ kWh	169

230

Cuadro No. 4 - 4 b : APLICACION DEL PLIEGO TARIFARIO.

Cifilente: Pintex Local: Cámara de Pintex "B"

Fecha: Octubre de 1996

Fuente: Facturación mensual de energía eléctrica. Facturas EEQ SA

Tarifa: ID2

No. cuenta 2048000

No. medidor:

Electrónico: f 5000017

Periodo: 11-96 / 06-97

Emisión	kWh		Demanda		VALORES POR CONSUMO					VALORES POR LOS IMPUESTOS					TOTAL PLIEGO	TOTAL FACTURADO
	Horario	No Horario	kW(H)	kW(NH)	Demanda	TOTAL: E+D	Electroquito	Alum. Pub.	Bomberos	Basura	FERUM	TOTAL HEQ	Otros			
nov-96	37,276	260,627	567	579	3,404,520	49,163,940	5,856,060	3,441,476	5,700	4,916,394	4,916,394	19,238,024		66,401,964	68,401,964	
ene-97	30,338	205,036	579	586	3,480,840	40,535,200	5,648,976	2,837,464	5,700	4,053,520	4,053,520	16,599,180		57,134,380	57,373,422	
feb-97	28,050	169,874	579	593	3,486,840	34,909,440	4,742,976	2,443,661	5,700	3,490,944	3,490,944	14,174,225		49,083,665	49,083,665	
mar-97	34,187	228,592	577	596	3,468,720	44,428,380	6,306,456	3,109,987	5,700	4,442,838	4,442,838	18,307,819	3,422,728	66,158,927	66,158,927	
Abr-97*	34,845	242,298	578	581	9,565,900	70,537,360	6,651,432	5,642,989	5,700	7,053,736	7,053,736	26,407,693		96,885,425	96,885,425	
may-97	42,873	291,862	580	592	9,632,100	83,273,800	8,703,110	6,661,904	5,700	8,327,380	8,327,380	32,025,474	420,893	115,299,274	115,719,767	
jun-97	38,276	272,168	589	592	9,895,576	78,193,256	8,071,544	6,255,460	5,700	7,819,326	7,819,326	29,971,356	340,502	108,164,612	76,429,627	

Promedios	kWh H	kWh NH	Total kWh	TOTAL E+D (Sl.)	Sl. / kWh	planilla
Pliego antiguo	32,463	215,955	248,418	47,914,864	193	60,194,734
Pliego actual	38,665	268,776	307,441	77,334,805	252	106,602,946

E: Energía
D: Demanda
I: Impuestos

* Apartir de la emisión de Abril de 1997 se aplica el nuevo Pliego Tarifario

4.6.1.1 FACTURACION PARA EL PERIODO ENTRE ENERO-95 Y SEPTIEMBRE-96. CLIENTE ID1.

Cuadro No. 4-5 Datos promedios de facturación para Pintex como cliente ID1.

Denominación	Demanda Leída (kW)	Cons. (kW-h)	Pago Energía (S/.)	Pago: E+D (S/.)	Pago: E+D+I (S/.)	S/. KWh
PINTEX A						
Cámara Antigua	564	238,815	45,515,735	49,158,830	56,668,887	206
Cámara Nueva	363	156,412	24,699,938	26,862,043	36,621,261	172
PINTEX B						
Cámara	572	247,788	38,779,279	41,798,327	57,052,274	169

- El estudio de los cuadros y gráficos de factor de potencia de la industria textil Pintex indican que a lo largo del período de análisis, de manera general no han presentado penalización por bajo factor de potencia, pues se tienen instalados bancos de capacitores desde aproximadamente 13 años. Únicamente se dio un caso de penalización por bajo factor de potencia en Marzo-97 por el daño en un regulador.
- Para la Cámara Antigua se tiene que la demanda entre Febre-95 y Diciembre-95, tenía un promedio de 631 (kW), lo que significó sobrecarga para el transformador, del 25%. Luego esta situación es corregida a comienzos del año 1996 con la instalación del transformador de la Cámara Nueva, desde esta fecha la demanda de la Cámara Antigua se promedia en 490 (kW) entre Enero-96 y Octubre-96, lo que significa una carga del 97% para el transformador. De igual manera los consumos disminuyeron por la disminución de la carga.
- La carga de la Cámara Nueva ha ido aumentando paulatinamente desde un promedio de 256 (kW) a inicios del año 1996 hasta un promedio de 460 (kW) a finales del mismo año, lo que significa un porcentaje de carga para el transformador del 91%.
- Las curvas de demanda leída de las Cámaras Antigua y Nueva, se presentan prácticamente estables durante varios meses, pero la curva de demanda de Pintex "B", es muy variable lo que indica que no siempre se trabaja con toda la carga disponible. Según información

proporcionada por el personal esto se debe a la existencia de horarios variables en trabajo y producción variada, principalmente en 1995.

**4.6.1.2 FACTURACION PARA EL PERIODO ENTRE OCTUBRE-96 Y
MAYO-97. CLIENTE ID2**

Durante este período se incrementan las tarifas de la energía eléctrica y es cuando se pueden observar significativos incrementos en los costos de energía y demanda en las planillas.

A continuación se presenta un cuadro con los promedios de demanda, consumo y pagos parciales y totales para los medidores de las cámaras de transformación de Pintex.

Cuadro No. 4-6 Datos promedios de facturación para Pintex como cliente ID2.

PLIEGO HASTA FEB-97						
Promedio	Demanda Leída (kW)	Cons. (kWh)	Pago E (S/.)	Pago E+D (S/.)	Total Planilla (S/.)	S/ kWh
Antigua	576	205,165	32,277,282	35,290,184	49,324,500	172
Nueva	470	181,539	28,599,912	31,475,148	43,976,644	192
Pintex "B"	576	248,418	38,799,010	42,259,240	60,194,734	193
PLIEGO DESDE MAR-97						
Promedio	Demanda Leída (kW)	Cons. (kWh)	Pago E (S/.)	Pago E+D (S/.)	Total Planilla (S/.)	S/ kWh
Antigua	561	244,555	53,802,027	62,246,467	85,503,223	255
Nueva	478	170,350	49,899,153	57,818,273	78,310,072	339
Pintex "B"	582	307,441	67,636,947	77,334,805	106,802,946	252

Cuando Pintex es cambiado de clasificación tarifaria (de ID1 a ID2), el precio del kWh en sus planillas se altera significativamente, pues se observa un incremento de alrededor del 10% para la Cámara Nueva y la Cámara de Pintex "B", mientras que el precio para la Cámara antigua disminuye aproximadamente en un 16% debido a la disminución en los consumos. El cambio de ID1 a ID2 provoca incremento en el precio de las tarifas, pero el aumento realmente importante, en los precios se dio en Marzo-97, cuando se aplicó un nuevo Pliego Tarifario, con el que se ha observado que para Pintex se tienen los siguientes incrementos en el precio del kilowatio-hora:

- Cámara Antigua..... 48 %
- Cámara Nueva..... 76 %
- Cámara de Pintex "B" 30.5 %

Un ejemplo de lo mencionado anteriormente se puede apreciar en los cuadros No. 4-7 y No.4-8, donde para explicar el cálculo, de aplicación de los pliegos tarifarios anterior y actual, se utiliza la emisión de Mayo de 1997, para la cámara Nueva.

**Cuadro No.4-7 Ejemplo de Aplicación del Pliego Tarifario Vigente
Hasta Febrero-97.**

Emisión: Mayo de 1997	
Cliente ID 2	
<u>PARÁMETROS ELÉCTRICOS</u>	
Energía activa:	251,924 kWh
Energía reactiva:	102,882 KVARh
Demanda:	511 KW
<u>PARÁMETROS ECONÓMICOS</u>	
Valor por consumo	165 Sucres / kWh
	150
	140
Valor por demanda	6,000 Sucres / kW
Subtotal	
41,912,360	
Impuestos	
Bomberos	5,700 S/.
A. Público	7% S/.
F.E.R.U.M.	10% S/.
Basura	10% S/.
Electroquito	24 S / kWh
TOTAL	
59,046,176	

Cuadro No. 4-8 Ejemplo de Aplicación del Pliego Tarifario Vigente Desde Marzo-97.

Emisión: Mayo de 1997			
Cliente: ID 2			
PARÁMETROS ELÉCTRICOS			
Energía activa:	251,924	KWh	
Energía reactiva:	102,882	KVARh	
Demanda:	511	KW	
PARÁMETROS ECONÓMICOS			
Valor consumo	por	220	Sucres / kWh
Valor demanda	por	16,550	Sucres / kW
			Subtotal
			63,457,478
Impuestos			
Bomberos	5,700	S/.	5,700
A. Público	8%	S/.	5,076,598
F.E.R.U.M.	10%	S/.	6,345,748
Basura	10%	S/.	6,345,748
Electroquito	26	S / kWh	6,550,024
TOTAL			87,781,296

Se observa, al comparar los ejemplos con los mismos valores de consumos de energía y demanda, como cliente ID2, que el valor total de la planilla se incrementa en un 48.7%. Esto demuestra la necesidad de aplicar conceptos de Uso Racional de Energía en la Planta.

CAPÍTULO V

LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE CARGA Y MEDICIONES

5.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE CARGA Y MEDICIONES.

El primer paso, para realizar la Auditoría de Campo del sistema eléctrico es el levantamiento de la información de carga y mediciones. Este proceso se inicia con la recopilación los datos de placa más importantes de todos los equipos eléctricos de la planta, además de la ubicación del equipo y horas de funcionamiento del mismo en el día para luego proyectar los datos a períodos más largos que pueden ser por mes o al año.

Para ello se debe organizar un programa de levantamiento de la información por tipos de cargas, tiempo que tomará realizar la tarea y personal que intervendrá en el mismo. En forma casi paralela conforme se avanza en el levantamiento de las cargas se puede ir realizando las mediciones en equipos seleccionados, que sirvan de muestra representativa del grupo total de cargas del mismo tipo.

- En las cámaras de transformación se toma datos de los transformadores y paralelamente se instala el equipo de medición del mismo que se explicarán sus características en el punto 5.2.
- En los motores eléctricos en primer lugar se levanta la información y luego se escoge la muestra de motores en la que se realizará la medición.
- Se procede a realizar el levantamiento de todo el sistema de iluminación y simultáneamente se realizan las mediciones de niveles de iluminación.
- Los tableros y subtableros de distribución se levantan primero y luego se realizan mediciones en los tableros principales y subtableros seleccionados.
- Durante el levantamiento del diagrama unifilar, del cual muchas fábricas carecen, se puede revisar paralelamente el estado de las instalaciones eléctricas.

Para el caso de Pintex, por el tamaño de la planta y el tiempo programado para la realización de la Auditoría Energética del sistema eléctrico se organizó el levantamiento y mediciones de la manera que se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 5-1 Organización del trabajo de campo en Pintex.

Tipo de Carga	Tiempo de levantamiento (días)	Tiempo de medición (días)	Número de Personas
Cámaras de transformación	1	7 días de labores de la planta	2
Motores Eléctricos	7	7	2
Tableros y Subtableros de Distribución	5	3	2
Sistema de Iluminación	3	1	1
Diagrama Unifilar	7	7	2

La tarea de levantamiento y mediciones debe hacerse con la colaboración de personal de mantenimiento de la fábrica quienes conocen en detalle a los equipos y sistemas.

5.2 EQUIPO BASICO UTILIZADO EN LA AUDITORIA DEL SISTEMA ELECTRICO.

A continuación se tiene una descripción técnica de los equipos utilizados en las mediciones en la planta de ejemplo.

a) Nanovip Power Meter.- Fabricado por Elcontrol Energy, es un instrumento portátil que permite medir: Tensión (V), Corriente (I), Factor de potencia (coseno phi), Potencia Activa (kW), Potencia Reactiva (kVAR), Potencia Aparente (kVA) y frecuencia (Hz). Sus principales características técnicas son:

- Canales de entrada:
Voltaje: valor de plena escala del rango superior 750 VAC de 20 Hz a 600 Hz
Corriente: 1 Voltio de 20 Hz a 600 Hz
- Número de escalas: 3 de tensión, 3 de corriente.
- Sobrecarga del canal de entrada de voltaje máximo admisible 860 VAC, 1170 Vcresta
- Sobrecarga del canal de entrada de corriente, 5 veces el valor de plena escala.
- Temperatura de funcionamiento: -10°C a 50°C.
- Resistencia de aislamiento: $\geq 500 \text{ M}\Omega$ entre los terminales de entrada corto-circuitados y la carcasa.

A continuación se tiene un cuadro con la exactitud de la medición de las magnitudes primarias:

Cuadro No. 5-2 Resolución. Valor de plena escala y precisión de voltaje

Rango	Resolución	Valor de Plena Escala	Error
37 mV	24 mV	37 V	0.5% P.E.
174 mV	111 mV	174 V	0.3% P.E.
750 mV	480 mV	750 V	0.3% P.E.

Cuadro No. 5-3 Resolución. Valor de plena escala y precisión de corriente.

Rango	Resolución	Valor de Plena Escala
50 mV	32 uV	57 mV
232 mV	140 uV	232 mV
1 V	640 uV	1 V

b) Luxómetro digital Philips Lighting DL-2001.- Es un instrumento utilizado para obtener los niveles de iluminación en las diferentes áreas de trabajo. La medida viene en foot-candles y se utiliza un factor de conversión a luxes de 10.76.

Cuadro No. 5-4 Características técnicas del luxómetro digital DL-2001.

Rango	0 a 1999 foot-candles
Exactitud	+/- 5% +/- 1 Dígito
Precisión	1 foot-candle

c) Analizador Power Logic CM-2350.- Fabricado por Square-D, es un equipo que registra diferentes datos eléctricos. Entre ellos se tiene Voltaje entre fases, corrientes de línea, potencia activa trifásica total, potencia reactiva trifásica total, demanda promedio, energía real, factor de potencia, entre otros. En el Anexo No.1 se dará información detallada sobre este equipo.

Cuadro No. 5-5 Exactitud en porcentaje de plena escala.

Corriente	+/- 0.20 %
Voltaje	+/- 0.20 %
Potencia	+/- 0.40 %
Energía	+/- 0.40 %

5.3 LEVANTAMIENTO Y MEDICIONES EN LAS CAMARAS DE TRANSFORMACION.

La finalidad de este paso es determinar las condiciones de operación de los transformadores principales de distribución, como por ejemplo posibles sobrecargas y estado físico de los mismos.

La cámara de transformación es un lugar en el que se debe tener especial cuidado por el peligro de la alta tensión y por ello se recomienda realizar la instalación del equipo entre dos personas.

5.3.1 SISTEMA DE MEDICION DE LA EEQ. SA.

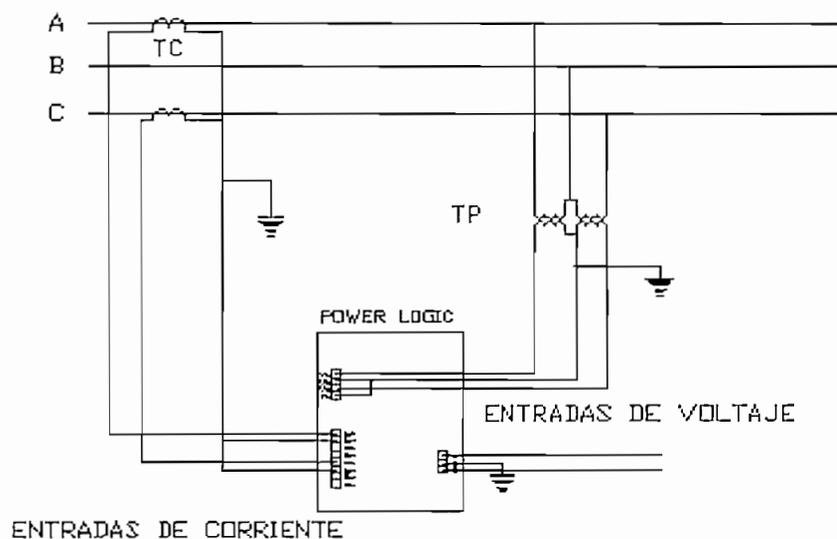
La EEQ. SA. tiene un sistema de medición formado por 2 transformadores de corriente y 2 de potencial en el lado de alta tensión de las cámaras, los mismos que tienen los siguientes datos:

Cuadro No. 5-6 Relaciones de transformación de los equipos de la EEQ. SA.

Cámara	Relación TC	Relación TP	Constante del equipo
Antigua	100/5	6300/100	1260
Nueva	75/5	6000/110	818.18
Pintex "B"	50/5	6000/110	545.45

El esquema de conexión del equipo Power Logic para este sistema es el siguiente:

Gráfico No. 5-1. Diagrama de conexión del equipo Power Logic en las cámaras de Pintex



El equipo Power Logic se instaló en las tres cámaras de transformación de Pintex con el siguiente calendario.

Cuadro No. 5-7 Período de instalación del analizador Power Logic CM-2350.

Cámara	Período
Antigua	19-08-96 / 26-08-96
Nueva	27-08-96 / 02-09-96
Pintex "B"	11-09-96 / 17-09-96

La fábrica Pintex "A", está alimentada desde la Sub-Estación No. 17, por medio de una línea de alta tensión de valor nominal es de 6,300 voltios.

a) Cámara Antigua.

La Cámara Antigua tiene un transformador de 630 (kVA) que baja el nivel de voltaje de 6,300 V en delta (tres conductores), a 220 / 127 V en estrella (cuatro conductores).

b) Cámara Nueva.

Posee un transformador de 630 (kVA) con una relación de transformación de 6300/230 delta/estrella a cuatro conductores, con el neutro puesto a tierra.

c) Cámara de Pintex “B”.

Se tiene un transformador de 630 (kVA), con una relación de transformación 6,300 / 210 delta/estrella con el neutro puesto a tierra.

5.3.2 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES UNA DE LAS CAMARAS DE TRANSFORMACION DE PINTEX.

Parte de los registros del equipo Power Logic se presentan como ejemplo en el Cuadro No. 5-8 para la Cámara Antigua, además se tienen gráficos de curvas de carga y formas de onda de voltaje y de corriente, en los Gráficos No.5-2,3,4,5 y 6.

En el Cuadro No. 5-9 se tiene un resumen de los registros tomados en todas las cámaras. Al analizar las curvas de carga para el período de estudio y de un día laborable se puede determinar que aproximadamente entre las 07h00 y las 23h00, el transformador de la Cámara Antigua promedia una potencia activa de 470 (kW), mientras que en las horas de la 24h00 y 06h00 se tiene un promedio de 420 (kW), lo que significa una diferencia de 50 (kW), debido al apagado de algunas máquinas, lo que se rige por exigencias de la producción, mas no por manejo de la demanda.

En la gráfica de curva de carga del período (Gráfico No. 5-2), se puede apreciar cortos períodos en los que la potencia supera los 520 (kW), esto afecta el valor de demanda facturada e incrementa los pagos por la misma. Luego de una planificación adecuada por parte del Comité de Ahorro de Energía con el personal de mantenimiento y departamentos de

Cuadro No. 5 - 8 : MEDICION DE PARAMETROS ELECTRICOS CON EL EQUIPO POWER LOGIC

Cliente: Pintex

Local : Cámara Antigua

Fecha : Octubre -96

Fecha/Hora	Vab (V)	Vbc (V)	Vca (V)	la (A)	lb (A)	lc (A)	P 3 phase (kW)	Q 3 phase (kVAR)	rom. Pico (kW)	Energía (kWh)
19-08-96 10:00	5925	5934	5965	la	lb	lc	(kW)	(kVAR)	323	96053
19-08-96 11:00	5965	5947	5989	35	32	34	342	-72	360	445940
19-08-96 12:00	5954	5952	5994	38	35	37	361	-103	364	792818
19-08-96 13:00	6111	6097	6147	51	48	50	490	-193	457	1181281
19-08-96 14:00	6092	6093	6129	48	45	47	450	-198	487	1654961
19-08-96 15:00	6043	6047	6088	50	48	49	460	-226	506	2130965
19-08-96 16:00	6057	6062	6103	55	52	54	509	-241	512	2631456
19-08-96 17:00	6131	6139	6172	52	49	51	481	-242	512	3126915
19-08-96 18:00	6124	6122	6166	52	50	51	488	-234	512	3591732
19-08-96 19:00	5844	5832	5892	53	50	53	477	-223	512	4067072
19-08-96 20:00	5875	5857	5930	52	49	51	471	-210	512	4535007
19-08-96 21:00	6113	6106	6169	46	43	45	424	-207	512	4974336
19-08-96 22:00	6166	6167	6212	45	42	44	421	-198	512	5382244
19-08-96 23:00	6110	6107	6156	45	42	44	423	-197	512	5800775
19-08-96 24:00	6032	6044	6082	44	42	44	412	-191	512	6212865
20-08-96 01:00	6051	6075	6104	45	43	45	425	-190	512	6612724
20-08-96 02:00	6076	6088	6129	42	39	41	390	-184	512	7023067
20-08-96 03:00	6090	6121	6153	41	39	41	385	-187	512	7419995
20-08-96 04:00	6116	6141	6177	42	40	42	400	-190	512	7812544
20-08-96 05:00	6096	6108	6153	42	40	42	395	-190	512	8201790
20-08-96 06:00	6060	6087	6119	42	39	42	390	-181	512	8601545

Cuadro No. 5-9 : RESUMEN DE LOS REGISTROS DEL EQUIPO POWER LOGIC EN LAS CAMARAS DE PINTEX

Cliente: PINTEX

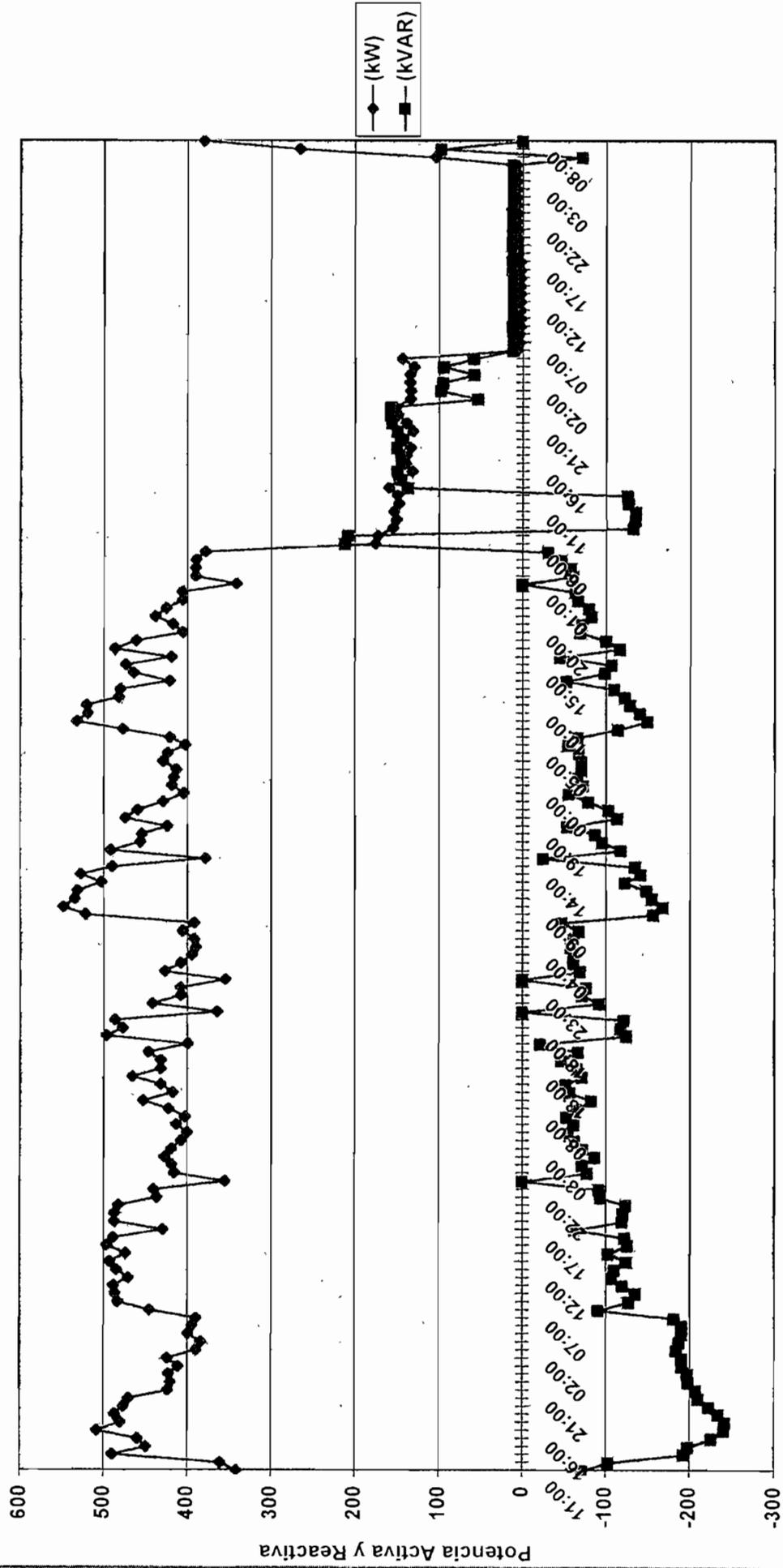
Fecha: Agosto-Septiembre 1996

CAMARA ANTIGUA	Vab (V)	Vbc (V)	Vca (V)	la (A)	lb (A)	lc (A)	Pot. Activa (kW)	Pot. Reactiva (kVAR)	(kWh) totales en el periodo
Máximo	6,350	6,391	6,433	57	54	56	549	212	55,319
Mínimo	5,820	5,803	5,867	1	1	1	3	-242	(kWh) totales al mes
Promedio	6,074	6,081	6,125	34	32	34	332	-59	237,084

CAMARA NUEVA	Vab (V)	Vbc (V)	Vca (V)	la (A)	lb (A)	lc (A)	Pot. Activa (kW)	Pot. Reactiva (kVAR)	(kWh) totales en el periodo
Máximo	6,391	6,435	6,374	51	55	51	496	133	40,695
Mínimo	5,859	5,903	5,868	2	2	2	3	-195	(kWh) totales al mes
Promedio	6,118	6,162	6,114	29	31	28	280	-97	203,475

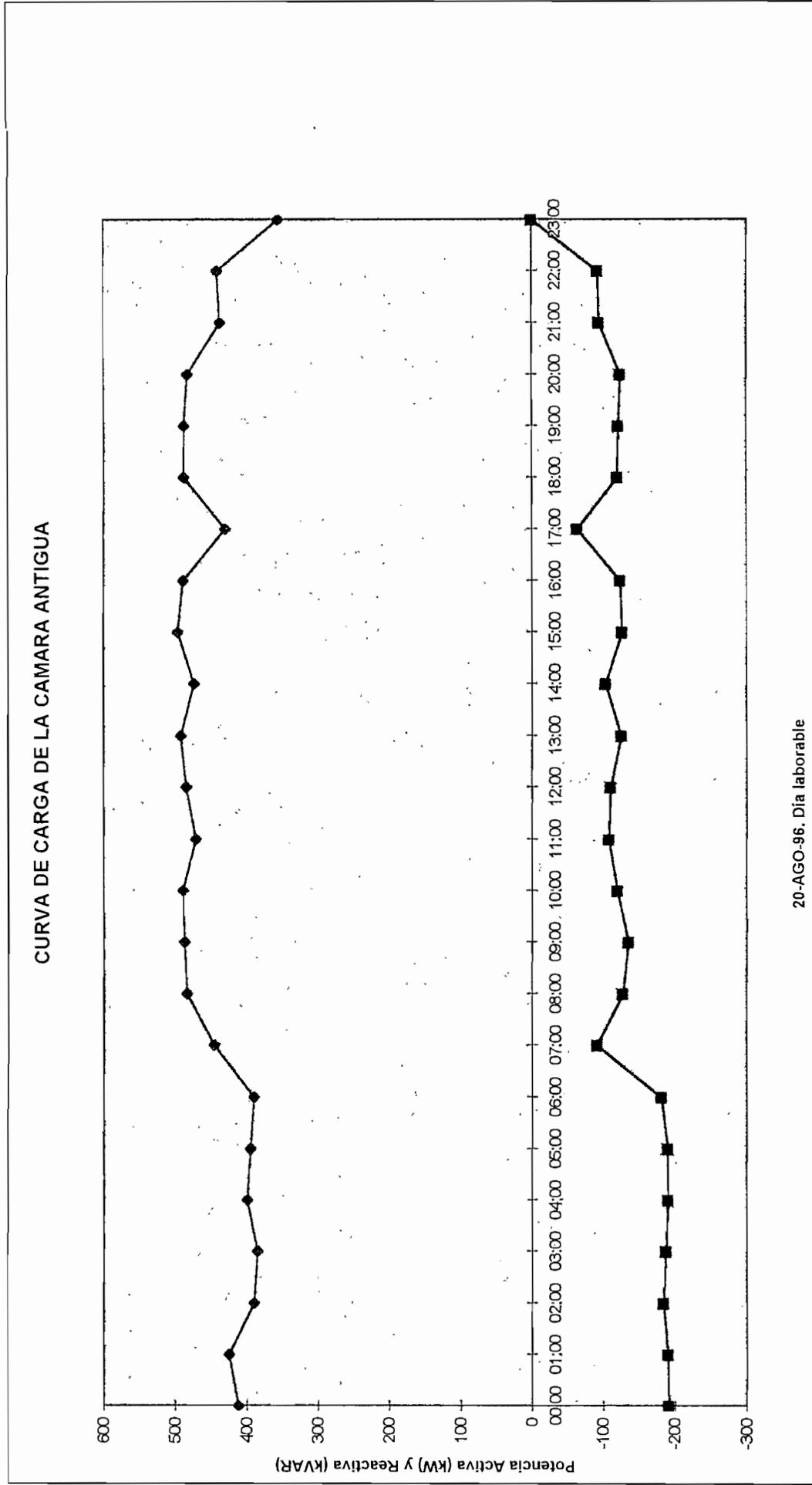
CAMARA PINTEX B	Vab (V)	Vbc (V)	Vca (V)	la (A)	lb (A)	lc (A)	Pot. Activa (kW)	Pot. Reactiva (kVAR)	(kWh) totales en el periodo
Máximo	6,397	6,341	6,375	59	58	56	569	33,330	54,008
Mínimo	5,750	5,736	5,717	24	24	23	21	-157	(kWh) totales al mes
Promedio	6,078	6,042	6,050	44	44	42	373	24	270,040

CURVA DE CARGA. Cámara Antigua



Periodo (19-08-96 / 26-08-96)

Gráfico No. 5 - 2



20-AGO-96. Día laborable

Gráfico No. 5 - 3

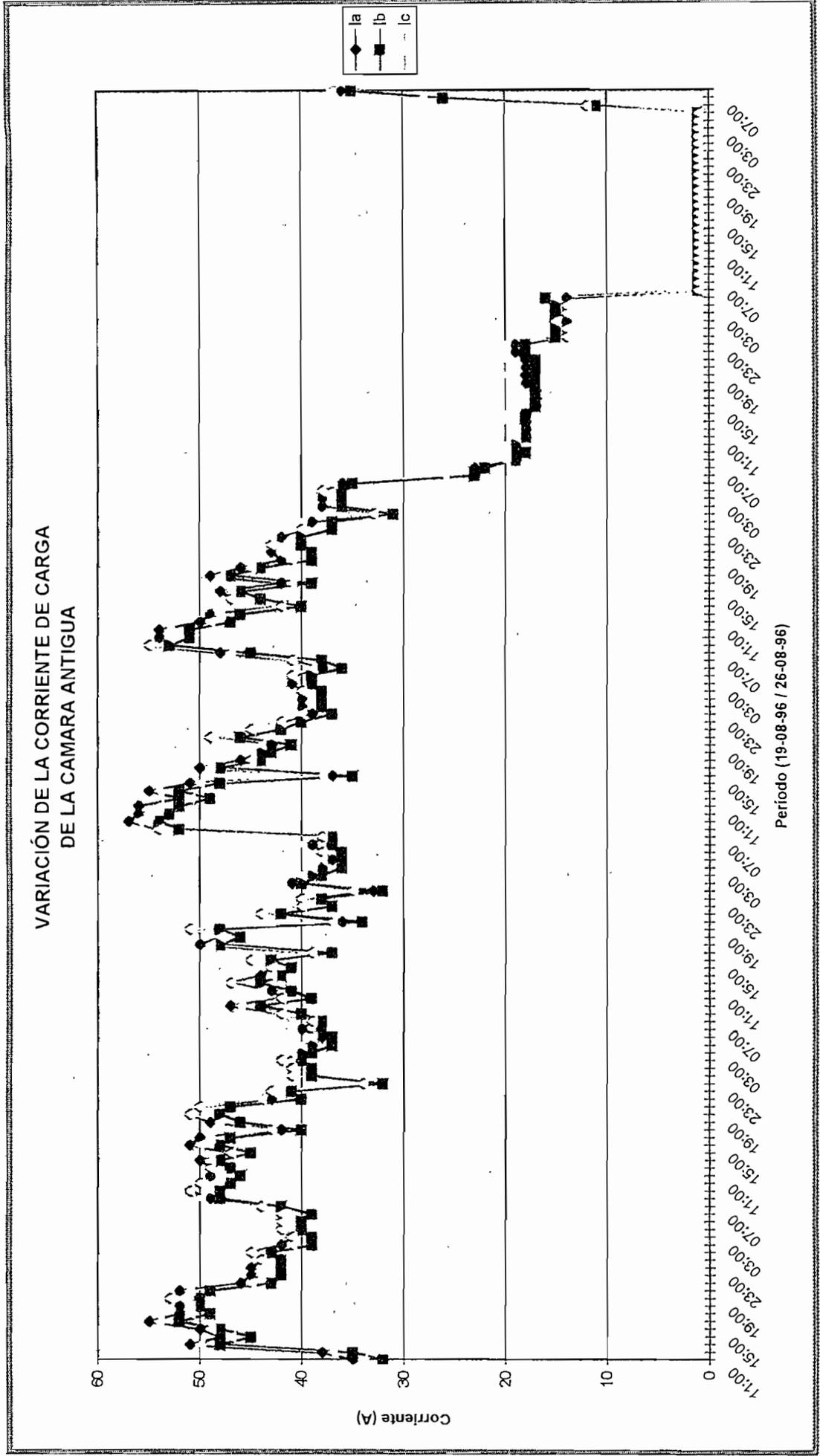


Gráfico No. 5 - 4

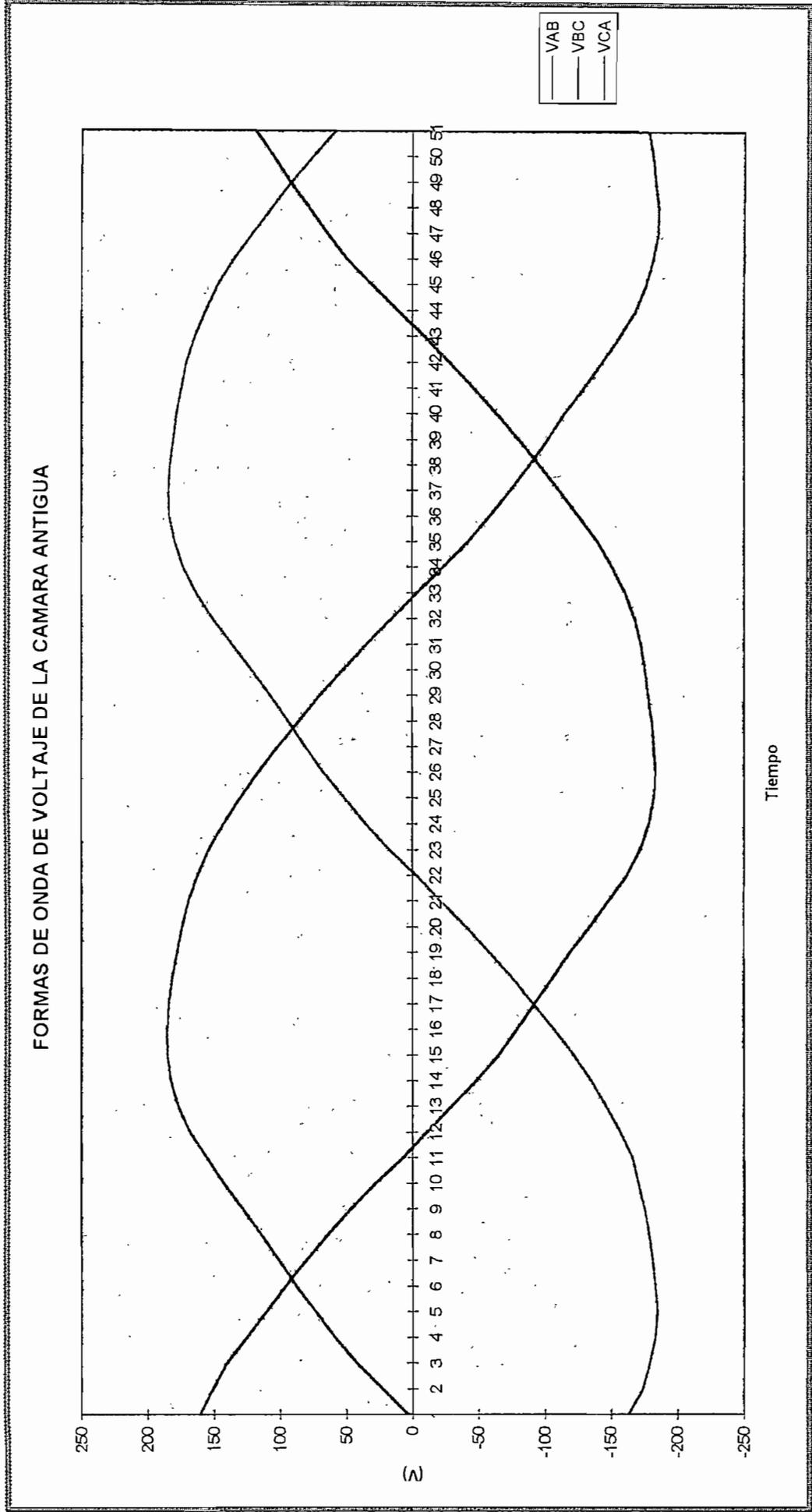


Gráfico No. 5 - 5

FORMAS DE ONDA DE CORRIENTE DE LA CAMARA ANTIGUA

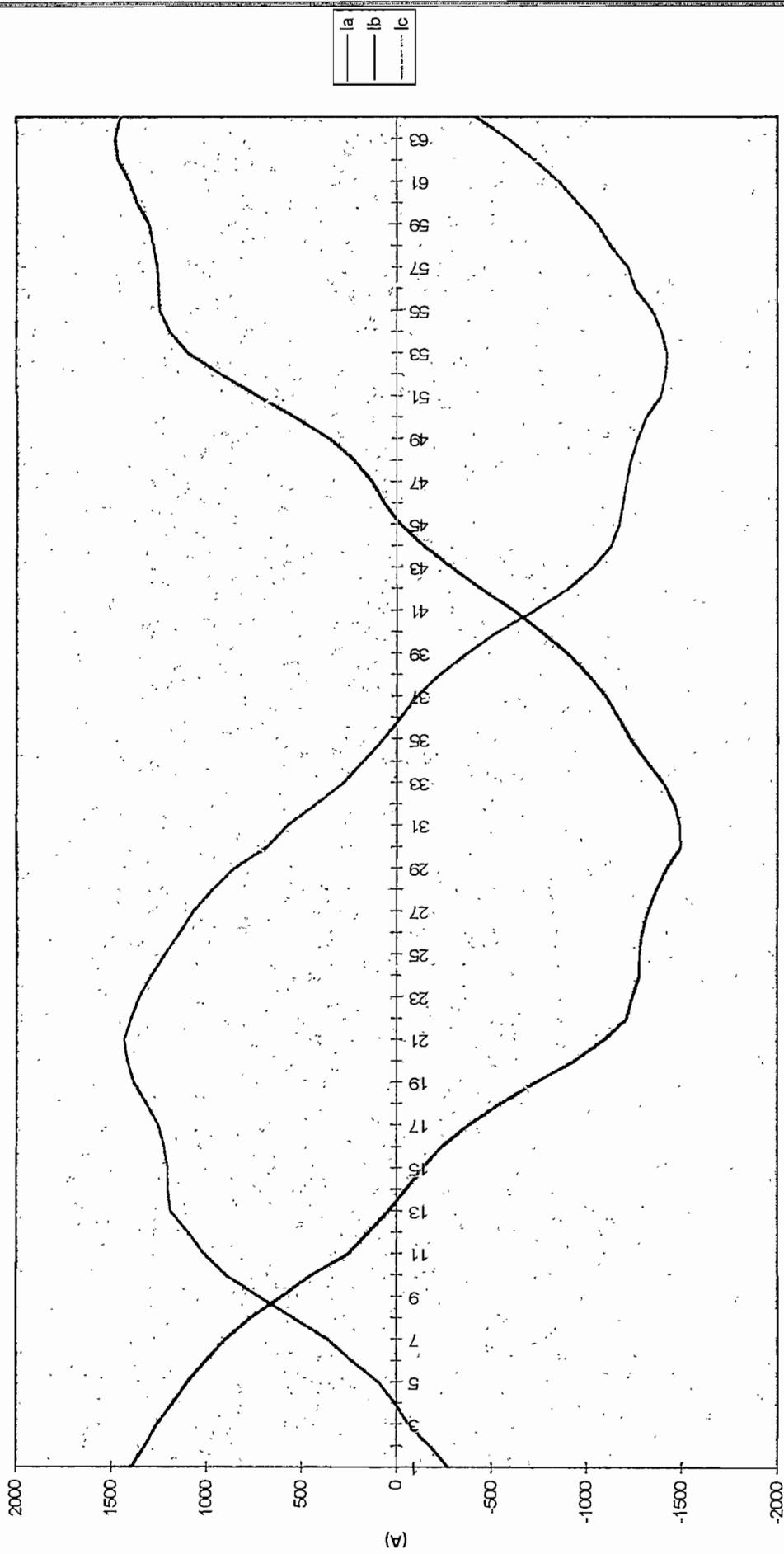
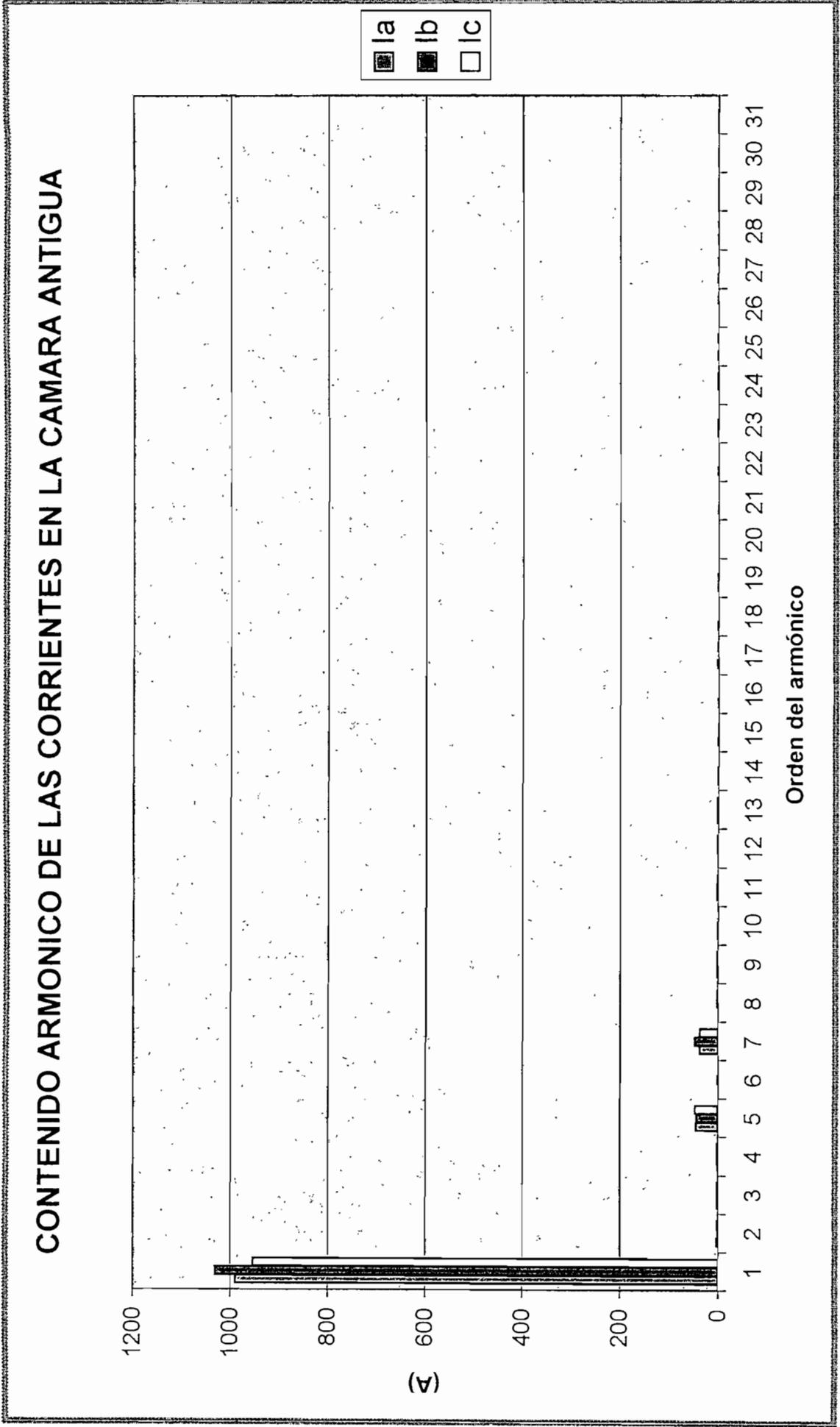


Gráfico No. 5 - 6



producción, se puede estudiar el posible manejo de la demanda con controladores de la misma, lo cual debe ser analizado cuidadosamente para determinar si la inversión resulta aconsejable desde el punto de vista de producción y rentabilidad.

Las formas de onda de corriente de la Cámara Antigua, se encuentran deformadas, debido a la presencia de componentes armónicas, un análisis de las corrientes con el uso del software SMS-121 del Power Logic, indica un contenido considerable de las componentes armónicas 5ta. y 7ma. (Gráfico No. 5-7 y Cuadro No.5-10) lo que supera a los porcentajes permitidos por la Norma IEEE Std519-1992, donde se ha determinado que para sistemas de distribución e industriales se permiten las condiciones indicadas en el Cuadro No. 5-11. Esto puede provocar aumento de pérdidas en el transformador principal y disminución de la eficiencia en los motores además de calentamiento, vibraciones, alto contenido de ruido audible y decremento del torque.

Cuadro No. 5-10 Datos de las corrientes de la Cámara Antigua

	Ia	Ib	Ic
Fundamental	988.89	1031.07	952.58
RMS	990.64	1033.10	954.48
RMS-H	58.73	64.77	60.25
Pico	1447.98	1495.78	1372.46
THD	5.93	6.28	6.32

**Cuadro No.5-11 Límites de distorsión de corriente para sistemas generales de
Distribución (120V hasta 69 kV)**

Isc /IL	Orden de armónico	TDD
	<11	
<20	4	5.0

Donde:

I_{sc} = Corriente máxima de cortocircuito

I_L = Máxima demanda de corriente de carga (componente de la frecuencia fundamental) a la potencia de cortocircuito.

5.4 LEVANTAMIENTO DE TABLEROS Y SUBTABLEROS DE DISTRIBUCION.

A través de la inspección de tableros y subtableros se puede determinar el estado actual de los mismos, con el objeto de prevenir al departamento de mantenimiento sobre posibles fallas, por lo que las recomendaciones deberían ser aplicadas con la brevedad del caso.

La información se recopila en tablas donde se indiquen identificación, ubicación, alimentador, tipo de protección, detalles sobre sus circuitos y observaciones generales. Parte del levantamiento de tableros y subtableros de Pintex puede revisarse en el Cuadro No.5-12. En tableros y subtableros es importante verificar el correcto dimensionamiento de protecciones y alimentadores. Es por ello que se mide el calibre de los alimentadores con un nonio o calibrador y la corriente que circula por ellos, mediante un amperímetro de pinza. Este paso ayuda además en la determinación del diagrama unifilar.

5.5 LEVANTAMIENTO DE MOTORES ELECTRICOS.

Consiste en realizar un inventario de todos los motores, con datos de placa importantes y detalles sobre ellos como: ubicación, tipo de proceso que accionan, horas de funcionamiento, potencia, voltaje nominal, corriente nominal, velocidad y observaciones.

El levantamiento debe efectuarse en tablas organizando la información antes mencionada. En la industria tomada como ejemplo se ha efectuado un levantamiento completo de los motores,

Cuadro No. 5-12 LEVANTAMIENTO DE TABLEROS Y SUBTABLEROS

CLIENTE: PINTEX

LOCAL Pintex B

FECHA: Octubre de 1996

SUBTABLERO: *

Voltaje: 215

ALIMENTADOR: 3*2

Corrientes 54

:

Circuito No.	Designación del circuito	Fases No.	Voltaje (V)	Protección (A)	Conductor (AWG)	OBS
1	Estiraje 5	3	215	3(1P-25A)	3*14	
2	Estiraje 8	3	215	3(1P-25A)	3*14	
3	Estiraje 2	3	215	3(1P-25A)	3*14	
4	Estiraje 1	3	215	3(1P-25A)	3*14	
5	Estiraje 9	3	215	3(1P-25A)	3*14	
6	Peinadora 4	3	215	3(1P-25A)	3*14	
7	Estiraje 7	3	215	3(1P-25A)	3*14	
8	Estiraje 8	3	215	3(1P-25A)	3*14	
9	Reunidora de cintas	3	215	3(1P-25A)	3*14	
10	Reunidora de napas	3	215	3(1P-25A)	3*14	
11	Peinadora 1	3	215	3(1P-25A)	3*14	
12	Peinadora 2	3	215	3(1P-25A)	3*14	
13	Peinadora 3	3	215	3(1P-25A)	3*14	

Estado del tablero: Regular

OBSERVACIONES GENERALES

Distancia a S/E1 : 50m

* Alimenta a reunidoras-peinadoras-pabileras

Presente un banco de condensadores fijo de 12 kVAR

parte del mismo se muestra en el Cuadro No.5-13 (Inventario de motores), donde se tienen algunos motores de la planta a los que se tuvo acceso y cuyas potencias van desde 10 HP hasta 100 HP.

Los datos son utilizados en el estudio de las posibilidades de cambio de motores estándar por motores de alta eficiencia. Los motores mayores a 10 HP poseen rendimientos entre el 82% y el 87%. En el caso de motores de alta eficiencia se incrementa a valores superiores al 92 %. Los motores de menor potencia son menos eficientes por la naturaleza de su diseño. Las mejoras en eficiencia y los atractivos ahorros en consumo de energía y en costos de operación, son los principales argumentos para estudiar la posibilidad de reemplazo de los motores estándar por motores de alta eficiencia. Por otro lado la información recopilada sirve como documento de control para el departamento de mantenimiento y como base de datos de cada motor.

5.5.1 MEDICIONES DE PARAMETROS ELECTRICOS EN MOTORES SELECCIONADOS.

Una vez obtenida toda la información del levantamiento de los motores de la planta, se analiza la misma para escoger la muestra de motores en los que se realizarán las mediciones.

En una fábrica del tamaño de Pintex una muestra representativa es de 30 motores de potencias mayores a 10 HP. En los que se debe medir voltaje, corriente, potencia y factor de potencia.

Todos estos datos, junto con los recogidos durante el levantamiento serán utilizados para determinar el porcentaje de carga al que trabaja el motor, eficiencia, potencia al eje, consumos de energía entre otros. Los resultados mencionados se obtienen de procesar los datos en paquetes computacionales dedicados a esta tarea ya que debido a la cantidad de información recolectada y el tiempo disponible para realizar una auditoría es imposible que el auditor los analice valiéndose de

**AUDITORIA
ENERGETICA
DEL SISTEMA
ELECTRICO**

PINTEX

MOTORES

CUADRO No. 5-13: DETALLE GENERAL DE MOTORES

CLIENTE: PINTEX

FECHA: Octubre de 1996

LOCAL: PINTEX A

Departamento	Proceso	Motor	Año Instal.	Potencia (HP)	Corriente (A)	Voltaje (V)	h op.
HILATURA	PEINADO	REUNIDORA DE NAPAS	1965	3.5	9.2	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 1	1967	17	45	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 10	1956	11	28.4	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 11	1956	11	28.4	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 12	1956	11	29	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 13	1965	17	45	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 14	1965	17	45	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 15	1965	17	45	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 16	1965	17	45	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 17	1965	17	45	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 18	1966	17	45	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 19	1966	17	45	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 2	1965	17	45	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 20	1966	17	45	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 21	1967	17	45	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 22	1967	17	45	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 23	1967	17	52	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 24	1967	20	52	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 25	1967	15	52	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 26	1967	21	52	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 3	1957	11	28.4	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 4	1957	11	28.4	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 5	1957	11	28.4	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 6	1957	11	28.4	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 7	1957	11	28.4	220	5280
HILATURA	HILADO	HILA 8	1957	11	28.4	220	5280

medios rudimentarios en comparación con los servicios que prestan los modernos sistemas de computadoras y software disponible.

Los resultados obtenidos de este proceso, son los que el auditor basado en su experiencia y conocimientos debe analizar para encontrar las posibilidades de ahorro convenientes para la empresa bajo estudio.

Los estudios de reemplazo de motores estándar por motores eficientes se realizan en este trabajo de tesis con la ayuda del paquete computacional Motor Master+, sobre el que se explicará con mayor detalle en el anexo correspondiente.

Para el caso de Pintex, los cuadros de mediciones realizadas se presentan en el Cuadro No.7-1 y 2 (Mediciones y cálculos en motores seleccionados), en los que además se han realizado cálculos de porcentaje de carga y eficiencia. El desarrollo de estos cálculos se explicará con mayor detalle en el capítulo 7 en el punto 7.1.1 donde se realiza un estudio detallado de los motores eléctricos.

5.6 DIAGRAMA UNIFILAR DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

El diagrama unifilar es un plano de las instalaciones eléctricas, el mismo permite al personal de mantenimiento tener un panorama global y claro de la estructura y funcionamiento del sistema de distribución de la planta.

Este diagrama incluye los circuitos que van desde la acometida de la Empresa Eléctrica Quito, transformadores, generadores, transferencias, tableros principales, subtableros y alimentadores con su carga correspondiente. En la determinación del mismo es necesario trabajar con personal de mantenimiento, quien guía a los auditores a través de la planta y efectuar desconexiones de circuitos si es necesario para comprobar la alimentación a las cargas. Los auditores deben realizar inicialmente

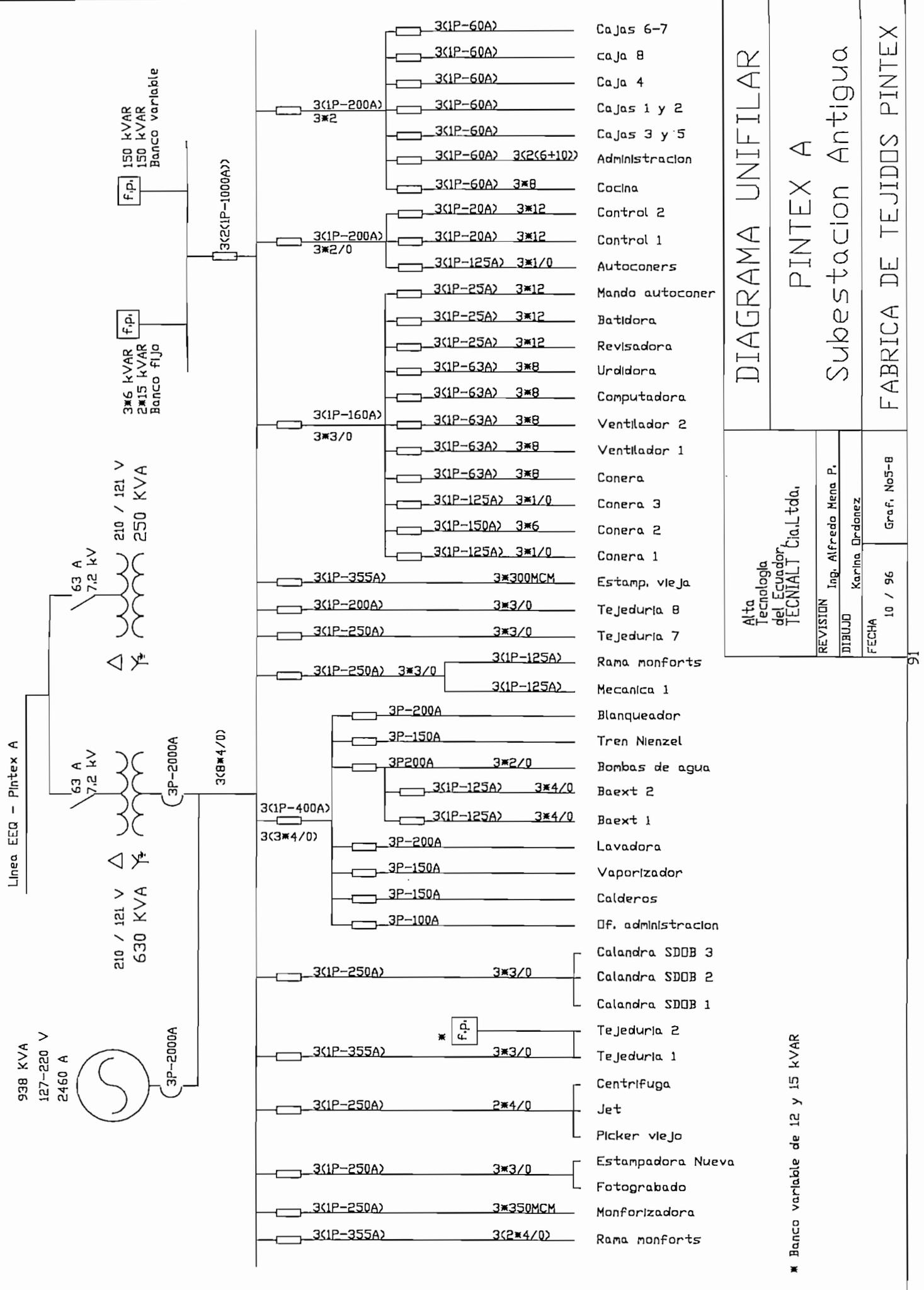


DIAGRAMA UNIFILAR
PINTEX A
Subestacion Antigua
FABRICA DE TEJIDOS PINTEX

Alta Tecnología del Ecuador TECNIALT Cia.Ltda.	
REVISION	Ing. Alfredo Mena P.
DIBUJO	Karina Ordóñez
FECHA	10 / 96
	Graf. No5-B

* Banco variable de 12 y 15 kVAR

dibujos grandes a mano alzada en hojas tamaño A-3, para no perder detalles, de acuerdo con el siguiente orden:

- Como primer paso, se realiza un diagrama de la acometida, cámara de transformación y transferencias.
- Luego utilizando una hoja a la vez se dibuja cada tablero principal de distribución con todos sus circuitos, incluyendo protecciones y alimentadores. Los alimentadores deben ser medidos con un calibrador y anotar la dimensión y tipo de protección.

En varias fábricas donde se han realizado este tipo de auditorías se ha encontrado que carecen del diagrama unifilar y por increíble que parezca, se trabaja confiando únicamente en el conocimiento del electricista de planta. El diagrama unifilar, es una guía para el departamento de mantenimiento que debe ser utilizada frecuentemente, registrando en él los cambios que se vayan realizando conforme el aumento de carga eléctrica. El diagrama unifilar determinado para la Cámara Antigua de Pintex "A" puede revisarse en el Gráfico No.5-8.

5.7 LEVANTAMIENTO Y MEDICIONES DEL SISTEMA DE ILUMINACION.

Un sistema de iluminación adecuado es muy importante para el mejor desempeño de los trabajadores tanto en planta como en oficinas.

La iluminación deficiente provoca fatiga en el personal y se ha demostrado en estudios realizados al respecto que la iluminación adecuada incrementa la producción entre un 10 y un 35%. Entre beneficios de una iluminación adecuada se cuentan disminución de accidentes en al menos un 15% y aumento de la calidad del producto al mejorar el nivel de iluminación en los lugares donde están los operadores y más aún el nivel donde se realizan las inspecciones. Todos los datos mencionados han sido ampliamente estudiados, puestos en práctica y demostrados en países desarrollados, donde se han dado excelentes resultados. (17)

En el levantamiento del sistema de iluminación se efectúa un inventario de cargas de iluminación, con indicación de: ubicación, tipo de luminaria, observaciones, etc.

Estos datos sirven tanto para conocer la potencia instalada en iluminación como para evaluar el estado de las luminarias y su posibilidad de sustituirlas con luminarias de mejor tecnología con el fin de lograr importantes ahorros energéticos.

En el Cuadro No.5-14 (Levantamiento de carga de iluminación), se presentan parte del levantamiento efectuado en la fábrica textil Pintex de las cargas de iluminación para un sector de la planta, utilizando la siguiente codificación para denotar a cada tipo de luminaria:

Inc. Luminarias incandescentes

F1. Luminarias Fluorescentes de 1 tubo

F2. Luminarias Fluorescentes de 2 tubos

De los recorridos en la planta se ha determinado que el sistema de iluminación en Pintex, consiste básicamente de fluorescentes industriales TLD2x40W y de lámparas de luz mixta de baja eficiencia de 160 W.

5.7.1 MEDICION DE LOS NIVELES DE ILUMINACION.

Paralelamente al levantamiento, se realizan las mediciones de niveles de iluminación en las áreas de producción, con un luxómetro. Para el caso de este estudio en el sistema de iluminación se tomaron medidas con el Luxómetro digital DL-2001 cuya lectura es directa y expresada en Foot-Candles. Se debe multiplicar los valores obtenidos en Foot-Candles por un factor de conversión a luxes de 10,76. Solamente en este equipo se requiere este tipo de conversión.

Cuadro No.5-15 Niveles de iluminación recomendados según el tipo de proceso.

TIPO DE PROCESO	NIVEL DE ILUMINACIÓN RECOMENDADO Luxes (Lx)
Apertura	200
Cardado	300
Bobinado, hilatura, enconado, tinturado	500
Retorcedoras, tejeduría	750
Revisión e inspección	1,000
Mesas secretarias	600 - 1,000
Corredores	150

Estos valores indican que para niveles generales de iluminación se deben tener alrededor de 150 luxes, luego estos son complementados con iluminación puntual en los sectores hasta llegar a los niveles recomendados. El análisis consiste en determinar el nivel de iluminación que tienen las distintas áreas de trabajo, para determinar básicamente el posible cansancio de los operarios debido a un excesivo o deficiente nivel de iluminación, según el tipo de trabajo. Los niveles de iluminación fueron medidos en la fábrica de estudio, en diferentes puntos de las áreas de producción y oficinas, en el día y en la noche. En el cuadro siguiente se presentan datos promedios en algunas zonas, recogidos durante el recorrido por la planta.

**Cuadro No. 5-16 Resumen de mediciones de niveles de iluminación por áreas
En Pintex "A".**

Pintex "A"	Nivel de Iluminación en el Día(luz natural) Luxes(Lx)	Nivel de Iluminación en la Noche Luxes(Lx)
Apertura	573	---
Cardado	455	43
Estiraje-Peinado	107	21-172
Hilatura	43-893	10-172
Pabilado	355-860	10-204
Coneras	538-700	43-215
Tejeduría	86-161-700	64
Calandra	83-194	---
Dobladoras	150-258-344	---
Acabado	53-193-516	32-75-129
Oficinas	43-129-193-355-914	---

Mediante la revisión del cuadro anterior se puede determinar que existen zonas con niveles de iluminación deficiente. Durante el día se tiene el aporte de luz natural en la mayoría de sectores de la planta y por ello se tienen niveles muy altos con respecto a los recomendados, ya que las ventanas son muy grandes y las paredes de la planta están pintadas en colores claros, lo que contribuye a la buena iluminación.

La sección de Acabados presenta problemas, ya que sus ventanas son pequeñas y tienen acumulación de suciedad, los niveles de iluminación son bajos y se recomienda un rediseño del sistema de iluminación.

En todas las zonas medidas se tienen puntos con niveles muy bajos y otros con niveles muy altos, esto según los criterios de diseño de iluminación no es recomendable ya que se crean franjas de iluminación.

En la noche los niveles de iluminación no alcanzan los recomendados para el trabajo adecuado. Los análisis de rediseño se realizarán con mayor detalle en el capítulo de estudio de las oportunidades de conservación de energía.

5.8 LEVANTAMIENTO DE OTRO TIPO DE CARGAS

Consiste en realizar un levantamiento de los equipos de oficinas y talleres, que representan un pequeño porcentaje de la potencia instalada de la planta, de igual manera se debe organizar la información de este tipo de cargas en cuadros, donde se indique ubicación, descripción, voltaje, potencia y observaciones generales.

5.9 POTENCIA INSTALADA.

La determinación de la potencia total instalada es el resultado del levantamiento de carga efectuado en motores, iluminación y otro tipo de cargas que consumen energía eléctrica. A continuación se presenta un cuadro en el que constan los datos de Fuerza Motriz, Iluminación y Otros con su valor porcentual respecto de la potencia total, en las dos plantas de Pintex.

Cuadro No. 5-17 Totales de potencia instalada.

TIPO DE CARGA	PINTEX "A"	PINTEX "B"
Motriz (kW)	1,794	979
Iluminación (kW)	80	38
Otros (kW)	88	13
Total (kW)	1,962	1,030
% Otros	4.5	1
% Fuerza	91.4	95
% Iluminación	4.1	4

Gráfico No. 5-9 Potencia total instalada en Pintex.

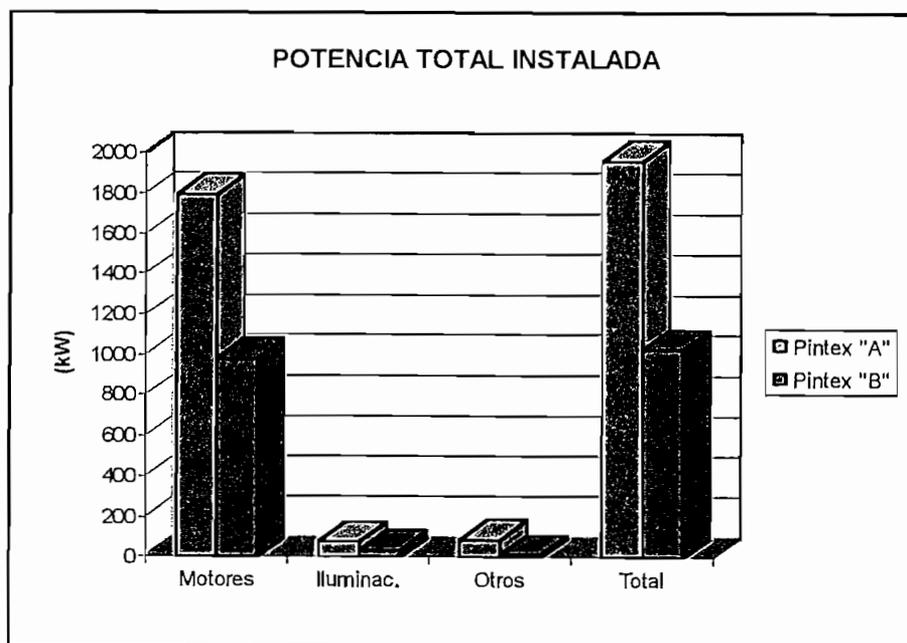
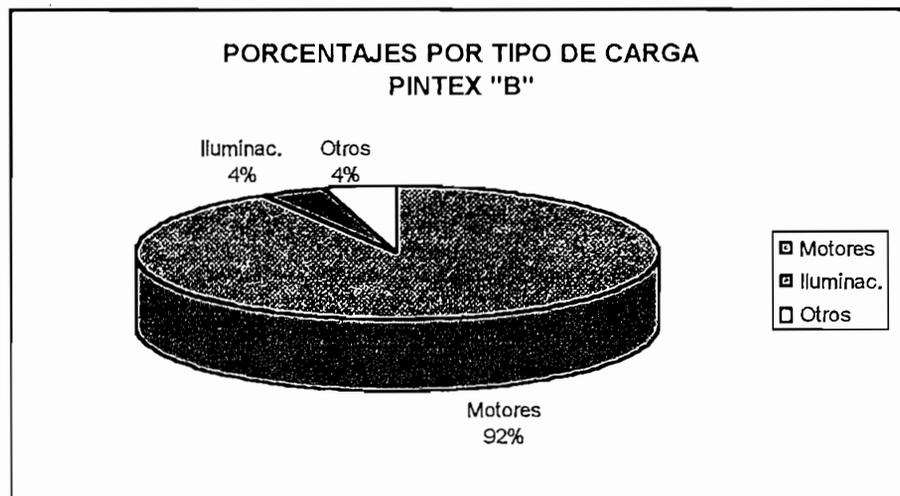
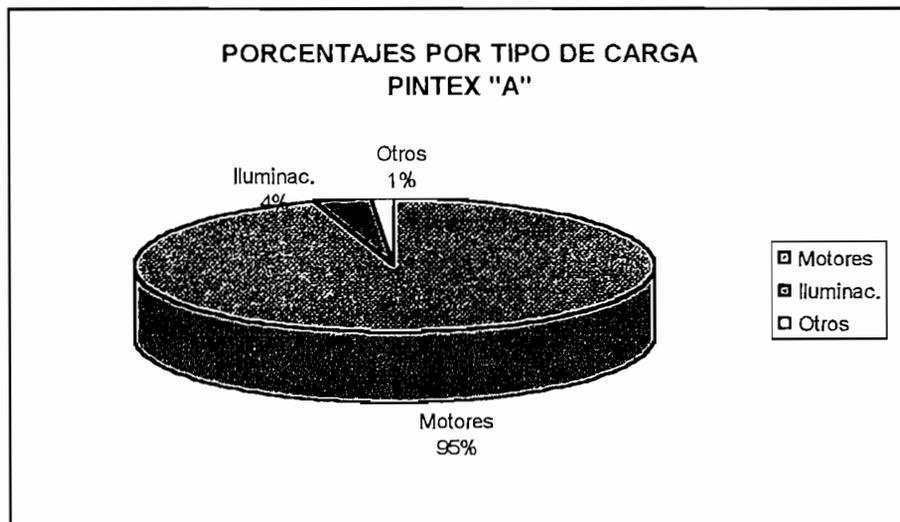


Gráfico 5-10: Porcentajes de fuerza, iluminación y otras cargas en Pintex



5.9.1 PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA.

Luego de realizar el levantamiento y mediciones en las cámaras de transformación y con la información de la potencia total instalada, se puede obtener de la información datos importantes que indicarán las características eléctricas del sistema bajo estudio.

Cuadro No. 5-18 Promedios de consumo y demanda en Pintex obtenidos con el registrador Power Logic

Período De Análisis	Cámara Antigua 19-26 Ago/96	Cámara Nueva 27/08/96 02/09/96	Pintex "B" 11-17 Sep./96
D media (kW)	332	280	373
D máx (Kw)	549	496	569
Consumo (kWh)	237,084	203,475	270,040
Factor de carga	0.64	0.56	0.65

Cuadro No. 5-19 Parámetros eléctricos de Pintex.

Parámetros	Pintex "A"	Pintex "B"
Demanda media (kW)	612	373
Demanda máxima (kW)	1,045	569
Potencia instalada (kW)	1,962	1,030
Consumo medio (kWh)	440,559	270,040
Factor de carga	0.58	0.65
Factor de potencia	0.95	0.96

Los datos obtenidos en consumos con el equipo Power Logic, concuerdan con valores cercanos a los determinados en la facturación, los valores de demanda obtenidos en la facturación y en las mediciones indican que los transformadores de las cámaras operan dentro de rangos aceptables, que varían entre el 85% y 91% de carga. De igual manera el factor de potencia no presenta bajos valores.

Los factores de carga obtenidos indican que la instalación eléctrica de la planta es utilizada en un 60% a un 65%.

5.10 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

La puesta a tierra en la instalación industrial sirve para drenar hacia tierra las corrientes de falla, que representan un peligro para la integridad física de las personas. Los efectos que puedan provocar la circulación de corrientes eléctricas en las personas, dependen de la intensidad de la corriente, de la duración del contacto y de la resistencia eléctrica de la persona.

En la industria es muy importante revisar la correcta puesta a tierra de carcazas de máquinas eléctricas rotativas, carcazas de tableros de distribución, transformadores de distribución, las grandes masas metálicas sensibles a descargas atmosféricas, tornos, depósitos de agua, etc.

Una instalación de puesta a tierra debe ser diseñada y construida por un experto, ya que de esta instalación dependen la vida de las personas y la protección de los equipos. Para este diseño se toman en cuenta varios parámetros tales como tipo de suelo, resistividad del suelo, ya que a menor resistividad, menor será la resistencia del terreno para la instalación de tierra; de igual manera se deben tomar en cuenta la temperatura y grado de humedad ya que la resistividad depende de ellos.

La red de puesta a tierra consiste en electrodos o varillas que entran en íntimo contacto con el suelo y se destinan a la disipación de las corrientes, los electrodos están interconectados mediante una red de cable conductor, la misma que sirve para la conexión con las partes de la instalación que debe ser puesta a tierra. (22)

Como recomendación general se prohíbe utilizar como electrodos las tuberías metálicas destinadas a gas, aire comprimido, agua caliente o el cable de neutro.

5.10.1 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN LA FABRICA DE ESTUDIO.

Todos los transformadores de distribución de las cámaras de las plantas tienen conexión delta-estrella con el neutro sólidamente puesto a tierra.

Las dos plantas de Pintex poseen malla de puesta a tierra a la que se conectan máquinas, tableros y subtableros. En los tableros se verifica la presencia de tres fases, el neutro y el cable de tierra.

5.11 BALANCE DE ENERGIA ELECTRICA

Una vez realizados el levantamiento de la carga eléctrica y las mediciones en los equipos de la planta, se realiza un balance de energía eléctrica.

El balance de energía eléctrica consiste en determinar la cantidad de energía que ingresa a la planta, los puntos donde y cómo ésta energía es usada, para finalmente encontrar el gasto o energía que se pierde en el proceso de producción. El auditor debe analizar este gasto para encontrar los lugares donde existen las Oportunidades de Conservación de Energía.

Como primer paso se organiza la información en tablas para determinar el consumo de energía por maquinaria, para luego globalizar el consumo para toda la planta.

5.11.1 CONSUMO DE ENERGIA POR MAQUINA.

Para determinar los consumos de energía eléctrica de cada máquina se debe:

1. Conocer con bastante exactitud los horarios de funcionamiento de las maquinarias.

Para ello es necesario que el auditor recurra al departamento de estadística de la planta donde obtendrá la información deseada, además debe preguntar los horarios a los operadores de cada máquina para tener dos puntos de comparación.

2. Obtener del levantamiento de motores, la potencia total instalada de cada máquina.
3. Determinar el factor de carga para cada máquina, mediante cálculos. Este paso puede resultar largo y engorroso, para el desarrollo de este trabajo se ha utilizado la hoja electrónica de Microsoft®Excel y el paquete computacional, Motor Master+, para la determinación de los porcentajes de carga de los motores medidos en la muestra.
4. Conocer la eficiencia de los motores.

Con toda la información previa, se elabora una tabla utilizando la ayuda del computador ya que la información resulta extensa. Dependiendo de la habilidad del auditor en el manejo de estas herramientas, se puede realizar un pequeño programa o utilizar simplemente una hoja electrónica. A continuación se tiene el cálculo de consumos de energía en un sector de la industria de ejemplo.

5.11.2 BALANCE DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA TEXTIL PINTEX.

Para el caso de Pintex se elaboró una tabla para calcular el consumo de energía en el sector de hilatura donde tiene un gran número de motores con potencias entre 11 y 17 (HP), los que accionan las hilas. El período de estudio considerado es la semana de instalación del equipo Power Logic en las cámaras que alimentan al sector de hilatura en las dos plantas. La Cámara Nueva en Pintex "A" y la Cámara de Pintex "B".

La industria textil Pintex, posee dos plantas de producción, es por ello que se han elaborado dos tablas de consumo de energía por máquina en el sector de hilatura, donde se tiene la información necesaria para los análisis del balance de energía, con mayor exactitud.

El proceso de cálculo utilizado es el siguiente:

$$\text{Pot. de salida (kW)} = \text{Pot. nominal (kW)} * \text{Factor de Carga} \quad (5.1)$$

$$\text{Pot. de entrada (kW)} = \text{Pot. de salida (kW)} / \text{Eficiencia de MM+} \quad (5.2)$$

$$\text{Energía (kWh)} = \text{Potencia de entrada (kW)} * \text{h de op/periodo} \quad (5.3)$$

Se tomará como ejemplo el caso de la hila # 14 de Pintex "A":

$$\text{Potencia de salida (kW)} = 12.7 * 0.31 = 3.9 \text{ (kW)} \quad (5.4)$$

$$\text{Potencia de entrada (kW)} = (3.9 * 100) / 77 = 5.042 \text{ (kW)} \quad (5.5)$$

$$\text{Energía} = 5.042 * 120 = 605 \text{ (kWh / periodo)} \quad (5.6)$$

Lo que promedia un consumo de 121 kWh por día.

Los cálculos para todas las hilas de Pintex se pueden apreciar en los Cuadros No. 5-20 y No. 5-21, los mismos que se han efectuado según el proceso anterior, todos estos análisis sirven para determinar el consumo de energía eléctrica correspondientes a las hilas de las dos plantas de Pintex durante el período de estudio, y comparados con el monto total de energía que ingresa a la planta en el mismo período, determinado de las mediciones con el equipo Power Logic, (Cuadro No. 5-9).

a) Planta "A".

Consumo de energía de las hilas = 16,158 (kWh)

Consumo de energía de la Cámara Nueva durante el período = 40,695 (kWh)

Porcentaje de consumo de las hilas en la Planta "A" = 39.7 %

b) Planta "B".

Consumo de energía de las hilas = 19,256 (kWh)

Consumo de energía de la Cámara Nueva durante el período = 54,008 (kWh)

Cuadro No.5 - 20 : BALANCE DE ENERGIA EN EL SECTOR DE HILATURA

Ciliente: Pintex

Local: Hilatura Pintex "A"

Periodo de estudio: 27/08/96 - 2/09/96

Proceso	Motor	Potencia nominal (kW)	Factor de Carga	Potencia de Salida (Kw)	Eficiencia (%)	Potencia entrada (kW)	horas operación periodo	Energía periodo (kWh)
HILADO	HILA 1	12.7	0.39	4.9	81.3	6.1	119.8	725
HILADO	HILA 2	12.7	0.37	4.7	80.5	5.9	120	703
HILADO	HILA 3	8.5	0.56	4.8	86.0	5.6	119.8	668
HILADO	HILA 4	8.5	0.49	4.2	85.4	4.9	119.5	583
HILADO	HILA 5	8.5	0.67	5.7	86.4	6.6	120	786
HILADO	HILA 6	8.5	0.74	6.3	86.6	7.3	120	877
HILADO	HILA 7	8.5	0.75	6.4	86.4	7.4	112.5	833
HILADO	HILA 8	8.5	0.55	4.7	85.7	5.5	118.5	651
HILADO	HILA 9	8.5	0.69	5.9	86.6	6.8	120	815
HILADO	HILA 10	8.5	0.76	6.5	86.5	7.5	120	896
HILADO	HILA 11	8.5	0.76	6.5	86.5	7.5	120	901
HILADO	HILA 12	8.5	0.77	6.6	86.4	7.6	120	913
HILADO	HILA 13	12.7	0.30	3.8	76.6	5.0	119.8	600
HILADO	HILA 14	12.7	0.31	3.9	77.0	5.0	120	605
HILADO	HILA 15	12.7	0.40	5.1	82.5	6.2	119.3	743
HILADO	HILA 16	12.7	0.38	4.8	81.3	5.9	119.5	711
HILADO	HILA 17	12.7	0.45	5.7	85.6	6.7	119.3	797
HILADO	HILA 18	12.7	0.34	4.3	78.9	5.5	118.8	653
HILADO	HILA 19	12.7	0.48	6.1	86.2	7.1	119.5	852
HILADO	HILA 20	12.7	0.34	4.3	78.5	5.4	73.9	401
HILADO	HILA 21	12.7	0.37	4.7	80.1	5.9	120	709
HILADO	HILA 22	12.7	0.39	5.0	81.0	6.2	119	735
Consumo de energía en el período de estudio								16,158

Cuadro No.5 - 21 : BALANCE DE ENERGIA EN EL SECTOR DE HILATURA

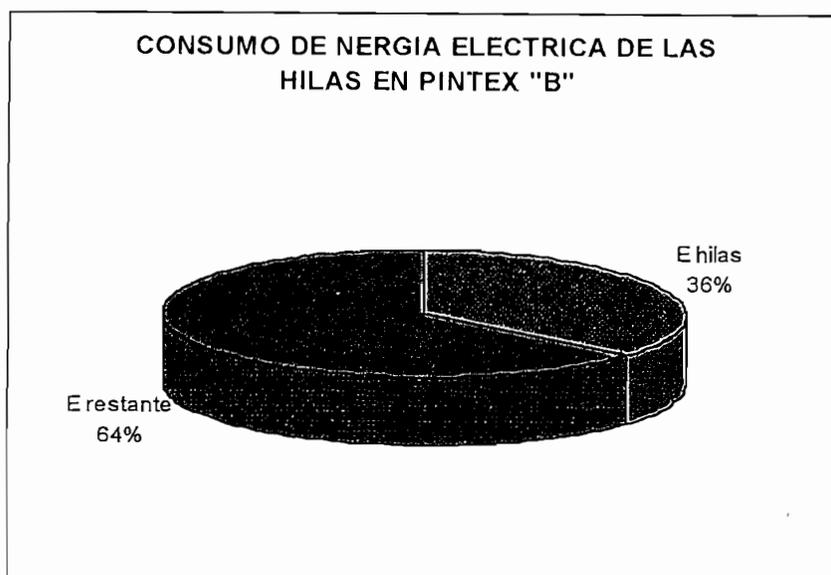
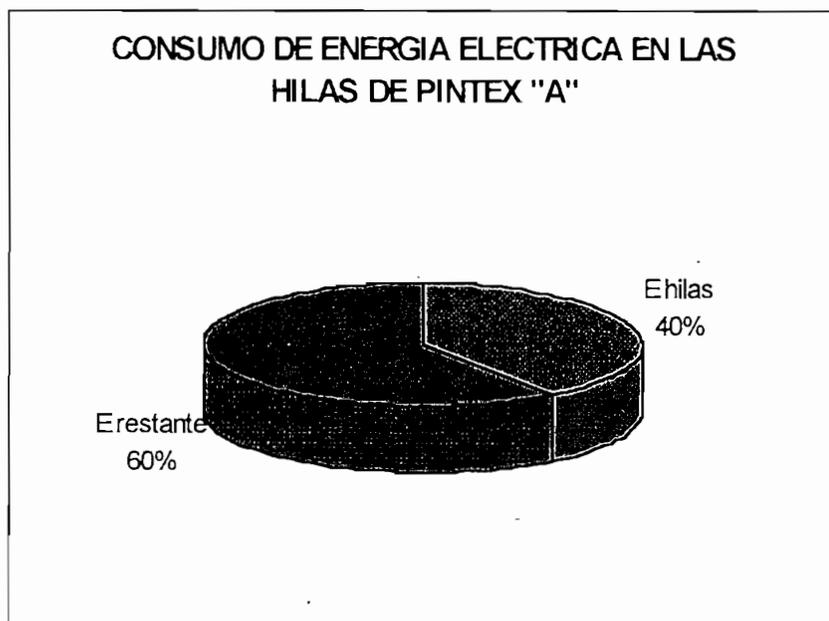
Cliente: Pintex
Local: Hilatura Pintex "B"
Periodo de estudio: 11 - 17 / 09/ 96

Proceso	Motor	Potencia nominal (kW)	Factor de Carga	Potencia de Salida (kW)	Eficiencia (%)	Potencia entrada (kW)	horas operación periodo	Energía en T (kWh)
HILADO	HILA 1	9	0.77	7	86.50	7.9	120	952
HILADO	HILA 2	9	0.66	6	86.40	6.9	120	825
HILADO	HILA 3	9	0.65	6	86.20	7.0	120	841
HILADO	HILA 4	11	0.49	5	82.10	6.5	120	775
HILADO	HILA 5	11	0.54	6	85.10	6.9	120	825
HILADO	HILA 6	12	0.42	5	80.50	6.0	120	716
HILADO	HILA 7	12	0.52	6	85.60	7.0	120	840
HILADO	HILA 8	20	0.41	8	84.60	9.6	120	1,152
HILADO	HILA 9	20	0.41	8	84.50	9.6	120	1,147
HILADO	HILA 10	20	0.38	8	83.80	9.0	120	1,082
HILADO	HILA 11	20	0.33	7	82.50	7.9	120	953
HILADO	HILA 12	20	0.39	8	83.80	9.1	120	1,090
HILADO	HILA 13	20	0.39	8	84.10	9.2	120	1,101
HILADO	HILA 14	20	0.31	6	82.10	7.5	120	898
HILADO	HILA 15	20	0.46	9	85.80	10.7	120	1,278
HILADO	HILA 16	20	0.31	6	82.10	7.4	120	892
HILADO	HILA 17	20	0.38	7	83.70	9.0	120	1,075
HILADO	HILA 18	20	0.38	8	83.80	9.0	120	1,085
HILADO	HILA 19	12	0.27	3	72.50	4.4	120	534
HILADO	HILA 20	12	0.28	3	75.90	4.4	120	531
HILADO	HILA 21	12	0.38	5	81.70	5.5	120	662
Consumo de energía en el periodo de estudio								19,256

Porcentaje de consumo de las hilas en la Planta "A" = 35.7 %

Como resultado de este proceso se pueden elaborar los siguientes gráficos.

Gráfico No. 5-11 Consumo de energía de las hilas de Pintex en porcentajes



Estos porcentajes obtenidos mediante el balance de energía realizado en el sector de hilatura en las dos plantas, indican que un considerable monto de energía eléctrica es consumido en este sector. Es por ello que esta zona es válida para la investigación de posibles reemplazos de motores estándar por motores de alta eficiencia.

5.12 EFICIENCIA ENERGETICA

En este punto se desea establecer parámetros que relacionen la producción y el consumo de la energía eléctrica de la planta, con el fin de construir el perfil energético de la empresa.

Con los datos de levantamientos, mediciones y balances energéticos se pueden calcular los consumos específicos de cada proceso de la instalación, de tal manera determinar con ellos y los balances de energía, donde y cómo se consume la energía eléctrica para preparar un esquema de trabajo de mediciones puntuales y analizar las oportunidades de ahorro de energía.

5.12.1 CONSUMOS ESPECIFICOS ELECTRICOS (CEE) POR PROCESO DE PRODUCCION.

Para el caso de una industria textil, el consumo específico eléctrico es la relación matemática entre la energía eléctrica consumida en un proceso y la cantidad de producto en toneladas.

Los consumos específicos se calculan por maquinaria, luego el ahorro de energía se logra con la disminución del CEE mediante disminución del consumo de energía sin afectar a la productividad.

Para determinar el CEE es necesario conocer los consumos de energía eléctrica y la producción de cada máquina en un período determinado. En el caso de Pintex estos datos se pudieron conseguir para el sector de Hilatura de la Planta "A".

El cálculo del mismo se ilustra a continuación con la Hila No. 14:

$$CEE = \frac{kWhT}{Tm} \quad (5.7)$$

$$CEE = \frac{605}{0.620} = 976.4 \quad (5.8)$$

Donde:

CEE = Consumo específico eléctrico

KWhT = Energía eléctrica consumida en el período de estudio

Tm = Toneladas métricas de producto elaborado durante el período de estudio.

Se ha efectuado un cálculo de los consumos específicos eléctricos de las hilas de la Planta "A" y los resultados se observan en el Cuadro No. 5-22. Donde se puede apreciar que los consumos específicos de las hilas varían entre 826 y 1922.

Cuadro No. A 5 - 22 Consumos específicos de las hilas en Pintex "A"

Proceso	Motor	Energía período (kWh)	Producción máquina (kilos)	Consumo Específico CE
HILADO	HILA 1	725	772	939.
HILADO	HILA 2	703	776	905.
HILADO	HILA 3	668	715	934.
HILADO	HILA 4	583	330	1,767.
HILADO	HILA 5	786	777	1,012.
HILADO	HILA 6	877	750	1,169.
HILADO	HILA 7	833	673	1,238.
HILADO	HILA 8	651	339	1,921.
HILADO	HILA 9	815	718	1,135.
HILADO	HILA 10	896	741	1,209.
HILADO	HILA 11	901	713	1,264.
HILADO	HILA 12	913	763	1,196.
HILADO	HILA 13	600	726	826.
HILADO	HILA 14	605	620	976.
HILADO	HILA 15	743	526	1,411.
HILADO	HILA 16	711	509	1,396.
HILADO	HILA 17	797	522	1,527.
HILADO	HILA 18	653	501	1,302.
HILADO	HILA 19	852	331	2,575.
HILADO	HILA 20	401	328	1,221.
HILADO	HILA 21	709	450	1,574.
HILADO	HILA 22	735	459	1,600.

Con el fin de establecer una base de referencia se ha consultado el estudio energético realizado por CEMIG en industrias textiles fabricantes de telas cuya materia prima es el algodón, realizados en Brasil, los cuales presentan los siguientes datos.

Cuadro No. 5-23 Consumos específicos en textileras del Brasil

Sector	Equipo	CEE	
		Min	Max
Hilatura	Carda	106.7	210
	Hila	1,033.3	2,346.9
Tejeduría	Telares planos	700.8	1,185
Acabados	Secador	14.3	388
	Foulard	121.9	235.5
	Estampadora	30	510
	Rama	51	330
	Polimerizador	5.7	24.9
	Sanforizador	8.4	200
	Calandra	5	36.3

Los valores obtenidos en Pintex no necesariamente deben coincidir con los obtenidos en Brasil, ya que el valor del consumo específico depende de varios parámetros como:

- Tipo de accionamiento de la máquina
- Eficiencia de los equipos
- Sobredimensionamiento de los equipos
- Tipo de mantenimiento
- Tipo de producto elaborado

La tabla anterior debe servir como una guía para que en la planta industria textil se calculen los consumos específicos de todos los procesos de fabricación con miras a la reducción de los mismos sin afectar la producción. Es importante recalcar que en varias industrias de nuestro país no se tiene un control estadístico completo que relacione producción y consumos de energéticos, e inclusive en algunos casos, ni siquiera existe un departamento de estadística. Las bases de

datos de este tipo son vitales para conocer en detalle el perfil energético de una industria, es por ello que se aconseja organizar la información con el trabajo conjunto de los departamentos de estadística, producción y mantenimiento.

La reducción del CEE se logra con los ahorros en el consumo de energía eléctrica, resultado de mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, renovación de equipos antiguos por equipos eficientes y otras medidas que se explicarán con mayor detalle en los capítulos siguientes.

CAPITULO VI

IDENTIFICACION DE LAS OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGIA. ANALISIS TECNICO- ECONOMICO

Las Oportunidades de Ahorro de Energía Eléctrica resultan del análisis de los datos de levantamientos, mediciones y estudios energéticos en balances y consumos específicos, con ellas se busca disminuir el consumo de energía eléctrica sin alterar la producción.

Este objetivo se logra con la aplicación de dos tipos de medidas, como ya se mencionó en el capítulo dos. Las medidas a corto plazo, no requieren grandes inversiones y consisten en actividades programadas en las rutinas de operación de equipos y de sistemas de iluminación. Y las medidas a largo plazo o Subproyectos de Ahorro requieren de grandes inversiones y dependen de la decisión de la gerencia.

Estas medidas deben ser llevadas a cabo por la gerencia y el personal de planta con la idea primordial del beneficio futuro que traerán los ahorros.

6.1 METODOS DE EVALUACION ECONOMICA DE INVERSIONES.

Las inversiones a efectuarse deben ser respaldadas con un estudio económico, de tal manera que el ahorro justifique la inversión. Este tipo de estudio se realizará utilizando nociones básicas de evaluación económica.

6.1.1 PARAMETROS DE EVALUACION ECONOMICA DE PRIMER ORDEN.

"Se denominan parámetros de evaluación de primer orden aquellos en los que no se tienen en cuenta la disminución del valor del dinero y de segundo orden a aquellos en los que si se tiene en cuenta esta disminución. Tanto en uno como en otro, puede tenerse en cuenta la variación del precio del combustible; pero no se tienen en cuenta ni la inflación, ni los impuestos, ni otro tipo de factores que complicarían el sistema de evaluación". (8)

Para evaluar el atractivo de una inversión, se utiliza la combinación de los siguientes parámetros:

a) Tiempo de retorno de la inversión (Pay back)

Es la relación que permite determinar si la inversión será recuperada en un tiempo razonable comparado con su vida estimada.

El tiempo de retorno se calcula mediante la relación entre el monto de la inversión y el ahorro que esta producirá.

$$R = \frac{I}{A}$$

(6.1)

Donde

R = Tiempo de retorno (años)

I = Inversión

A = Ahorro anual neto

b) Tasa interna de retorno (T.I.R)

La T.I.R es el interés que reduce a cero el Valor Presente de una serie de ingresos y egresos. Se calcula mediante la siguiente ecuación iterativa:

$$0 = VP(i) = \sum_{t=0}^n \frac{Fjt}{(1+i)^t} \quad (6.2)$$

Donde:

Fjt = Flujo neto de caja, calculado al final de cada año.

(i) = Tasa de interés

t = vida del proyecto o subproyecto

Para que la inversión en una alternativa sea rentable, es necesario de la T.I.R correspondiente, sea mayor a las tasas de otras posibilidades de inversión.

6.1.2 PARAMETROS DE EVALUACION ECONOMICA DE SEGUNDO ORDEN.

Se tratará la relación Beneficio/Costo que es la que reflejará con mayor facilidad el atractivo de la inversión.

$$B/C = \frac{VA}{I} = \frac{F * A}{I} \quad (6.3)$$

Donde:

VA : Valor actual del ahorro

A : Ahorro actual neto, resulta de a diferencia entre el ahorro debido a la reducción del consumo de energía eléctrica y el costo anual de operación y mantenimiento.

F : Factor de actualización del valor del ahorro. Depende del porcentaje en que disminuye el valor del dinero anualmente, de la vida estimada del equipo. El Cuadro No.7-1 indica la tabla para el cálculo de F. (8)

Un valor superior a uno en la relación B/C, indica que la inversión es aconsejable desde el punto de vista económico.

Cuadro No. 6-1
FACTOR DE ACTUALIZACION DEL VALOR

V	5%	10%	15%	20%
1	0.952	0.909	0.87	0.833
2	1.859	1.732	1.626	1.528
3	2.723	2.487	2.283	2.106
4	3.546	3.17	2.855	2.589
5	4.329	3.791	3.352	2.991
6	5.076	4.355	3.784	3.326
7	5.786	4.868	4.16	3.605
8	6.463	5.335	4.487	3.838
9	7.108	5.759	4.772	4.031
10	7.722	6.145	5.019	4.192
11	8.306	6.495	5.234	4.327
12	8.863	6.814	5.421	4.439
13	9.394	7.103	5.583	4.553
14	9.899	7.367	5.724	4.611
15	10.38	7.606	5.847	4.675
16	10.838	7.824	5.954	4.73

Estos métodos serán aplicados con el uso del software de evaluación económica MAECE, desarrollado por PROCEL/ELECTROBRAS del BRASIL(Anexo No.1), en los Suproyectos de Ahorro que requieran estudio de la inversión

6.2 POTENCIA DE LOS TRANSFORMADORES DE LAS CAMARAS DE TRANSFORMACION.

Normalmente los transformadores colocados en las cámaras de transformación de una industria para alimentar a los procesos de producción de la misma, son diseñados para trabajar durante períodos de operación continua, sin afectar su vida útil, por varios años.

A través de un estudio de los datos de facturación y de las mediciones efectuadas en las cámaras de transformación, el auditor puede verificar si existe o no sobrecarga en los transformadores principales de distribución o si estos se encuentran en los límites de su capacidad.

6.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TRANSFORMADORES.

Todo equipo debe ser sometido al mantenimiento preventivo, con el fin de alargar su vida útil, aumentar la seguridad de la instalación y evitar el comprometer el proceso productivo.

El mantenimiento preventivo observa lo siguiente:

a) Pérdidas de aceite.

Se debe realizar una continua inspección del transformador para verificar si no tiene pérdidas de aceite, especialmente después de sobrecargas o cortocircuitos y han actuado las protecciones.

Para realizar inspecciones más detalladas se debe desenergizar el transformador.

b) Revisión del aceite.

El aceite tiene dos funciones básicas: la refrigeración y el aislamiento.

El aceite aísla los componentes eléctricos del transformador y retira el calor generado en las mismas mediante circulación y este es disipado en el ambiente. En una inspección visual del aceite, este debe presentar un color amarillo claro y cristalino, libre de impurezas en suspensión o depósitos de las mismas que se formen en el tanque.

Cada dos años el aceite debe ser sometido a pruebas de ensayo en un laboratorio para determinar el estado de su rigidez dieléctrica y su nivel de acidez. Estas pruebas pueden realizarse en la Escuela Politécnica Nacional.

c) Partes metálicas

La carcasa del transformador debe ser revisada cada seis meses, para verificar la presencia de corrosión, problema que debe ser corregido inmediatamente.

d) Aisladores

A través de pruebas especiales se verifica el estado de los aisladores. Esta prueba se debe realizar en transformadores en las siguientes condiciones:

- Antes de conectarlos a la red, como es el caso de transformadores nuevos y usados.
- En transformadores en uso cada seis meses

De igual manera el examen se realiza en la E.P.N. En caso de detectar daños los aisladores deben ser cambiados y una nueva medición debe ser hecha.

e) Limpieza general

La acumulación de polvo en el transformador puede provocar daños en los aisladores. La limpieza general debe ser realizada cada seis meses, tanto del transformador, como del recinto en el que se encuentra. La limpieza debe ser realizada por personal calificado. (4)

6.2.2 ANALISIS EN LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA DE PINTEX.

Los transformadores en las plantas de Pintex no presentan problemas de sobrecarga y mantenimiento, los locales se encuentran limpios y sin obstáculos.

La única recomendación importante es la de realizar las pruebas necesarias para verificar el estado de aisladores, arrollamientos y aceite, como se menciona con anterioridad.

6.3 TABLEROS, SUBTABLEROS Y CIRCUITOS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA.

El objetivo de este punto es determinar las condiciones en que se encuentran los circuitos de distribución de energía eléctrica. Varias plantas industriales en la ciudad de Quito tienen muchos años de operación, y en el transcurso de ese tiempo los cambios se han realizado sobre la marcha sin tomar en cuenta en muchos casos las normas de seguridad industrial y sin un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, para tableros, subtableros de distribución y sus circuitos.

Como una guía se puede dar ciertas recomendaciones básicas.

- Evitar la sobrecarga de los circuitos de distribución y mantener balanceadas las redes trifásicas. El desbalance puede provocar la quema de fusibles, calentamiento de conductores o desconexión de disyuntores.

- Un conductor sobrecalentado es señal de sobrecarga. Es necesario sustituirlo por un conductor de mayor capacidad. La misma que debe ser calculada de acuerdo a la potencia de la carga servida.
- En plantas industriales es recomendable la distribución de la energía a niveles altos de voltaje, tales como 380V, 44V o 480V. Ya que disminuyen las pérdidas por conducción.
- Los empalmes deben ser hechos mediante conectores apropiados y en el caso de empalmes de cobre-aluminio, se deben utilizar conectores bimetálicos. Se debe aislar el empalme con cinta aislante y no utilizar esparadrapo, cinta adhesiva, etc. Por último el empalme debe ser hecho en cajas de derivación, no en el interior de los tableros de distribución.
- Colocar una protección, por motor o carga y en el caso de los fusibles, estos deben ser de las mismas capacidades.
- Mantener siempre libre de obstrucción los locales destinados a los equipos de distribución eléctrica.
- Realizar una limpieza de tableros principales de distribución, por lo menos una vez al año, para evitar la acumulación de materiales inflamables provenientes de los procesos de producción, que pueden provocar posibles incendios.
- Según las Normas NEC se permite un 1.5% de caída de tensión entre las cámara y el TPD, un 2% entre el TPD y el STD y un 3% entre el STD y la carga. Una caída de tensión superior a la permitida es signo de pérdidas en los alimentadores, los mismos que se encuentran mal dimensionados.

A través de una inspección y mediciones en los TPD y STD se pueden determinar varios problemas y sus posibles soluciones, a continuación se presenta una tabla con los problemas y soluciones más comunes en tableros de distribución.

Cuadro No. 6-2 Problemas y soluciones de los TPD y STD.

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION
Tensión medida superior A la tensión nominal	-Niveles de tensión elevados en el secundario del transformador alimentador. -Influencia del banco de capacitores en la tensión del circuito.	-Cambiar el tap del transformador alimentador - Dimensionar adecuadamente el banco de capacitores al régimen de carga del circuito.
Rotura de conexiones	-Falta mantenimiento -Dimensionamiento inadecuado -Vibración	-Rehacer las conexiones.
Cables en estado precario	-Falta mantenimiento -Sobrecarga -Corto circuito	-Realizar mantenimiento correctivo -Redistribuir circuitos -Eliminar el corto circuito
Vibración	-Mala fijación	-Rehacer la fijación.
Cables con aislamiento precario	-Dimensionamiento inadecuado -atmósfera agresiva	-Reparar el tramo afectado, colocar una protección al tablero.
Conservación precaria	-Falta de mantenimiento preventivo	-Realizar mantenimiento
Falta de tierra	-Diseño inadecuado -Tierra interrumpida	-Colocar una instalación de tierra -Corregir daños en la tierra

6.3.1 ESTADO DE LOS CIRCUITOS DE DISTRIBUCION DE LA INDUSTRIA TEXTIL PINTEX.

Durante el levantamiento de las instalaciones se verificó el estado de tableros, subtableros, cableado y de las protecciones de los circuitos. En general los tableros y subtableros en las dos plantas son antiguos y existen lugares donde las protecciones no existen, en general los tableros están cerrados y limpios, salvo ciertas excepciones donde las observaciones del caso se han colocado en cada cuadro del levantamiento correspondiente. En estos casos el mantenimiento correctivo debe ser llevado a cabo siguiendo las recomendaciones previas. Durante la inspección a los tableros y subtableros se realizaron mediciones y observaciones en aquellos que fueron accesibles, las mismas que se presentan a continuación.

a) Pintex "A"

- **Cámara Nueva.**

El transformador de la Cámara Nueva alimenta a dos tableros principales de distribución y directamente a la Rama Monforts.

Cuadro No.6-3 Mediciones en los TPD de la S/E Nueva

Medidas/Tablero	TPD 1	TPD 2	Rama Monforts
Voltaje (V)	AB	222	218
	BC	Inaccesible	217
	CA	225	218
	FN	130	126
Corriente (A)	A	818	184
	B	872	191
	C	889	190

Observaciones:

Los tableros levantados se encuentran en buen estado de conservación, están aterrizados, el

aislamiento de sus cables es normal y sin calentamiento excesivo, los tableros están cerrados pero sujetos a una atmósfera con impurezas provenientes de los procesos de producción que ingresan a los mismos. Esta pelusa se acumula y se recomienda realizar limpiezas periódicas.

Desde este TPD se alimentan a varios subtableros que a su vez energizan a las diferentes máquinas, entre estas las hilas, como puede apreciarse en el diagrama unifilar. A continuación se tienen las caídas de tensión detectadas en varios STD.

Cuadro No.6-4 Caída de tensión en los STD de Hilatura de Pintex “A”

IDENTIFICACION	LOCAL	TENSION MEDIDA (V)		CAIDA DE TENSION %	
		F-F	F-N	F-F	F-N
STD 1 HILAS 1,2,3	HILATURA	214	123	4	5.38
STD 2 HILAS 4,5,6	HILATURA	215	124	3.59	4.62
STD 3 HILAS 7,8,9,10,11,12	HILATURA	216	126	3.14	3.08
STD 4 HILAS 13,14,15,16	HILATURA	212	122	4.93	6.15
STD 5 HILAS 17,18,19,20	HILATURA	216	123	3.14	5.38
STD 6 HILAS 21 Y22 PABILERAS 1,2,3,4	PABILADO	212	124	4.93	4.62
STD 7 HILAS 23,24,25	PABILADO	211	122	5.38	6.15

- **Cámara Antigua.**

Cuadro No.6-5 Mediciones en los TPD de la S/E Antigua

Medidas / Tablero		TPD 3
Voltaje (V)	AB	221
	BC	222
	CA	221
	FN	128
Corriente (A)	A	490
	B	501
	C	475

Observaciones:

Este tablero tiene componentes eléctricos antiguos, pero se encuentra limpio y con el cableado fijo y sin recalentamientos. Las observaciones puntuales pueden verse en los cuadros de levantamientos.

b) Pintex "B"

Se tienen dos tableros principales de distribución. El primero ubicado junto a la subestación principal, donde se tienen los circuitos que alimentan a una parte de la planta, la observación más importante es que las protecciones se encuentran montadas en barras sin protección de un tablero y accesibles a cualquier persona, se lo he denominado como "TPD" 4. El segundo TPD se encuentra en el sector de la Urdidora y presenta acumulación de pelusa. Por otro lado se encontró un interruptor que energiza a las hilas.

Cuadro No.6-6 Mediciones en los TPD de la S/E de Pintex "B"

Medidas/Tablero		"TPD" 4	TPD 5	Interruptor
Voltaje (V)	AB	221	223	223
	BC	222	219	221
	CA	222	219	220
	FN	128	128	129
Corriente (A)	A	510	600	332
	B	500	600	346
	C	556	598	292

Cuadro No.6-7 Caída de tensión en 3 STD de Pintex "B"

IDENTIFICACION	LOCAL	TENSION		CAIDA DE TENSION %	
		MEDIDA (V)			
		F-F	F-N	F-F	F-N
STD 8 AUTOCONERS	AUTOCONERS	216	125	3.14	2.34
STD 9 HILAS 8-11	HILATURA	219	128	1.35	0
STD 10 HILAS 12-15	HILATURA	216	126	2.7	1.56

Las caídas de tensión detectadas en el cableado del sistema de distribución son mayores a la recomendada por las normas, esto es signo de pérdidas en el mismo.

6.4 REDISEÑO DE ILUMINACION DE LAS NAVES.

El rediseño de las instalaciones eléctricas de las naves industriales debe ser enfocado no solamente a un mejoramiento de los niveles de iluminación, sino también a la consecución de un ahorro de energía.

El ahorro energético en los sistemas de iluminación se logra mediante el seccionamiento adecuado de circuitos, es decir separando en varios circuitos la iluminación de las naves.

Esto puede lograrse con el uso de los modernos equipos de “tableros inteligentes”, que comandan el encendido y apagado de sectores, según los horarios de trabajo o de acuerdo al uso en horas pico.

Estos equipos tienen costos elevados, pero los ahorros permiten la rápida recuperación de capital. En nuestro país ya se han utilizado en edificios y hospitales, pero su uso puede ser variado y de gran utilidad en el ahorro energético en la industria.

Como ejemplo en el caso de Pintex se plantea:

Mantener el sistema de iluminación mediante fluorescentes pero eliminando ciertas lámparas que están en exceso, las cuales servirán de reemplazo para las de luz mixta existentes. Paralelamente resulta necesario realizar una adecuada reubicación de las luminarias que no han sido eliminadas.

Durante el proceso de fabricación de la tela se pueden detectar varios puntos de ahorro mediante el seccionamiento del alumbrado. Es recomendable en ciertas áreas, que cada máquina controle su propia iluminación, de tal forma que el operador pueda apagar las luces del proceso correspondiente, cuando no trabaje en él.

Las áreas que poseen iluminación mixta deberán ser reemplazadas por luminarias de alta eficiencia de tipo TMS 018 2x32W. Dicho rediseño debe también incluir ahorros de energía

en sitios donde no es necesario iluminar, o donde la iluminación debe ser mínima dependiendo de la actividad que se realice.

Los rediseños planteados resultan de varias simulaciones con el programa CALCULUX de tal forma de encontrar la mejor distribución del alumbrado y el mejor rendimiento económico.

El Anexo No. 1 presenta a manera de ejemplo la simulación de uno de los Subproyectos de Ahorro. Esta asume un factor de mantenimiento para el conjunto luminaria-lámpara de 0.8, lo cual exige una limpieza periódica del sistema.

6.4.1 ILUMINACION FLUORESCENTE.

La iluminación fluorescente instalada, a pesar de no ser de alto rendimiento, debe conservarse. Actualmente existen en el mercado local luminarias fluorescentes de gran eficiencia como las PHILIPS TMS018 2x32W, que poseen excelentes características de color y permiten adicionalmente un ahorro energético. Estas últimas deberán substituir a las fluorescentes actualmente instaladas al final de su vida útil.

Es importante indicar que las luminarias TMS018 a pesar de representar una inversión inicial mayor respecto a las convencionales, permiten recuperaciones de capital acelerados por sus características de ahorro energético, más aún en instalaciones donde el número de horas de uso es elevado.

El área de telares de la planta B ha sido simulada con el uso de luminarias fluorescentes industriales PHILIPS TMS018 1x32W con tubos TLD32T8-TL841. - El resultado de la simulación se presenta a manera de ejemplo en el Anexo No. 1.

Los resultados indican que disminuyendo la altura de montaje a 2,7 m, se podría instalar 50 luminarias TMS 018 1x32W (1 solo tubo) en reemplazo de las luminarias existentes TLD

2x40W, e.d. una lámpara sobre cada telar. Cada balasto electrónico deberán ser instalados con 2 luminarias. Los niveles requeridos para este proceso son de 200 luxes, no obstante se ha obtenido 185 luxes de nivel general y 212 luxes en forma localizada sobre cada telar, que finalmente es el sitio de interés. El análisis económico respectivo se presenta en el punto siguiente.

La simulación realizada en la planta B se podrá extender con los mismos resultados al área de telares de la planta A. Las lámparas removidas servirán para la iluminación de otras áreas definidas en lo posterior.

6.4.1.1 EVALUACION ECONOMICA DEL REDISEÑO EN TELARES PLANTA "B"

PROCEL / ELETROBRAS - MODELO DE EVALUACION ECONOMICA DE PROJETOS DE CONSERVACION DE ENERGÍA ELECTRICA

PROYECTO > REDISEÑO DE ILUMINACION EN PINTEX
SECTOR > INDUSTRIAL
SIMULACION > TELARES PLANTA B 1

FECHA : AGOSTO/97

TASA DE CAMBIO : 1,00 US\$/RS

TASA DESCUENTO : 20

TARIFAS

- FUERA DE PUNTA : 69 US\$/MWh

- PUNTA : 69 US\$/MWh

- DEMANDA FUERA PUNTA : 5.03 US\$/kW

- DEMANDA PUNTA : 5.03 US\$/kW

1 - Datos	Equipos	
	convencional	eficiente
- Horas utilización diaria de los equipos :	24	24
- Horas utiliz. punta :	3	3
- Dias utiliz./mes :	22	22

*** EQUIPOS CONVENCIONALES**

- Suma de las Potencias : 4,896 Watt

- Equipo 1 : TMS0182X40

- Vida Util : 10 años

- Precio : 863 US\$

- Costo Instalación : 0 US\$

- Valor residual : 0 %

- Depreciación Actual : 10 %

- Equipo 2 : BALASTO

- Vida Util : 10 años

- Precio : 367 US\$

- Costo Instalación : 0 US\$

- Valor residual : 0 %

- Depreciación Actual : 10 %

- Equipo 3 : TUBO1X40

- Vida Util : 10,000 horas

- Precio : 147 US\$

- Costo Instalación : 0 US\$

- Valor residual : 0 %

- Depreciación Actual : 10 %

- Total Inversión : 1,377 US\$

- Substituí sistema ? : S (S/N)

*** EQUIPOS EFICIENTES**

- Suma de las Potencias : 1,825 (W)

- Equipos 1 : TMS2X32

- Vida Util : 10 años

- Precio : 1,191 US\$

- Costo Instalación : 119.10 US\$

- Valor residual : 0 %

- Equipos 2 : BALASTO ELECTRONICO

- Vida Util : 10 años

- Precio : 670 US\$

- Costo Instalación : 67 US\$

- Valor residual : 0 %

- Equipos 3 : TUBO 1X32w

- Vida Util : 20,000 horas

- Precio : 176 US\$

- Costo Instalación : 17.6 US\$

- Valor residual : 0 %

- Total Inversión : 2,240.7 US\$

Reducción de consumo y demanda de energía

Energía : 19,457.86 kWh/año

Demanda : 3,071 kW

Gastos debido al consumo de energía de los equipos

Equip. convencional :	2762,52 US\$/ano
Equip. eficiente :	1029,74 US\$/ano
Tarifa media :	89,05 US\$/MWh

2 - Períodos de vida útil (en años)

- Equip. efic. 1 :	10
- Equip. efic. 2 :	10
- Equip. efic. 3 :	3,16
- Equip. convenc. 1 :	10
- Equip. convenc. 2 :	10
- Equip. convenc. 3 :	1,58

3 - Depreciación anual de las inversiones (en US\$)

- Equip. eficiente 1 :	312,49
- Equip. eficiente 2 :	175,79
- Equip. eficiente 3 :	88,49
- Equip. convencional 1 :	39,89
- Equip. convencional 2 :	16,97
- Equip. convencional 3 :	90,75

4 - Reducción de gastos con electricidad (consumo y demanda) y gastos operacionales

Reducción = 1,732.78 US\$/ano

5 - Ganancia anual, costo de conservación (CC) y costo de la demanda evitada (CD)

Ganancia Anual = 1303,62 US\$
 CC = 22,06 US\$/MWh conservado
 CD = 139,75 US\$/kW conservado/año

6 - Rentabilidad ó tasa interna de retorno (TIR)

TIR = 79.83%

7 - Tiempo de retorno de las inversiones

Tempo = 1 año y 5 meses

8 - Inversión inicial (INV)

INV = 2,240.70 US\$

- La evaluación económica del Subproyecto se la ha realizado con el paquete computacional MAECE cuyos resultados se resumen como sigue.

Cuadro No. 6-8 Telares. Planta B

PRECIO PROMEDIO DEL kWh	\$ 0,070
INVERSION INICIAL	\$ 2,240.7
AHORRO ANUAL (kWh)	19,457.86
AHORRO ANUAL	\$ 1,732.78
TIEMPO DE RECUPERACIÓN (meses)	17
TASA INTERNA DE RETORNO	79.83%
RELACION BENEFICIO-COSTO	3,6
RECUPERACION ADICIONAL	Se recuperan varia luminarias TL 2x40W
La inversión consiste en la compra de luminarias fluorescentes TMS018 1x32W. Estas deberán montarse sobre cada telar. La inversión inicial incluye costos de mano de obra.	

Los períodos de recuperación resultantes son aceptables, permitiendo que el restante período de depreciación de las luminarias sean de ganancia. Además, es importante recalcar que las fluorescentes retiradas se utilizarán en reemplazo de las lámparas de luz mixta. Es decir que estas fluorescentes tienen un valor de salvamento íntegro que no ha sido considerado en las evaluaciones correspondientes a los cuadros expuestos. Si se considerara en términos conservadores, un valor de salvamento del 50% del costo de las luminarias a retirar, estos proyectos serían aún más rentables.

6.5 AUTOGENERACION.

Un grupo motor-generator debe ser capaz de suministrar la demanda máxima de una planta industrial con una curva de plana. Se tienen dos tipos de grupos motor-generator; los Prime, que pueden trabajar 24 h al día, todos los días al año, a su potencia nominal, es decir sirven para autogeneración. Y los Standby que sirven únicamente en emergencias y deben ser calentados previamente para trabajar, operan con sobrecarga por un período no mayor a 12 horas.

Pintex tiene una curva de carga plana, como ejemplo se ha realizado una comparación entre el diseño de un grupo motor-generator para la Cámara Antigua de la planta A y el generador existente. El proceso de diseño y la potencia efectiva requerida ha sido consultada en la Guía de Dimensionamiento de Grupos Electrónicos. (3)

6.5.1 DISEÑO DE UN GRUPO MOTOR-GENERADOR PARA LA CAMARA ANTIGUA DE PINTEX

En Pintex "A" se tiene una cámara de generación, donde se ubican dos generadores, que abastecen de energía eléctrica a los circuitos conectados a cada subestación respectivamente. Los mismos que tienen las siguientes características:

Cuadro No.6-9 Características de los grupos electrógenos de Pintex “A”

Marca	DTM 750 D2
Voltaje (V)	220/127
Fases	3
Frecuencia (Hz)	60
Clase de aislamiento	H
Velocidad (rpm)	1800
Potencia activa (kW)	750
Corriente (A)	2,460
Factor de potencia	0.8

El grupo electrógeno debe ser capaz de suministrar la demanda máxima de la instalación, y la potencia de arranque de los motores; es por ello que el diseño del grupo motor-generator parte de los datos de demanda obtenidos de la facturación histórica y de las mediciones realizadas con el registrador de carga Power Logic. Se tiene que la el transformador de la Cámara Antigua a raíz de la conexión de la Cámara Nueva tiene una demanda leída máxima de 570 (kW), la máxima demanda registrada por el equipo Power Logic durante el período de medición es de 549 (kW). El valor de demanda considerado para el diseño es de 570 (kW).

Demanda de diseño(Dd):.....570 (kW)

Los grupos de generación, para operar dentro de rangos aceptables que alarguen su vida útil, debe trabajar entre un 60% y un 70% de carga. Por ello se toma un factor de carga para el diseño de 0.7.

Potencia de operación adecuada(Po):

$$Po = Dd / 0.7 \quad (6.4)$$

$$Po = 814 \text{ (kW)}$$

Proyectando un crecimiento de la planta para los próximos 10 años alrededor del 10 %.

Factor de crecimiento = 1.1

Potencia proyectada (Pp)

$$P_p = P_o * 1.1 \quad (6.5)$$

$$P_p = 895 \quad (\text{kW})$$

Potencia total efectiva a 2,800 m.s.n.m., estándar: 910 kW

La potencia estándar se ha obtenido de los catálogos de uno de los fabricantes de grupos electrógenos, para el cual se debe calcular los kVA de arranque (SKVA) de motores, para un rango preestablecido de caída de voltaje, esta potencia de arranque de motores debe ser determinada minuciosamente a través de la determinación de los SKVA de todos los motores alimentados desde la Cámara antigua don la siguiente fórmula:

$$SKVA = \frac{V * I * \sqrt{3}}{1000} \quad (6.6)$$

Para la Cámara Antigua se tiene un grupo de 750 (kW), valor que no responde a las necesidades de esta subestación, en caso de emergencia o autogeneración.

6.6 FACTOR DE POTENCIA.

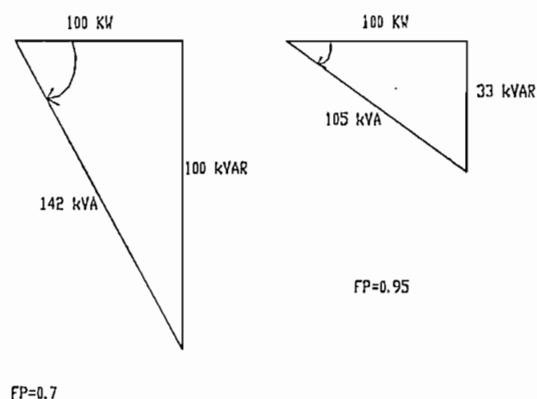
El factor de potencia es la relación entre la Potencia Activa (kW) y la Potencia Aparente (kVA). Este es un indicador de la eficiencia con la cual la energía está siendo usada.

Un bajo factor de potencia es sinónimo de baja eficiencia en la utilización de la potencia aparente (kVA) que suministra el transformador, de la cual solamente la parte real (kW) son

utilizados para realizar un trabajo efectivo. El bajo factor de potencia implica directamente una elevación del consumo específico, debido a las pérdidas en los equipos eléctricos.

En el Gráfico No. 6-1 se demuestra como los (kVA) disminuyen con la disminución del factor de potencia. Con un factor de potencia de 0.7 son necesarios 142 (kVA) para producir 100(kW). Con un factor de potencia 0.95 se precisan solamente 105 (kVA).

Gráfico 6-1 Variación del f.p. con la colocación de un banco de capacitores



Visto de otra manera con un factor de potencia de 0.7 se necesita un 35% más de corriente para hacer el mismo trabajo.

De tal manera que con un factor de potencia 1, se necesita conductor 1/0. Mientras que el mismo sistema con un factor de potencia de 0.6, requiere conductores 4/0.

6.6.1 COMO MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA USANDO BANCOS DE CAPACITORES

La colocación de capacitores de potencia al sistema de distribución de energía eléctrica, es la forma como mejorar el factor de potencia ya que estos actúan como generadores de corriente reactiva, la misma que reduce el consumo de este tipo de corriente de la red de distribución de la empresa eléctrica. (7)

6.6.2 OTRAS VENTAJAS DE UTILIZAR CAPACITORES.

Los capacitores de potencia ofrecen varios beneficios:

- Reducción de las cuentas de energía. Ya que las empresas eléctricas cobran un valor de penalización por factores de potencia menores a 0.9.
- Aumento de la capacidad eléctrica del sistema. Aumentando capacitores se puede aumentar la capacidad de carga del sistema, ya que un mejor factor de potencia reduce los (kVA) sin afectar a la potencia activa.
- Mejores niveles de tensión. Las caídas de tensión se reducen al disminuir las corrientes que circulan por el sistema.
- Disminución de las pérdidas eléctricas ya que disminuye la magnitud de la corriente total y consiguientes pérdidas en los conductores por la relación $I^2 * R$.

6.6.3 TIPOS DE INSTALACIONES CON CAPACITORES.

Existen dos tipos de instalaciones con capacitores: instalaciones con capacitores individuales conectados a las cargas lineales, e instalaciones con bancos de capacitores fijos o automáticos conectados al transformador principal.

6.6.3.1 CAPACITORES INDIVIDUALES Y BANCOS DE CAPACITORES

Entre las ventajas de colocar capacitores individuales junto a las cargas se tienen:

- Los capacitores no causan problemas cuando muchas cargas están desconectadas.
- No requieren conmutación separada, ya que se accionan con el comando del motor.
- Mayor eficiencia de los motores debido a la mejor utilización de la potencia y reducción de las caídas de voltaje.
- Motores y capacitores pueden ser reubicados fácilmente.

- Facilidad de escoger el capacitor necesario para cada carga.
- Aumento de la capacidad de corriente del sistema.

Las ventajas de la instalación de los bancos de capacitores junto al transformador de potencia son:

- Menor costo por (kVAR)
- Menor costo de instalación
- Mejoramiento del factor de potencia general de la instalación.
- El control automático asegura el valor exacto en (kVAR), necesario para la corrección del factor de potencia, eliminando posibles sobretensiones.

El tipo de instalación a escoger depende de las variables de operación, tamaño, tipo, capacidad y frecuencia de uso de la carga y de varios parámetros los cuales se deben analizar observando ventajas y desventajas de una u otra configuración, antes de escoger el tipo adecuado.

Como recomendaciones generales se pueden dar las siguientes:

- En el caso de motores grandes mayores a 25 (HP), se deben instalar capacitores individuales por motor. Para el caso de varios motores menores a 10 (HP) se deben instalar capacitores en las barras de un grupo de motores.
- Las instalaciones grandes pueden requerir de una combinación de las dos configuraciones, mientras que las instalaciones pequeñas pueden necesitar solamente un capacitor a la entrada.
- Para una planta que opera 24 horas al día con una demanda constante, los capacitores fijos son la opción más económica, pero si los turnos de operación varían se recomienda los bancos automáticos.
- Si los transformadores están sobrecargados y se desea aumentar carga, es necesario conectar capacitores a la carga.(7)

6.6.4 CÁLCULO DE LOS (KVAR) NECESARIOS

El factor de potencia se calcula mediante la siguiente relación:

$$fp = \frac{kW}{kVA}$$

(6.7)

Donde:

Fp = Factor de potencia

KW = Potencia activa de la instalación

KVA= Potencia aparente de la instalación

En el Anexo No. 2 se presentan 2 tablas para facilitar al lector la determinación del capacitor adecuado, según su necesidad.

La TABLA No.A2-1 presenta los (kVAR) necesarios para corregir el factor de potencia a un valor de 0.95, de motores con diferentes características. La tabla indica también el porcentaje de reducción de corriente después de la instalación del capacitor.

La TABLA No.A2-2 permite determinar el valor en (kVAR) necesario conociendo el factor de potencia actual de la instalación y el factor de potencia que se desea alcanzar.

Se utiliza de la siguiente manera:

1. En la columna de la izquierda se encuentra el factor de potencia actual.
2. En la fila horizontal superior se escoge el factor de potencia deseado.
3. El cruce de estas dos cantidades nos indica el valor por el que hay que multiplicar la demanda activa de la instalación para determinar los (kVAR) necesarios.

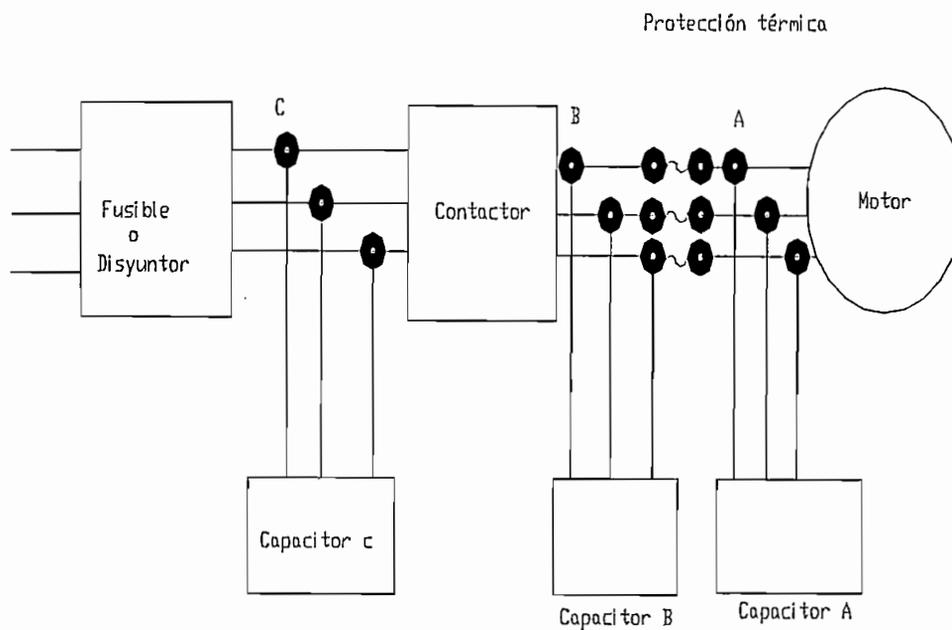
6.6.5 DONDE INSTALAR LOS CAPACITORES.

Los capacitores pueden ser instalados en dos lugares, junto a la carga o junto al transformador de potencia de la planta.

6.6.5.1 JUNTO A LA CARGA

Los capacitores se deben instalar junto a los motores y según la indicación del Gráfico No.6-3 se puede escoger la mejor opción de conexión.

Gráfico No. 6-3 Ubicación de capacitores.



a) **Localización en A:** Entre el motor y el relé térmico.

- En instalaciones nuevas donde el relé térmico puede ser ajustado de acuerdo a la corriente disminuida.

b) **Localización en B:** Entre el relé térmico y el contactor.

- En motores ya instalados con ajustes de sobrecarga sobre la especificación de corriente para los capacitores.

c) **Localización en c:** En la línea antes del contactor.

- Motores con reversión
- Motores de velocidad variable
- Motores sujetos a partidas frecuentes
- Motores de gran inercia.

6.6.5.2 JUNTO AL TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Para corregir el factor de potencia de una instalación, los bancos de capacitores se pueden instalar a la salida de baja tensión del transformador.

6.6.6 CARGAS NO LINEALES

Entre las cargas no lineales se tienen a los accionamientos de corriente continua, accionamientos con inversores de frecuencia, controladores programables, entre otras.

Las corrientes armónicas fluyen desde las cargas no lineales hacia las impedancias más bajas, es decir provocan distorsiones armónicas en el sistema de distribución, o lo que se conoce como corrientes armónicas, que causan sobrecalentamiento de las líneas y transformadores y el consiguiente disparo de protecciones. (7)

Es muy importante tener en cuenta la existencia de cargas no lineales en una planta para la colocación de capacitores y evitar condiciones de resonancia, que magnifican los niveles de armónicos. (13)

Se puede estimar la frecuencia de resonancia utilizando la siguiente relación:

$$h = \sqrt{\frac{kVA_{sys}}{kVAR}} = \sqrt{\frac{X_c}{X_{sc}}} \quad (6.8)$$

Donde:

kVA_{sys} = Capacidad de corto-circuito del sistema

$kVAR$ = Potencia reactiva total de los capacitores instalados en la red

h = Frecuencia de resonancia como múltiplo de la fundamental.

X_c = Reactancia capacitiva del banco de capacitores a la frecuencia fundamental

X_{sc} = Reactancia de cortocircuito de la subestación

En el caso de que h sea un valor muy cercano a la frecuencia de una componente armónica, es necesaria la implementación de filtros para evitar los problemas de resonancia.

6.7 MANEJO DE LA DEMANDA EN LA INDUSTRIA TEXTIL

El manejo de la demanda se realiza a través del estudio de la curva de carga de la industria y la consiguiente planificación de la desconexión de cargas para atenuar los picos de carga.

El factor de carga es un indicador de la eficiencia de uso de la instalación eléctrica, es decir es un índice que indica si una industria consume en forma racional la energía eléctrica.

Según se indica en el Pliego Tarifario transcrito con anterioridad, al manejar la demanda en las horas pico, entre las 18h00 y 21h00, se puede obtener un factor de corrección con un valor mínimo

de 0.6. Este factor de corrección permite disminuir el valor de los por cargos por demanda y ahorrar por el manejo eficiente de la misma, en el horario de punta.

Es necesario que durante las horas pico se disminuya la carga conectada, apagando máquinas que funcionan innecesariamente o difiriendo la carga a otros horarios de operación, para no afectar la producción. Esta es una tarea difícil, ya que la planta en estudio funciona 24 horas al día y solamente en la sección de acabados las máquinas se detienen por cortos períodos, dependiendo de los procesos que se realicen. El manejo de la carga debe ser coordinado por los jefes de cada área de producción y el jefe del departamento de mantenimiento.

De acuerdo a los estudios realizados por CEMIG en Brasil, en industrias textiles de tejidos planos se tiene que el factor de carga típico es de 83.4 fuera de punta y 88.6 en el horario de punta. (5)

CAPITULO VII

OPORTUNIDADES DE AHORRO EN LOS MOTORES ELECTRICOS QUE ACCIONAN LOS PROCESOS INDUSTRIALES

7.1 POTENCIA Y PERDIDAS EN LOS MOTORES ELECTRICOS. POSIBILIDADES DE REEMPLAZO POR MOTORES DE ALTA EFICIENCIA.

El aumento continuo de los precios de la electricidad, y la crisis generada por los problemas de abastecimiento eléctrico en el Ecuador, han provocado preocupación en todos los consumidores, es por ello que se hace necesario informar al usuario (industrial en el caso de estudio de este trabajo) sobre los factores que provocan el aumento de los consumos eléctricos.

En estudios efectuados en la Comunidad Europea se ha determinado que la energía eléctrica entregada a los usuarios fue de 1,500 (TWh) en 1991. Aproximadamente el 65% de esta energía fue utilizado por el sector industrial y comercial, y el restante por el sector

residencial. En el mismo estudio se ha llegado a establecer que 700 (TWh) son consumidos por motores eléctricos en los tres sectores mencionados, es decir el 46% de toda la energía eléctrica entregada a la Comunidad Europea. (9)

La mayor parte de la energía eléctrica consumida por el sector textil se utiliza para el accionamiento de motores.

Según un estudio de optimización de energía en el sector textil realizado por la Compañía Energética de Minas Gerais, Brasil, (CEMIG) el 87% de la energía eléctrica cumple el propósito de accionar los motores para los diferentes procesos. En el caso de la industria seleccionada para el estudio, la fuerza motriz representa el 91.4% en la Planta "A" y el 95% en la Planta "B".

Dentro de las características de operación de las plantas, los motores que representan mayores consumos de energía tienen que ver con los que están destinados al accionamiento mecánico y a la succión o ventilación de algún material.

En la fábrica textil Pintex los motores de mayor capacidad se encuentran en el orden de 17 hasta 75 HP mientras que los pequeños están en el orden de los 1 y 7.5 HP, destinados al accionamiento de bandas y otros servicios.

Los estudios realizados por CEMIG llegan a la siguiente conclusión: *"Algunos equipamientos tales como máquinas de estampar, ramas, secadores, etc., son proyectados para trabajar con determinados tipos de tejidos, muchas veces más pesados que los realmente procesados, lo que lleva a los motores a bajas condiciones de carga.*

Los motores con potencias menores a 10 HP presentan eficiencias menores al 83 % y dada además, la elevada población de los mismos en los departamentos de producción textil, éstos generan pérdidas de energía eléctrica que pueden ser considerables.

Se estima que las pérdidas de energía eléctrica en motores representan entre el 17% y 26% de la energía consumida por el sector textil". (5)

Es importante destacar que la máxima eficiencia de los motores con potencias entre 1 y 10 (kW) se encuentra entre el 75 y 85 % de la carga nominal, mientras que para motores de gran potencia la eficiencia varía entre el 93% y 96%; los porcentajes de carga no deben ser menores al 50%, para evitar pérdidas elevadas. Es decir, que los motores que se encuentren operando fuera de este rango, están incurriendo en mayores pérdidas debido a su bajo factor de potencia y elevados consumos de energía para realizar un trabajo.

"El costo de la electricidad utilizada por un motor eléctrico medio durante su ciclo completo de vida es aproximadamente 100 veces su precio de compra" (9)

El usuario de la energía eléctrica adquiere una máquina para realizar un proceso determinado, la misma que ha sido diseñada por la casa fabricante tomando en cuenta varios factores, dentro de los cuales, raras veces se toman en cuenta los temas de interés para los usuarios quienes son los que soportan los costos de funcionamiento. Es por ello que la gerencia de una empresa debe preocuparse en conocer los beneficios del uso de motores más eficientes, con miras al ahorro del recurso energético

En muchos casos los usuarios no se preocupan de estos aspectos debido a ignorancia, a la poca publicidad sobre mejoras en la eficiencia y principalmente por el costo superior de los motores de alta eficiencia, alrededor de un 20 % mayor a los motores convencionales; sin considerar que los costos de consumo eléctrico durante la vida de operación pueden ascender a 200:1, electricidad:precio de compra (9). Sumado a esto se tiene la falta de incentivos por parte de las empresas eléctricas para los usuarios que utilicen equipos de alta eficiencia o que apliquen políticas de URE.

La meta primordial de este trabajo es el uso eficiente de la energía eléctrica y su consecuente ahorro. Es por ello que los motores que han fallado, o con factores de potencia inferior a 0.6 y que hayan sobrepasado su vida útil, estimada en 15 años, son candidatos para ser cambiados con motores nuevos de alta eficiencia, disponibles en el mercado.

7.1.1 PORCENTAJE DE CARGA, POTENCIA DE SALIDA Y EFICIENCIA.

El porcentaje de carga, permite calcular la verdadera potencia de trabajo del motor en HP y escoger un motor adecuado en términos de potencia. Se puede calcular de la siguiente manera:

a) Amperaje.

Realizando mediciones de voltaje y corriente en el motor de estudio se puede determinar el porcentaje de carga:

$$\%Carga = (I_m * V_m) / (I_n * V_n) \quad (7.1)$$

b) Kilovatios.

$$\%Carga = \frac{V_m * I_m * f_p * \sqrt{3}}{1000 * HP_n * 0.746} \quad (7.2)$$

c) Deslizamiento.

$$\%Carga = \frac{RPM_{sin c} - RPM_{med}}{RPM_{sin c} - RPM_n}$$

(7.3)

La potencia de salida aproximada se calcula a partir de:

$$\text{Potencia salida} = (\text{HPn} * \% \text{ Carga}). \quad (7.4)$$

En las ecuaciones se tiene:

V_m = Voltaje medido (V)

I_m = Corriente medida (A)

V_n = Voltaje nominal (V)

I_n = Corriente nominal (A)

HP_n = Potencia nominal (HP)

RPM_n = Velocidad nominal (RPM)

F_p = Factor de potencia

RPM_{sinc} = Velocidad sincrónica

RPM_{med} = Velocidad medida

La eficiencia aproximada al punto de carga puede calcularse por:

$$\text{Eficiencia} = (\text{Potencia de salida} * 0.746) / \text{Potencia de entrada en kW} \quad (7.5)$$

Para el cálculo de la eficiencia de los motores en la fábrica de estudio se ha utilizado el paquete computacional *Motor Master* + que posee curvas de eficiencia en sus bases de datos para motores estándar y motores de alta eficiencia, en diferentes rangos de velocidad, potencia y tipos de encerramiento.

7.1.2 MOTORES ESTANDAR VERSUS MOTORES DE RENDIMIENTO EFICIENTE. ESTUDIO DE LAS VENTAJAS DE REEMPLAZO.

Un motor de rendimiento eficiente o de alto rendimiento, es un motor que se ha diseñado para entregar la misma potencia al eje que un motor estándar, con menor consumo de energía eléctrica a la entrada.

Los motores estándar operan típicamente con rendimientos entre el rango de 83 al 92 por ciento, mientras que un motor eficiente funciona significativamente mejor. Con eficiencias entre el 92 y el 94 por ciento resultan en un 25 por ciento en reducción de pérdidas.

Las mejoras en rendimiento se han logrado mediante la utilización de mejores materiales y técnicas, se diferencian de los motores estándar por:

- Láminas de acero magnético delgado en el estator de alta calidad, es decir que presenta alta permeabilidad, y menores pérdidas por histéresis y corrientes parásitas
- Más cobre en los bobinados en ranuras más grandes
- Entre el estator y el rotor se tiene un entrehierro pequeño
- Menores pérdidas térmicas por ventilación
- Son más largos que los motores estándar, ya que los núcleos del estator y del rotor son prolongados para reducir las pérdidas asociadas con la densidad de flujo magnético.
- Tienen mejor tolerancia al stress termal resultante de paradas o frecuentes arranques.
- Operan en ambientes de altas temperaturas.
- Manejan sobrecargas debido a su enfriamiento y factor de servicio de 1.15.
- Tienen mayor resistencia a condiciones de operación anormal, tales como sobre y bajo voltaje o desbalance de fases.
- Poseen mejor tolerancia a formas de ondas de voltaje y corriente deformadas.

Los motores de alta eficiencia requieren el mismo mantenimiento que los motores estándar, pero son mucho más confiables.

7.1.2.1 DATOS DE EFICIENCIA Y PRECIOS DE LOS MOTORES DE ALTO RENDIMIENTO.

En 1989, la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) desarrolló una definición estándar para los motores eficientes, además de una tabla con los mínimos valores de eficiencia nominal de plena carga, la misma que se presenta en el Anexo No.2, TABLA No.A2-3. Un motor que tenga una eficiencia igual o superior a los valores indicados en la tabla se clasifica como un motor de alta eficiencia. Un promedio de las eficiencias nominales y precios se incidan en la TABLA No.A2-4.

7.1.2.2 CUANDO SE DEBE ADQUIRIR UN MOTOR EFICIENTE.

Se debe considerar la compra de motores de rendimiento eficiente en los siguientes casos:

- Para la implementación de nuevas instalaciones.
- Cuando grandes modificaciones se hacen en los procesos o en un área de la planta.
- En la compra de nuevos motores.
- En la compra de nueva maquinaria que contenga motores eléctricos, tales como compresores, ventiladores y sistemas de filtración.
- En reemplazo de motores estándar rebobinados, quemados o viejos.
- En reemplazo de motores sobredimensionados.

7.1.2.3 LOS POSIBLES AHORROS RESULTANTES DE ADQUIRIR UN MOTOR DE RENDIMIENTO EFICIENTE.

Un motor eficiente puede costar alrededor de un 20% más que un motor estándar, pero su alta calidad en el diseño ha llevado a la creación de motores que pueden ser hasta 10% más eficientes que los motores estándar.

Los ahorros en dinero que resultan del reemplazo de un motor estándar por uno de rendimiento eficiente, dependen del tamaño del motor, de sus horas anuales de operación, de su porcentaje de carga, del mejoramiento de la eficiencia y del pliego tarifario vigente impuesto por la Empresa Eléctrica de suministro.

El factor de carga es un indicador del porcentaje de carga al eje con que trabaja el motor estándar, se lo ha calculado como ya se indicó en párrafos anteriores.

“Los ahorros de energía eléctrica son directamente proporcionales al número de horas que el motor trabaja. Un motor de alta eficiencia operando 8,000 horas al año conservará cuatro veces la cantidad de energía de un motor equivalente que trabaja 2,000 horas al año”. (27)

La potencia ahorrada se calcula mediante el siguiente proceso:

$$\text{kWhorrados} = P_{ins} - P_{inp} \quad (7.6)$$

$$\text{kWhorrados} = \frac{P_{std}}{\frac{\eta_{std}}{100}} - \frac{P_{eff}}{\frac{\eta_{eff}}{100}} \quad (7.7)$$

$$\text{kWhorrados} = \text{HP} * L * 0.746 * \left(\frac{100}{\eta_{std}} - \frac{100}{\eta_{eff}} \right) \quad (7.8)$$

Donde:

$P_{in/o}$ = Potencia de entrada/salida

HP = Potencia nominal del motor

- L = Factor de carga o porcentaje de operación de plena carga
 η_{std} = Eficiencia del motor estándar bajo las actuales condiciones de carga
 η_{eff} = Eficiencia del motor de alto rendimiento bajo las actuales condiciones de carga.

El siguiente procedimiento es el utilizado por el paquete computacional *Motor Master+* para estimar los ahorros en dinero y en energía que se pueden lograr con el reemplazo de motores estándar por motores de alto rendimiento, en rangos continuos de operación y carga constante.

Los ahorros de energía anual se calculan de la siguiente manera:

$$\text{kWh ahorrados} = \text{kW ahorrados} * \text{Horas Anuales de Operación} \quad (7.9)$$

Utilizando el pliego tarifario vigente se pueden determinar la reducción en costos de operación:

$$\begin{aligned} \text{Total de ahorros} &= (\text{kW ahorrados} * 12 * \text{cargos mensuales por demanda}) + \\ &(\text{kWh ahorrados} * \text{cargos por energía eléctrica}) \quad (7.10) \end{aligned}$$

7.1.2.4 ESTUDIO DEL REEMPLAZO DE MOTORES ELECTRICOS SOBREDIMENSIONADOS

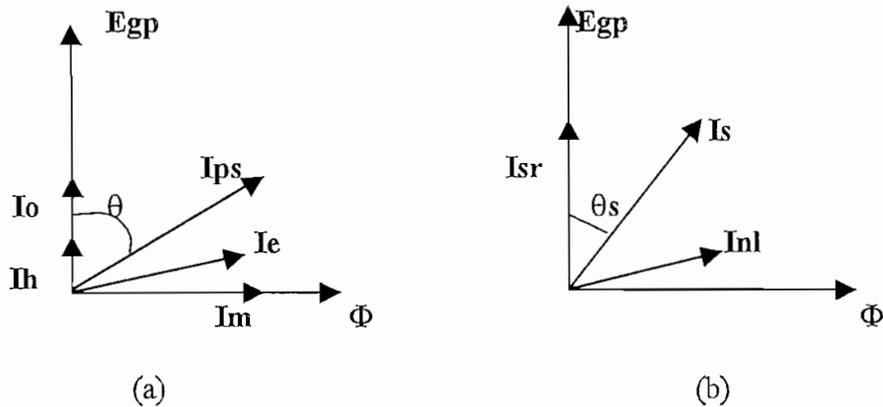
En adelante se analizará posible el reemplazo de los motores de inducción de jaula de ardilla, por su uso generalizado en la industria textil.

“En vacío la corriente inducida en el rotor es la necesaria para producir el par suficiente para vencer la fricción, el rozamiento con el aire y otras pérdidas internas.” (16)

En estas condiciones la corriente del estator, es la suma vectorial de la corriente de excitación I_e y una pequeña componente primaria de carga I_o , I_e es la suma de dos componentes

vecoriales, la de histéresis I_h y la magnetizante I_m requerida para producir el flujo magnético giratorio del estator. Gráfico No. 7-1(a).

Gráfico No. 7-1



Conforme aumenta la carga al eje del motor la corriente del estator se incrementa, pues aumenta la componente activa de carga, Gráfico No. 7-1 (b), mientras que el factor de potencia disminuye. Si se observan las curvas de factor de potencia, versus el porcentaje de carga, Anexo No.2, se puede apreciar que a bajas condiciones de carga el factor de potencia disminuye.

En un motor de inducción que opere en bajas condiciones de carga, la magnitud del vector de corriente magnetizante es mayor que la corriente activa, y por ello se tienen bajos valores de factor de potencia y elevados consumos de potencia reactiva.

Para establecer si un motor debe ser reemplazado o no, previamente deben ser analizados varios parámetros. Ya que no siempre es posible ajustar la potencia de un motor a la realmente necesaria, pues muchas veces el régimen de funcionamiento de las máquinas es variable.

a) Estudio eléctrico

El estudio de reemplazo de motores de la siguiente manera:

- Efectuar un levantamiento de los motores con potencias mayores a 10 (HP) y régimen de funcionamiento continuo. Anotando los datos de placa más importantes como voltaje, corriente, potencia nominal y factor de potencia.
- Medir en cada uno de los motores, en condiciones normales de trabajo, su voltaje corriente, potencia y factor de potencia. Para ello se debe utilizar un voltímetro, un amperímetro de pinza, un vatímetro y un cosfímetro.
- Si no es posible medir la potencia activa del motor, ésta puede ser calculada de la siguiente manera:

$$Pa = V * I * fp * \sqrt{3}$$

(7.11)

Donde:

Pa = Potencia activa del motor en (W)

V = Tensión de operación del motor (V)

I = Corriente medida del motor (A)

Fp = Factor de potencia medido

- Con los datos se calcula el porcentaje de carga, potencia real al eje, con el proceso indicado previamente.
- Se debe consultar en los manuales de los fabricantes las curvas de rendimiento de los motores, para determinar la eficiencia al punto de carga
- Los motores que presenten condiciones de carga inferiores al 60% de su potencia nominal y factor de potencia bajo 0.7, deben ser escogidos para un estudio más profundo para un posible reemplazo.

- Entre los motores seleccionados se escogen dos, de iguales características y carga diferente, para realizar mediciones con un equipo que almacene datos de consumo de energía, potencia activa, potencia reactiva y factor de potencia. Las mediciones deben ser hechas por lo menos en un período de 24 horas.
- Los datos recopilados son grafizados para determinar la curva de carga del motor, curvas de factor de potencia y consumos de energía.
- La potencia del motor nuevo a ser instalado debe ser de 10% al 30% superior de la potencia útil necesaria. (21)

b) Estudio mecánico

El motor a escoger debe responder a la necesidad vencer la inercia de la carga, del sistema de transmisión mecánica y llevar el sistema a la velocidad nominal de trabajo.

En este punto se planteará un diseño desde el punto de vista mecánico en términos generales.

El sistema de accionamiento está comprendido por el motor, carga, transmisión y equipo de mando y control.

Según la siguiente ecuación la potencia del motor se relaciona con el torque:

$$P = T * w \quad (7.12)$$

Donde:

P = Potencia desarrollada en (W)

T = Es el torque o par motor desarrollado en (N.m)

W = Velocidad angular del movimiento en (rad/seg)

Decir que una carga mecánica requiere una determinada potencia P es equivalente a afirmar que tal carga requiere de un par dado T a una velocidad dada de rotación.

En función de su característica par-velocidad las cargas mecánicas se clasifican en seis grupos:

1. Par constante, independiente de la rotación como grúas, transportadores de correas bajo carga constante.
2. Par que varía linealmente con la rotación como molinos de rodillos, bombas de pistón, cepillos y sierras de madera.
3. Par proporcional al cuadrado de la velocidad de rotación como los ventiladores, centrifugadoras, compresores, bombas de vacío.
4. Par que varía inversamente con la rotación, tal como fresadoras, máquinas herramientas.

El punto de intersección de las curvas torque-velocidad de la carga y del motor es el punto de funcionamiento y estabilidad del sistema, fuera del mismo se tiene condiciones de frenado o aceleración del sistema. (23)

Para que el accionamiento sea estable se debe cumplir la siguiente relación:

$$\frac{dT_m}{d\omega} > \frac{dT}{d\omega} \quad (7.13)$$

Cuando un motor acciona una carga mediante un sistema de transmisión, se tiene que :

$$T_m * \omega_m * \eta = T_c * \omega_c \quad (7.14)$$

Donde:

T_m = Par desarrollado por el motor

W_m = Velocidad angular de rotación del motor

η = Rendimiento de la transmisión

T_c = Par opuesto por la carga

W_c = Velocidad angular de la carga

Siendo “z” la relación de transmisión, se tiene:

$$z = \frac{W_m}{W_c} \tag{7.15}$$

Reemplazando (6-13) en (6-12) se tiene:

$$T_m = \frac{T_c}{n * z} \tag{7.16}$$

Al tener una transmisión formada por varios elementos:

$$\eta = \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \dots * \eta_n \tag{7.17}$$

$$z = z_1 * z_2 * z_3 * \dots * z_n \tag{7.18}$$

Un motor que iza una masa dada, esta “se muestra” al motor como un momento de inercia, por el principio de conservación de energía.

$$E_c = m \frac{v^2}{2} = J \frac{W_m^2}{2} \tag{7.19}$$

Donde:

V = es la velocidad lineal de la masa

M = es la masa en izamiento

W_m = es la velocidad angular en el eje del motor

J = es el momento de inercia de la masa en traslación referido al eje del motor

El momento de inercia de la transmisión referido al eje del motor es:

$$J_{\text{total}} = J_m + J_1(w_1^2 / w_m^2) + J_2(w_2^2 / w_m^2) + \dots + J_n(w_n^2 / w_m^2) \quad (7.20)$$

$$J_{\text{total}} = J_m + (J_1/z_1^2) + (J_2/z_1^2 * z_2^2) + \dots + (J_n/z_1^2 * z_2^2 * z_n^2) \quad (7.21)$$

Adicionalmente se tiene el torque de aceleración T_{ac} :

$$T_{ac} = J \frac{dw}{dt} \quad (7.22)$$

El par que el motor deberá desarrollar para accionar el sistema total es la suma de sus componentes de carga y aceleración principalmente; el torque de carga es la suma de tres componentes, de ventilación, de fricción y de accionamiento mecánico para mover la carga pero las dos primeras pueden considerarse despreciables en comparación a la tercera, con lo que la ecuación de torque del motor queda:

$$T_m = T_c + T_{ac} \quad (7.23)$$

7.1.3 ESTUDIO DE LAS POSIBILIDADES DE REEMPLAZO EN MOTORES DE LA INDUSTRIA TEXTIL PINTEX.

El estudio de posibilidades de reemplazo de motores estándar por motores de alto rendimiento, considerando lo mencionado en este capítulo, se llevará a cabo en el sector de hilatura en los motores correspondientes a las 22 primeras hilas de la planta “A” y a todas las hilas de la planta “B”, debido a lo siguiente:

- En las dos plantas se tienen motores que accionan las hilas tienen diferentes potencias, las mismas que varían entre 10, 15 y 23 HP. A través de los análisis se busca determinar la potencia adecuada de operación de los motores.
- Todos los motores principales que accionan las hilas en las dos plantas son motores trifásicos de inducción de jaula de ardilla. Este tipo de motor es muy común en el mercado por su robustez, bajo costo, simplicidad y velocidad casi constante que varía ligeramente con la carga acoplada a su eje mecánico.
- Los motores de las hilas tienen arranque directo sin carga, la misma que se acopla paulatinamente al eje del motor mediante un sistema manual.
- Los motores que accionan las hilas tienen una edad promedio de 33 años, por lo que ya han rebasado los límites de su vida útil.

Este estudio será llevado a cabo desde el punto de vista eléctrico, mas no desde el punto de vista mecánico, ya que el mismo esta fuera del alcance de este trabajo de tesis.

Para determinar las condiciones de operación de los motores se efectuaron mediciones de voltaje, corriente, potencia y otros parámetros eléctricos, con el Nanovip Power Meter, en condiciones de funcionamiento estable de los motores, con toda su carga acoplada.

En los Cuadros No.7-1 y No. 7-2 se presentan los datos de placa de todos los motores de hilatura y las mediciones hechas en ellos. Con todos estos parámetros se realizó el cálculo de porcentaje de carga del motor y potencia de salida. Además los datos fueron ingresados en el paquete computacional *Motor Master +*, para obtener los cálculos de eficiencia en el punto de carga.

Cuadro No. 7 - 1 : MEDICIONES Y CALCULOS EN MOTORES SELECCIONADOS

Cliente:PINTEX

Local:PinTex "A"

Proceso	Motor	Potencia nominal (HP)	Potencia nominal (kW)	Corriente nominal (A)	Voltaje nominal (V)	Corriente medida (A)	Voltaje medido (V)	Factor de Potencia medido	Factor de Carga	Potencia de Salida (Kw)	Potencia de Salida (HP)	fc nuevo	P. Eléctrica entrada med. (kW)	Eficiencia (%)
HILADO	HILA 1	17	12.7	45	220	20.9	225.0	0.67	0.39	4.92	6.6	0.7	5.43	81.3
HILADO	HILA 2	17	12.7	45	220	21.0	221.0	0.65	0.37	4.71	6.3	0.6	5.21	80.5
HILADO	HILA 3	11	8.2	28.4	220	18.0	212.0	0.77	0.56	4.63	6.2	0.6	5.4	86.0
HILADO	HILA 4	11	8.2	28.4	220	19.4	225.0	0.59	0.49	4.02	5.4	0.5	4.44	85.4
HILADO	HILA 5	11	8.2	28.4	220	22.0	224.0	0.71	0.67	5.47	7.3	0.7	6.04	86.4
HILADO	HILA 6	11	8.2	28.4	220	23.8	222.0	0.74	0.74	6.11	8.2	0.8	6.72	86.6
HILADO	HILA 7	11	8.2	28.4	220	24.0	214.0	0.77	0.75	6.18	8.3	0.8	7	86.4
HILADO	HILA 8	11	8.2	28.4	220	21.4	223.0	0.61	0.55	4.55	6.1	0.6	5.02	85.7
HILADO	HILA 9	11	8.2	28.4	220	23.5	221.0	0.70	0.69	5.68	7.6	0.8	6.31	86.6
HILADO	HILA 10	11	8.2	28.4	220	24.3	222.0	0.74	0.76	6.24	8.4	0.8	6.94	86.5
HILADO	HILA 11	11	8.2	28.4	220	23.7	220.0	0.77	0.76	6.27	8.4	0.8	6.93	86.5
HILADO	HILA 12	11	8.2	29	220	25.0	211.0	0.77	0.77	6.35	8.5	0.9	7	86.4
HILADO	HILA 13	17	12.7	45	220	19.4	222.0	0.57	0.30	3.84	5.1	0.5	4.21	76.6
HILADO	HILA 14	17	12.7	45	220	18.5	224.0	0.60	0.31	3.88	5.2	0.5	4.3	77.0
HILADO	HILA 15	17	12.7	45	220	21.9	224.0	0.67	0.40	5.13	6.9	0.7	5.69	82.5
HILADO	HILA 16	17	12.7	45	220	21.5	225.0	0.64	0.38	4.84	6.5	0.6	5.37	81.3
HILADO	HILA 17	17	12.7	45	220	22.7	224.0	0.72	0.45	6.36	8.5	0.9	6.8	85.6
HILADO	HILA 18	17	12.7	45	220	19.8	226.0	0.62	0.34	4.33	5.8	0.6	4.8	78.9
HILADO	HILA 19	17	12.7	45	220	24.4	224.0	0.72	0.48	6.15	8.2	0.8	6.8	86.2
HILADO	HILA 20	17	12.7	45	220	19.3	224.0	0.63	0.34	4.26	5.7	0.6	4.74	78.5
HILADO	HILA 21	17	12.7	45	220	21.0	214.0	0.68	0.37	4.73	6.3	0.6	5.1	80.1
HILADO	HILA 22	17	12.7	45	220	22.0	214.0	0.68	0.39	5.00	6.7	0.7	5.3	81.0

Cuadro No. 7 - 2 : MEDICIONES Y CALCULOS EN MOTORES SELECCIONADOS

Cliente:PINTEX

Local:PinTEX "B"

Proceso	Motor	Potencia nominal (HP)	Potencia nominal (kW)	Corriente nominal (A)	Voltaje nominal (V)	Corriente medida (A)	Voltaje medido (V)	Factor de Potencia medido	Factor de Carga	Potencia de Salida (Kw)	Potencia de Salida (HP)	fc nuevo	Pin med (kW)	Eficiencia (%)	
HILADO	HILA 1	11	8.2	27	220.0	23.7	216.0	0.78	0.77	6.29	8.4	8.4	0.8	6.91	86.50
HILADO	HILA 2	11	8.2	27	220.0	21.6	216.0	0.74	0.66	5.44	7.3	7.3	0.7	5.99	86.40
HILADO	HILA 3	11	8.2	27	220.0	22.3	216.0	0.70	0.65	5.31	7.1	7.1	0.7	5.86	86.20
HILADO	HILA 4	14	10.4	36	220.0	19.0	221.0	0.78	0.49	5.12	6.9	6.9	0.7	5.65	82.10
HILADO	HILA 5	14	10.4	36	220.0	23.6	219.0	0.70	0.54	5.65	7.6	7.6	0.8	6.27	85.10
HILADO	HILA 6	15	11.2	39	220.0	20.8	220.0	0.65	0.42	4.65	6.2	6.2	0.6	5.19	80.50
HILADO	HILA 7	15	11.2	39	220.0	22.6	219.0	0.75	0.52	5.80	7.8	7.8	0.8	6.4	85.60
HILADO	HILA 8	23	17.2	57	220.0	28.1	218.0	0.69	0.41	7.05	9.5	9.5	0.9	7.6	84.60
HILADO	HILA 9	23	17.2	57	220.0	28.8	219.0	0.69	0.41	7.01	9.4	9.4	0.9	7.5	84.50
HILADO	HILA 10	23	17.2	57	220.0	27.6	217.0	0.68	0.38	6.56	8.8	8.8	0.9	7	83.80
HILADO	HILA 11	23	17.2	57	220.0	25.2	219.0	0.64	0.33	5.69	7.6	7.6	0.8	6	82.50
HILADO	HILA 12	23	17.2	57	220.0	30.0	217.0	0.63	0.39	6.61	8.9	8.9	0.9	7	83.80
HILADO	HILA 13	23	17.2	57	220.0	30.4	217.0	0.63	0.39	6.69	9.0	9.0	0.9	7.2	84.10
HILADO	HILA 14	23	17.2	57	220.0	24.5	218.0	0.62	0.31	5.33	7.2	7.2	0.7	5.7	82.10
HILADO	HILA 15	23	17.2	57	220.0	30.4	216.0	0.75	0.46	7.93	10.6	10.6	1.1	8.4	85.10
HILADO	HILA 16	23	17.2	57	220.0	24.4	221.0	0.61	0.31	5.30	7.1	7.1	0.7	5.71	82.10
HILADO	HILA 17	23	17.2	57	220.0	27.7	221.0	0.66	0.38	6.51	8.7	8.7	0.9	6.99	83.70
HILADO	HILA 18	23	17.2	57	220.0	27.3	220.0	0.68	0.38	6.58	8.8	8.8	0.9	7.09	83.80
HILADO	HILA 19	18	13.4	42	220.0	19.8	223.0	0.51	0.27	3.63	4.9	4.9	0.5	3.89	72.50
HILADO	HILA 20	18	13.4	47	220.0	24.8	220.0	0.43	0.28	3.78	5.1	5.1	50.7	4.01	75.90
HILADO	HILA 21	18	13.4	33	220.0	19.0	221.0	0.75	0.38	5.07	6.8	6.8	68.0	5.49	81.70

Cliente: Pintex

Local: Hilatura Pintex "A"

Cuadro No. 7 - 3 : MEDICIONES CON EL EQUIPO POWER LOGIC EN LA HILA No. 14

Fecha de medición: Agosto-97

Fecha y hora	Vab (V)	Vbc (V)	Vca (V)	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	P trifásica (kW)	Q trifásica (kVAR)	S trifásica (kVA)	Energía (kWh)	frecuencia (Hz)	fp
31-Jul-1997 6:00:01 PM	232	233	231	20	22	21	5	-6	8	5,106	60	0.64
31-Jul-1997 7:00:01 PM	226	227	225	19	20	19	5	-6	8	9,465	60	0.62
31-Jul-1997 8:00:01 PM	231	232	230	20	22	21	5	-6	8	14,389	60	0.64
31-Jul-1997 9:00:01 PM	233	233	232	21	23	22	6	-7	9	19,552	60	0.68
31-Jul-1997 10:00:01 PM	237	238	236	19	21	20	5	-7	8	24,885	60	0.57
31-Jul-1997 11:00:01 PM	236	237	235	19	21	20	5	-7	8	30,060	60	0.57
1-Aug-1997 12:00:00 A	236	237	235	21	23	22	6	-7	9	35,849	60	0.65
1-Aug-1997 1:00:00 AM	235	236	234	19	21	21	5	-7	8	39,997	60	0.60
1-Aug-1997 2:00:01 AM	235	237	235	18	20	20	4	-7	8	45,001	60	0.53
1-Aug-1997 3:00:00 AM	236	237	235	20	22	22	5	-7	9	50,146	60	0.63
1-Aug-1997 4:00:00 AM	235	237	234	20	22	22	5	-7	9	55,544	60	0.63
1-Aug-1997 5:00:01 AM	235	236	234	21	22	22	6	-7	9	61,119	60	0.64
1-Aug-1997 6:00:01 AM	233	234	232	21	23	22	6	-7	9	66,790	60	0.68
1-Aug-1997 7:00:00 AM	231	232	230	19	21	20	5	-6	8	70,379	60	0.61
1-Aug-1997 8:00:01 AM	230	231	229	19	21	20	5	-6	8	75,325	60	0.59
1-Aug-1997 9:00:01 AM	229	230	228	20	22	21	5	-6	8	80,476	60	0.65
1-Aug-1997 10:00:00 A	229	229	227	20	22	21	5	-6	8	85,801	60	0.65
1-Aug-1997 11:00:00 A	230	231	229	21	23	22	6	-6	9	91,257	60	0.69
1-Aug-1997 12:00:01 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96,512		1.00
1-Aug-1997 1:00:01 PM	235	235	234	20	21	21	5	-7	8	100,153	60	0.62
1-Aug-1997 2:00:00 PM	233	234	232	20	21	20	5	-7	8	104,979	60	0.61
1-Aug-1997 3:00:01 PM	232	233	231	20	22	21	5	-6	8	110,246	60	0.64
1-Aug-1997 4:00:01 PM	233	234	232	20	22	21	5	-7	8	115,679	60	0.64
1-Aug-1997 5:00:01 PM	233	234	232	21	22	22	6	-7	9	121,370	60	0.66
1-Aug-1997 6:00:00 PM	236	237	235	20	21	20	5	-7	8	126,129	60	0.59
										Consumo diario de energía:	121,023	

**AUDITORIA ENERGETICA
DEL SISTEMA
ELECTRICO**

Cliente: Pintex

Local: Hilatura Pintex "A"

Cuadro No. 7 - 4 : MEDICIONES CON EL EQUIPO POWER LOGIC EN LA HILA No. 15

Fecha de medición: Agosto-97

PINTEX

**O.C.E
MOTORES**

Fecha y hora	Vab (V)	Vbc (V)	Vca (V)	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	P trifásica (kW)	Q trifásica (KVAR)	S trifásica (KVA)	Energía (kWh)	frecuencia (Hz)	fp
4-Aug-1997 4:00:01 P	227	229	228	22	23	23	6	-6	9	3,239	60.0	0.71
4-Aug-1997 5:00:01 P	227	229	228	23	24	24	7	-6	9	9,625	60.0	0.73
4-Aug-1997 6:00:01 P	227	228	227	20	21	22	5	-6	8	14,081	60.0	0.67
4-Aug-1997 7:00:01 P	226	227	227	20	21	21	5	-6	8	19,508	60.0	0.67
4-Aug-1997 8:00:00 P	225	227	226	20	21	22	6	-6	8	25,046	60.0	0.69
4-Aug-1997 9:00:00 P	225	227	226	21	22	22	6	-6	8	30,731	60.1	0.70
4-Aug-1997 10:00:00	230	231	231	20	22	22	6	-6	9	36,515	60.0	0.66
4-Aug-1997 11:00:00	230	232	231	20	22	22	6	-6	9	42,439	60.0	0.66
5-Aug-1997 12:00:00	232	234	232	21	23	23	6	-7	9	48,489	60.0	0.68
5-Aug-1997 1:00:00 A	232	235	233	21	23	23	6	-7	9	54,594	60.0	0.67
5-Aug-1997 2:00:00 A	235	237	236	22	24	24	7	-7	10	60,812	60.0	0.69
5-Aug-1997 3:00:00 A	235	237	236	22	23	24	6	-7	9	67,250	60.0	0.68
5-Aug-1997 4:00:01 A	232	234	233	20	22	22	6	-7	9	71,844	60.1	0.65
5-Aug-1997 5:00:01 A	235	237	236	20	22	22	5	-7	9	77,293	60.0	0.63
5-Aug-1997 6:00:01 A	233	234	233	21	22	23	6	-7	9	82,884	60.0	0.67
5-Aug-1997 7:00:00 A	230	232	231	21	22	23	6	-6	9	88,587	60.0	0.69
5-Aug-1997 8:00:00 A	226	228	227	21	22	22	6	-6	8	94,394	59.9	0.68
5-Aug-1997 9:00:00 A	224	226	225	21	22	22	6	-6	8	100,281	60.0	0.70
5-Aug-1997 10:00:01	227	228	228	22	23	23	6	-6	9	106,312	60.1	0.71
5-Aug-1997 11:00:00	225	226	226	22	23	23	6	-6	9	112,484	60.0	0.73
5-Aug-1997 12:00:01	226	228	227	22	23	23	6	-6	9	118,763	60.0	0.72
5-Aug-1997 1:00:01 P	225	227	226	22	23	23	6	-6	9	125,206	60.1	0.72
5-Aug-1997 2:00:00 P	226	228	227	20	21	22	5	-6	8	129,200	60.0	0.67
5-Aug-1997 3:00:00 P	226	227	227	20	21	21	5	-6	8	134,632	60.0	0.66
Consumo diario de energía:										133		

Por otro lado se utilizó el equipo Power Logic para almacenar información sobre el funcionamiento de dos hilas. Las hilas número 14 y número 15, ya que son máquinas de la misma generación, con el mismo tipo de reparación y que trabajan la una con un tipo de hilo utilizado para formar la trama y la otra con el hilo utilizado para el urdido de las telas. Esto se hizo con el propósito de encontrar las condiciones de operación en 24 horas continuas y ver las posibles diferencias al usar un tejido más pesado que otro, los datos obtenidos se aprecian en los Cuadros No.7-3 y No.7-4.

7.1.3.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO TECNICO EN LOS MOTORES QUE ACCIONAN LAS HILAS.

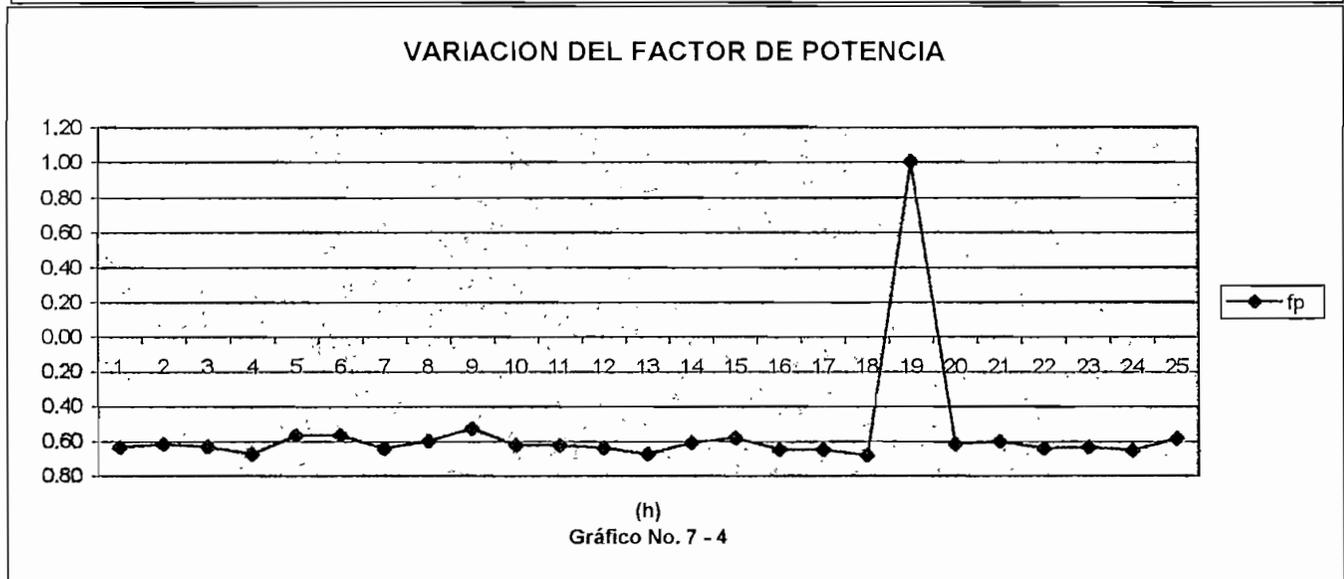
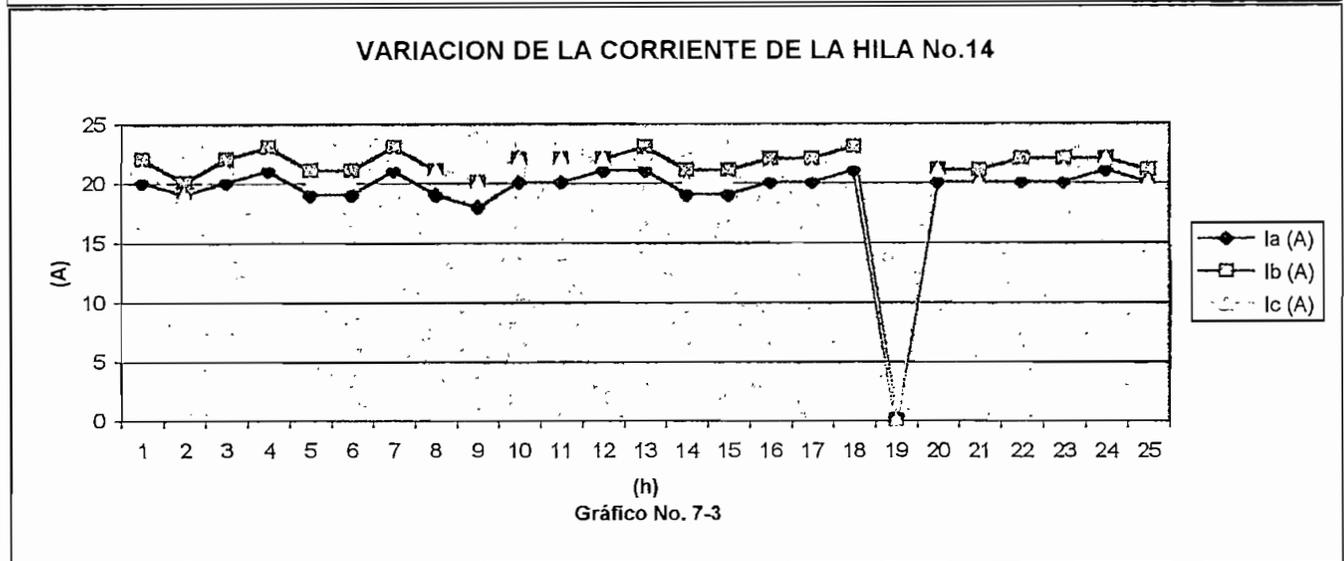
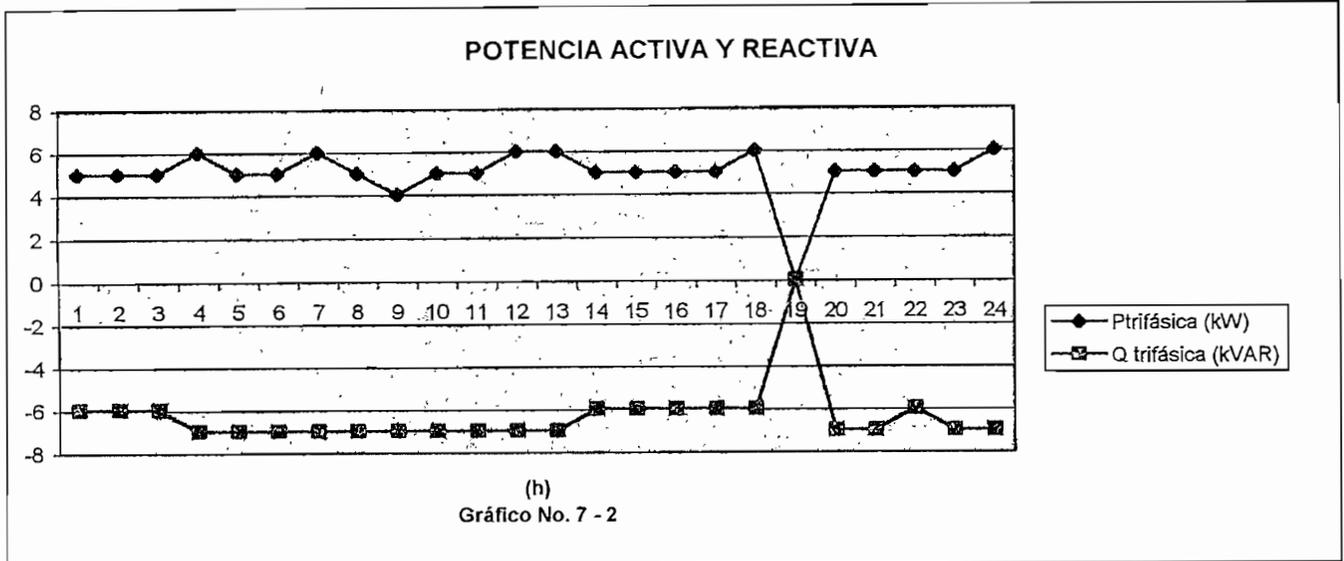
Las mediciones realizadas durante el trabajo en estado estable de los motores principales que accionan las hilas indican, que todos los motores trabajan en condiciones de baja carga. Sus porcentajes de carga varían entre los siguientes límites:

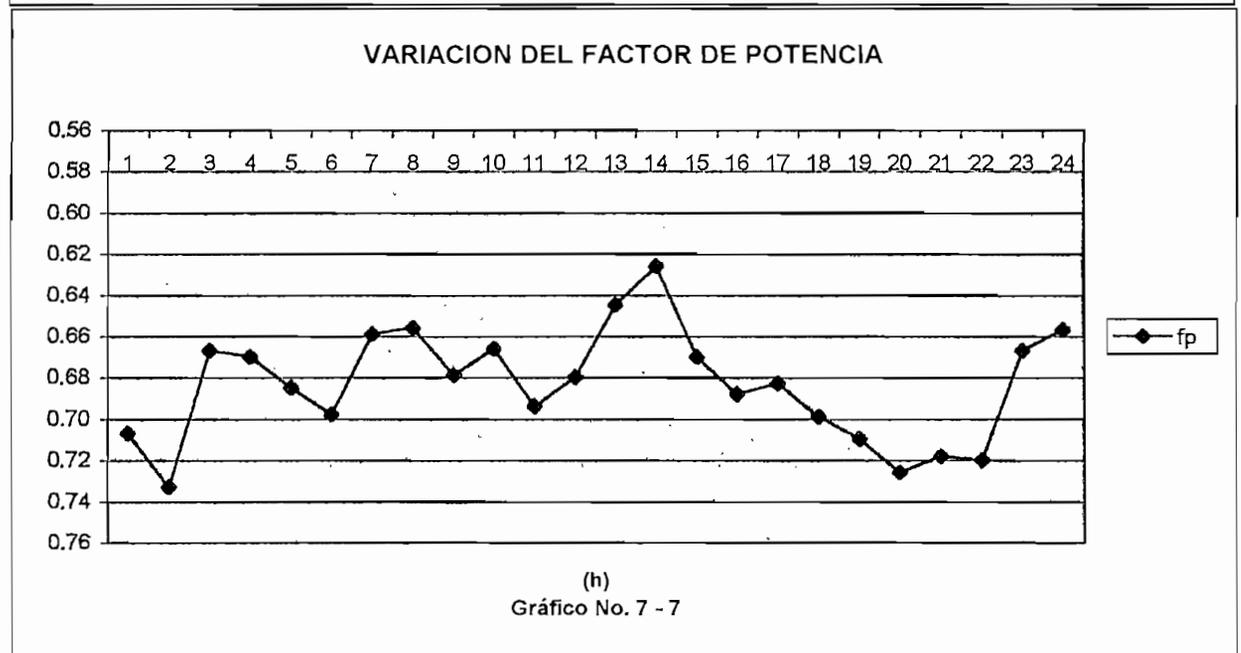
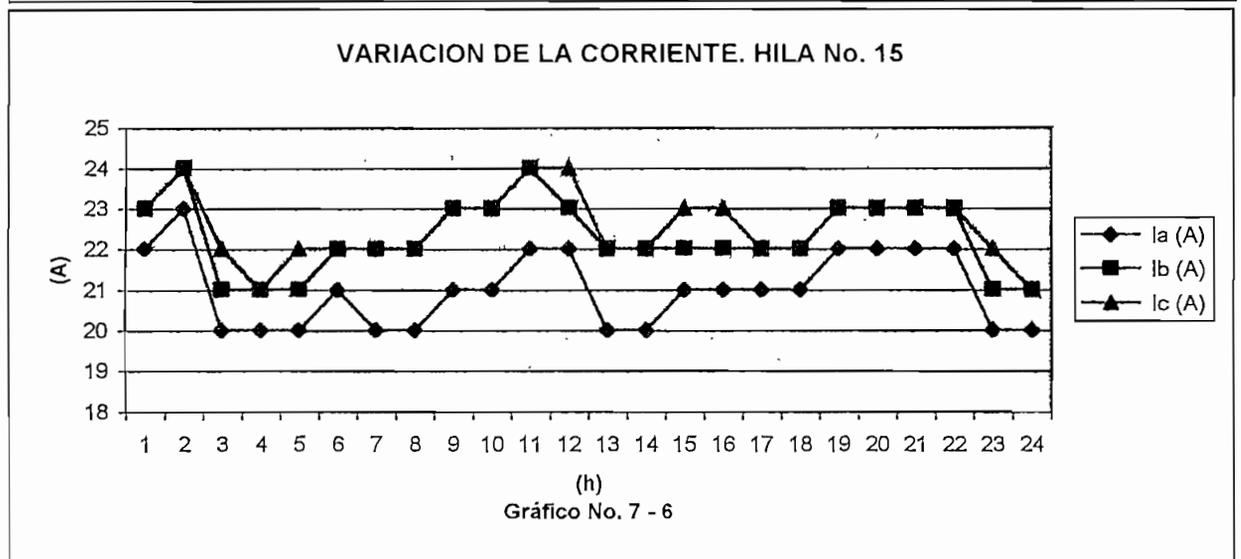
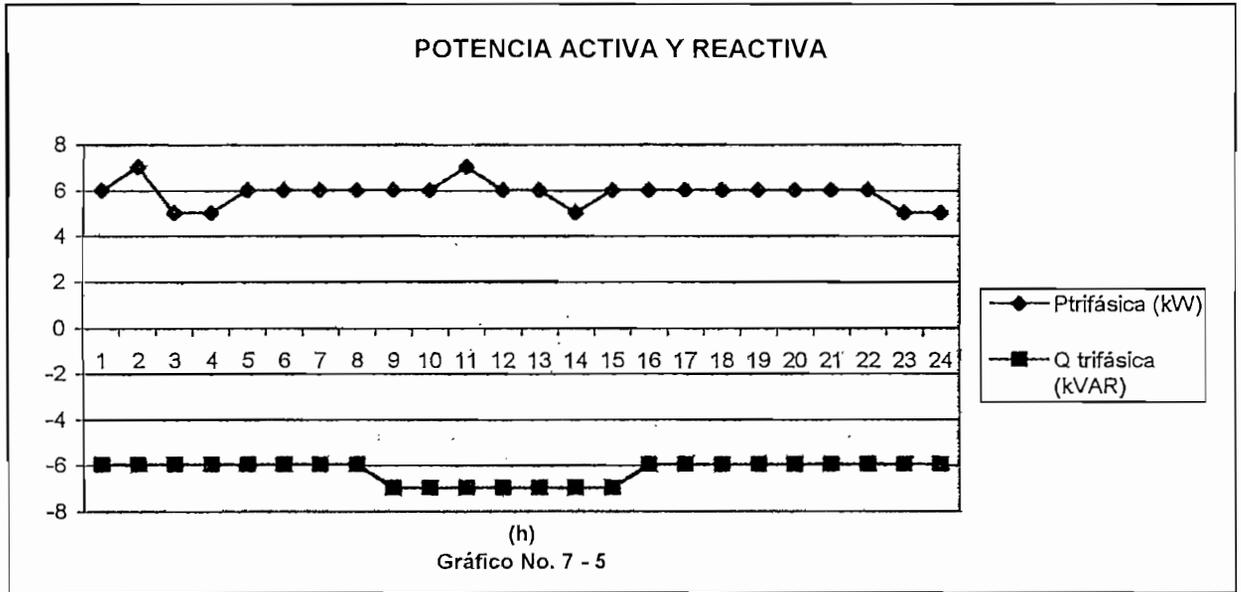
Cuadro No.7-5 Variación del factor de carga en los motores que accionan las Hilas.

Hilatura	Mínimo	Promedio	Máximo
Pintex "A"	0.3	0.51	0.77
Pintex "B"	0.27	0.43	0.77

Es decir que los motores analizados presentan condiciones de carga inferiores al 77 % de su potencia nominal, y sus eficiencias se encuentran en un promedio del 83%. Esta condición de baja carga provoca un bajo factor de potencia promediado para las dos plantas en 0.67.

El bajo factor de potencia tiene como efecto un elevado consumo de energía reactiva, por cada motor, por los que paga Pintex. Todas las mediciones registradas con el equipo en las hilas puede ser mejor interpretada mediante los gráficos No.7-2,3,4,5,6 y 7.





Los datos obtenidos indican la potencia real de operación de los motores principales de las hilas 14 y 15, la misma que varía entre 4 (kW) y 6 (kW) para la hila 14 y entre 5(kW) y 7 (kW) para la hila 15, estos motores tienen una potencia nominal de 17 (HP) y se encuentran trabajando al 31% y 40% de su carga nominal respectivamente. Se tiene además desbalance de corrientes en las fases del motor de la hila 15, lo que puede deberse a que los bobinados se encuentran cortocircuitados, ya que el motor es muy viejo.

La curva de variación de factor de potencia oscila entre 0.62 y 0.74 inductivo, que es un valor bajo debido al sobredimensionamiento y por ende un elevado consumo de potencia reactiva Q, como puede apreciarse en los gráficos de potencia.

Debido a los resultados obtenidos de los levantamientos, mediciones y análisis de los motores principales que accionan las hilas se ha llegado a la conclusión de que técnicamente es necesario reemplazar los mismos por motores de alta eficiencia, para lograr ahorros tanto en el consumo de energía eléctrica como ahorros económicos en pagos por la misma.

7.1.3.2 DETERMINACION DE LA POTENCIA DEL MOTOR

a) Hila No. 14

- **Características del motor principal que acciona la Hila No. 14**

Potencia : 17 (HP)

Velocidad: 1,750 (r.p.m.)

Voltaje: 220 (V)

Corriente nominal: 45 (A)

Eficiencia del motor estándar al punto de carga (η_{std}): 77.0 %

Vida útil(V): 15 años

Horas de operación al año(h): 6,336 h/año

Depreciación(Dep):52 (USD/año)

- **Cálculos:**

Potencia eléctrica de entrada medida (P_{instd}): 6,000 (W)

Potencia útil(P_u)actual:

$$P_u = \frac{P_{instd} * \eta_{std}}{0.746} \quad (7.24)$$

$$P_u = \frac{6 * 0.77}{0.746} = 6.19(HP) \quad (7.25)$$

Porcentaje de carga actual (%C):

$$\% C = \frac{P_u}{P_n} \quad (7.26)$$

$$\% C = \frac{6.19}{17} * 100 = 36.4\% \quad (7.27)$$

El nuevo motor debe tener una potencia útil necesaria (P_{un}) mayor en un 30% a la Potencia útil actual.

$$P_{un} = P_u * 1.3 \quad (7.28)$$

$$P_{un} = 6.19 * 1.3 = 8.047(HP) \quad (7.29)$$

El motor más adecuado es un motor de 10 (HP).

Nuevo porcentaje de carga (%Cn):

$$\%Cn = \frac{P_u}{P_{un}} \quad (7.30)$$

$$\%Cn = \frac{6.19}{10} * 100 = 62\% \quad (7.31)$$

En este punto es necesario recurrir a los catálogos de motores para encontrar datos de corriente, factor de potencia y eficiencia del motor seleccionado en el nuevo punto de carga.

Para este caso se realizó una recopilación de información con diferentes distribuidores; siendo WEG aquel quien proporcionó la mayor cantidad de datos como son curvas de corriente, rendimiento, deslizamiento y factor de potencia entre otros.

b) Características del motor de alta eficiencia escogido:

Potencia : 10 (HP)

Velocidad: 1,765 (r.p.m.)

Voltaje: 220 (V)

Corriente nominal: 25.88 (A)

Clase de temperatura de aislamiento: B

Corriente al punto de carga: 18(A)

Factor de potencia al punto de carga: 0.75

Eficiencia del motor estándar al punto de carga (η_{eff}): 92.2 %

Inversión(I): 780 USD/ motor

Al escoger un motor para una determinada aplicación se deben considerar además parámetros como:

- **Tipo de operación.**- La Norma ABNT NBR 5457, define los regímenes tipo o ciclos de operación, estos se identifican con la letra S, seguida de un número que varía entre el 1 y el 8. Para esta aplicación el ciclo de trabajo se clasifica como S1 con carga constante sobre un tiempo suficiente para mantener el equilibrio térmico, el tiempo de soporte de la carga nominal es ilimitado.
- **Altura de montaje y temperatura del medio ambiente.**- Los motores se diseñan para operar a 1,000 m.s.n.m y a 40°C; temperaturas y niveles de operación mayores, afectan directamente a los límites de sobrelevación de temperatura, (FIGURA No. A2-1) admisibles según la clase de aislamiento del motor y a la potencia que puede ser solicitada. Los ábacos de las FIGURAS No. A2-2y A2-3, indican los factores multiplicativos de corrección de la potencia disponible en función de la temperatura y altitud ambientes para motores de inducción aislados con clase de temperatura B y F, el factor k se multiplica por la potencia del motor para obtener la potencia disponible, en condiciones específicas.

Para el motor de alta eficiencia escogido se tiene:

Temperatura límite de la clase B = 120 (°C)

Sobreelevación media de la clase B = 80 (°C)

Altura de Quito = 2, 800 m.s.n.m

Altura diferencia	=	1,800 (m)
K	=	0.9
Potencia disponible	=	9 (kW)

Desde el punto de vista eléctrico el motor responde a las necesidades de sollicitación de la Hila No. 14.

- **Naturaleza del medio ambiente.-** Considera el grado de protección contra el contacto de las personas con las partes vivas del motor y la protección contra el ingreso de partículas y agua al motor. La TABLA No. A2-5 (Anexo No. 2), indica la clasificación mencionada.

Para nuestro caso se ha escogido un motor con tipo de protección IP 54, es decir protección contra el ingreso de partículas de polvo y salpicaduras en cualquier dirección. (23).

- **Cálculos:**

Potencia eléctrica de entrada (P_{ineff}):

$$P_{ineff} = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos}\Phi \quad (7.32)$$

$$P_{ineff} = \sqrt{3} * 220 * 18 * 0.75 = 5,144(W) \quad (7.33)$$

Reducción en energía y demanda.

$$\text{Demanda (Rd)} = \text{Pinstd} - \text{Pineff} \quad (7.34)$$

$$\text{Rd} = 6,000 - 5,144 = 856 \text{ (W)} \quad (7.35)$$

$$\text{Energía (Re)} = \text{Rd} * \text{h} \quad (7.36)$$

$$\text{Re} = 0.856 * 6,336 = 5,423.61 \text{ (kWh/año)} \quad (7.37)$$

7.1.3.3 ANALISIS ECONÓMICO DEL REEMPLAZO DE LOS MOTORES PRINCIPALES QUE ACCIONAN LAS HILAS 1-22 DE LA PLANTA A Y LAS 21 HILAS DE LA PLANTA B.

Luego que el auditor a determinado las condiciones de operación de los motores y ha concluido que es posible un reemplazo de los mismos por motores de alta eficiencia es necesario realizar una evaluación económica. Este es el paso cuyos resultados son sometidos a estudio por parte de la gerencia de la planta, quien será la encargada de determinar si la medida es llevada a cabo o no, según las conveniencias y necesidades de la empresa.

a) **Estudio económico del reemplazo del motor principal de la Hila No.14 de la Planta "A".**

Debido al tamaño de una planta industrial como Pintex y al tiempo programado para la realización de una Auditoría del Sistema Eléctrico (generalmente de un mes), el estudio económico del reemplazo de motores estándar por motores eficientes se lo realiza con la ayuda de paquetes computacionales desarrollados para el efecto.

Esta parte del presente trabajo de tesis se ha realizado con los programas de computación *Motor Master+* y *Maece*. Cuya descripción se la realizará en el Anexo No.3(Descripción de los paquetes utilizados)

En forma preliminar y a manera de ejemplo se analizará el reemplazo del motor principal de la Hila No. 14 indicando los métodos de cálculo.

Posteriormente se realizarán los estudios del conjunto de motores principales del sector de hilatura en las dos plantas mediante los paquetes mencionados, con la indicación de los resultados.

Tarifas:

Energía(E): 0.07 USD/kWh

Demanda(D): 5.03 USD/kW

Cotización utilizada del dólar: 1USD = S/. 4,000

1. Gastos anuales por consumo de energía y por demanda

Motor estándar:

- Costo de la energía (Ce).

$$Ce = P_{instd} * h * E \quad (7.38)$$

$$Ce = 6 * 6,336 * 0.07 \quad (7.39)$$

$$Ce = 2,661 \text{ (USD/año)}$$

- Costos de la demanda (Cd)

$$Cd = P_{instd} * 12 * D \quad (7.40)$$

$$Cd = 6 * 5.03 * 12 = 362.16 \text{ (USD)} \quad (7.41)$$

- Costo total = Ce + Cd (7.42)

Costo total = 3,023.1 (USD/año)

Motor de alta eficiencia:

- Costo de la energía (Ce).

$$Ce = P_{ineff} * h * E \quad (7.43)$$

$$Ce = 5.14 * 6,336 * 0.07 \quad (7.44)$$

$$Ce = 2,289.4 \text{ (USD/año)}$$

- Costos de la demanda (Cd)

$$Cd = P_{ineff} * 12 * D \quad (7.45)$$

$$Cd = 5.14 * 5.03 * 12 = 310.45 \text{ (USD)} \quad (7.46)$$

- Costo total = Ce + Cd (7.47)

$$\text{Costo total} = 2,591.95 \text{ (USD/año)}$$

2. Ahorro total en el consumo de energía y demanda (A)

- Ahorro en energía (Ae).

$$Ae = Re * E \quad (7.48)$$

$$Ae = 5,423.61 * 0.07 = 379.65 \text{ (USD/año)} \quad (7.49)$$

- Ahorro en demanda (Ad).

$$Ad = Rd * 12 * D \quad (7.50)$$

$$Ad = 0.856 * 12 * 5.03 = 51.66 \text{ (USD/año)} \quad (7.51)$$

- A = Ad + Ae (7.52)

$$A = 431.32 \text{ (USD/año)}$$

3. Tiempo de retorno (Pay back) (R)

$$R = \frac{780}{431.32} = 1.8(\text{años}) \tag{7.53}$$

4. Tasa interna de retorno T.I.R

$$F_{jt} = A - \text{Dep} = 379.32 \tag{7.54}$$

$$I = - 780 \text{ (USD)}$$

$$V = 15 \text{ (años)}$$

Tasa de interés de comparación= 20 %

$$VP(i) = \sum_{t=0}^n \frac{F_{jt}}{(1+i)^t} = 0 \tag{7.55}$$

La solución a esta ecuación iterativa es:

$$i = 48.5 \% > 20\%$$

5. Relación Beneficio/Costo

$$B/C = \frac{4.675 * 431.32}{780} \tag{7.56}$$

$$B/C = 2.59 > 1$$

Como resultado de los análisis económicos previos, se deduce que la inversión de compra de un motor de alta eficiencia para el reemplazo del motor principal que acciona la Hila No. 14 es aconsejable.

7.1.3.4 ESTUDIO ECONOMICO DEL REEMPLAZO DE LOS MOTORES
PRINCIPALES QUE ACCIONAN LAS 22 HILAS DE LA PLANTA "A" Y
LAS 21 HILAS DE LA PLANTA "B", CON LA AYUDA DEL
COMPUTADOR.

PROCEL / ELETROBRAS

MODELO DE AVALIACAO ECONOMICA DE PROJETOS DE CONSERVACAO
DE ENERGIA ELETRICA

PROYECTO > SUSTITUCION MOTORES DE LAS HILAS PINTEX

SECTOR > INDUSTRIAL

SIMULACIÓN > HILAS1-43

FECHA MES/AÑO : AGOSTO/97

TASA DE CAMBIO : 1 US\$/R\$

TASA DESCUENTO : 20 % anual

Tarifas.

ENERGIA 70 US\$/MWh

DEMANDA 5.03 US\$/kW

1 – Datos

Equipos

	convencional	eficiente
- Horas utilización diaria del equipo:	24	24
- Dias utiliz./mes:	22	22

*** EQUIPOS CONVENCIONALES**

- Suma de las Potencias	:	258,000	(W)
- Equipo 1	:	HILASPINTEX	
- Vida Util	:	15	años
- Precio	:	0	US\$
- Costo Instalación	:	0	US\$
- Valor residual	:	0	%
- Depreciación Actual	:	100	%
- Total Inversión	:	0	US\$
- Sustituir sistema ?	:	S	(S/N)
- Valor Salvado Total	:	4,300	US\$

*** EQUIPOS EFICIENTES**

- Suma de las Potencias	:	221,192	(W)
- Equipo 1	:	HILAS eficientes	
- Vida Util	:	15	años
- Precio	:	33,540	US\$
- Costo Instalación	:	3,354	US\$
- Valor residual	:	40	%
- Total Inversión	:	36,894	US\$

Reducción de consumo y demanda de energía

Energía : 233,215.49 kWh/año

Demanda : 36.808 kW

Gastos debido al consumo de energía de los equipos

Equipo convencional:	130,004.14 US\$/año
Equipo eficiente:	111,456.88 US\$/año
Tarifa media:	79.53 US\$/MWh

2 - Períodos de vida útil (en años)

- Equipo efíc. 1 : 15
- Equipo convenc. 1 : 15

3 - Depreciación anual De las inversiones (en US\$)

- Equipo eficiente 1: 7,890.97

4 - Reducción de gastos con electricidad (consumo y demanda) y gastos operacionales

Reducción = 18,547.26 US\$/año

5 - Ganancia anual, costo de la conservación (CC) y costo de la demanda (CD)

Ganancia Anual = 11,702.53 US\$

CC = 29.35 US\$/MWh conservado

CD = 185.96 US\$/kW conservado/año

6 - Rentabilidad o tasa interna de retorno (TIR)

TIR = 56.86%

7 - Tiempo de retorno de las inversiones (se considera a tasa de descuento)

Tiempo = 1 año e 2 meses

8 - Inversión inicial (INV)

INV = 32,594 US\$

9- Relación Beneficio/Costo

B/C = 2.66

Lo anterior puede resumirse en el cuadro siguiente:

Cuadro No. 7-6 Resumen económico del reemplazo de motores-hilatura

PRECIO PROMEDIO DEL kWh	\$ 0,070
INVERSION INICIAL	\$ 32,594
AHORRO ANUAL (kWh)	233,215.49
AHORRO ANUAL (\$)	\$ 18,547.26
TIEMPO DE RECUPERACIÓN (meses)	14
TASA INTERNA DE RETORNO	56.86 %
RELACION BENEFICIO-COSTO	2.66
<p>La inversión consiste en la compra de 43 motores de 10 HP de alta eficiencia que reemplazarán a los motores estándar que accionan las hilas actualmente en las dos plantas. La inversión inicial no incluye costos de mano de obra.</p>	

Como puede verse la compra de un motor de rendimiento eficiente produce mayores ahorros en el uso de energía, los que se traducen en costos menores de operación y ahorros en pagos a la Empresa Eléctrica.

7.1.4 REPARACION DE UN MOTOR QUEMADO.

En varias ocasiones el dueño de un motor que ha fallado, prefiere rebobinar el motor a comprar un motor nuevo, ya sea estándar o eficiente, debido a la comparación de costos de reparar y comprar, pero en este caso se deben hacer varias consideraciones, tiempo de parada, facilidad de cambio y principalmente la confiabilidad de un motor rebobinado.

“Cuando la reparación o el cambio se vuelve inevitable, el usuario deberá asegurarse de que el costo inicial de una reparación rápida no se pierda rápidamente debido a los altos costos de funcionamiento”. (9)

La reparación debe ser hecha en un taller experto, cuidando de la temperatura en el horno de quemado para evitar daños en el núcleo, utilizar el alambre del mismo diámetro que el original, evitar el martilleo de los dientes, entre otros pasos que solo el rebobinador calificado conoce. De todos modos se ha demostrado que un motor rebobinado pierde entre 1% y 2% de su eficiencia y que si el proceso no es realizado de manera correcta se puede incurrir en gastos inútiles por nuevos daños o pérdidas elevadas.

7.2 CONTROL DE VELOCIDAD DE LOS VENTILADORES EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACION

Los procesos de fabricación de tela requieren de ciertas condiciones climáticas, por ejemplo en hilatura de Pintex se necesitan 25°C de temperatura y 65% de humedad relativa para mejorar la fibra y evitar el rozamiento con los anillos de las hilas.

En las industrias textiles con procesos similares a la propuesta para este estudio de ahorro energético, poseen un sistema de climatización en toda el área de preparación, hilatura, bobinado y tejeduría, cada uno con sus condiciones de humedad relativa y temperatura.

Generalmente el sistema de climatización es accionado por motores de gran potencia y el caudal de aire es controlado por medio de sistemas mecánicos, los cuales son ineficientes e inexactos, lo que provoca elevados consumos de energía eléctrica.

El reemplazo de los sistemas mecánicos por variadores de velocidad para controlar los motores del sistema de climatización, y con ello el caudal de aire; es una opción válida en el ahorro de energía. La implementación de variadores, requiere estudios de las condiciones de presión, temperatura, caudal, humedad relativa y otros parámetros. Los mismos que deben ser realizados por expertos en mecánica de fluidos.

Actualmente existen numerosas firmas que fabrican reguladores y tienen expertos que conocen a fondo el tipo de regulador necesario para una aplicación específica, e inclusive se han desarrollado paquetes computacionales, para cada aplicación, por ejemplo para el desarrollo de este trabajo se tuvo la apertura y valiosa colaboración de expertos de ABB, quienes han creado un software para determinar los ahorros económicos y energéticos y las características del regulador apropiado para un sistema específico.

En la planta de estudio se obtuvieron algunos de los datos necesarios para la aplicación de este software, pero no se pudo determinar la variación del porcentaje de caudal de aire, por lo que no fue posible simular las condiciones reales del sistema. De todas maneras con la ayuda de los expertos en sistemas de climatización se establecieron condiciones típicas según su experiencia, las mismas que se incluyeron en la simulación. Estos resultados se presentan a continuación a manera de ejemplo para apreciar los significativos ahorros a obtenerse con el uso de los variadores de velocidad en sistemas de climatización, mas no implican que estos serán los ahorros reales en la planta de estudio.

Cuadro No. 7-7 Comparación de costos y consumos de sistemas de control de Caudal.

Tipo de control	Costos energéticos (USD/año)	Consumo (kWh/año)
Accionamiento de Velocidad variable	5,343	76,328
Alabes directores	10,786	154,079
Uso de compuerta	16,059	229,419

Los ahorros en energía son de 77,750 (kWh) los que se traducen en 5,543 USD. Con un tipo específico de variador.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

En el Ecuador no existe una conciencia seria y un conocimiento adecuado sobre el Uso Racional y eficiente de la energía eléctrica. A pesar de que este es un país en crisis económica debido a los racionamientos de energía, un alto porcentaje de consumidores finales, desconocen los beneficios resultantes del U.R.E, debido a la falta de leyes información, incentivos, y apoyo económico por parte del gobierno y de las entidades llamadas a realizarlas, como son el INECEL, las empresas eléctricas y escuelas politécnicas.

Basada en la experiencia obtenida en la realización de Auditoría Energéticas y en las experiencias compartidas con expertos nacionales y extranjeros en materia de ahorro energético en la industria en general, se ha llegado a la conclusión de que, el sector industrial ecuatoriano no tiene estructurado, al interior de la empresa, un programa de gerencia de energía.

Uno de los principales obstáculos para iniciar y mantener el programa de gerencia de la energía en la empresa, es la falta de comunicación entre los diferentes departamentos tales como producción, mantenimiento y estadística. La existencia de este último es vital para la adecuada organización de la información, ya que se han detectado casos de industrias que ni siquiera tienen un departamento de estadística.

A pesar de la falta de información e incentivos, cada día aumenta el interés de los industriales por el ahorro energético, tal es el caso de la Industria Textil Pintex, empresa con visión al futuro, quien abrió sus puertas para la realización de una Auditoría Energética en el mes de Octubre de 1996, y posteriormente para el desarrollo de este trabajo de tesis, dando acogida y llevando a cabo los subproyectos de ahorro de energía determinados durante la auditoría. Con ello se cumple uno de los objetivos de este trabajo, como es el de informar y concientizar al usuario final, en el sector industrial textil, sobre el Uso Racional de la Energía Eléctrica.

La Auditoría Energética Detallada (A.E.D) a los consumos eléctricos es uno de los pasos primordiales en el desarrollo del Programa de Gerencia de la Energía en el área eléctrica. Únicamente a través de ella es posible cuantificar la cantidad de energía que ingresa en el proceso de fabricación de un producto y con ello determinar el “gasto”; este proceso es conocido como balance de energía, el cual debe ser llevado a cabo en cada proceso de producción, para luego globalizar a toda la empresa.

La realización de la Auditoría Energética a los consumos eléctricos de una planta industrial requiere de varios pasos importantes, como son el análisis de la facturación, levantamiento de información de carga y mediciones, que constituye el trabajo de campo, y la identificación y estudio técnico-económico de las Oportunidades de Conservación de Energía (O.C.E), del que se derivan los subproyectos de ahorro energético.

Los pasos iniciales, como son el estudio de la facturación y el trabajo de campo, en la realización de una Auditoría Energética requieren de la recolección de gran cantidad de información sobre la empresa auditada, todo ello con el fin de organizar bases de datos que establecen la evolución histórica de los consumos eléctricos, así como las condiciones actuales de funcionamiento de la planta. Para que la auditoría energética refleje con exactitud las condiciones de operación de la industria, es necesario obtener la mayor cantidad de información posible y efectuar el trabajo de campo con equipo sofisticado. Todo este trabajo debe ser llevado a cabo por un equipo conformado por auditores técnicos especializados y el personal de mantenimiento, quienes conocen a fondo la planta industrial.

En el presente trabajo de tesis se han determinado procedimientos para la realización de Auditorías Energéticas a los consumos eléctricos en la industria textil. Cada industria presenta sus propias condiciones de operación según el tipo de producto fabricado, pero la metodología utilizada en la realización de una Auditoría Energéticas, es en términos generales aplicable a todo el sector industrial.

8.2 RECOMENDACIONES

La organización del Comité de Ahorro Energético (CAE) es fundamental para iniciar el Programa de Gerencia de la Energía en la empresa, es por ello que se recomienda como primer paso la conformación de este grupo por tres ejecutivos de la misma, el jefe de mantenimiento, el jefe financiero y el supervisor de planta, con miras a dirigir e implementar el mencionado programa.

Los futuros beneficios de la implementación de los subproyectos de ahorro de energía eléctrica surgen del estudio técnico-económico de los mismos; llevarlos a cabo está en manos de la gerencia de la empresa y el éxito de ellos depende de la gerencia y la concientización del personal. La administración evalúa el atractivo de las inversiones y toma la decisión de

ejecutarlas. Es necesario recordar que los beneficios únicamente se darán si los subproyectos de ahorro son realizados siguiendo las recomendaciones técnicas del estudio, ya que una ejecución “parche”, provocará resultados contrarios a los esperados.

Se recomienda al sector industrial textil constituir un departamento de estadística, donde se organice la información concerniente a consumos energéticos, con la estrecha colaboración de los departamentos de mantenimiento y producción, lo que permitirá construir un perfil energético real de la empresa.

Uno de los objetivos de este trabajo es la concientización sobre el Uso racional de la Energía eléctrica; es por ello que en los subproyectos de ahorro se propone el uso de equipos de alta eficiencia, cuyos costos son superiores a los equipos estándar, en nuestro medio es necesario que los empresarios industriales tengan su mente abierta y reconozcan los beneficios técnicos y económicos de los equipos de alta eficiencia, los mismos que producen importantes ahorros y rápidos retornos de la inversión con las consiguientes ganancias para la empresa.

Los costos de la energía eléctrica serán elevados continuamente, esto sumado a la emergencia eléctrica que vive nuestro país, crearán condiciones cada vez menos favorables para la operación estable de las empresas ecuatorianas, es por ello que la realización de Auditoría energética en las industrias en general, como medio de ahorrar energía y optimizar el uso de la misma, es completamente recomendable.

BIBLIOGRAFIA

1. BALDOR. 1995. Motors and drives Catalog 502
2. CAPEPI. 1997. Revista vestir textiles y confecciones; Lo nuestro es mejor. Ecuador
3. CATERPILLAR. 1986. Grupos electrógenos; Guía de selección e instalación. U.S.A
4. CEBRAE. Rutinas de mantenimiento industrial. Belo Horizonte
5. CEMIG. 1989. Estudio de optimización energética en el sector textil. Belo Horizonte.
6. CEMIG; PROCEL. 1991. Conservacao de energia um bom negócio; Companhia Cimento Portland Itaú. Brasil.
7. ENGECOMP SPRAGUE CPACITORES LTDA. Correcao de fator de potencia. Guia para o engenheiro de fábrica. Sao Paulo.
8. ESCOBAR,P. 1994. Optimización del consumo eléctrico en la industria. Tesis Ing. Quito, EPN.
9. FEDEUROPA; ATKINSON, R. 1997. Uso eficiente de la energía eléctrica en la industria latinoamericana; Eficiencia de los motores eléctricos durante su ciclo completo de vida.
10. FLORES,P. 1997. Dimensionamiento de grupos electrógenos. Quito

11. USA. JOURNAL OF THE ASSOCIATION OF ENERGY ENGINEERS. 1997. Randall Scott Sumpter M.A.M.C. Editor in Chief. Vol. 94. No. 4
12. IEEE. 1990. Energy conservation and cost-effective planning in industrial facilities. USA
13. IEEE Std 519-1992. 1993. IEEE Recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems. New York. USA.
14. INEC. 1994. Encuesta anual de manufactura y minería". Quito. Ecuador. Tomo 1.
15. INSTITUTO NICARAGUENSE DE ENERGIA. Auditorías Energéticas. dgdgde-ine@ibw.com.ni
16. KOSOW,I. Máquinas eléctricas y transformadores. Trad por Jorge Casas, Juan O'Callaghan Casas y Valentín Sallarés. Prentice Hall. Inc. New Jersey
17. OLADE. CEE. AIE. MEM. 1983. Seminario internacional sobre URE en la industria.
18. INE; POVEDA,M. Programa de capacitación en manejo de energía en la industria; Sistemas eléctricos. Quito.
19. PAYNE,W. 1995. Strategic planing for energy and the enviroment. Vol. 14. No.3..
20. PHILIPS LIGHTING. 1993. Lightin manual. quinta edición.
21. PROCEL ELECTROBRAS. Manual de conservación de energía eléctrica en la industria.
22. RE,V. 1979. Instalaciones de puesta a tierra. Marcombo.

23. SIEMENS; LOBOSCO,O;DIAZ;J. Selección y aplicación de motores eléctricos. Trad. Por David Oliver. Marcombo.
24. THUMANN,A. 1995. Handbook of energy audits. Cuarta edición Prentice Hall. USA.
25. UMAÑA,A; SELVA,G. 1988. Administración de la energía. Primera edición. EDUCA San José C.R.
26. U.S.DEPARTMENT OF ENERGY. Motor Master+. User guide. Washington
27. U.S. Department of Energy. "Energy-Efficient Electric Motor Selection Handbook". January 1993.
28. U.S. DOE. 1993. Determining electric motor load factor. U.S.A.
29. WESTINGHOUSE. 1959. Distribution systems. Electric utility engineering reference Book. Pittsburgh.

ANEXOS

ANEXO No. 1

PROGRAMAS UTILIZADOS

POWER LOGIC SYSTEM MANAGER

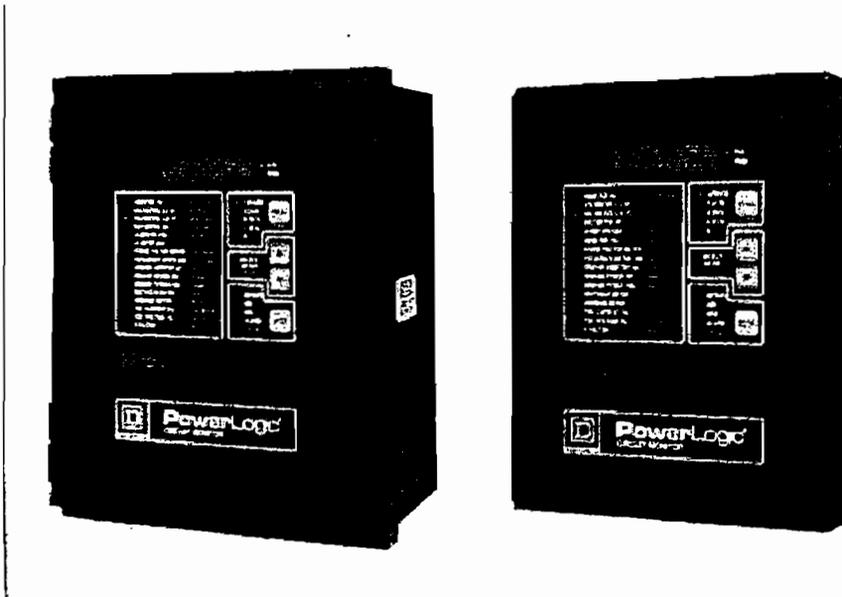
MOTOR MASTER +

CALCULUX INDOOR

MAECE

POWERLOGIC®
CIRCUIT MONITOR
Series 2000

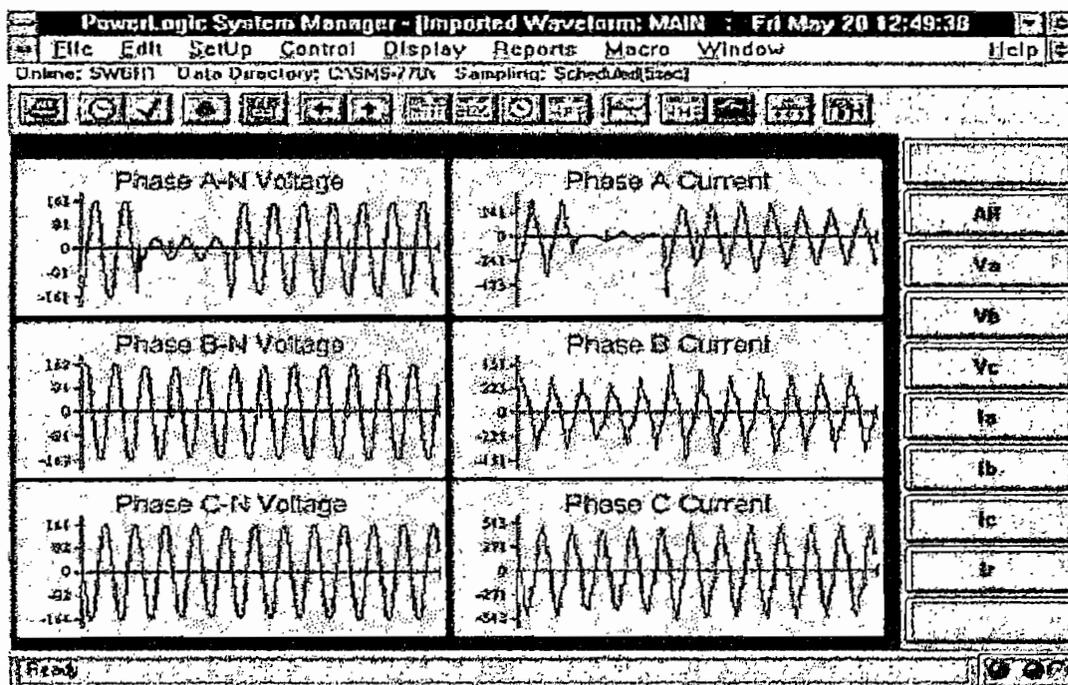
POWER LOGIC SYSTEM MANAGER™



El Power-Logic es un instrumento digital de adquisición y control de datos en sistemas eléctricos de potencia. El estudio de la información obtenida con este equipo, se realiza a través del software Power Logic System Manager. De acuerdo al tipo de configuración del sistema a ser analizado, el equipo Power Logic, requiere de cierto número de transformadores de corriente y tensión, para ingresar los datos a través de sus entradas de tensión y corriente, y realizar las lecturas correspondientes.

System Manager and Explorer es un poderoso software de monitoreo del sistema de potencia, mediante varios menús desplegables y pantallas desarrolladas en windows, que permiten rápidos accesos a las operaciones más comunes, corre bajo Windows 3.1 en ambientes múltiples.

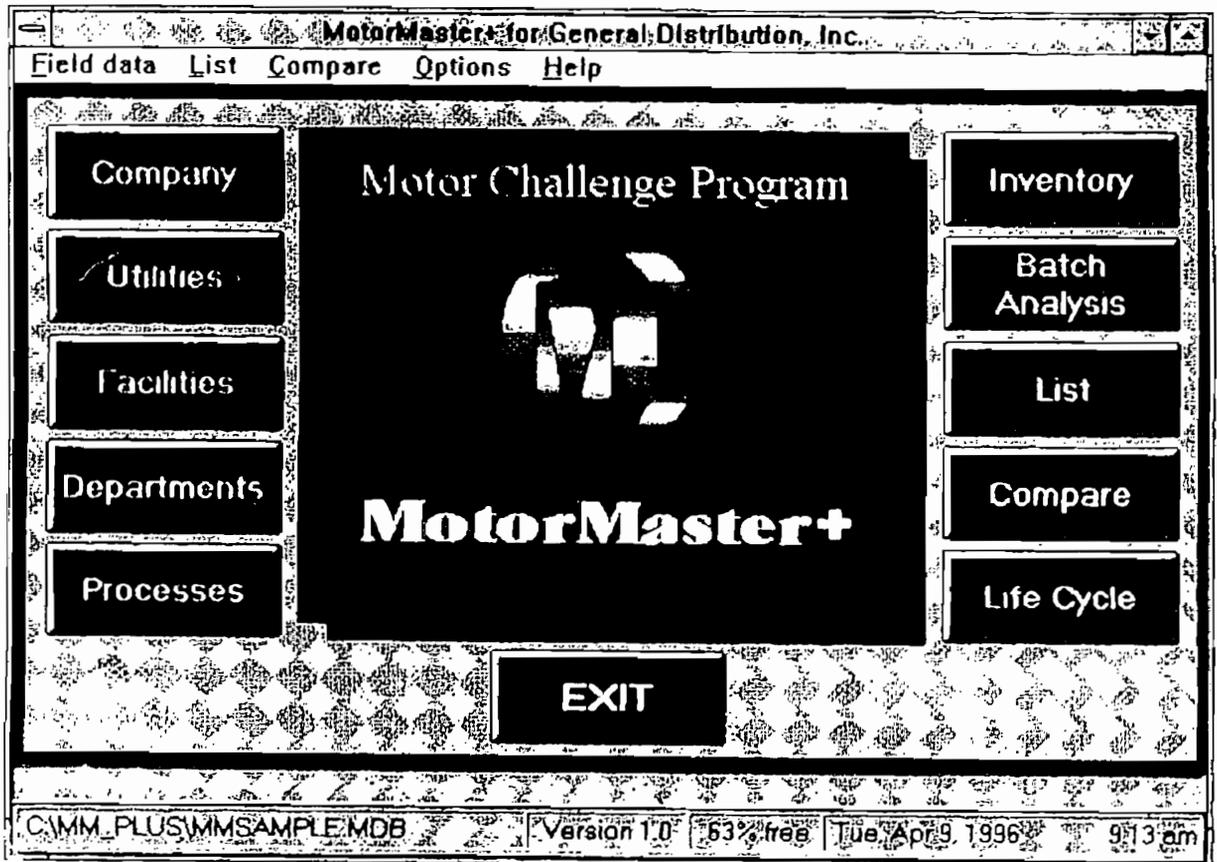
Tiene entre sus múltiples aplicaciones almacenamiento de tablas de datos, medidores analógicos gráficos, manejo de alarmas, captura y dibuja formas de onda como las indicadas en la figura siguiente, análisis de componentes armónicas, entre otras.



Para el desarrollo de este trabajo de tesis, el equipo y software fueron utilizados en el almacenamiento de datos eléctricos tales como, potencia activa y reactiva, factor de potencia, determinación de formas de onda de corriente y voltaje y estudio de su contenido armónico.

Motor Master +

Motor Challenge Program



Con el apoyo de U.S. Department of Energy (USDOE), el Washington State Energy Office (WSEO) desarrolló este software con un calificado equipo de expertos, con la finalidad de analizar las ventajas técnicas y económicas del reemplazo de los motores estándar de una planta industrial con motores de alta eficiencia.

Este software almacena información técnica concerniente a todos los motores de la planta industrial, además de información sobre los precios de la energía y demanda; con estos datos

MM+, calcula el porcentaje de carga real del motor estándar, eficiencia al punto de carga, y consumo y costos de la energía eléctrica utilizada por el motor bajo estudio.

Mediante pantallas sucesivas se puede efectuar una comparación técnica y económica con un motor de alta eficiencia escogido desde una base de datos muy completa, la misma que posee datos de motores de 17 fabricantes a nivel mundial.

MM+ requiere de:

- Computadores compatibles con IBM con capacidad para correr Windows 3.1 o Windows 95
- Procesador mínimo, 386 y por lo menos 8 MB en memoria RAM.
- 15 MB libres en disco duro.

PHILIPS LIGHTING B.V

CALCULUX INDOOR V 1.1 194-1995

Calculux es un programa para computadores personales, desarrollado para el diseño de sistemas de iluminación.

Permite el ingreso de datos del proyecto como son dimensiones del área de trabajo, altura de montaje, tipos de luminarias, de las que posee una amplia base de datos con todas las características técnicas de las lámparas fabricadas por Philips, características del color de las paredes y techo y configuración del sistema a ser colocado.

Los datos son utilizados para efectuar una simulación cuyos resultados indican la distribución del flujo luminoso en el área de trabajo, todos los parámetros pueden ser variados hasta obtener los niveles recomendados por las normas internacionales.

Los requerimientos de este programa son:

- Computadores compatibles con IBM con capacidad para correr Windows 3.1 o Windows 95
- Procesador mínimo, 386 y por lo menos 8 MB en memoria RAM.

PROCEL / ELETROBRAS - MODELO DE EVALUACION ECONOMICA DE PROJETOS DE CONSERVACION DE ENERGÍA ELECTRICA

MAECE

Maece es un programa de análisis económico, para el estudio del atractivo de inversiones en medidas de conservación de energía. Las mismas que son evaluadas en forma simple y objetiva.

El programa fue desarrollado por técnicos del Brasil ,en Lotus 123, y compilador BALER.

Requiere de:

- Computadores compatibles con IBM
- El programa corre bajo DOS

ANEXO No. 2

TABLAS Y FIGURAS

TABLA No. A2-1 Valores máximos recomendados para capacitores, para uso en motores a 60 Hz, NEMA tipo B

TABLA No. A2-2 Indices para determinar la potencia en capacitores para Corrección del factor de potencia

TABLA No. A2-3 Eficiencias nominales a plena carga para motores de alta Eficiencia, según NEMA

TABLA No. A2-4 Eficiencias promedio y lista de precios típicos en USA Para motores estándar y de alta eficiencia, en 1990

TABLA No. A2-5 Grados de protección mecánica de las cubiertas NBR6146 ABNT

FIGURA No. A2-1 Límites de sobrelevación de temperatura

FIGURA No. A2-2 Factores multiplicativos, motores clase B

FIGURA No. A2-3 Factores multiplicativos, motores clase F

TABLA A 2-1 Valores máximos recomendados para capacitores, para uso em Motores a 60 Hz, NEMA tipo B.

Potência do motor (HP)	Número de pólos e rotação do motor (RPM)											
	2 3600 RPM		4 1800 RPM		6 1200 RPM		8 900 RPM		10 720 RPM		12 600 RPM	
	Capacitor kVAr	Redução de corrente %	Capacitor kVAr	Redução de corrente %	Capacitor kVAr	Redução de corrente %	Capacitor kVAr	Redução de corrente %	Capacitor kVAr	Redução de corrente %	Capacitor kVAr	Redução de corrente %
2	1	14	1	24	1.5	30	2	42	2	40	3	50
3	1.5	14	1.5	23	2	28	3	38	3	40	4	49
5	2	14	2.5	22	3	26	4	31	4	40	5	49
7.5	2.5	14	3	20	4	21	5	28	5	38	6	45
10	4	14	4	18	5	21	6	27	7.5	36	8	38
15	5	12	5	18	6	20	7.5	24	8	32	10	34
20	6	12	6	17	7.5	19	9	23	10	29	12.5	30
25	7.5	12	7.5	17	8	19	10	23	12.5	25	17.5	30
30	8	11	8	16	10	19	15	22	15	24	20	30
40	12.5	12	15	16	15	19	17.5	21	20	24	25	30
50	15	12	17.5	15	20	19	22.5	21	22.5	24	30	30
60	17.5	12	20	15	22.5	17	25	20	30	22	35	28
75	20	12	25	14	25	15	30	17	35	21	40	19
100	22.5	11	30	14	30	12	35	16	40	15	45	17
125	25	10	35	12	35	12	40	14	45	15	50	17
150	30	10	40	12	40	12	50	14	50	13	60	17
200	35	10	50	11	50	11	70	14	70	13	90	17
250	40	11	60	10	60	10	10	80	90	13	100	17
300	45	11	70	10	75	12	100	14	100	13	120	17
350	50	12	75	8	90	12	120	13	120	13	135	15
400	75	10	80	8	100	12	130	13	140	13	150	15
450	80	8	90	8	120	10	140	12	160	14	160	15
500	100	8	120	9	150	12	160	12	180	13	180	15

**TABLA A 2-3 Eficiencias nominales a plena carga para motores de alta eficiencia
Según NEMA.**

HP	ODP			12-6B		TEFC		
	3600	1800	1200	900	3600	1800	1200	900
1	82.5	77	72	80.5	75.5	72		
1.5	80	82.5	82.5	75.5	78.5	81.5	82.5	75.5
2	82.5	82.5	84	85.5	82.5	82.5	82.5	82.5
3	82.5	86.5	85.5	86.5	82.5	84	84	81.5
5	85.5	86.5	86.5	87.5	85.5	85.5	85.5	84
7.5	85.5	88.5	88.5	88.5	85.5	87.5	87.5	85.5
10	87.5	88.5	90.2	89.5	87.5	87.5	87.5	87.5
15	89.5	90.2	89.5	89.5	87.5	88.5	89.5	88.5
20	90.2	91	90.2	90.2	88.5	90.2	89.5	89.5
25	91	91.7	91	90.2	89.5	91	90.2	89.5
30	91	91.7	91.7	91	89.5	91	91	90.2
40	91.7	92.4	91.7	90.2	90.2	91.7	91.7	90.2
50	91.7	92.4	91.7	91.7	90.2	92.4	91.7	91
60	93	93	92.4	92.4	91.7	93	91.7	91.7
75	93	93.6	93	93.6	92.4	93	93	93
100	93	93.6	93.6	93.6	93	93.6	93	93
125	93	93.6	93.6	93.6	93	93.6	93	93.6
150	93.6	94.1	93.6	93.6	93	94.1	94.1	93.6
200	93.6	94.1	94.1	93.6	94.1	94.5	94.1	94.1

HP	ODP			12-6C		TEFC		
	3600	1800	1200	900	3600	1800	1200	900
1	82.5	80	74	75.5	82.5	80	74	
1.5	82.5	84	84	75.5	82.5	84	85.5	77
2	84	84	85.5	85.5	84	84	86.5	82.5
3	84	86.5	86.5	86.5	85.5	87.5	87.5	84
5	85.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	85.5
7.5	87.5	88.5	88.5	88.5	88.5	89.5	89.5	85.5
10	88.5	89.5	90.2	89.5	89.5	89.5	89.5	88.5
15	89.5	91	90.2	89.5	90.2	91	90.2	88.5
20	90.2	91	91	90.2	90.2	91	90.2	89.5
25	91	91.7	91.7	90.2	91	92.4	91.7	89.5
30	91	92.4	92.4	91	91	92.4	91.7	91
40	91.7	93	93	91	91.7	93	93	91
50	92.4	93	93	91.7	92.4	93	93	91.7
60	93	93.6	93.6	92.4	93	93.6	93.6	91.7
75	93	94.1	93.6	93.6	93	94.1	93.6	93
100	93	94.1	94.1	93.6	93.6	94.5	94.1	93
125	93.6	94.5	94.1	93.6	94.5	94.5	94.1	93.6
150	93.6	95	94.5	93.6	94.5	95	95	93.6
200	94.5	95	94.5	93.6	95	95	95	94.1

TABLA A 2-4 Eficiencias promedio y lista de precios típicos en USA para motores Estándar y de alta eficiencia, en 1990.

1800 RPM Open Drip-Proof Motors

hp	Average Standard Motor Efficiency, %	Average Energy-Efficient Motor Efficiency, %	Efficiency Improvement, %	Typical Standard ODP Motor List Price	Typical Energy-Efficient ODP Motor List Price	List Price Premium
5	83.8 (15)	87.9 (12)	4.7	\$329 (4)	\$370 (4)	\$41
7.5	85.3 (14)	89.6 (15)	4.8	408 (6)	538 (5)	130
10	87.2 (21)	91.1 (7)	4.3	516 (6)	650 (5)	134
15	87.6 (15)	91.5 (11)	4.3	677 (5)	864 (5)	187
20	88.4 (14)	92.0 (11)	3.9	843 (6)	1055 (5)	212
25	89.2 (14)	92.8 (11)	3.9	993 (5)	1226 (5)	233
30	89.2 (12)	92.8 (12)	3.9	1160 (4)	1425 (5)	265
40	90.2 (12)	93.6 (11)	3.6	1446 (4)	1772 (5)	326
50	90.1 (11)	93.6 (13)	3.7	1688 (6)	2066 (4)	378
60	91.0 (11)	94.1 (12)	3.3	2125 (7)	2532 (5)	407
75	91.9 (11)	94.5 (12)	2.8	2703 (5)	3084 (5)	381
100	91.7 (9)	94.5 (14)	3.0	3483 (6)	3933 (5)	450
125	91.7 (7)	94.4 (16)	2.9	4006 (6)	4709 (5)	703
150	92.9 (8)	95.0 (12)	2.2	5760 (5)	6801 (5)	1041
200	93.1 (8)	95.2 (12)	2.2	7022 (3)	8592 (3)	1570

1800 RPM Totally Enclosed Fan-Cooled Motors

hp	Average Standard Motor Efficiency, %	Average Energy-Efficient Motor Efficiency, %	Efficiency Improvement, %	Typical Standard TEFC Motor List Price	Typical Energy-Efficient TEFC Motor List Price	List Price Premium
5	83.3 (11)	87.3 (32)	4.6	\$344 (6)	\$448 (5)	\$104
7.5	85.2 (20)	89.5 (22)	4.8	494 (7)	647 (5)	153
10	86.0 (10)	89.4 (30)	3.8	614 (6)	780 (5)	166
15	86.3 (8)	90.4 (27)	4.5	811 (7)	1042 (5)	231
20	88.3 (13)	92.0 (20)	4.0	1025 (6)	1268 (5)	243
25	89.3 (14)	92.5 (19)	3.5	1230 (7)	1542 (5)	312
30	89.5 (9)	92.6 (23)	3.3	1494 (6)	1824 (5)	330
40	90.3 (10)	93.1 (21)	3.0	1932 (7)	2340 (5)	408
50	91.0 (9)	93.4 (22)	2.6	2487 (5)	2881 (4)	394
60	91.7 (11)	94.0 (19)	2.4	3734 (7)	4284 (5)	514
75	91.6 (6)	94.1 (24)	2.7	4773 (7)	5520 (5)	747
100	92.1 (13)	94.7 (17)	2.7	5756 (5)	6775 (4)	1019
125	92.0 (10)	94.7 (19)	2.9	7425 (5)	9531 (5)	2106
150	93.0 (10)	95.0 (18)	2.1	9031 (6)	11123 (3)	2092
200	93.8 (9)	95.4 (14)	1.7	10927 (5)	13369 (4)	2442

TABLA No. A 2-5 Grados de protección mecánica de las cubiertas(NBR6146,ABNT)

1.º guarismo: Sólidos	2.º guarismo: Líquidos
0-Máquina abierta	0-Máquina abierta
1-Sólidos < 50 mm	1-Gotas verticales
2-Sólidos < 12 mm	2-Gotas dentro de 15º verticales
3-Sólidos < 2,5 mm	3-Gotas dentro de 60º verticales
4-Sólidos < 1 mm	(prueba de lluvia)
5-Protegido contra polvo	4-Salpicaduras (dirección)
6-Totalmente protegido contra polvo	5-Chorros de agua
	6-Máquina para combés de navío
	7-Máquina protegida contra efectos de inmersión
	8-Máquina sumergible

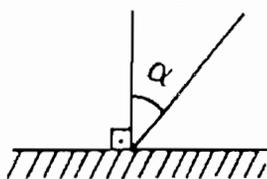


FIGURA No. A 2-1 LIMITES DE SOBREELEVACION DE TEMPERATURA

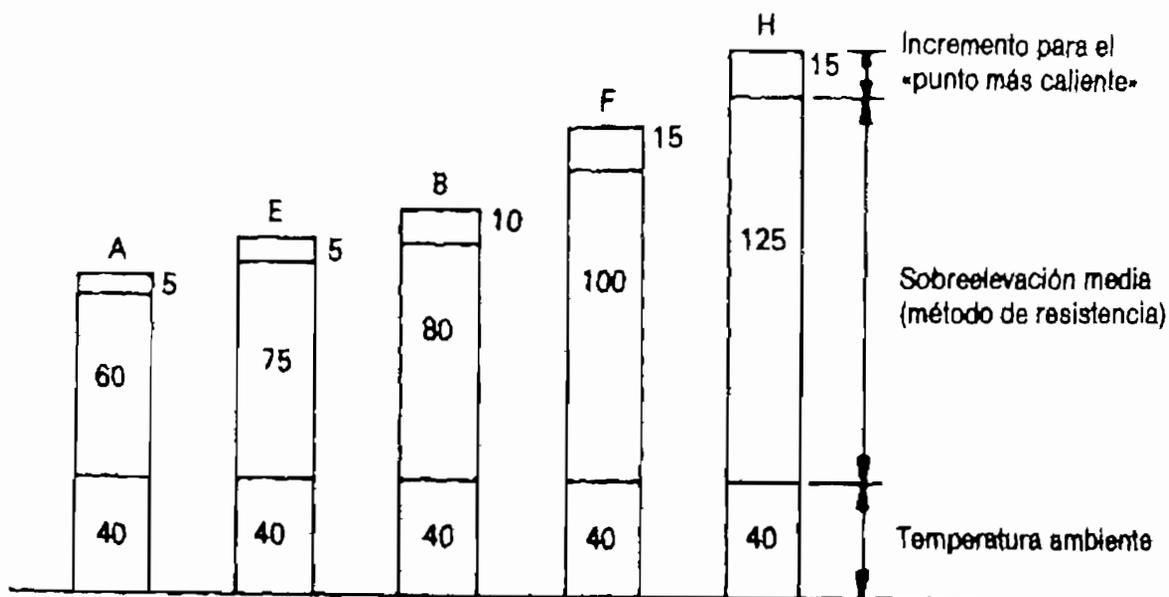


FIGURA No. A 2-2 Factores multiplicativos , motores clase B

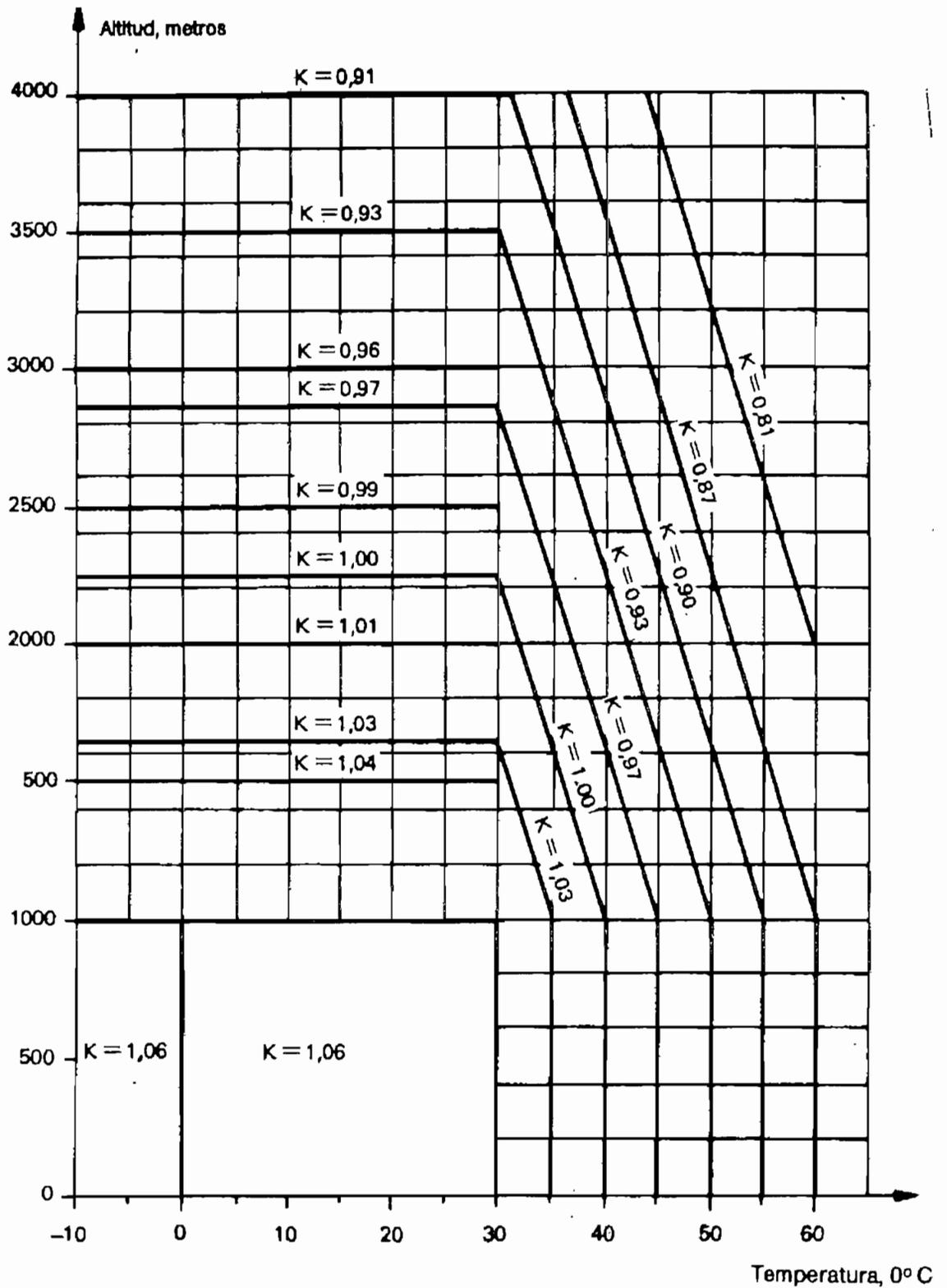
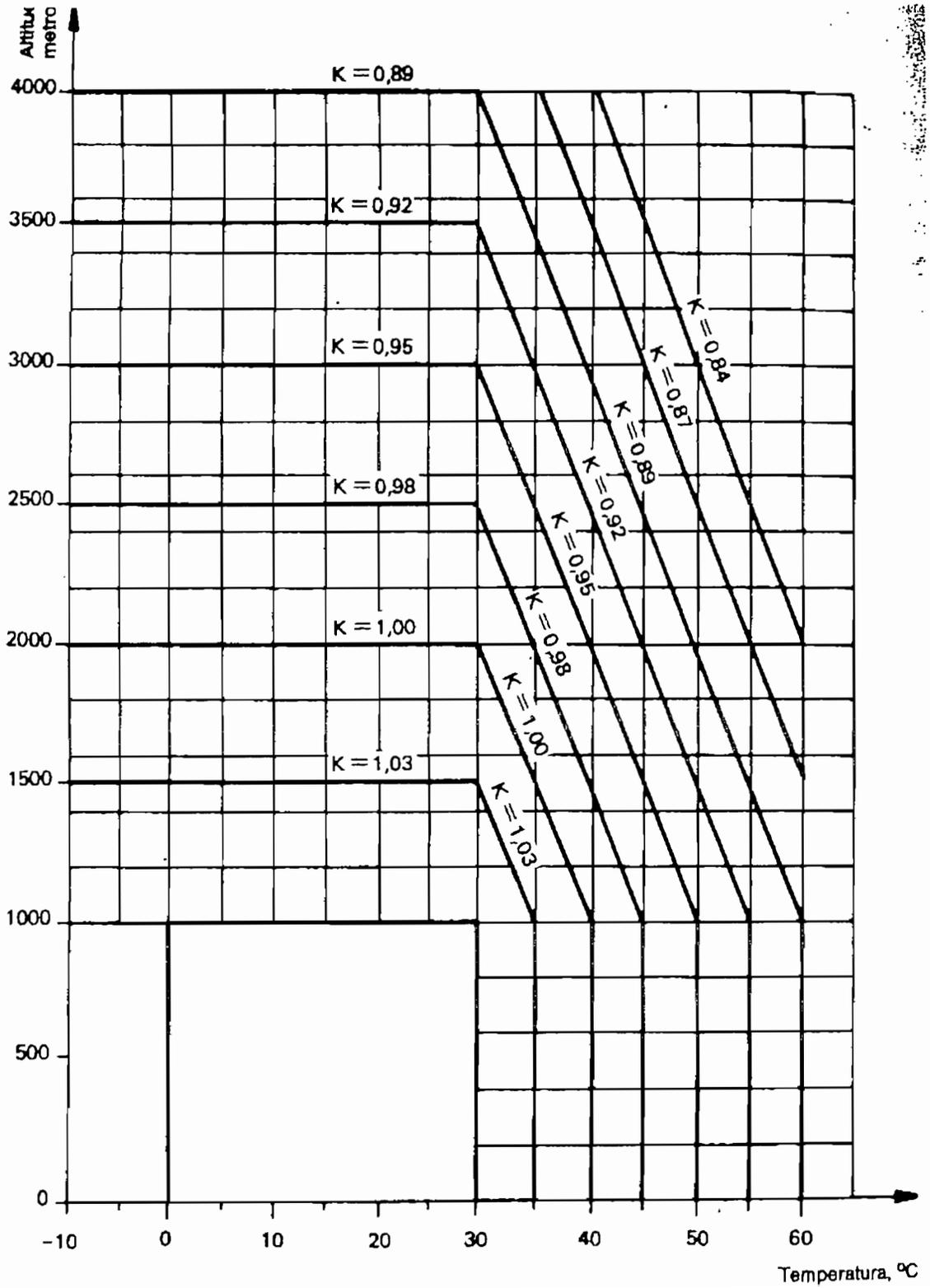


FIGURA No. A 2-3 Factores multiplicativos , motores clase F



ANEXO No. 3

SIMULACION DEL AREA DE TELARES EN LA PLANTA “B” CON EL PROGRAMA CALCULUX INDOOR

AHORRO DE ENERGÍA, ILUMINACIÓN

TELARES. PLANTA B

Project code: PINTEX
Date: 11-10-1996
Designer: KARINA ORDOÑEZ

Description: La presente simulación corresponde al uso de lámparas fluorescentes de alta eficiencia TMS018 1x32W con balasto electrónico, en el área de telares. Planta B

The nominal values shown in this report are the result of precision calculations, based upon precisely positioned luminaires in a fixed relationship to each other and to the area under examination. In practice the values may vary due to tolerances on luminaires, luminaire positioning, reflection properties and electrical supply.

1. Summary

1.1 General Information

Room dimensions		Surface	Reflectance Factor	Total Average Luminance (cd/m ²)
Width	19.10 m	Ceiling	0.60	17.8
Length	59.20 m	Left Wall	0.60	26.5
Height	6.00 m	Right Wall	0.60	26.5
Working Plane Height	0.80 m	Front Wall	0.60	24.2
		Back Wall	0.60	24.2
		Floor	0.50	31.5

General project maintenance factor: 1.00

1.2 Project Luminaires

Code	Nr.	Luminaire Type + Lamp	Luminaire maintenance factor	Lamp maintenance factor	Lamp Flux (lumen)
A	60	TMS 018/236 + 2 * TL-D 40W	0.90	0.90	2500

1.3 Quality Figures

Calculation	Calculation Type	Average (lux)	Min/Ave	Min/Max	Result
telar	Surface plane illuminance	215	0.78	0.71	Total

2. Calculation Results

2.1 telar: Textual Table

Grid : Working plane at Z = 0.80 m
 Calculation : Surface plane illuminance (lux)
 Result type : Total

X m	0.80	2.39	3.98	5.57	7.16	8.75	10.35	11.94	13.53	15.12	16.71	18.30	
Y m	56.73	167<	191	200	207	209	211	211	209	207	200	191	167<
	51.80	180	207	218	227	229	232	232	229	227	218	207	180
	46.87	182	210	221	230	232	235	235	232	230	221	210	182
	41.93	183	210	222	230	233	236	236	233	230	222	210	183
	37.00	183	210	222	231	233	236	236	233	231	222	210	183
	32.07	183	211	222	231	233	236>	236	233	231	222	211	183
	27.13	183	211	222	231	233	236	236	233	231	222	211	183
	22.20	183	210	222	231	233	236	236	233	231	222	210	183
	17.27	183	210	222	230	233	236	236	233	230	222	210	183
	12.33	182	210	221	230	232	235	235	232	230	221	210	182
	7.40	180	207	218	227	229	232	232	229	227	218	207	180
	2.47	167<	191	200	207	209	211	211	209	207	200	191	167<

Average
215 lux

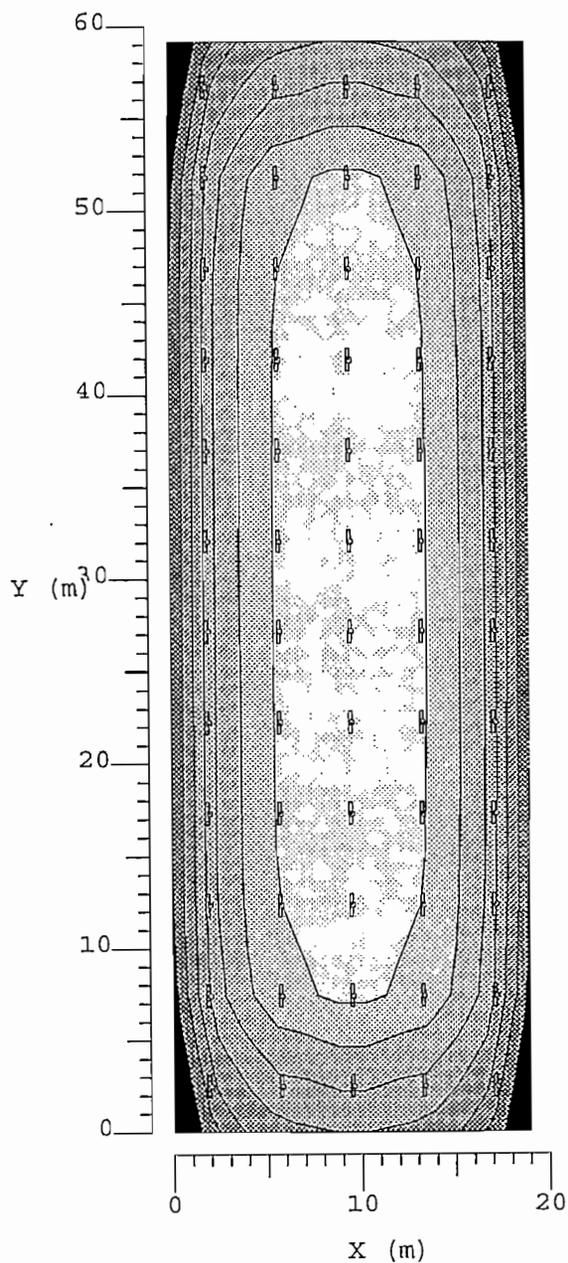
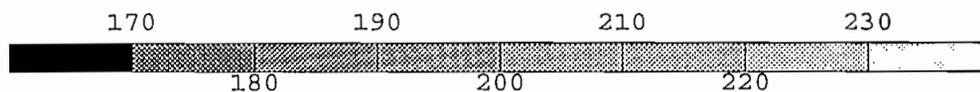
Min/Ave
0.78

Min/Max
0.71

Maintenance factors
See summary

2.2 telar: Filled Iso Contour

Grid : Working plane at Z = 0.80 m
Calculation : Surface plane illuminance (lux)
Result type : Total



A : TMS 018/236

Average
215 lux

Min/Ave
0.78

Min/Max
0.71

Maintenance factors
See summary

Scale
1:400

3. Luminaire Details

3.1 Project Luminaires

Luminaire Name : TMS 018/236
Lamp name : TL-D 40W/84
Number of lamps/luminaire : 2
Lamp flux : 2500 lm
Ballast : Standard
Lightoutput ratio's
DLOR : 0.84
ULOR : 0.00
TLOR : 0.84
Luminaire wattage : 88 W
Luminaire maintenance factor : 0.90
Lamp maintenance factor : 0.90
Measurement code : LVN3362200

