

881217

5
20

UNIVERSIDAD ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

**ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**



**OPTIMIZACION DEL USO DE LOS SISTEMAS ELECTROMO-
TRICES EN UNA PLANTA PROCESADORA DE ACEITES
COMESTIBLES PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :

- EDUARDO GOMEZ GUADALAJARA**
- EDUARDO RAFAEL GRANDIO PEREZ**
- EUGENIO ELISEO GRANDIO PEREZ**
- ROBERTO BARON RUBIO BARNES**
- DANIEL SALAZAR GONZALEZ**

DIRECTOR U. N. A. M. :
ING. ARTURO MORALES COLLANTES
DIRECTOR U. ANAHUAC :
ING. JAIME ALEXANDRO MORENO WONCHEE

JULIO 1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LOS SISTEMAS ELECTROMOTRICES EN UNA PLANTA PROCESADORA DE ACEITES COMESTIBLES PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.

ÍNDICE

	Página
OBJETIVO.....	5
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO II. ENTORNO ENERGÉTICO EN NUESTRO PAÍS.....	10
2.1 Sistema tarifario eléctrico nacional.....	10
2.1.1 Conceptos manejados en las tarifas.....	10
2.1.1.1 Período punta.....	10
2.1.1.2 Período base.....	10
2.1.1.3 Demanda máxima medida.....	10
2.1.1.4 Diferencia de demandas.....	10
2.1.1.5 Demanda facturable.....	10
2.1.1.6 Baja tensión.....	10
2.1.1.7 Media Tensión.....	11
2.1.1.8 Alta Tensión nivel subtransmisión.....	11
2.1.1.9 Alta tensión nivel transmisión.....	11
2.1.2 Tarifas eléctricas.....	11
2.2 Evolución esperada de la demanda.....	12
2.2.1 Escenarios económicos y estimación de las ventas totales de la CFE.....	12
2.2.2 Estimación de las ventas por sector.....	12
2.3 Sistema eléctrico existente.....	15
2.3.1 El sistema eléctrico nacional.....	15
2.3.2 Estructura del sistema de generación.....	18
2.3.2.1 Capacidad de generación.....	18
2.3.2.2 Principales centrales de generación.....	18
2.4 Capacidad de generación requerida.....	20
2.4.1 Variables que intervienen.....	20
2.5 Acciones y programas en materia de ahorro de energía.....	20
2.5.1 Normalización.....	20
2.5.2 Ahorro de energía en industrias.....	22
CAPÍTULO III. CONSIDERACIONES TEÓRICAS.....	23
3.1 Introducción.....	23
3.2 Características Generales del motor de inducción.....	23

3.2.1 Par de arranque, par a plena carga y par máximo.	24
3.2.2 Corriente Nominal.	25
3.2.3 Componentes de un motor.	25
3.2.4 Eficiencia de un motor.	26
3.2.4.1 Pérdidas de un motor.	26
3.2.5 Determinación de la eficiencia de un motor.	27
3.3 Variadores de Velocidad.	28
3.3.1 Comportamiento de un motor de inducción con un convertidor de frecuencia.	32
3.3.2 Aplicaciones industriales.	32
3.3.3 Ahorro de energía en aplicaciones de par variable.	33
3.3.4 Bombas centrífugas.	33
3.3.5 Ventiladores Centrífugos.	37
3.4 Aspectos Técnicos de los Sistema Electromotrices.	38
3.4.1 Tipos de arranque en motores.	38
3.5 El factor de potencia.	40
3.5.1 Tipos de cargas eléctricas.	40
3.5.2 Corrección del factor de potencia.	41
3.5.2.1 Tipos de Compensación.	43
CAPÍTULO IV. INFORMACIÓN GENERAL DE LA PLANTA.	44
4.1 Descripción de la planta.	44
4.1.1 Extracción de copra.	44
4.1.2 Refinación.	44
4.1.3 Blanqueo.	45
4.1.4 Desodorización.	45
4.1.5 Desencerado.	45
4.1.6 Generación de Hidrógeno.	45
4.1.7 Hidrogenación.	45
4.1.8 Envase de grasa.	46
4.1.9 Alto Punto.	46
4.1.10 Fabricación de Botella.	46
4.1.11 Envase de Aceite.	47
4.2 Sistema eléctrico de la planta.	59
4.2.1 Descripción del Sistema eléctrico de la planta.	59
4.2.2 Diagramas eléctricos de la planta.	61
4.3 Consumos de energía eléctrica.	69
4.4 Datos históricos de producción.	69
4.5 Determinación del índice energético actual.	69
CAPÍTULO V. MEDICIONES ELÉCTRICAS.	72
5.1 Equipo utilizado.	72

5.1.1 El Multimetro.	72
5.1.2 Metodología de las mediciones y criterios de selección del equipo a medir.	72
5.1.3 Mediciones en transformadores.	74
5.1.4 Mediciones en motores.	93
CAPÍTULO VI. OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA.	100
6.1 Factor de Potencia.	100
6.1.1 Definición de variables.	100
6.1.2 Procedimiento de cálculo.	100
6.2 Sustitución de Motores por Motores mas Eficientes.	105
CAPÍTULO VII. ANÁLISIS FINANCIERO.	120
7.1 Costo de la energía eléctrica.	120
7.2 Evaluación de los Ahorros.	121
7.2.1 Factor de Potencia.	121
7.2.2 Motores Super eficientes.	121
7.2.3 Motores Super eficientes con variadores.	122
7.3 Inversión Inicial.	122
7.3.1 En motores y variadores.	122
7.3.2 En factor de potencia.	123
7.4 Financiamiento.	136
7.4.1 Diagnóstico energético y aplicación de medidas.	136
7.4.2 Aplicación de medidas exclusivamente.	136
7.5 Método de Evaluación Económica.	138
7.5.1 Método de Flujo de efectivo.	138
7.5.2 Método de Valor Presente Neto.	138
7.5.3 Método de Tasa interna de retorno.	138
CONCLUSIONES.	144
BIBLIOGRAFÍA.	146

OBJETIVO.

El ahorro de energía eléctrica es un tema común hoy en día, inclusive podríamos decir que está de moda.

A nivel mundial existe una gran preocupación en lo relativo al cuidado del ambiente, al freno de la contaminación, a evitar la destrucción de áreas boscosas, disminuir la quema de combustibles, fósiles, etc.

México no podía ser la excepción y para ello se han creado varias organizaciones.

Una forma muy sencilla de cuidar el ambiente y el entorno que nos rodea, es ahorrar energía.

Esto puede hacerse desde nuestro hogar, de manera muy significativa, pero de una manera más importante esto se puede lograr en la industria, que es donde se consume gran parte de la energía que se genera.

Según datos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), organismo que en México se encarga de la generación y distribución de la energía eléctrica a nivel nacional, aproximadamente el 60% del total de la energía consumida, es usada por motores.

De estos motores, la gran mayoría se encuentran instalados en fábricas, industrias, minas, etc.

Por otro lado, aunque ya se tiene suficiente información y conciencia del ahorro de energía, es difícil, para un empresario, industrial, o estudiante de ingeniería, comprender rápidamente los requerimientos para un diagnóstico energético, las actividades y procedimientos que dicho diagnóstico conlleva.

Es por lo tanto, el objetivo del presente trabajo de tesis, tratar de hacer más accesible para los usuarios de energía eléctrica, profesionales asociados a ella, la realización de un diagnóstico energético y la implementación de las medidas y recomendaciones que de él se derivan.

Para esto, se hará la descripción de un diagnóstico energético de manera práctica, en una planta elaboradora de aceite comestible.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El estudio presentado tiene como objetivo principal el demostrar la conveniencia técnico y económica de invertir en medidas de ahorro de energía en la industria mexicana. Puede tomarse como un proyecto demostrativo y como una guía práctica para la realización de diagnósticos energéticos eléctricos industriales.

Se considera muy importante, primeramente establecer el entorno energético en nuestro país, el cual se describe ampliamente en el capítulo 2.

Cuando activamos algún aparato eléctrico en nuestras casas, nunca nos imaginamos lo que hay detrás de esto para poder tener el servicio que demandamos.

Como se verá mas adelante, alrededor del 70% de la electricidad generada en nuestro país se produce con recurso no renovables (carbón, combustóleo, energía geotérmica). Lo que significa que en algún momento no podremos disponer de ellos.

Lo anterior, aunado a la emisión de gases que genera la producción de energía eléctrica con hidrocarburos nos obliga a disminuir los consumos de energía eléctrica.

Las inversiones requeridas por parte de la industria eléctrica nacional para generar la electricidad que consumimos son enormes. Se calcula que para generar 1 KW se requieren alrededor de N\$ 20,000.00, es decir, si la necesidad de generación para el próximo año es de 100,000.00 KW, el gobierno tendrá que invertir cerca de dos mil millones de nuevos pesos, en cambio para ahorrar 1KW es necesario invertir cerca de la décima parte.

Si la inversión requerida para ahorrar 1kw es de la décima parte que para generarlo, si además generar 1 kw afecta a nuestro medio ambiente y por último, si además estamos consumiendo energéticos no renovables, es completamente lógico pensar en que es indispensable ahorrar energía.

El capítulo 2 describe el sistema tarifario nacional empezando con los conceptos manejados en las tarifas que son de uso común y describe a las tarifas eléctricas en general.

Cuando se entienden los conceptos de demanda y energía, es posible hablar de la evolución esperada de la demanda. Conociéndose el sistema eléctrico nacional, es factible establecer la capacidad de generación prevista.

El gobierno federal está consciente de la importancia del ahorro de energía y apoya en mayor o menor grado a la industria que implementa medidas de ahorro, en el capítulo 2 se habla de las acciones y programas de ahorro de energía.

Para llevar a cabo el presente estudio, es indispensable conocer los aspectos teóricos del ahorro de energía.

Debido a que el tema es muy amplio, se decidió hacer el diagnostico únicamente en los motores que mueven las cargas en la industria en estudio y en el factor de potencia de la misma.

Existen varios tipos de motores eléctricos, el de inducción es el de uso mas frecuente y por ello se describe brevemente en el capítulo 3, así como las características generales del mismo.

La eficiencia de un motor, normalmente no considerada al seleccionar el equipo que moverá la carga, es indispensable para el ahorro de energía.

En los Estados Unidos de América, se ha regulado incluso la eficiencia mínima permitida para motores de inducción, y a partir de 1996, no se podrán vender, fabricar, importar o instalar motores que no cumplan con la norma de eficiencia mínima. Incluso en el mismo país algunas compañías suministradoras aportan un porcentaje de la inversión a la industria que vaya a adquirir motores más eficientes. Esto con el propósito de bajar los montos de inversión requerida para generar más electricidad de parte de la suministradora.

La eficiencia de un motor está determinada por la potencia que entrega a la carga entre la potencia que demanda de la línea para mover dicha carga, la diferencia son pérdidas que están descritas en el capítulo 3.

Las pérdidas de eficiencia pueden ser divididas en:

Pérdidas por diseño y fabricación de los motores por deficiencias mecánicas y/o eléctricas.
Pérdidas por problemas mecánicos y/o eléctricos en la instalación de los motores.

En este estudio se habla de las pérdidas por fabricación, sin embargo con ellas no podemos hacer nada por lo que el estudio se enfoca básicamente a los problemas de la instalación o de mala selección de los motores.

Los variadores de velocidad, inversores de frecuencia, o variadores electrónicos de velocidad son equipos relativamente nuevos en México.

La única alternativa de mover la velocidad de un motor era por medios eléctricos con motores de corriente directa o por medios mecánicos con variadores mecánicos de velocidad.

La primera alternativa resulta muy costosa por la inversión inicial y por el mantenimiento, y la segunda aparte de tener pérdidas importantes en transmisión de potencia estaba sólo limitada a algunas aplicaciones.

Lo anterior limitaba los equipos de variación de velocidad a básicamente procesos de par constante donde la variación de velocidad constituía una variable fundamental para el control de procesos.

Así vemos por ejemplo máquinas de papel, máquinas textiles y otro tipo de equipos con motores de corriente directa o con clutches mecánicos antiquísimos todavía trabajando en buena parte de nuestra industria.

El variador de velocidad vino a abrir oportunidades adicionales de variación de velocidad.

Cuando en un proceso era necesario variar por ejemplo el flujo de aire (horno de combustión) simplemente se metían válvulas a la salida o entrada de los ventiladores.

Esto equivale a ir a 100 km/h. en nuestro coche y bajar la velocidad aplicando el freno sin quitar el acelerador, es obvio que el consumo de energía será mucho mayor aplicando el freno que simplemente desacelerar.

Además, el variador de velocidad tiene funciones adicionales importantes como comunicación con computadoras y protección de motores.

En el capítulo 3 se describe a detalle el comportamiento de las cargas de par variable con inversor de frecuencia.

En el mismo capítulo, se ha querido hablar del factor de potencia, se describen los tipos de potencia que existen en el sistema eléctrico, los tipos de circuitos y la combinación de ellos.

El trabajo de realizar un diagnóstico energético puede complicarse enormemente si no tenemos una visión general de la planta en donde se lleve a cabo el estudio.

Podemos empezar a hacer mediciones eléctricas en lugares donde no es factible técnica o económicamente

ahorrar o podemos perdernos fácilmente en los cálculos.

Asimismo es básico conocer el impacto que, en el costo del producto manufacturado, tiene el consumo de energía eléctrica.

Por las razones expuestas se incluye en el capítulo 4 lo que llamamos información general de la planta.

Así, el proceso productivo de la planta se describe en este capítulo, como también se presentan diagramas de flujo del proceso productivo.

Los diagramas unifilares eléctricos hasta los tableros principales son presentados. No se presenta los diagramas eléctricos a detalle ya que en el censo de motores tenemos identificado el transformador que alimenta a cada motor, y para efectos de un estudio de ahorro de energía es suficiente.

Los consumos de energía históricos se presentan en esta misma sección, así como lo datos de producción para poder establecer los índices energéticos históricos, es decir la energía requerida para producir una unidad de producción.

Con la información general de la planta, se procedió a hacer el censo de los motores instalados. Esta información se cargó a una base de datos y se analizó estadísticamente.

La información analizada arroja los motores cuya potencia actual demandada tiene que ser medida. Así mismo nos permite establecer en qué puntos es necesario medir.

En el capítulo 5 se describe brevemente el equipo utilizado en las mediciones así como el tipo de reportes que arroja el mismo.

Para los diagnósticos se conocen dos tipos de mediciones a saber:

- a) puntuales, es decir en forma instantánea.
- b) históricas, es decir mediciones cuyo objetivo es poder analizar máximos y mínimos así como promedios.

En el presente estudio, a las mediciones históricas nos referimos como mediciones de 24 horas.

Los resultados de las mediciones puntuales, de 24 horas y el censo analizado están contenidos en el capítulo 5.

Conociendo el estado actual de la planta, es posible establecer las oportunidades de ahorro de energía.

El Capítulo 6 analiza estas oportunidades básicamente en tres grandes áreas:

Corrección del Factor de Potencia

Oportunidades de Ahorro por la sustitución de motores más eficientes.

Oportunidades de Ahorro por la instalación de variadores de Velocidad de sistemas de par Variable.

Cada una de estas oportunidades es descrita en este capítulo. Se presentan también los resúmenes de los ahorros conseguidos.

Por último todas las oportunidades de ahorro de energía son evaluadas económicamente en el capítulo 7.

Existen apoyos de financiamiento por parte del gobierno federal, por lo que se menciona el tipo de apoyos que el organismo encargado del ahorro de energía puede otorgar.

Después de la exposición del tipo de financiamiento, se hace un cálculo de la inversión requerida para la adquisición

de los equipos propuestos.

Los ahorros calculados por demanda y consumo en el capítulo 6 se pasan a pesos de acuerdo a la tarifa en la que opera la planta y se evalúan.

Por último se hace el cálculo de la rentabilidad de la inversión.

CAPITULO 2

ENTORNO ENERGÉTICO EN NUESTRO PAÍS.

2.1 SISTEMA TARIFARIO ELÉCTRICO NACIONAL.

De acuerdo al diario oficial de la federación publicado en noviembre de 1991, existen varios tipos de tarifas, de acuerdo al servicio que prestan, al nivel de la tensión en el que el servicio es prestado y al de la demanda del usuario.

2.1.1 CONCEPTOS MANEJADOS EN LAS TARIFAS.

Para un mejor entendimiento del sistema tarifario y del presente estudio, se presentan las siguientes definiciones de algunos conceptos básicos.

2.1.1.1. PERÍODO DE PUNTA.

Se refiere al período comprendido entre las 18:00 y las 22:00 hrs., de lunes a sábado a excepción de las regiones de Baja California Sur y Noroeste, para las cuales y durante los meses de junio a octubre, será el tiempo comprendido de las 16:00 a las 22:00 hrs.

2.1.1.2. PERÍODO DE BASE.

El resto de las horas del mes, no comprendidos en el período de punta.

2.1.1.3. DEMANDA MÁXIMA MEDIDA.

Se refiere a la demanda media en Watts durante cualquier intervalo de 15 minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el período de facturación.

2.1.1.4. DIFERENCIA DE DEMANDAS (DD).

Es el resultado de restar a la demanda máxima medida en período de base la demanda máxima medida en período de punta, cuando esta diferencia es positiva. En aquellos casos en que la demanda máxima medida en período de punta sea superior a la demanda máxima medida del período de base, la diferencia de demandas será igual a cero.

Si $D_{max\ Base} > D_{max\ Punta}$ $DD = D_{max\ Base} - D_{max\ Punta}$

Si $D_{max\ Base} < D_{max\ Punta}$ $DD = 0$

2.1.1.5. DEMANDA FACTURABLE.

Es el resultado de restar la demanda máxima medida en período de punta la quinta parte de la diferencia de las demandas.

$DF = D_{max\ Punta} - (1/5 * DD)$ o bien por sustitución:

Si $D_{max\ Base} > D_{max\ Punta}$ $DF = D_{max\ Punta} + (1/5 * (D_{max\ Base} - D_{max\ Punta}))$

Si $D_{max\ Base} < D_{max\ Punta}$ $DF = D_{max\ Punta}$

2.1.1.6. BAJA TENSIÓN.

Es el servicio que se suministra en niveles de tensión menores o iguales a 1.0 kv.

2.1.1.7. MEDIA TENSIÓN.

Es el servicio suministrado en niveles de tensión mayores a 1.0 kv, pero menores o iguales a 35 kv.

2.1.1.8. ALTA TENSIÓN NIVEL SUBTRANSMISION.

Suministrado en niveles de tensión mayores a 35 kv, pero menores a 220 kv.

2.1.1.9. ALTA TENSIÓN NIVEL TRANSMISIÓN.

Es el servicio suministrado en niveles de tensión iguales o mayores a 220 kv.

2.1.2. TARIFAS ELÉCTRICAS.

En México la Comisión Federal de Electricidad genera la energía eléctrica requerida a partir de prácticamente todas las fuentes tradicionales para generación, existiendo plantas termoeléctricas, carboceléctricas, hidroeléctricas, nuclear en Laguna Verde, y recientemente, la planta eólica en el Edo. de Zacatecas. La estructura tarifaria es única para todo el país.

Debido a que el presente estudio tiene como objetivo el demostrar la conveniencia del ahorro en energía eléctrica dentro de una industria, nos enfocamos básicamente al estudio de las tarifas industriales.

Los consumidores industriales de energía eléctrica, se clasifican en base a la tensión de suministro y demanda máxima contratada, considerándose dos grandes categorías, media tensión y alta tensión, que a su vez se dividen en dos y cinco tarifas respectivamente.

Además de la división de tarifas por niveles de tensión suministrados y por demandas máximas, el país está dividido en varias zonas geográficas, a las que corresponde una tarifa distinta. Sin embargo, en este estudio se mencionan únicamente las tarifas para la zona centro del país.

En la TABLA 2.1 se muestran los detalles de estas tarifas.

Las tarifas eléctrica vigentes para las diferentes regiones del país se dividen de la siguiente forma:

TARIFA	SERVICIO
OM	Media tensión ordinaria menor a 1000 kw.
HM	Media tensión horaria mayor a 1000 kw.
HS	Alta tensión horaria nivel subtransmisión.
HT	Alta tensión horaria nivel transmisión.
HSL	Alta tensión horaria nivel subtransmisión (larga utilización).
HTL	Alta tensión horaria nivel transmisión (larga utilización).
I-30	Servicio interrumpible para cualquier tarifa horaria en alta tensión.

La factura eléctrica básicamente tiene cinco componentes:

- a) Cargos por demanda máxima facturable.
- b) Cargos por energía.
- c) Cargos por ajuste de combustibles.

d) Multa o bonificación por factor de potencia bajo o alto respectivamente.

e) Cargos extras: impuestos, mantenimiento, instalación.

Hasta ahora se han mencionado los cargos por demanda máxima facturable y su procedimiento de cálculo así como también los cargos por energía o consumo. En el siguiente capítulo se incluye el procedimiento de cálculo del cargo o bonificación por el factor de potencia.

2.2. EVOLUCIÓN ESPERADA DE LA DEMANDA.

2.2.1. ESCENARIOS ECONÓMICOS Y ESTIMACIÓN DE LAS VENTAS TOTALES DE LA CFE.

El estudio del desarrollo del mercado eléctrico es parte primordial de una serie de actividades que la CFE realiza anualmente para actualizar la programación a diez años del sector eléctrico. Tomando en cuenta el hecho de que no es factible almacenar energía eléctrica y que, consecuentemente, se produce en el momento en que se requiere, es indispensable que la expansión del sector se planifique de modo que la capacidad instalada y la energía disponible sean siempre suficientes para cubrir la demanda con la producción de energía eléctrica que resulte de menor costo y que ofrezca, además, óptima estabilidad, calidad y seguridad.

La estimación de la demanda de energía eléctrica que se presenta en este documento considera el período comprendido del año 1994 al 2003 y es tomada de fuentes oficiales de CFE.

El proceso de estimación de CFE consiste en:

- a) Explicar la evolución histórica de las ventas de cada sector mediante el ajuste de modelos cuyas variables independientes son socioeconómicas.
- b) Con los modelos así ajustado se estiman las ventas en los siguientes diez años.
- c) Las ventas sectoriales proyectadas se integran para obtener las ventas totales.

Tomando 1993 como año base, la CFE considera dos escenarios de crecimiento del pib: el de crecimiento alto con tasas promedio de 4.5% anual para la década; y el de crecimiento bajo con tasas promedio de 2.5% anual.

En cuanto a la dinámica de la población, los pronósticos suponen que crecerá en promedio al 1.7% anual durante la década y que el número de viviendas aumentará 2.8 % anual con el escenario bajo y a 3.0% con el escenario alto.

Los datos económicos y sociales empleados como variables independientes en los modelos sectoriales y regionales tienen carácter aleatorio por lo que los resultados obtenidos con ellos conllevan un cierto grado de incertidumbre que se mide en términos de probabilidades.

Con el escenario alto de crecimiento del pib, la proyección que hace la CFE de las ventas de energía eléctrica se ubica, con 80% de probabilidad, entre 5.1 y 5.7% de crecimiento anual promedio, con una media de 5.4% anual. Con el escenario bajo se obtienen con probabilidad de 80%, tasa de crecimiento anual promedio de entre 3.5 y 4.1 % y una media de 3.8% anual.

La FIGURA 2.2 muestra las trayectorias de las tasas medias de ambos escenarios entre 1994 y 2003. Con el escenario alto de crecimiento del pib se espera que las ventas de energía lleguen a 176 TWh en el año 2003, en tanto que con el escenario bajo el valor esperado sería de 150TWh en ese mismo año.

2.2.2. ESTIMACIÓN DE LAS VENTAS POR SECTOR.

La clasificación sectorial del mercado eléctrico se basa en las ventas integradas por tarifas, de acuerdo a la agrupación siguiente:

**TABLA 2.1
TARIFAS ELÉCTRICAS INDUSTRIALES***

Tarifa	Precio Demanda Facturable N\$/kw	Precio Consumo (n\$/kwh)	
		Horario Punta	Horario Base
OM	23.778	0.14	
HM	24.135	0.201	0.126
HS	27.234	0.177	0.099
HT	25.192	0.167	0.092
HSL	27.234	0.287	0.077
HTL	25.192	0.21377	0.075

*Tarifas para región central del país

FIGURA 2.2

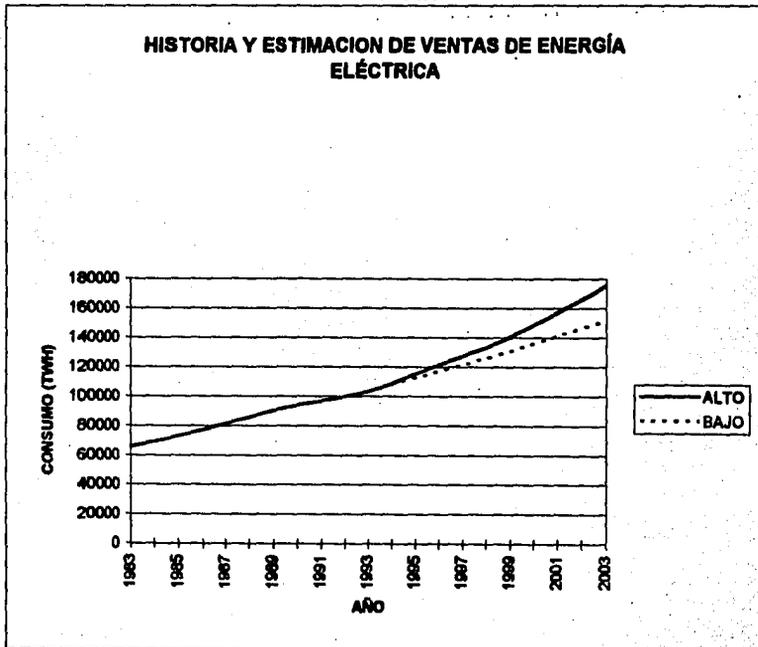


TABLA 2.3			
TASAS MEDIAS DE CRECIMIENTO ANUAL DE VENTAS (%)			
			Intervalo de
			Confianza al
SECTOR	1983-1993	1993-2003	80%
Residencial	7	5.4	4.7-6.1
Comercial	3.8	5.2	4.8-5.6
Servicios	3.1	2.4	1.3-3.5
Empresa Mediana	4.9	6.5	6.1-6.9
Gran Industria	4.7	6.2	5.5-7.0
Agrícola	2.9	2.5	1.4-3.6
Totales (con exportación)	5.2	5.4	5.1-5.7

Residencial:	Usuarios de las tarifas 1, 1a, 1b, 1c, y 1d para servicio doméstico.
Comercial:	Usuarios de las tarifas 2 y 3 para servicio general en baja tensión, que son principalmente establecimientos comerciales, pero que también incluyen a microindustria.
Servicios:	Usuarios de las tarifas 5, 6 y 7 para alumbrado público, de bombeo de aguas potables y negras, y servicio temporal.
Empresa Mediana:	Usuarios de las tarifas OM y HM para servicio general en media tensión, que son principalmente establecimientos industriales, pequeños y medianos, y que también incluyen establecimientos comerciales y de servicios grandes.
Gran Industria:	Usuarios de las tarifas h-s, hsl, HT y HTL para servicio general en alta tensión, principalmente grandes establecimientos industriales y también los grandes sistemas de bombeo de aguda potable.
Agrícola:	Usuarios de la tarifa 9 para servicios de bombeo para riego agrícola.
Exportación:	Ventas que se realizan a empresas de Estados Unidos de América y Belice.

En la primera columna de la TABLA 2.3 se presentan las tasas medias de crecimiento anual observadas por cada sector tarifario en la década anterior, y en la segunda y tercera columnas las tasas medias de crecimiento anual estimadas para la próxima década y los intervalos de confianza correspondientes.

El registro histórico de las ventas de energía eléctrica por sector para los últimos 5 años y las estimaciones para los próximos 10 años se muestran en la TABLA 2.4. Así mismo en la TABLA 2.5 se muestra la demanda bruta por zona geográfica histórica y esperada para el mismo período.

2.3. SISTEMA ELÉCTRICO EXISTENTE.

2.3.1. SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL.

En las últimas décadas, el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) ha evolucionado a un ritmo acelerado, en 1960 la capacidad de generación instalada en México era de 3,021 MW y la demanda era abastecida por sistemas eléctrico independientes entre sí. A partir de entonces, el SEN se ha desarrollado en el marco de un proceso de planificación con objeto de mejorar continuamente las condiciones del suministro.

Algunos aspectos relevantes de la evolución del SEN son la utilización de mayores tensiones de transmisión (230 y 400 Kv) la interconexión de sistemas, el desarrollo de grandes proyectos hidroeléctricos y termoeléctricos, así como el aprovechamiento de la energía geotérmica, la energía nuclear y el carbón.

Actualmente el SEN está subdividido en 9 áreas. El Sistema Interconectado Nacional (SIN), que está formado por las 6 primeras áreas que cubren prácticamente todo el macizo continental y la península de Yucatán que recientemente se interconectó.

Al interconectar las áreas del SEN se lograron beneficios como:

- Reducir el requerimiento de la capacidad instalada, ya que se aprovecha la diversidad de las demandas y se comparten las reservas de capacidad.
- Hacer posible el intercambio de energía entre regiones, de manera que resulten costos menores para todo el conjunto.
- Mejorar la confiabilidad de suministro ante condiciones de emergencia.

TABLA 24
HISTORIA Y ESTIMACION DE VENTAS TOTALES POR GRUPOS DE USUARIOS (GWH)*

USUARIOS	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
1	RESIDENCIAL	18813	20389	21983	24051	25511	26854	28437	30124	31799	33562	35383	37242	39151	41117	43143
	INCREMENTO		8.4%	7.8%	9.4%	6.1%	5.3%	5.9%	5.9%	5.6%	5.5%	5.4%	5.3%	5.1%	5.0%	4.9%
	COMERCIAL	7781	8265	8574	9221	9485	9840	10295	10803	11349	11946	12593	13287	14038	14853	15731
	INCREMENTO		6.2%	3.7%	7.5%	2.9%	3.7%	4.6%	4.9%	5.1%	5.3%	5.4%	5.5%	5.7%	5.8%	5.9%
	SERVICIOS	4443	4549	4726	4922	5256	5425	5571	5703	5828	5952	6080	6217	6360	6506	6654
INCREMENTO		2.4%	3.9%	4.1%	6.8%	3.2%	2.7%	2.4%	2.2%	2.1%	2.2%	2.3%	2.3%	2.3%	2.3%	
SUBTOTAL	31037	33203	35283	38194	40252	42119	44303	46630	48976	51460	54056	56746	59549	62476	65528	
NORMAL		7.0%	6.3%	8.3%	5.4%	4.6%	5.2%	5.3%	5.0%	5.1%	5.0%	5.0%	4.9%	4.9%	4.9%	
2	EMPRESA MEDIANA	26795	28329	29653	31437	32348	34469	36876	39172	41671	44380	47274	50348	53613	57081	60769
	INCREMENTO		5.7%	4.7%	6.0%	2.9%	6.6%	7.0%	6.2%	6.4%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%
	GRAN INDUSTRIA	23489	23885	23334	22267	22758	24104	25936	27359	28794	30460	32243	34239	36532	39062	41727
	INCREMENTO		1.7%	-2.3%	-4.6%	2.2%	5.9%	7.6%	5.5%	5.2%	5.8%	5.9%	6.2%	6.7%	6.9%	6.8%
SUBTOTAL	50284	52214	52987	53704	55106	58573	62812	66531	70465	74840	79517	84587	90145	96143	102496	
INCREMENTO		3.8%	1.5%	1.4%	2.6%	6.3%	7.2%	5.9%	5.9%	6.2%	6.2%	6.4%	6.6%	6.7%	6.6%	
BOMBEO AGRICOLA	7216	6706	6497	5672	5919	6058	6220	6377	6537	6702	6870	7043	7220	7402	7588	
INCREMENTO		-7.1%	-3.1%	-12.7%	4.4%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	
TOTAL NACIONAL	88537	92123	94767	97570	101277	106760	113335	119538	125978	133002	140443	148376	156914	166021	175612	
INCREMENTO		4.1%	2.9%	3.0%	3.8%	5.4%	6.2%	5.5%	5.4%	5.6%	5.6%	5.6%	5.8%	5.8%	5.8%	
EXPORTACION	1932	1946	2019	2041	2015	1947	1947	1852	1308	20	20	20	20	20	20	
INCREMENTO		0.7%	3.8%	1.1%	-1.3%	-3.4%	0.0%	0.3%	-33.0%	-98.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
TOTAL	90469	94069	96786	99611	103292	108707	115282	121490	127286	133022	140463	148396	156934	166041	175632	
INCREMENTO		4.0%	2.9%	2.9%	3.7%	5.2%	6.0%	5.4%	4.8%	4.5%	5.6%	5.6%	5.8%	5.8%	5.8%	

* NO INCLUYE EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA GENERADO POR PERMISIONARIOS DE AUTOABASTECIMIENTO

1 SERVICIO NORMAL

2 SERVICIO INDUSTRIAL

TABLA 2.6
HISTORIA Y PROYECCION DE LA DEMANDA MAXIMA POR AREA (MW)

AREA	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
NOROESTE	1472	1574	1626	1648	1721	1780	1848	1916	2007	2115	2241	2359	2488	2625	2762
INCREMENTO		6.9%	3.3%	1.4%	4.4%	3.4%	3.8%	3.7%	4.7%	5.4%	6.0%	5.3%	5.5%	5.5%	5.2%
NORTE	1366	1511	1499	1533	1565	1630	1705	1773	1861	1953	2044	2148	2252	2360	2470
INCREMENTO		10.6%	-0.8%	2.3%	2.1%	4.2%	4.6%	4.0%	5.0%	4.9%	4.7%	5.0%	4.9%	4.8%	4.7%
NORESTE	2648	2724	2866	3098	3149	3322	3630	3948	4102	4388	4684	5039	5423	5853	6280
INCREMENTO		2.9%	5.2%	8.1%	1.6%	5.5%	9.3%	6.0%	6.6%	7.0%	6.7%	7.6%	7.6%	7.9%	7.3%
OCCIDENTAL NORMAL	3447	3692	3850	3842	4089	4357	4603	4800	5083	5341	5630	5923	6291	6708	7105
INCREMENTO		7.1%	4.3%	-0.2%	6.4%	6.6%	5.6%	4.3%	5.9%	5.1%	5.4%	5.2%	6.2%	6.6%	5.9%
CENTRAL CFE	869	935	939	965	1118	1167	1230	1416	1475	1540	1580	1627	1683	1743	1810
INCREMENTO		7.6%	0.4%	2.8%	15.9%	4.4%	5.4%	15.1%	4.2%	4.4%	2.6%	3.0%	3.4%	3.6%	3.8%
CENTRAL Y F.	4009	4155	4263	4337	4478	4644	4791	4956	5120	5290	5468	5661	5866	6099	6335
INCREMENTO		3.6%	2.6%	1.7%	3.3%	3.7%	3.2%	3.4%	3.3%	3.3%	3.4%	3.5%	3.6%	4.0%	3.9%
ORIENTAL	3315	3458	3536	3540	3696	3850	4107	4330	4517	4714	4916	5155	5361	5589	5820
INCREMENTO		4.3%	2.3%	0.1%	4.4%	4.2%	6.7%	5.4%	4.3%	4.4%	4.3%	4.9%	4.0%	4.3%	4.1%
PENINSULAR	472	512	542	587	629	680	735	791	849	910	978	1044	1115	1184	1256
INCREMENTO		8.5%	5.9%	8.3%	7.2%	8.1%	8.1%	7.6%	7.3%	7.2%	7.5%	6.7%	6.8%	6.2%	6.1%
B. CALIFORNIA	1081	1136	1122	1228	1194	1306	1401	1492	1563	1458	1555	1662	1778	1904	2034
INCREMENTO		5.1%	-1.2%	9.4%	-2.8%	9.4%	7.3%	6.5%	4.8%	-6.7%	6.7%	6.9%	7.0%	7.1%	6.8%
B. CALIFORNIA SUR	115	127	132	139	128	139	146	155	163	172	181	191	201	212	223
INCREMENTO		10.4%	3.9%	5.3%	-7.9%	8.6%	5.0%	6.2%	5.2%	5.5%	5.2%	5.5%	5.2%	5.5%	5.2%
SUBTOTAL	18794	19824	20375	20917	21767	22875	24196	25477	26740	27881	29277	30807	32458	34275	36095
INCREMENTO		5.5%	2.8%	2.7%	4.1%	5.1%	5.8%	5.3%	5.0%	4.3%	5.0%	5.2%	5.4%	5.6%	5.3%
PEQUEÑOS SISTEMA	13	13	15	14	14	15	16	17	17	19	20	21	22	23	25
INCREMENTO		0.0%	15.4%	-6.7%	0.0%	7.1%	6.7%	6.3%	0.0%	11.8%	5.3%	5.0%	4.8%	4.5%	8.7%
TOTAL	18807	19837	20390	20931	21781	22890	24212	25494	26757	27900	29297	30828	32480	34298	36120
INCREMENTO		5.5%	2.8%	2.7%	4.1%	5.1%	5.8%	5.3%	5.0%	4.3%	5.0%	5.2%	5.4%	5.6%	5.3%

Las dos áreas de la península de Baja California no están integradas al SIN, sin embargo, el área de Baja California está interconectada con el sistema eléctrico del Suroeste de los Estados Unidos de América, mediante enlaces a 230 kv.

2.3.2. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE GENERACIÓN.

2.3.2.1. CAPACIDAD DE GENERACIÓN.

El sistema de generación está integrado por un conjunto de centrales generadoras de diferentes tipos, que utilizan distintos combustibles o fuentes de energía primaria. A diciembre de 1993 la capacidad alcanzó las cifras de 29,204 MW y se encuentra distribuida en las diferentes áreas como se muestra en la TABLA 2.6. En la GRÁFICA 2.7 se muestra la composición por tipo de los diferentes medios de generación.

A agosto de 1994 la capacidad se incrementó en 2,103 MW al entrar en operación las siguientes unidades:

- a) Hidroeléctrica Aguamilpa con 960 MW, con tres unidades de 320 MW cada una.
- b) Termoeléctrica Dual Petacalco con la unidad 5 de 350 MW.
- c) Termoeléctrica Adolfo López Mateos con las unidades 3 y 4 de 350 MW cada una.
- d) Las unidades 10, 11 y 12 de la Geotermoeléctrica de los Azufres con un total de 8MW.
- e) La unidad 6 de la Geotermoeléctrica de los Humeros con 5MW.
- f) La unidad 3 del ciclo combinado de F. Carrillo Puerto con 80 MW.

2.3.2.2. PRINCIPALES CENTRALES DE GENERACIÓN.

La TABLA 2.8 muestra información de las centrales más importantes por su capacidad, tecnología de generación o importancia regional.

El mayor desarrollo hidroeléctrico se encuentre en la cuenca del río Grijalva en el sureste del país y está integrado por las centrales de Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas. La capacidad total del conjunto es de 3,900 MW y representa el 48% de la capacidad hidroeléctrica en operación a diciembre de 1993.

La energía termoeléctrica proveniente de los hidrocarburos se produce en unidades de diferentes capacidades y tecnologías. El combustóleo se emplea principalmente en unidades generadoras de base, las centrales que utilizan combustóleo se encuentran principalmente en los puertos o en la proximidad de las refinerías de PEMEX. El gas se utiliza en las centrales generadoras ubicadas en las áreas metropolitanas del Distrito Federal y de Monterrey.

El desarrollo carboeléctrico de mayor relevancia se encuentra localizado en el Edo. de Coahuila y corresponde a las centrales de Río Escondido con 1,200 MW y Carbón II con 700 MW en operación, y 700 MW adicionales en proceso de construcción.

El mayor aprovechamiento de energía geotérmica se encuentre en la central de Cerro Prieto en la cercanía de Mexicali, B.C., con 620 MW de capacidad y que representan 84% del total de la capacidad geotermoeléctrica en operación.

La central nucleoeeléctrica de Laguna Verde, la primera unidad de 675 MW entró en operación en septiembre de 1990. La segunda unidad, también de 675 MW, se encuentra en proceso de construcción y está programada para iniciar su operación comercial a fines de 1995.

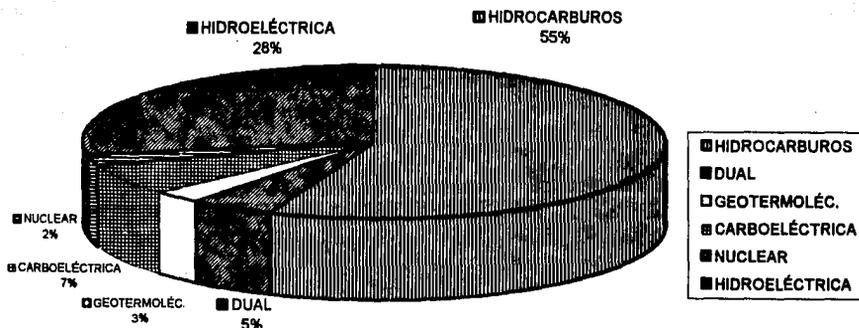
TABLA 2.6

Capacidad Efectiva por área (mw) a Diciembre de 1993

AREA	HIDROELECTRICA	HIDROCARBUROS				DUAL	CARBOELECTRICA	GEOTERMOLÉCTRICA	NUCLEOELÉCTRICA	TOTAL
		TERMICA CONVENCIONAL	CICLO COMBINADO	TURBOGAS	COMBUSTION INTERNA					
		Noroeste	529	1842						
Norte	25	1074	200	281					1580	
Noreste	117	1685	378	200		1900			4280	
Occidental	547	3508	218	40	1400		90		5803	
Central	1902	2474	482	374					5232	
Oriental	5050	817	400	37			30	675	7009	
Peninsular		442	140	425					1007	
Baja California		620		177			620		1417	
Baja California Sur		113		76	82				271	
Zonas aisladas***				11	67				78	
Total	8170	12575	1818	1778	149	1400	1900	740	675	29205

TABLA 2.7

Participación por Fuente de Energía a Diciembre de 1993



HIDROCARBUROS

2.4. CAPACIDAD DE GENERACIÓN PREVISTA.

2.4.1. VARIABLES QUE INTERVIENEN.

La demanda estimada está representada por las curvas de carga de cada área. Esta variable es intrínsecamente incierta, pues se debe estimar con años de anticipación. La estimación de la demanda se ajusta cada año. Considerando el escenario alto de crecimiento descrito anteriormente, al 31 de diciembre de 1993, se requería incorporar al sistema 14,639 MW de capacidad en el período 1994-2003. De estos, 479 se encuentran en proceso de construcción o contratados (capacidad comprometida) y los 8,160 MW restantes corresponden a capacidad adicional. En la TABLA 2.9 se muestra la evolución de los requerimientos de capacidad adicional para cada una de las áreas.

2.5. ACCIONES Y PROGRAMAS EN MATERIA DE AHORRO DE ENERGÍA.

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) creada en 1989, es el órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la administración pública federal, así como de los gobiernos de los estados, de los municipios y de los particulares, en materia de ahorro y uso eficiente de la energía. Su programa se complementa con las labores que en este renglón lleva a cabo la CFE por medio del FIDE (Fideicomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico) y del PAESE (Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico), así como de PEMEX.

Los programas y acciones de ahorro y uso eficiente de energía se consideran prioritarios para el país, dada la importancia de extender la vida de las reservas nacionales de hidrocarburos y la urgencia de disminuir las emisiones contaminantes.

En el caso del sector eléctrico, el abatimiento en la demanda del fluido permitirá obtener márgenes más amplios en la programación de inversiones para infraestructura, además del evidente impacto en materia de mejoramiento ambiental.

2.5.1. NORMALIZACIÓN.

La mayoría de los países del mundo manifiesta su compromiso por la disminución del consumo de energía, principalmente por la necesidad de reducir las emisiones contaminantes y de gases que producen el llamado "El Efecto Invernadero", y por el impacto negativo que este consumo desordenado causa en la economía de diversas industrias.

Para promover cambios estructurales respecto del consumo de energía se han establecido normas de eficiencia energética, de aplicación obligatoria elaboradas con la participación activa de fabricantes, usuarios y organizaciones interesadas.

Para ilustrar lo anterior, se puede mencionar que en los E.U.A. las normas de eficiencia energética para refrigeradores que se aplica desde enero de 1993 logró la disminución del consumo de estos aparatos en 38% respecto al consumo que tenían en 1987.

En México, la ley federal sobre metrología y normalización establece la obligación para cada una de las secretarías de estado, de participar en la Comisión Nacional de Normalización (CNN) y de integrar los comités consultivos nacionales de normalización pertinentes para realizar la preparación de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en su ámbito de competencia.

Al efecto, la SEMIP formó, con el apoyo de la CONAE el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos.

TABLA 2.8
PRINCIPALES CENTRALES DE GENERACION EN OPERACION A DICIEMBRE DE 1993

CENTRAL	CAPACIDAD		TIPO	AREA	COMBUSTIBLE
	MW				
ANGOSTURA	900		HIDROELECTRICA	ORIENTAL	
CHICOASEN	1500		HIDROELECTRICA	ORIENTAL	
MALPASO	1080		HIDROELECTRICA	ORIENTAL	
PENITAS	420		HIDROELECTRICA	ORIENTAL	
TEMASCAL	154		HIDROELECTRICA	ORIENTAL	
CARACOL	600		HIDROELECTRICA	ORIENTAL	
INFIERNILLO	1000		HIDROELECTRICA	CENTRAL	
VILLITA	295		HIDROELECTRICA	CENTRAL	
NECAXA	109		HIDROELECTRICA	CENTRAL	
P. ELIAS CALLLES	135		HIDROELECTRICA	NOROESTE	
RAUL J. MARSAL	110		HIDROELECTRICA	NOROESTE	
BACURATO	92		HIDROELECTRICA	NOROESTE	
FCO. PEREZ RIOS (TULA)	1994		T. CONVENCIONAL Y C. COMBINADO	CENTRAL	COMBUSTOLEO Y GAS
VALLE DE MEXICO	838		T. CONVENCIONAL Y T. GAS	CENTRAL	COMBUSTOLEO Y GAS
J.LUQUE	224		T. CONVENCIONAL	CENTRAL	GAS
MANZANILLO	1900		T. CONVENCIONAL	OCCIDENTAL	COMBUSTOLEO
SALAMANCA	866		T. CONVENCIONAL	OCCIDENTAL	COMBUSTOLEO
SAN LUIS POTOSI	700		T. CONVENCIONAL	OCCIDENTAL	COMBUSTOLEO
ALTAMIRA	770		T. CONVENCIONAL	NORESTE	COMBUSTOLEO
A. LOPEZ MATEOS (TUXPAN)	1400		T. CONVENCIONAL	ORIENTAL	COMBUSTOLEO
MONTERREY	465		T. CONVENCIONAL	NORESTE	COMBUSTOLEO Y GAS
RIO BRAVO	375		T. CONVENCIONAL	NORESTE	COMBUSTOLEO Y GAS
GRANCISCO VILLA	399		T. CONVENCIONAL	NORTE	COMBUSTOLEO
SAMLAYUCA	316		T. CONVENCIONAL	NORTE	COMBUSTOLEO Y GAS
GPE. VICTORIA (LERDO)	320		T. CONVENCIONAL	NORTE	COMBUSTOLEO Y GAS
PUERTO LIBERTAD	632		T. CONVENCIONAL	NOROESTE	COMBUSTOLEO Y GAS
GUAYMAS II	484		T. CONVENCIONAL	NOROESTE	COMBUSTOLEO
MAZATLAN II	616		T. CONVENCIONAL	NOROESTE	COMBUSTOLEO
PDTE. JUAREZ (ROSARITO)	620		T. CONVENCIONAL	B.C. NORTE	COMBUSTOLEO
CAMPECHE	150		T. CONVENCIONAL	PENINSULAR	COMBUSTOLEO
MERIDA	168		T. CONVENCIONAL	PENINSULAR	COMBUSTOLEO
RIO ESCONDICO	1200		CARBON	NORESTE	CARBON
CARBON II	700		CARBON	NORESTE	CARBON
CARRO PRIETO	620		GEOTERMICA	B.C. NORTE	
LAGUNA VERDE	675		NUCLEAR	ORIENTAL	OXIDO DE URANIO
A. OLACHEA	65		COMBUSTION INTERNA	B.C. SUR	COMBUSTOLEO Y DIESEL
PETACALCO	1400		DUAL	OCCIDENTAL	COMBUSTOLEO Y/O CARBON

TABLA 2.9
REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD ADICIONAL DE GENERACION*

AREA	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	TOTAL
NOROESTE	0	0	0	250	100	100	100	150	700
NORTE	0	0	0	200	200	150	150	150	850
NORESTE	0	0	0	250	350	400	500	700	2200
OCCIDENTAL	0	0	40	40	200	350	750	500	1880
CENTRAL	0	0	0	0	150	765	150	150	1215
ORIENTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PENINSULAR	0	0	220	0	220	0	0	0	440
BSJA CALIFORNIA	100	100	0	100	200	100	100	100	800
BAJA CALIFORNIA SUR	0	0	0	0	37.5	0	0	37.5	75
TOTAL	100	100	260	840	1457.5	1865	1750	1787.5	8160

*REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD NO CUBIERTOS POR LA CAPACIDAD COMPROMETIDA

Los objetivos de este programa son:

- a) Promover y coordinar la implantación de las normas sobre ahorro y uso eficiente de energía, especificando los valores máximos de consumo de energía que deben cumplir los materiales, equipos y sistemas que se fabriquen o comercialicen en el país.
- b) Estudiar la necesidad de establecer nuevas y mejores normas de ahorro y uso eficiente de energía.
- c) Asegurar la adecuada aplicación de las normas de ahorro y uso eficiente de energía existentes en México.

Actualmente están en preparación las normas que establecen eficiencias energéticas mínimas para equipos domésticos, comerciales, industriales y agrícolas.

2.5.2. AHORRO DE ENERGÍA EN INDUSTRIAS.

La industria mexicana representa la mayor oportunidad para lograr una disminución del consumo de electricidad en los próximos años, a través de medidas para mejorar su eficiencia energética.

La CONAE desarrolla actualmente una serie de programas que incluye la realización de estudios, diagnósticos energéticos y proyectos de demostración que permitan la formalización de planes rentables de ahorro de energía en la industria de nuestro país.

A través de estos programas se pretende alcanzar durante los próximos cuatro años la meta de que las 2,500 empresas que tienen los mayores consumos energéticos inicien o refuercen sus programas de ahorro de energía. Revisando los resultados de los estudios de 200 casos hasta la fecha se encuentra que los ahorros pueden oscilar de 10 a 20% del total de los consumos de cada empresa, dependiendo del nivel de madurez de sus programas de ahorro de energía y de la actualización de sus tecnologías.

CAPITULO 3

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

3.1. INTRODUCCIÓN.

Actualmente, existe una gran diversidad de motores utilizados dentro de la industria, sin embargo, todos ellos caen dentro de una clasificación de acuerdo a la corriente utilizada o el tipo de fabricación del motor.

De acuerdo a la corriente que utilizan los motores se clasifican como de corriente alterna y de corriente directa.

Por el tipo de fabricación, se clasifican como abiertos, cerrados, a prueba de goteo, a prueba de explosión, etc.

Por el tipo de par, se clasifican como de alto par de arranque, par de arranque normal.

Por su forma de operación, se clasifican como motores síncronos, asíncronos o de inducción, de rotor devanado, de alto deslizamiento, etc.

Por la velocidad, se clasifican como de 2 polos, 4 polos, 6 polos, etc., cuyas velocidades de sincronismo son 3600, 1800 y 1200 r.p.m. respectivamente.

Los motores más utilizados dentro de la industria es el motor asíncrono o más conocido como motor de inducción. Esto se debe a que su construcción es muy sencilla pero muy robusta, se adapta bien a marcha a velocidad constante, tiene pocos componentes y por lo tanto su costo y mantenimiento no son muy elevados.

Por esta razón, profundizaremos únicamente en los motores asíncronos del tipo inducción.

3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MOTOR DE INDUCCIÓN.

Su nombre deriva de su principio de operación, ya que el estator, que es donde se ubican los devanados, induce un voltaje en el rotor, debido a la acción de un campo magnético fluctuante.

El rotor, está formado únicamente por láminas muy delgadas de acero al silicio, aisladas entre si por barniz, por su similitud con las jaulas de las ardillas, este motor se conoce como motor con rotor jaula de ardilla.

Al variar el valor del campo magnético, varía también el valor del voltaje inducido en el rotor, lo que provoca corrientes circulantes entre los diferentes voltajes.

Debido al efecto electromagnético, las corrientes circulantes tienden a seguir al campo que las genera, provocando con ello un par motriz y por lo tanto un movimiento giratorio del rotor.

Entre el voltaje inducido en el rotor y el campo generado por el estator, existe un defasamiento, esto es lo que provoca la inducción de voltaje.

Aunque el rotor sigue al campo magnético del estator, debe existir una diferencia porque de lo contrario no se produce la inducción y el rotor no gira.

A esta diferencia entre la velocidad de sincronismo y la velocidad del rotor se le denomina deslizamiento, y se expresa normalmente como porcentaje.

$$S = ((N_s - N_r) / N_s) * 100$$

Donde:

S = deslizamiento

N_s = velocidad de sincronismo

N_r = velocidad real

Se conoce como velocidad de sincronismo a la velocidad teórica de un motor de inducción y esta es de 3600 r.p.m. para un motor de 2 polos, de 1800 para un motor de 4 polos, etc.

la fórmula para calcular la velocidad de un motor de inducción es la siguiente:

$$N_s = 120 * f / P$$

Donde:

f = Frecuencia en ciclos por segundo

P = Número de polos

3.2.1 PAR DE ARRANQUE, PAR A PLENA CARGA Y PAR MÁXIMO

El término de par motor se refiere al troqué desarrollado por un motor. El par motor se expresa y se mide en Newton-m (Nm); un par de 20 Nm, es igual al esfuerzo de tracción de 20 Newtons, aplicado a un radio de un metro.

Se sabe también que los períodos importantes del par motor que hay que tener en cuenta al elegir los motores de características apropiadas, deben ser: el par de arranque, el par a plena carga y el par máximo.

El par a plena carga de un motor se toma como base, y el par de arranque y el par máximo se comparan con el y se expresan en la forma de un cierto porcentaje del par a plena carga.

Puesto que el par a plena carga sirve de base de comparación, es importante disponer de algún medio que permita determinar este par. El par de plena carga de un motor puede calcularse por medio de la fórmula siguiente:

$$T = (716.5 * CP) / r.p.m.$$

Donde:

T = Par a plena carga

CP = Potencia nominal del motor en caballos de potencia.

La constante 716.5, sale de:

$$(75 \text{ nm} * 60 \text{ s}) / (2 * \pi) = 716.5$$

El par de arranque de un motor es determinado y debe tenerse en cuenta para aplicar el par adecuado a la carga.

El par de arranque de un motor de inducción es directamente proporcional al cuadrado del voltaje durante el arranque.

El par máximo, es el valor más alto que puede desarrollar el motor sin que tienda a frenarse, también se le conoce como par de desenganche, por ser el valor que causa una disminución en la velocidad subitamente y tiende a "desengancharse" de la carga, especialmente en un motor síncrono.

El par máximo de los motores ordinarios de corriente alterna varia entre 1.5 y 3 veces del par de plena carga.

El par de arranque, el par a plena carga y el par máximo de un motor de C.A. puede determinarse con una prueba de freno.

3.2.2 CORRIENTE NOMINAL.

La corriente nominal indicada en la placa de un motor de inducción, se refiere a la corriente absorbida por el motor operando a plena carga.

La intensidad de corriente aproximada de un motor trifásico puede calcularse fácilmente aplicando la siguiente fórmula:

$$I = (CP * 746) / (1.736 * V * \text{Eff} * \text{FP})$$

Donde:

I = corriente

Eff = eficiencia del motor

V = tensión

FP = factor de potencia

CP = caballos de potencia

3.2.3 COMPONENTES DE UN MOTOR.

Las partes principales de un motor de inducción jaula de ardilla son las siguientes:

Estator.

Donde se colocan los devanados del motor, esta parte no tiene movimiento y es donde se produce el campo magnético.

Comúnmente se fabrica en acero colado y en su interior se colocan paquetes de láminas delgadas de acero al silicio, que es donde se alojan las bobinas para crear el campo magnético.

La razón de utilizar acero al silicio es su alta permeabilidad al flujo magnético. Es decir, la facilidad de conducir el flujo, con lo que las pérdidas de flujo se disminuyen considerablemente.

Rotor

Es la parte giratoria del motor, que está formado por láminas delgadas de acero al silicio y se coloca encima de la flecha del motor, que es la que transmite el movimiento.

Tapa anterior.

Es la que cubre los devanados del estator y aloja el balero de carga del motor.

Tapa posterior.

Cubre también la parte posterior de los devanados del estator y aloja el balero posterior y el ventilador de enfriamiento del motor.

Baleros.

Sirven para soportar a la flecha y transmitir el par motor sin fricción. se denomina balero lado carga el que se ubica hacia donde se transmite el movimiento y balero posterior al opuesto.

3.2.4 EFICIENCIA DE UN MOTOR.

Una característica fundamental de todo equipo eléctrico es su eficiencia, es decir, su capacidad para convertir en trabajo la energía que reciben.

Básicamente un motor es una máquina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica.

Por lo tanto, es de suma importancia que la energía que recibe de la alimentación, se transmita en su totalidad a través del movimiento de la flecha del motor.

Sabemos que lo anterior es imposible. Ya que durante la operación de cualquier equipo eléctrico, se producen pérdidas de energía por diferentes conceptos.

Para el caso de los motores eléctricos, en la actualidad se están fabricando motores denominados de alta eficiencia, con lo cual, los motores utilizados normalmente se les llama motores de eficiencia standard.

Estos motores de alta eficiencia, tienen un menor consumo de energía, para transmitir la misma potencia en su flecha que un motor de eficiencia standard.

Para poder hablar de alta eficiencia o eficiencia estándar, es necesario que definamos lo que es eficiencia y que es lo que provoca que esta disminuya o se incremente.

La eficiencia de un motor se define como:

Eficiencia = Potencia de salida/Potencia de entrada

Los motores estándar tienen una eficiencia que varía entre el 80 y 90%, mientras que en los motores de alta eficiencia, esta varía entre 87 y 94%. en la TABLA 3.1 y GRÁFICA 3.2 se presentan la eficiencias promedio comparadas entre motores estándar y de alta eficiencia.

La potencia de entrega por un motor nunca podrá ser igual a la potencia recibida en la alimentación, esto se debe a que durante el proceso de conversión se producen pérdidas de energía.

3.2.4.1 PERDIDAS DE MOTOR.

Estas pérdidas pueden clasificarse como sigue:

Pérdidas magnéticas.

También se denominan pérdidas en el núcleo y se producen al variar la dirección de la corriente alterna, con lo que las moléculas del acero se magnetizan en direcciones opuestas sesenta veces en un segundo. Esta energía perdida se manifiesta en forma de calor.

También se denominan pérdidas por histéresis.

Una manera de disminuirlas es la utilización de acero al silicio en lugar de acero al carbono y también se disminuyen considerablemente utilizando acero al silicio de grano orientado.

También se producen pérdidas por corriente parásitas o corrientes de eddy, ya que como se mencionó anteriormente, el flujo magnético induce voltajes en el rotor y en el estator, provocando corrientes circulantes las que al encontrar la resistencia del acero, que es muy grande, provoca calentamientos. estas pérdidas se pueden reducir haciendo más

finas las laminaciones del estator y el rotor y aislando mejor entre si dichas láminas o incrementando el tamaño del núcleo, con lo que la densidad de flujo disminuye y con ello también las pérdidas.

Pérdidas en los devanados.

Estas pérdidas se producen por efecto joule, es decir, por efecto i^2r , que se produce por la corriente al pasar por el alambre de los devanados, estas representan aproximadamente el 60% del total de las pérdidas en el motor. Para reducir las pérdidas por efecto joule, es necesario incrementar la sección transversal del conductor de los devanados, ya que como se sabe, el efecto piel hace que la mayoría de los electrones se transporten por la superficie del conductor, que es la parte menos densa y menos caliente, con lo que al aumentar dicha superficie las pérdidas disminuyen. En los motores de alta eficiencia, generalmente los devanados utilizan mayor cantidad de cobre.

Pérdidas por fricción y ventilación.

La energía empleada por el motor para vencer la fricción en los rodamientos y la oposición del aire por el ventilador que proporciona el enfriamiento al motor, se denominan pérdidas por fricción y ventilación y se clasifican como pérdidas mecánicas.

Los motores de alta eficiencia utilizan baleros antifricción y ventiladores con aspas de diseño mejorado, así como también aletas del estator mejoradas para ofrecer menos oposición al aire suministrado por el ventilador.

Estas pérdidas pueden alcanzar valores hasta del 8% del total de las pérdidas del motor.

Pérdidas indeterminadas.

Se producen por las variaciones de flujo, provocadas a su vez por desbalances de corriente en la alimentación del motor.

Estas pérdidas pueden llegar a ser de hasta el 14% del total de las pérdidas del motor.

Una manera de reducir las pérdidas es vigilar la fabricación de las laminaciones y el acomodo de las mismas.

De todo lo anterior se observa, que para el caso de los motores de alta eficiencia, se tiene especial cuidado en reducir las pérdidas en el motor, pero como consecuencia de ello se incrementa el costo de dichos motores, ya que emplean materiales de mejor calidad, estatores más grandes, mayor cantidad de cobre en los devanados, rodamientos especiales, acero de mayor calidad, diseños nuevos en sus componentes, etc.

Sin embargo, la aplicación de un motor de alta eficiencia comparativamente con uno de eficiencia normal es bastante atractiva económica y técnicamente y la diferencia entre la inversión inicial para instalar un motor de alta eficiencia en lugar de uno estándar se amortiza generalmente de manera rápida, con períodos de recuperación que no exceden de 30 meses, si es que el motor está bien seleccionado.

3.2.5. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL MOTOR.

Cuando hay que decidir entre rebobinar un motor quemado o comprar uno nuevo ya sea estándar o de alta eficiencia; se pueden obtener los ahorros anuales asumiendo que el motor existente opera a la eficiencia promedio de los motores del mercado que se fabricaron en esa época, por lo que se puede obtener el resultado interpolado en la TABLA 3.3, en la cual se muestran los cambios en las eficiencias de motores a plena carga a lo largo del tiempo.

Usando un multímetro, un tacómetro y un factorímetro, se puede medir el voltaje, la corriente, la velocidad en

r.p.m. y el factor de potencia del motor para un motor bajo condiciones normales de operación.

El deslizamiento del motor, puede ser usado para estimar la potencia de salida o entregada a la carga y consecuentemente la eficiencia del motor.

A partir del deslizamiento calculamos la eficiencia del motor de la siguiente manera:

$$\text{Carga del motor} = S / (N_s - N_p)$$

$$\text{Potencia de salida} = \text{Carga del motor} \times \text{Potencia nominal del motor}$$

$$\text{Eff} = (.746 \times \text{Potencia de Salida}) / \text{Potencia de Entrada}$$

por ejemplo:

La velocidad síncrona de un motor de 25 HP en 4 polos es de 1800 r.p.m., la velocidad de placa de acuerdo al fabricante es de 1750, la velocidad medida por medio de un tacómetro es de 1770 r.p.m. y la potencia demandada o de entrada del motor es de 13.1 KW.

Entonces:

$$N_s = 1800$$

$$N_r = 1770$$

$$N_p = 1750$$

$$\text{HP de placa} = 25$$

$$\text{KW medidos} = 13.1$$

$$\text{Deslizamiento} = 1800 - 1770 = 30 \text{ r.p.m.}$$

$$\text{Carga del motor} = 30 / (1800 - 1750) = 30 / 50 = 0.6$$

$$\text{HP. De salida} = .6 \times 25 = 15$$

$$\text{Eficiencia del motor} = (0.746 \times 15) \times 100 / 13.1 = 85\%$$

La técnica del deslizamiento para determinar la carga y la eficiencia del motor no debe ser usada con motores reembobinados o que no están operando al voltaje de diseño. Es necesario hacer notar que esta técnica no proporcionara resultados muy precisos en campo, sin embargo para efectos prácticos de mediciones esta técnica es una buena alternativa para evaluar la eficiencia.

La mejor manera de evaluar la eficiencia en la práctica consiste en afectar la eficiencia nominal por factores debidos a:

- desbalanceo de voltaje
- voltaje distinto al nominal
- reembobinados
- factor de carga

Estos factores se pueden ver claramente en las **GRAFICAS 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7** respectivamente.

3.3. VARIADORES DE VELOCIDAD.

Como se mencionó anteriormente, una característica del motor de inducción es su capacidad de mantener una velocidad constante aún con variaciones de carga.

TABLA 3.1

Eficiencia Promedio para Motores de Inducción Totalmente Cerrados con Ventilación Exterior			
Potencia Del Motor	Eficiencia del Motor Estándar	SUPER-EFF	Ganancia en Eficiencia
7.50	85.20%	89.50%	5.05%
10.00	86.00%	89.40%	3.95%
15.00	86.30%	90.40%	4.75%
20.00	88.30%	92.00%	4.19%
25.00	89.30%	92.50%	3.58%
30.00	89.50%	92.60%	3.46%
40.00	90.30%	93.10%	3.10%
50.00	91.00%	93.40%	2.64%
60.00	91.70%	94.00%	2.51%
75.00	91.60%	94.10%	2.73%
100.00	92.10%	94.70%	2.82%
125.00	92.00%	94.70%	2.93%
150.00	93.00%	95.00%	2.15%
200.00	93.80%	95.40%	1.71%

GRAFICA 3.2

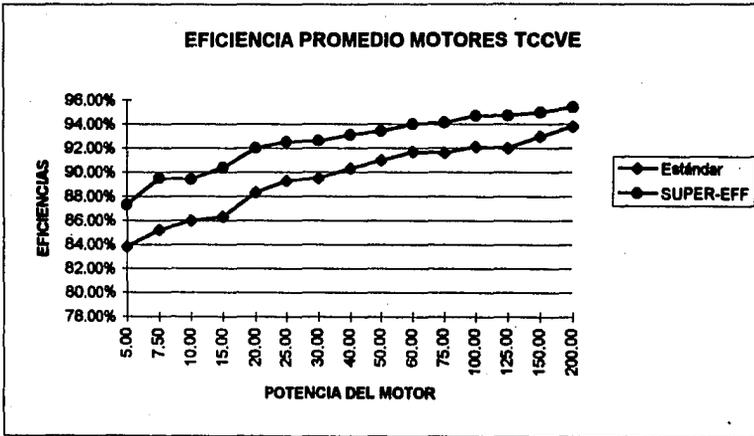
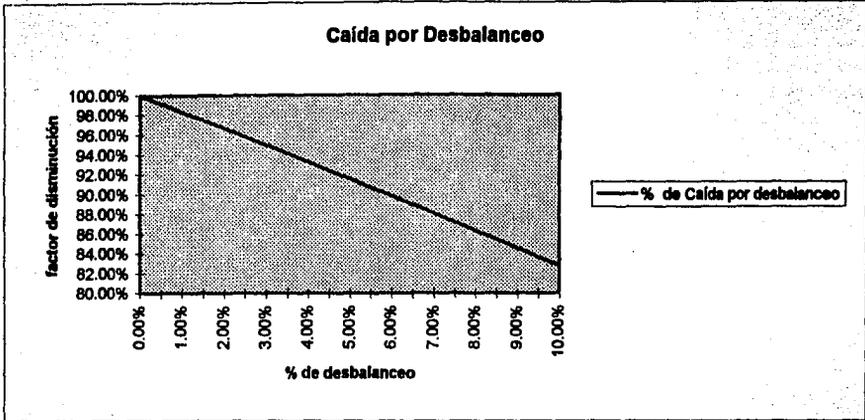


TABLA 3.3
HISTORIA DE LAS EFICIENCIAS DE LOS MOTORES

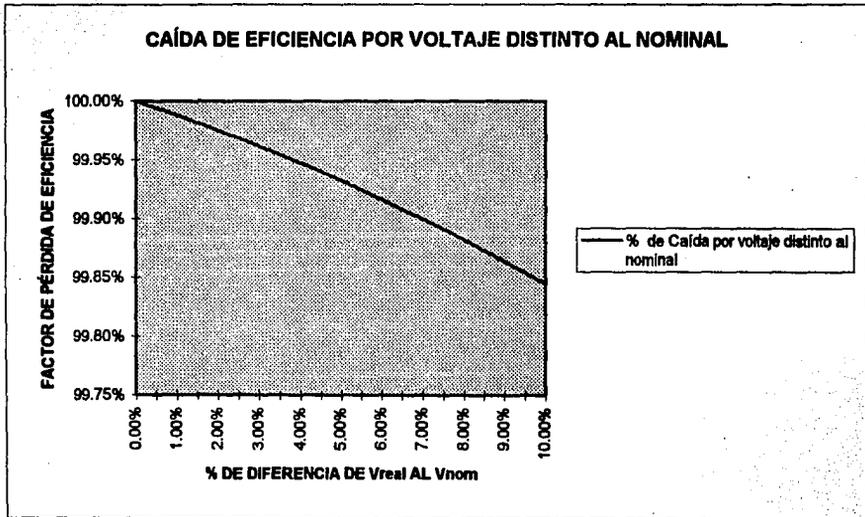
H.P.	DISEÑO 1944	Diseño 1994	Eficiencia Nominal 1968	Eficiencia 1991	Eficiencia 1991 (G.E)
7.50	84.5%	87.0%	85.0%	91.0%	91.7%
15.00	87.0%	89.5%	88.0%	92.4%	93.0%
25.00	89.5%	90.5%	89.0%	93.6%	94.1%
50.00	90.5%	91.0%	91.5%	94.1%	94.5%
75.00	91.0%	90.5%	91.5%	95.0%	95.4%
100.00	91.5%	92.0%	92.0%	95.0%	96.2%

GRÁFICA 3.4



$$\eta = 1 + (-0.636 \cdot X^2 - 1.6585 \cdot X + 100.16) - 100.16$$

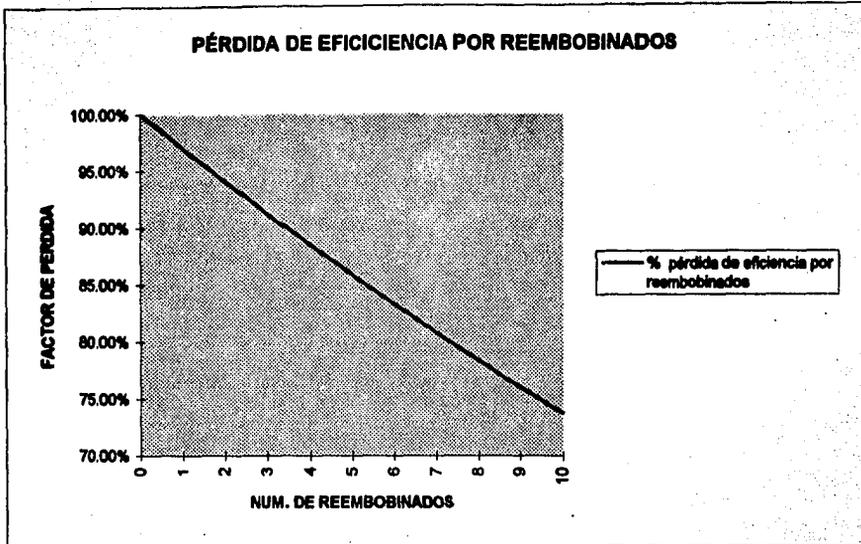
GRÁFICA 3.5



$$\eta = 1 + (0.0004 \cdot X^2 - 0.0412 \cdot X - 0.0114 \cdot X - 0.0831) + 0.0831$$

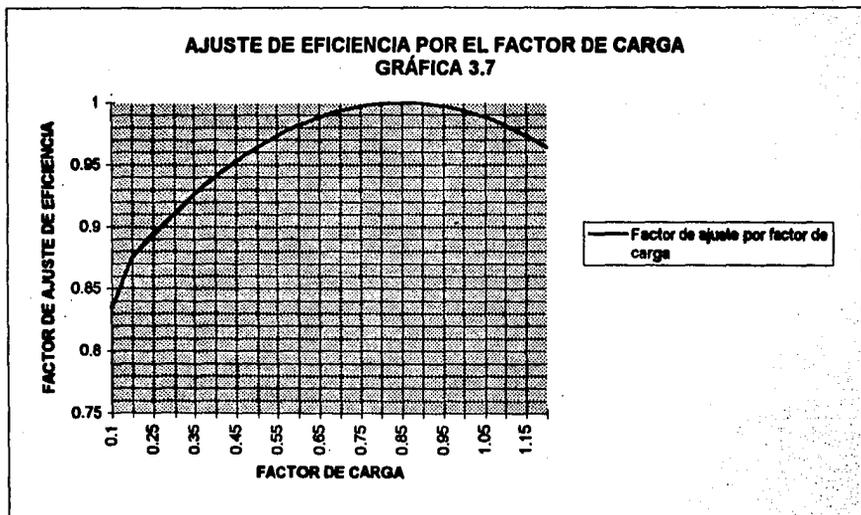
GRÁFICA 3.6

PÉRDIDA DE EFICIENCIA POR REEMBOBINADOS



$$Y = 1 - (1 - 0.97^X)$$

AJUSTE DE EFICIENCIA POR EL FACTOR DE CARGA
GRÁFICA 3.7



$$Y = \frac{(X - \text{VÉRTICE})^2}{\text{RADIO}} + \text{CTE}$$

Sin embargo, existen una infinidad de procesos en la industria que requieren de variación de velocidad.

Anteriormente para proporcionar esta variación, se utilizaban motores de corriente directa, cuyas características de operación los hace ideales para aplicaciones donde es necesario variar la velocidad del proceso.

Sin embargo, su alto costo de adquisición y mantenimiento, aunado a la gran cantidad de equipo asociado en su operación y control, provocó que se buscara la posibilidad de variar la velocidad en los motores de inducción jaula de ardilla.

Primeramente se utilizaron motovariadores mecánicos con poleas, catarinas, etc., así como también variadores de velocidad hidráulicas, reductores de velocidad de engranes, etc.

Pero, la utilización de este tipo de equipo para variar la velocidad, produce pérdidas de potencia, a pesar de las necesidades de mantenimiento de los equipos mecánicos asociados. Además de que los ajustes de velocidad no son muy precisos.

Se utilizó también, para variar velocidad, motores de varios pares de polos, con lo que al conectar determinado número, la velocidad disminuye y viceversa.

A últimas fechas, con el desarrollo de la electrónica de potencia, se construyó un dispositivo que puede controlar la velocidad de un motor de inducción jaula de ardilla, con la aplicación de voltaje modulado, con lo que se simula variación de frecuencia en las terminales del motor, pudiendo con esto, variar la velocidad sin detrimento considerable de las características de par del motor y manteniendo la simplicidad de operación y economía del motor jaula de ardilla, en comparación con los motores de corriente directa.

Debido a este principio de operación, a dicho variador de velocidad, se le conoce como variador de frecuencia o convertidor de frecuencia, sin embargo su nombre más adecuado es de controlador o variador de velocidad electrónico en corriente alterna.

3.3.1 COMPORTAMIENTO DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN CON UN CONVERTIDOR DE FRECUENCIA.

Como se mencionó, el convertidor de frecuencia es un dispositivo que convierte corriente alterna de voltaje y frecuencia fijos, en corriente alterna de frecuencia y voltaje variables. En la **GRÁFICA 3.8** se aprecia la relación voltaje a frecuencia que permanece constante con un convertidor de frecuencia.

Un motor de inducción, consume durante el arranque de 5 a 7 veces su corriente nominal. Para reducir la caída de voltaje que esto ocasiona, las líneas de alimentación y los transformadores deben sobredimensionarse.

Con un convertidor de frecuencia, se desarrolla un arranque lento y suave, logrando con ello que el motor consuma únicamente la energía efectiva que requiere. De esta forma, las líneas de alimentación y los transformadores pueden ser dimensionados solo para que cubran las cargas de operación requeridas.

3.3.2 APLICACIONES INDUSTRIALES

Para poder definir qué procesos industriales pueden ser optimizados desde el punto de vista de consumo de energía, debemos primero conocer la naturaleza de los mismos, esto es, determinar el tipo y la clase de carga que el proceso va a exigir del motor. Los tipos de carga se pueden clasificar como:

- Cargas de par constante
- Cargas de par variable

Cargas de potencia constante.

Las principales clases de cargas pueden ser: cargas constantes, cargas súbitas de impacto y cargas cíclicas.

En las GRÁFICAS 3.9, 3.10 y 3.11 se pueden ver las curvas de potencia y par VS. Velocidad para los distintos tipos de cargas.

En la TABLA 3.12 se ven ejemplos de estas cargas.

En las cargas de potencia constante difícilmente se pueden obtener ahorros de energía, debido a que la propia aplicación exige el máximo de energía disponible del motor.

Las cargas de par variable son por excelencia, de las aplicaciones en donde el empleo de accionamientos de velocidad variable redundan en ahorros considerables de energía.

En las cargas de par constante se puede presentar el caso en donde no es posible economizar energía. Esto sucede cuando el volumen del material que se va a transportar y procesar no varía y la maquinaria o equipo se encuentra operando a su capacidad nominal. Cuando una de estas dos condiciones no se cumple (generalmente), si es factible economizar energía mediante el uso de accionamientos de velocidad variable.

3.3.3 AHORRO DE ENERGÍA EN APLICACIONES DE PAR VARIABLE.

Este tipo de aplicación es el más común en todos los procesos productivos. Tan solo en los Estados Unidos representa más del 70% de las aplicaciones de los accionamientos de velocidad variable. La razón principal se debe a los grandes ahorros de energía que se obtienen con estos accionamientos.

3.3.4 BOMBAS CENTRÍFUGAS.

Generalmente la industria cuenta con por lo menos un sistema en donde la bomba centrífuga se aplica.

Las bombas siempre se dimensionan considerando el caudal máximo requerido. Sus accesorios, tales como tuberías, válvulas y tanques de almacenamiento, también se encuentran diseñados para abastecer el volumen máximo bombeado.

Por otro lado, para determinar la capacidad máxima de la bomba, deben considerarse los siguientes puntos: previsión del aumento de las necesidades y capacidad de bombeo excesiva (circunstancias excepcionales como el vaciado o llenado de los tanques de almacenamiento).

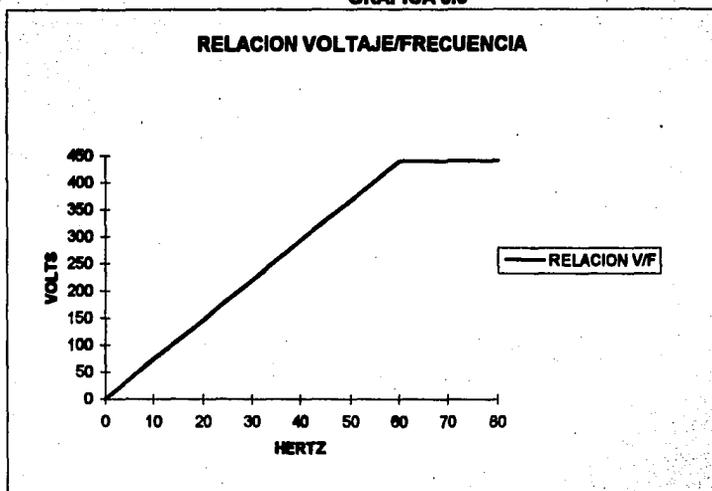
Considerando lo anterior, se requiere de un sistema de control para regular continuamente el volumen del caudal de acuerdo a las diferentes necesidades. La cantidad promedio de agua bombeada (qm), puede ser solo una fracción de la capacidad máxima de la bomba, durante un período de un año.

El caudal de la bomba puede ser regulado empleando alguno de los siguientes métodos:

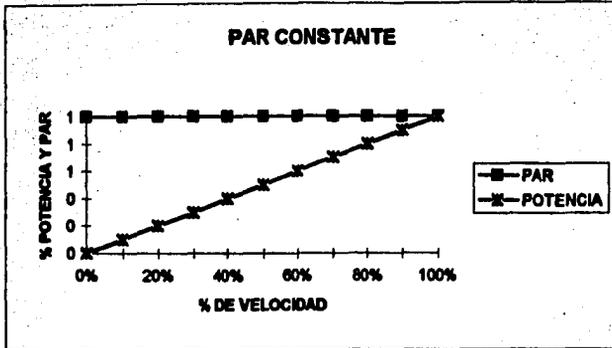
- Control del obturador mediante una válvula
- Control arranque y paro
- Control de velocidad con accionamiento de velocidad variable.

El control del obturador o estrangulamiento es hoy en día el sistema de control más común en las aplicaciones industriales de las bombas.

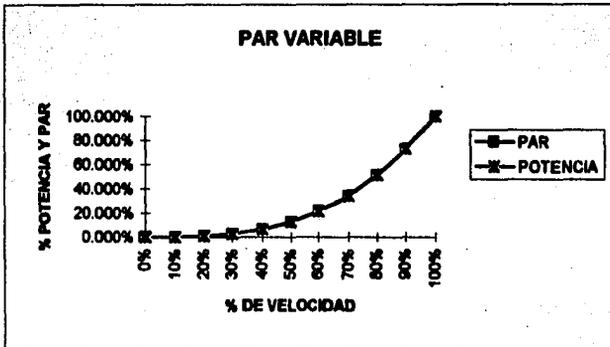
GRAFICA 3.8



GRAFICA 3.9



GRAFICA 3.10



GRAFICA 3.11

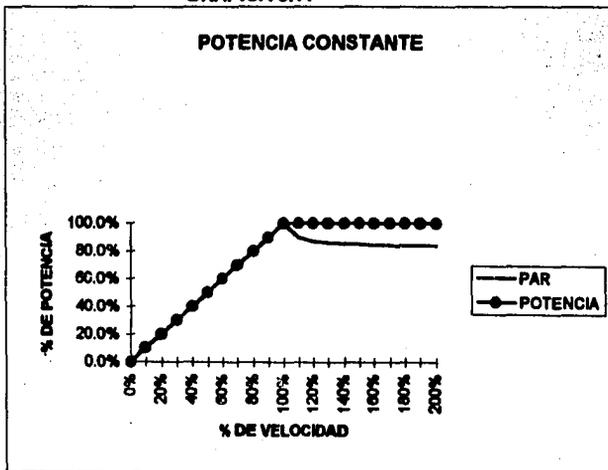


TABLA 3.12

CARGAS DE PAR CONSTANTE		
APLICACION	DESCRIPCION/CARGA	CLASE
Transportadoras	Descarga Constante	Constante
	Descarga constante sobregargas súbitas	Impacto
Bombas	De pistón	Cíclica
	De cavidad progresiva	Constante
Maq. herramienta	Troqueladoras	Cíclica
Maq. textil	Varios tipos	Constante
Maq. empaque	Varios tipos	Constante
Extrusores	Varios tipos	Constante
Mezcladores	Líquidos viscosos	Constante

CARGAS DE PAR VARIABLE		
APLICACION	DESCRIPCION/CARGA	CLASE
Bombas centrifugas	Agua potable/negra	Constante
	Líquidos no muy viscosos	Constante
Ventiladores centrifugos	Aire acondicionado	Constante
	Calefacción	Constante
	Ventilación	Constante
	Filtros	Constante

CARGAS DE POTENCIA CONSTANTE		
APLICACION	DESCRIPCION/CARGA	CLASE
Maq. herramienta	Tomos	Constante
	Cortadoras	Constante
	Cepillos	Cíclica
Compresores	Arragñe sin carga	Constante
Bombas centrifugas	Alta inercia	Constante
Bobinadoras	Varios Tipos	Constante

El control del obturador significa que el caudal del líquido que pasa por la tubería se estrangula mediante una válvula, lo que da como resultado un despilfarro de energía, debido a que la bomba trabaja continuamente contra la alta presión impuesta por la válvula.

El comportamiento de una bomba centrífuga puede ser mostrado utilizando el diagrama Q-H, donde Q es el flujo o caudal (en mts³/h) y H la altura (en mts.) ver DIAGRAMA 3.13.

El diagrama muestra dos diferentes formas de reducir el flujo de Q1 a Q2:

a) Control de válvula: El punto de operación se mueve a lo largo de la curva de velocidad de la bomba P1, desde la curva del sistema S1 a la curva del sistema S2. la altura se incrementa simultáneamente de H1 a H2S.

b) Control de velocidad.- El punto de operación se mueve a lo largo de la curva del sistema S1, desde la curva de velocidad de la bomba P1 a la curva de velocidad de la bomba P2. la altura disminuye de H1 a H2P.

El requerimiento de potencia para la bomba P es:

$$P = (Q * H * D * G) / \eta$$

Donde:

P = potencia

Q = caudal

H = altura

D = densidad del líquido

η = eficiencia de la bomba

Asumiendo que la densidad del líquido, la aceleración de la gravedad y la eficiencia de la bomba permanecen constantes (k), la fórmula anterior puede simplificarse de la siguiente manera:

$$P = k * Q * H$$

y podemos observar que la potencia requerida para ambos casos es proporcional al área del rectángulo Q * H. Con el control de la válvula se tiene:

$$P_s = k * Q_2 * H_{2s}$$

y con el control de velocidad tenemos:

$$P_p = k * Q_2 * H_{2p}$$

finalmente, la relación entre Ps y Pp nos da:

$$P_s/P_p = k * Q_2 * H_{2s} / k * Q_2 * H_{2p} = H_{2s} / H_{2p}$$

3.3.5 VENTILADORES CENTRÍFUGOS

Existen varios dispositivos mediante los cuales es factible controlar el flujo de los ventiladores centrífugos. El más usual es el control por válvula a la salida del ventilador o "damper" el cual consume una gran cantidad de energía. Otro de ellos resulta al controlar paleta de aspiración, es decir el regular el flujo de aire con compuertas en el lado de la succión del ventilador. Por último esta el control de velocidad.

Al emplear el control de velocidad en ventiladores grandes, se logran substanciales ahorros de energía eléctrica. En un sistema en el que la presión es proporcional al cuadrado de la circulación de aire, la eficiencia del ventilador permanece constante para cualquier velocidad. La energía consumida por el motor está basada en la ley de los ventiladores que nos dice: la energía es función del cubo de la velocidad, de tal forma que el control de velocidad es sumamente ventajoso cuando se trabaja con circulación reducida.

En la GRÁFICA 3.14 se muestran los requerimientos de potencia para distintas velocidades de circulación en ventiladores.

3.4. ASPECTOS TÉCNICOS DE LOS SISTEMAS ELECTROMOTRICES.

Para seleccionar el sistema electromotriz adecuado para un proceso o máquina determinada, es necesario considerar diversos factores, como son:

- 1.- Arrancador o controlador.
- 2.- Tipo de motor
- 3.- Necesidad de variación de velocidad.
- 4.- Variación de la carga durante el proceso
- 5.- Variación de las condiciones de flujo
- 6.- Tipo y características de la carga a mover
- 7.- Tipo de transmisión o acoplamiento.

3.4.1. TIPOS DE ARRANCADORES.

Es de gran importancia que durante la selección del sistema electromotriz, se elija el arrancador apropiado para el motor y el tipo de carga a mover, ya que esto afectará de manera drástica la operación, confiabilidad, vida útil, necesidad de mantenimiento y eficiencia del sistema.

Existen varias formas de arranque de motores, las que se clasifican en dos divisiones principales. arranque a tensión reducida y arranque a tensión plena.

Arranque a tensión plena.

Como su nombre lo indica, el motor se conecta directamente a la línea de alimentación a través de un contactor. el voltaje que el motor recibe al arranque es el nominal por lo que su corriente de arranque se eleva hasta 11 veces la nominal o menos, dependiendo del tipo de motor.

Para el caso del torque del motor, este se eleva desde 200% hasta 400% durante el arranque.

Este tipo de arranque se recomienda para motores pequeños (hasta de 20 h.p.), en 220 volts o 30 h.p. en 440 volts.

Las desventajas que tiene es que provoca distorsiones de voltaje en el sistema eléctrico durante el arranque y produce sollicitaciones mecánicas fuertes a los componentes del sistema electromotriz donde se encuentre acoplado.

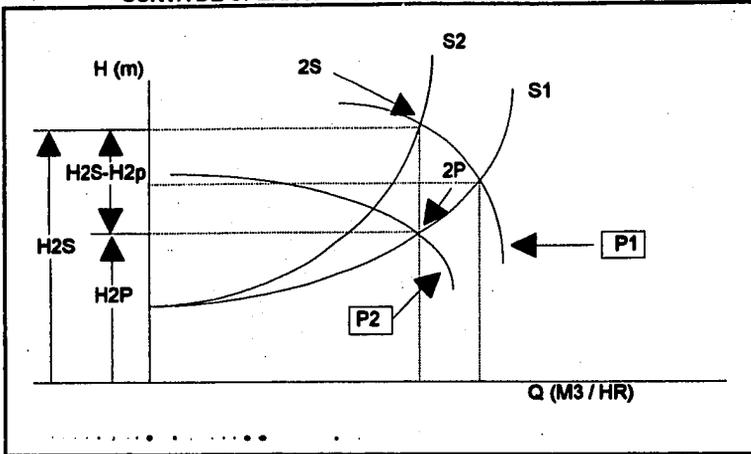
Arranque a tensión reducida.

Existen diversos métodos de arranque a tensión reducida, los más importantes son:

Por autotransformador.

Se utiliza un autotransformador que tiene tres derivaciones de voltaje (50%, 65% y 80%). Se selecciona la derivación adecuada dependiendo del motor y las necesidades de torque.

**DIAGRAMA 3.13
CURVA DE OPERACIÓN DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA**



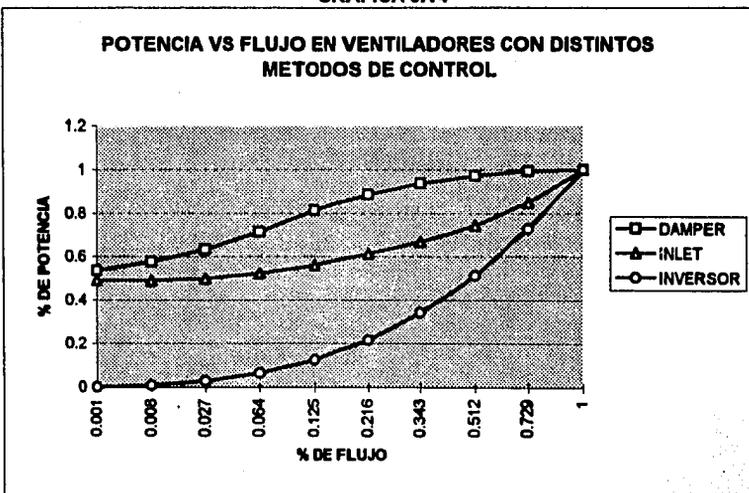
CONTROL DE VÁLVULA:

El punto de operación se mueve a lo largo de la curva de velocidad de la bomba $P1$, desde la curva del sistema $S1$ a la curva del sistema $S2$. La altura se incrementa simultáneamente de $H1$ a $H2s$.

CONTROL DE VELOCIDAD

El punto de operación se mueve a lo largo de la curva del sistema $S1$, desde la curva de velocidad de la bomba $P1$ a la curva de velocidad de la bomba $P2$. La altura se disminuye de $H1$ a $H2P$.

GRÁFICA 3.14



Con la reducción de voltaje se reduce la corriente demandada por el motor, por lo que no desestabiliza al sistema eléctrico ni provoca sobre-esfuerzos en los equipos accionados.

Conexión estrella-delta.

Sólo aplica a motores fabricados para conectarse de esta manera. el motor es primeramente conectado en estrella, con lo que el voltaje aplicado se reduce y la corriente y el torque también. aproximadamente la corriente y el par disminuyen 33%. posteriormente mediante un temporizador y un contactor, los devanados se conectan en delta, para trabajar a voltaje nominal y el motor alcanza sus valores de corriente velocidad y torque nominales.

Arrancador en estado sólido.

Se denomina también arrancador electrónico o arrancador suave.

Este tipo de arrancador, utiliza electrónica de potencia, para realizar el arranque del motor de manera suave, sin picos de corriente, no provoca transitorios de voltaje, evita el sobreesfuerzo en los equipos accionados, la rampa de arranque y frenado es ajustable, e incorpora otras características que lo hacen muy recomendable.

Sin embargo, comparativamente con los anteriores, es más costoso.

Existen otros tipos de arranque a tensión reducida, como el caso de resistencias primarias, devanado bipartido, pero debido a que se utilizan ya muy poco, no ahondaremos en ellos.

3.5 EL FACTOR DE POTENCIA

3.5.1 TIPOS DE CARGAS ELÉCTRICAS

En los circuitos eléctricos de corriente alterna existen tres tipos de cargas: resistiva, inductiva y capacitiva. En la práctica se tiene la mayoría de las veces una combinación de dos de ellas o de las tres.

Las cargas tipo resistivo se representan en los diagramas eléctricos por un rectángulo; su unidad de medida es el ohm. Como ejemplo tenemos: calefactores, planchas, hornos de resistencias y el alumbrado incandescente entre otras. estas cargas demandan de la red una corriente denominada activa, que si se gráfica junto con la tensión de alimentación con respecto al tiempo se observa que se mantienen en fase, es decir, ambas alcanzan sus valores máximos y mínimos al mismo tiempo.

La potencia consumida por las cargas resistivas se denomina potencia activa y está dada por el producto de la tensión por la corriente (VI), la tensión al cuadrado entre la resistencia (V^2/R), o la corriente al cuadrado por la resistencia (I^2R), la unidad de medida de la potencia activa es el watt.

Las cargas de tipo inductivo se representan por una figura en forma de resorte, su unidad de medida es el Henry y se identifica con la letra H. Como cargas de tipo inductivo tenemos: hornos de inducción, transformadores, motores de inducción, reguladores, y alumbrado fluorescente, entre otras. Este tipo de cargas, además de consumir una corriente activa, requieren de una corriente reactiva destinada a la creación de campos magnéticos necesarios para su funcionamiento. Considerando una carga inductiva teóricamente pura, la corriente reactiva de tipo inductivo se encuentra defasada de la tensión un ángulo de 90° .

Las cargas capacitivas se representan por dos placas colocadas una frente a otra separadas por un material aislante conocido como dieléctrico. Su unidad de medida es el Faradio, que se identifica con la letra F. Ejemplos de cargas capacitivas son los motores síncronos sobreexcitados y los capacitores.

En estas cargas se almacena un campo eléctrico ocasionando un defasamiento de la corriente respecto a la tensión. Este defasamiento es de 90° en adelante, es decir, totalmente en oposición de fase con respecto a la corriente reactiva inductiva pura, lo que provoca una disminución de la corriente reactiva total en el circuito al combinar cargas inductivas con capacitivas.

La corriente capacitiva se calcula con la fórmula

$$I_c = 2 \pi * C * F * V$$

a la letra C se le conoce como capacitancia, que se define como la propiedad de los capacitores de almacenar energía en forma de campos electrostáticos, y depende de las dimensiones del capacitor y del tipo de dieléctrico utilizado entre los dos electrodos o placas. La potencia reactiva en los circuitos con carga capacitiva esta dada por:

$$Q = W * C * V^2 \text{ (volts amperes reactivos ó vars)}$$

En la mayoría de los circuitos eléctricos industriales, la carga puede representarse como una resistencia y una inductancia conectadas en serie. La corriente que demandan de la línea tiene entonces dos componentes, una parte en fase con la tensión conocida como corriente activa o resistiva y una parte defasada 90° en retraso conocida como corriente reactiva inductiva. La resultante de esta componentes es la corriente de la carga defasada de la tensión. (FIGURAS 3.15 y 3.16).

La potencia la podemos expresar como:

$$\begin{aligned} P &= V * I * \cos \phi && = \text{potencia activa, generalmente expresada en watts} \\ Q &= V * I * \sin \phi && = \text{potencia reactiva, generalmente expresada en volt amperes reactivos o vars} \\ S &= V * I && = \text{potencia aparente, generalmente expresada en volt amperes} \end{aligned}$$

Al $\cos \phi$ se le conoce como factor de potencia.

3.5.2. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

En México, la CFE y la Cía. de Luz y Fuerza cobran a los usuarios por la energía activa consumida, que es el producto de la potencia activa por el tiempo y se mide en kw/h, lo que significa que entre mayor sea la potencia reactiva de tipo inductivo que tengan instalada, mayor será la potencia aparente que la generadora proporcione sin que necesariamente se aproveche como potencia útil o activa. Es por esa razón que se definió un límite de factor de potencia mínimo permitido de 0.9 y se estableció una multa para los usuarios que tengan un factor de potencia menor. En el caso de que el factor de potencia tenga un valor igual o superior de .90, el suministrador tendrá la obligación de bonificar al usuario la cantidad que resulte de aplicar a la factura el porcentaje de bonificación, según la fórmula.

El cargo por bajo factor de potencia se calcula con la fórmula:

$$\text{cargo} = \text{facturación} * 3/5 ((90/\text{fp medido})-1) * 100$$

La bonificación se calcula con la fórmula:

$$\text{Bonificación} = \text{Facturación} * 1/4 (1 - (90/\text{fp medido})) * 100$$

De aquí surge la necesidad de compensar el factor de potencia, es decir, reducir el ángulo que existe entre la potencia activa y la potencia aparente. Esto se logra conectando en el circuito una carga capacitiva que contrarreste la corriente de tipo inductivo.

FIGURAS 3.15
OSCILOGRAMA DE UN CIRCUITO INDUCTIVO-REACTIVO CON DEFASAMIENTO PHI

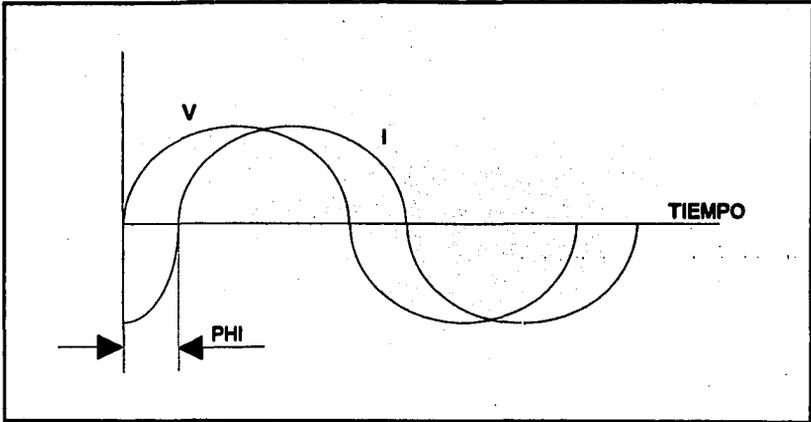
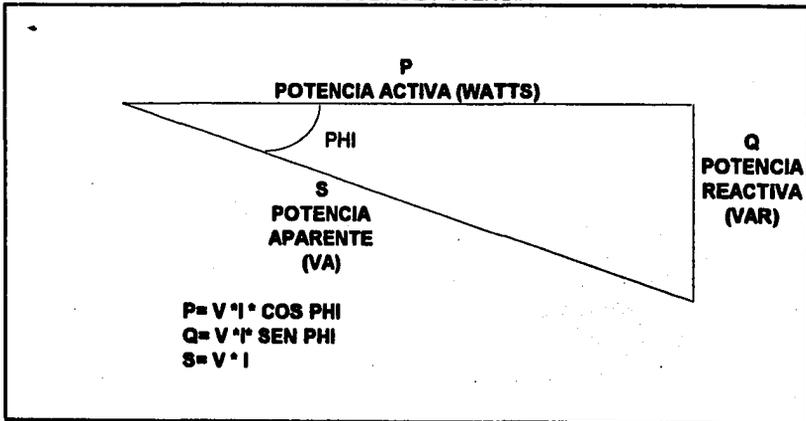


FIGURA 3.16
TRIÁNGULO DE POTENCIA



La compensación del factor de potencia se simplifica a pasar de un factor de potencia fp_1 a un factor de potencia fp_2 reduciendo el ángulo ϕ tanto como se desee.

Para esto es necesario conocer el tamaño del capacitor en kvar que deduzca el efecto inductivo de la carga.

La fórmula para lograrlo es:

$$K_{\text{var}} = kw (\text{tg } \phi_1 - \text{tg } \phi_2).$$

3.5.2.1 TIPOS DE COMPENSACIÓN

De acuerdo a las necesidades de potencia reactiva de la instalación, la compensación de potencia reactiva puede hacerse desde diferentes puntos, ya sea que quiera compensarse toda la carga junta o que se compense localmente en los puntos que presentan mayores problemas de factor de potencia. De esta forma se identifican diferentes formas de compensación:

Compensación central:

Consiste en instalar en un solo punto del circuito para compensar el factor de potencia de toda la instalación. Esto puede ser en baja o media tensión.

Compensación en grupo:

En este caso se instalan capacitores para compensar el factor de potencia de un grupo de motores. Los capacitores se conectan y desconectan del sistema según estén o no conectados los motores.

Compensación individual:

De este modo se corrige el factor de potencia de un solo motor de inyección, conectando y desconectando los capacitores al mismo tiempo que los motores.

Compensación combinada:

Se utiliza para compensar individualmente cargas grandes y el resto en grupo o de manera central.

Como regla general, debe compensarse lo más cerca de la carga inductiva ya que aparte de corregir el factor de potencia, disminuirá la cantidad de corriente circulando por los alimentadores consiguiendo así, beneficios adicionales.

CAPITULO 4

INFORMACIÓN GENERAL DE LA PLANTA

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La planta procesadora de aceites comestibles en estudio, produce aceites y mantecas vegetales a partir de girasol y coco. Además produce mantecas de origen animal.

El proceso se divide básicamente en los siguientes pasos:

- Extracción de copra
- Refinación
- Blanqueo
- Desodorización
- Desencerado
- Generación de Hidrógeno
- Hidrogenación
- Envase de Grasa
- Alto Punto
- Fabricación de Botella
- Envase de aceite

A continuación se describen cada uno de los procesos

4.1.1 EXTRACCIÓN DE COPRA

El proceso de extracción consiste en sacar el aceite contenido en la copra por medio de unos equipos llamados "expellers".

El fruto (copra) se prequebra para disminuir los tamaños de la copra, posteriormente se muele en unos molinos de martillo para hacerlo lo mas fino posible.

Esta copra molida se hace pasar a unos cocedores en donde por medio de vapor se seca y se cocen, rompiéndose las células y así facilitar su extracción. Después esta copra se pasa a unos acondicionadores en donde se termina de cocer o enfriar. A continuación pasa al "expeller" en donde por medio de unas flechas se prensa extrayéndole el aceite. Este aceite se filtra y se almacena en el tanque respectivo; el desecho de la molienda (pasta de coco) se enfría y se almacena para después venderlo como alimento principal para ganado vacuno. El proceso se muestra en el DIAGRAMA 4.1.

4.1.2 REFINACIÓN.

La refinación consiste en eliminar los ácidos grasos libres por medio de sosa cáustica, formando jabones insolubles en el aceite.

Los aceites crudos previamente seleccionados se filtran y se les dosifica la cantidad requerida de sosa cáustica pasándolos a un mezclador mecánico en donde se lleva a cabo la reacción de saponificación.

Esta mezcla de aceites se calienta facilitándose así la separación del jabón en una centrífuga.

Este aceite se calienta a una temperatura adecuada y se mezcla con agua caliente suavizada, posteriormente se centrifuga para separar el agua jabonosa del aceite.

Este aceite lavado se seca al vacío y se almacena en el tanque respectivo. El agua de lavado se almacena en un tanque en donde por decantación se separa el poco aceite que se haya pasado al agua jabonosa en el proceso de centrifugación. El jabón generado se utiliza en la fabricación de jabones de lavandería o para la fabricación de ácidos grasos. El proceso se muestra en el **DIAGRAMA 4.2**

4.1.3 BLANQUEO.

El blanqueo consiste en eliminar por medio de una tierras inertes especiales algunos pigmentos y jabones.

El aceite refinado y seco se calienta a una temperatura adecuada en condiciones de vacío, se mezcla con una cantidad de tierra calculada de acuerdo a la cantidad de pigmentos existentes. El proceso de absorción dura unos cuantos minutos pasándolo después a unos filtros donde se separa el aceite de la tierra. Este aceite blanqueado se almacena en el tanque respectivo.

La tierra conteniendo los pigmentos así como algo de aceite es considerada un residuo. El proceso se muestra en el **DIAGRAMA 4.3.**

4.1.4 DESODORIZACIÓN.

Este proceso consiste en la eliminación de los componentes que le imparten olores y sabores a los aceites.

Todos los aceites y mantecas que se destinan para el consumo humano se desodorizan a altas temperaturas y arrastre de vapor y presiones absolutas bajas para eliminar las partículas o ácidos libres que impurifican los aceites con olores y sabores desagradables.

El aceite se carga al desodorizador continuo o intermitente según sea el tipo del mismo.

Se hace vacío y se calienta el producto a la temperatura de operación, se hace pasar vapor seco a través del seno de líquido provocando la desodorización por arrastre de las sustancias causantes del olor y sabor. El aceite desodorizado se enfría, se filtra y se almacena como producto desodorizado. El proceso se muestra en el **DIAGRAMA 4.4.**

4.1.5 DESENCERADO.

El proceso de desencerado recibe como materia prima aceite de girasol. El proceso se muestra en el **DIAGRAMA 4.5.**

4.1.6 GENERACIÓN DE HIDRÓGENO.

El hidrógeno se obtiene a partir de la reacción entre el vapor de aguas y el gas natural en presencia de un catalizador de níquel.

Esta reacción se lleva a cabo en un equipo denominado reformador catalítico. El hidrógeno producido se enfría hasta unos 350° c y se envía a través de torres empacadas para su purificación, enviándose posteriormente a los tanques para su almacenamiento. El proceso se muestra en el **DIAGRAMA 4.6.**

4.1.7. HIDROGENACIÓN

Este proceso consiste en convertir en mantecas los aceites. Se efectúa adicionando hidrógeno en la parte insaturada

del aceite y por medio de un catalizador adecuado que generalmente es igual.

El aceite refinado y blanqueado se carga al reactor de hidrogenación así como el catalizador, se calienta a una temperatura adecuada y se alimenta el hidrógeno y con la agitación se va llevando a cabo la reacción hasta el grado deseado. Al terminar la reacción se enfría y se filtra para separar totalmente el catalizador del producto.

Este catalizador usado se aprovecha para preparar otras mantecas. El proceso se muestra en el **DIAGRAMA 4.7**.

4.1.8 ENVASE DE GRASA.

En este proceso se manejan aceites vegetales previamente refinados, blanqueados, desodorizados y principalmente hidrogenados.

El objetivo del mismo es obtener mantecas vegetales propias para amasado de harinas. Estas mantecas se presentan en cajas de cartón corrugado conteniendo 25 kgs. c/u.

Los aceites que van a entrar a este proceso se almacenan en tanques dotados de serpentines de vapor, que se usan solamente en caso necesario. Una bomba de alta presión lleva los aceites hasta el "votator", equipo en el cual el material es enfriado hasta formar núcleos de cristalización de estearinas y cristales de las mismas.

El "votator" cuenta con cuatro cilindros huecos horizontales de acero inoxidable y que giran lentamente sobre sus ejes longitudinales. Dichos cilindros son enfriados mediante un sistema de refrigeración en base a amoníaco como refrigerante. Las estearinas cristalizan formando una capa uniforme sobre la superficie de los cilindros.

Unas cuchillas desprenden las capas de cristales de las superficies en donde se depositan y son conducidas a un homogenizador que asegura la uniformidad en las características del producto.

Antes de entrar al "votator" los aceites reciben una inyección de gas nitrógeno, que queda repartido en la masa del producto impartándole plasticidad y protegiéndolo a la vez de la oxidación de la homogenizadora, el producto pasa entonces a ser empacado. El proceso se muestra en el **DIAGRAMA 4.8**.

4.1.9 ALTO PUNTO.

En este proceso se manejan grasas animales previamente refinadas, blanqueadas, desodorizadas e hidrogenadas.

El objetivo del mismo es obtener manteca blanca en escamas, la que se envasa en sacos de plástico conteniendo 25 kgs. de producto cada uno.

Las grasas se almacenan en un tanque dotado de serpentín de vapor. Se usa vapor solamente en caso necesario, para ablandar la carga de grasas y hacerla adecuada para que caiga por gravedad, alimentando al "roll" de alto punto.

El "roll" de alto punto es un tanque cilíndrico horizontal giratorio. Gira a baja velocidad sobre su eje longitudinal. Esta construido de acero inoxidable y por su interior fluye constantemente agua helada, enfriando las paredes lisas del mismo sobre las cuales se depositan las grasas, el producto que así formando una capa uniforme de estearinas (grasa) sobre toda la superficie externa del "roll" cayendo por gravedad en forma de escamas las que se reciben en sacos de plástico para llevarlos al almacén de producto terminado. El proceso se muestra en el **DIAGRAMA 4.9**.

4.1.10 FABRICACIÓN DE BOTELLA.

Las botellas son fabricadas por el proceso de biorientación y soplado de la resina PET (polietileno Tereftalato). La resina primeramente es tratada para eliminar la humedad por medio de un deshidratador. Posteriormente la resina

se inyecta a presión y temperatura elevada en los molde de las preformas. Estas preformas una vez hechas pasan a la sección de biorientación, donde son estiradas por medio de una varilla y también son "sopladas" con aire a alta presión.

Las botellas terminadas son enviadas a tolvas de almacenamiento. El proceso se muestra en el **DIAGRAMA 4.10.**

4.1.11 ENVASE DE ACEITE.

Las botellas y el aceite se envían a la línea automática de llenado. Esta línea está formada por: un orientador de botella que las coloca verticalmente, una llenadora de botellas de un litro con estancia de tapado. Las botellas una vez llenas y tapadas pasan a una etiquetadora.

La línea también tiene una formadora de cajas de cartón, una estación donde se llenan las cajas de cartón con las botellas.

Posteriormente las cajas pasan al almacén de producto terminado. El proceso se muestra en el **DIAGRAMA 4.11.**

DIAGRAMA 4.1 PROCESO DE EXTRACCION COPRA

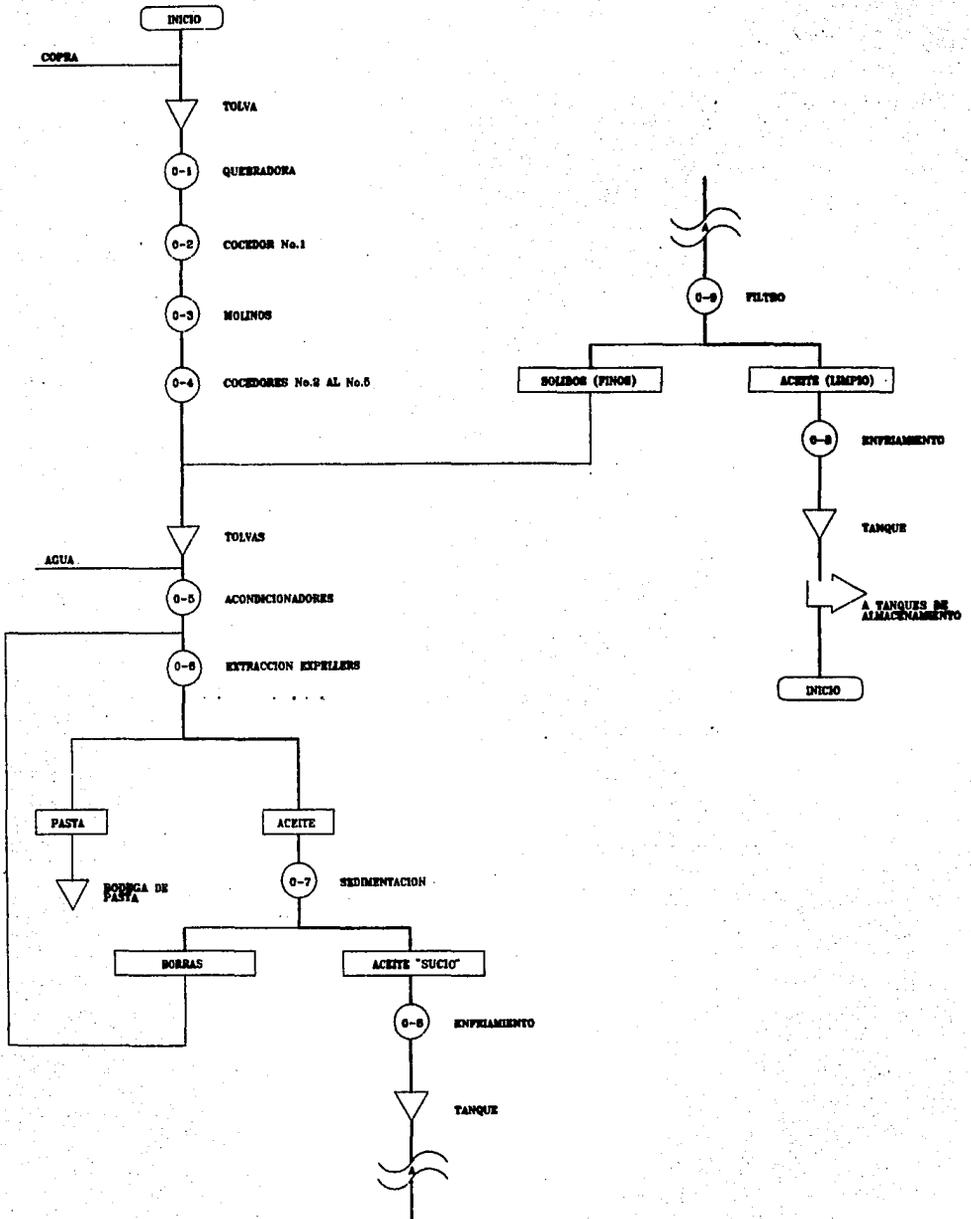


DIAGRAMA 4.2 PROCESO DE REFINACION

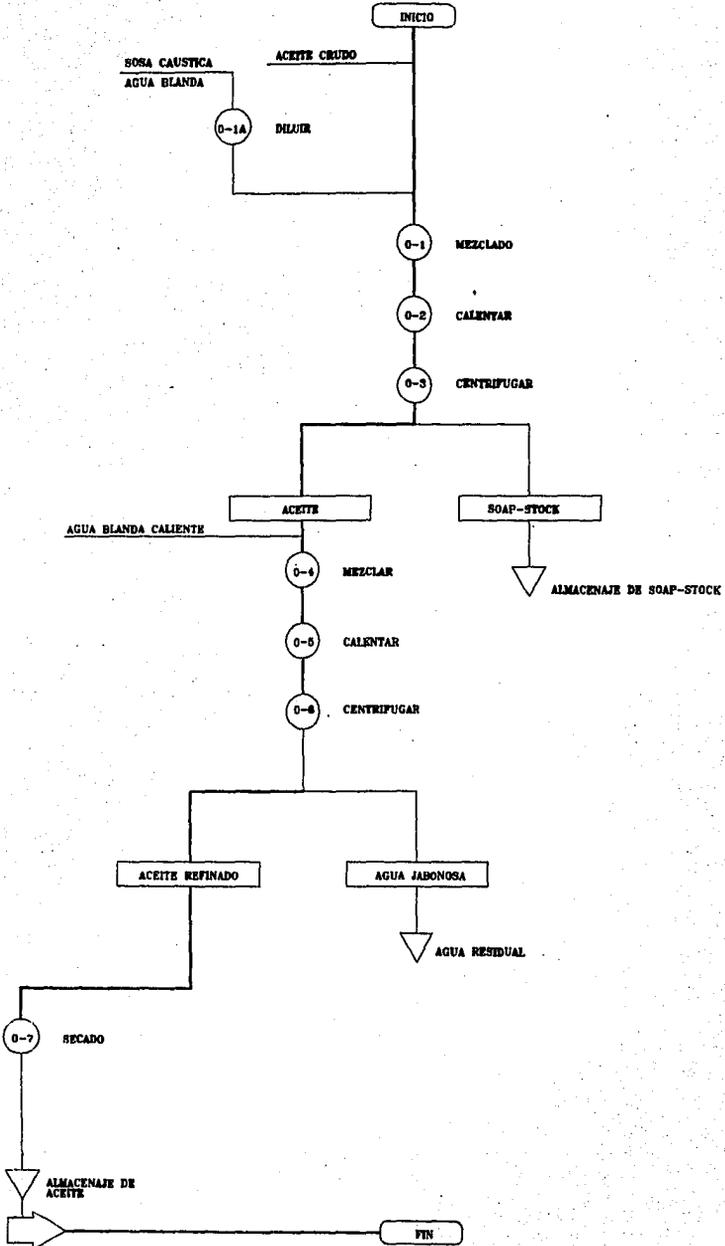


DIAGRAMA 4.3 PROCESO DE BLANQUEO

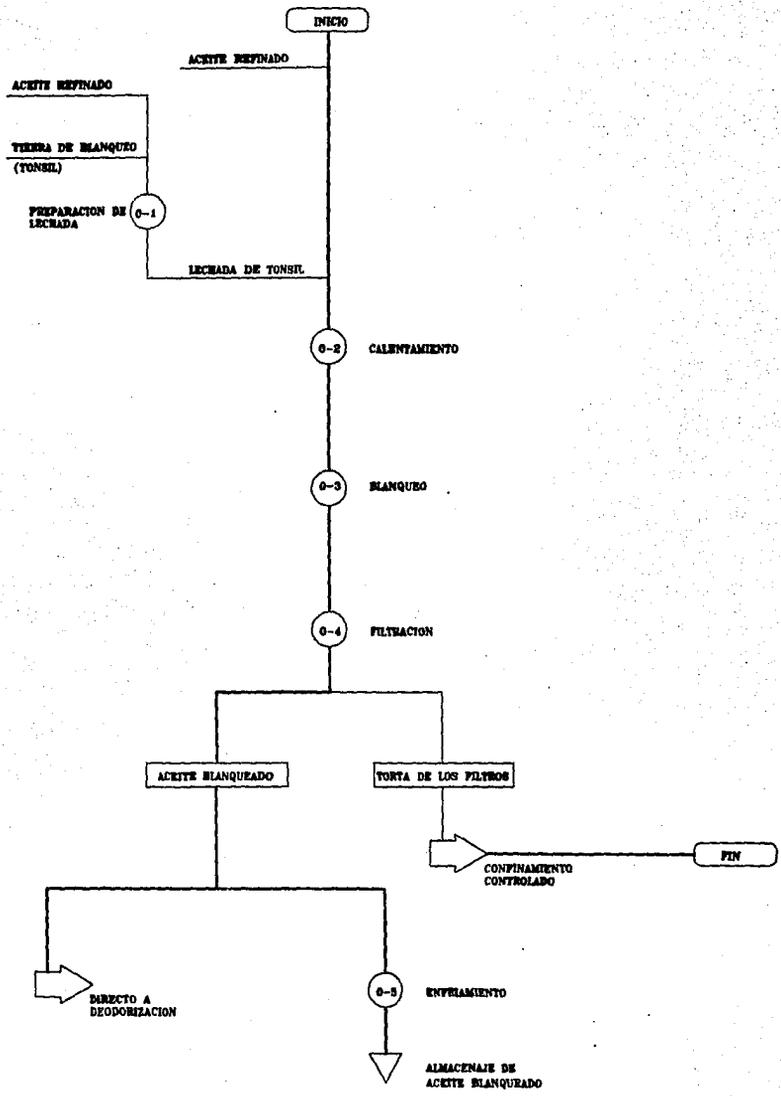


DIAGRAMA 4.4 PROCESO DE DESENCERADO

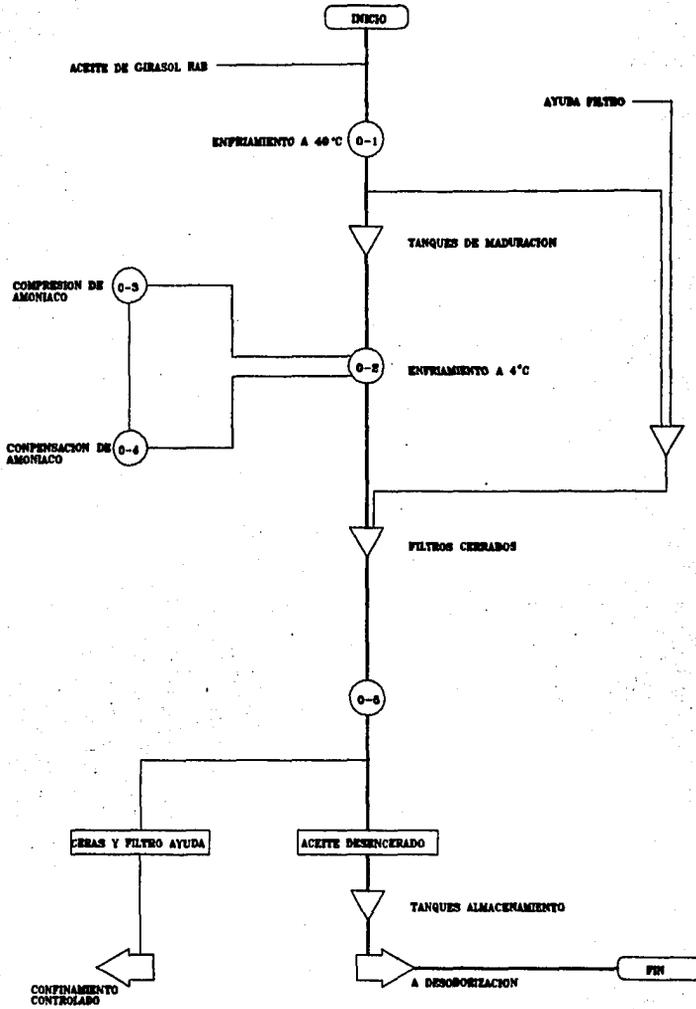


DIAGRAMA 4.5 PROCESO DE DEODORIZACION

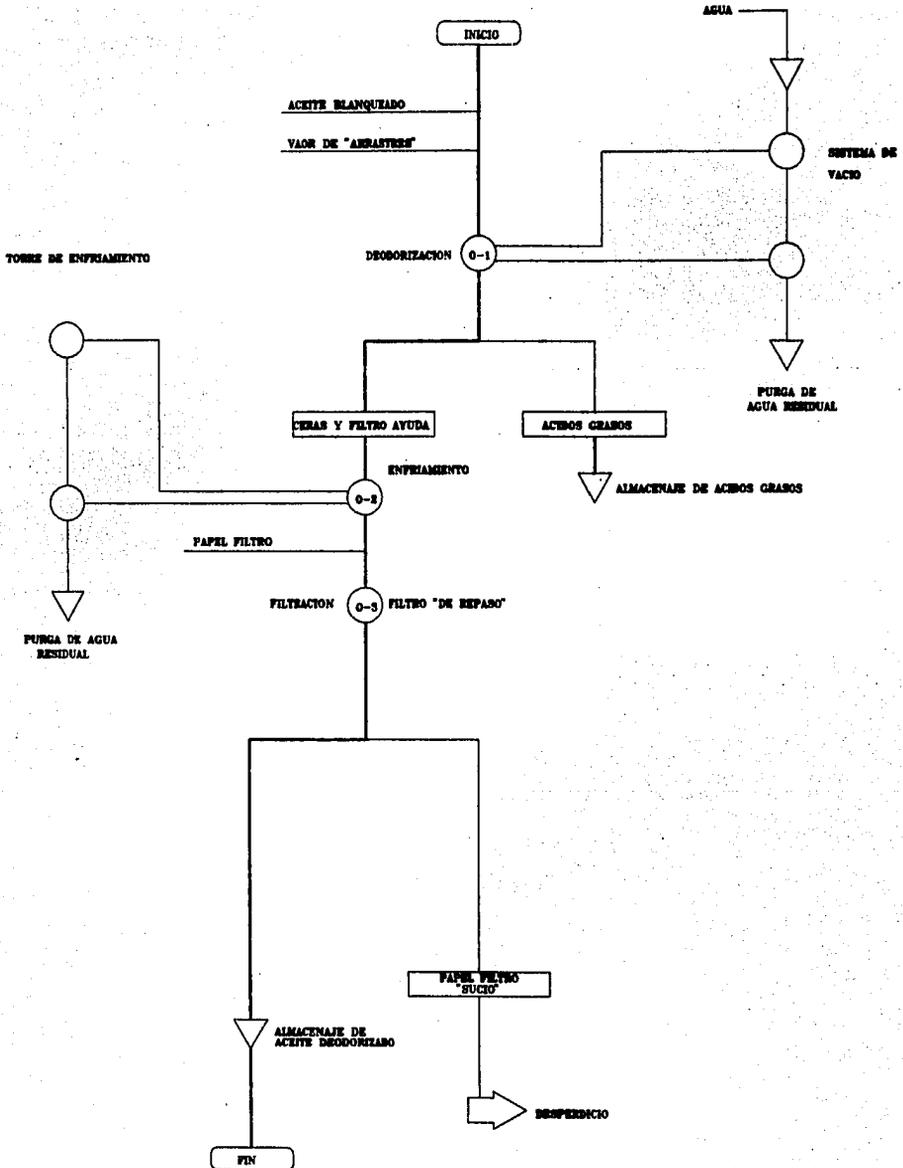


DIAGRAMA 4.6 PROCESO DE HIDROGENO

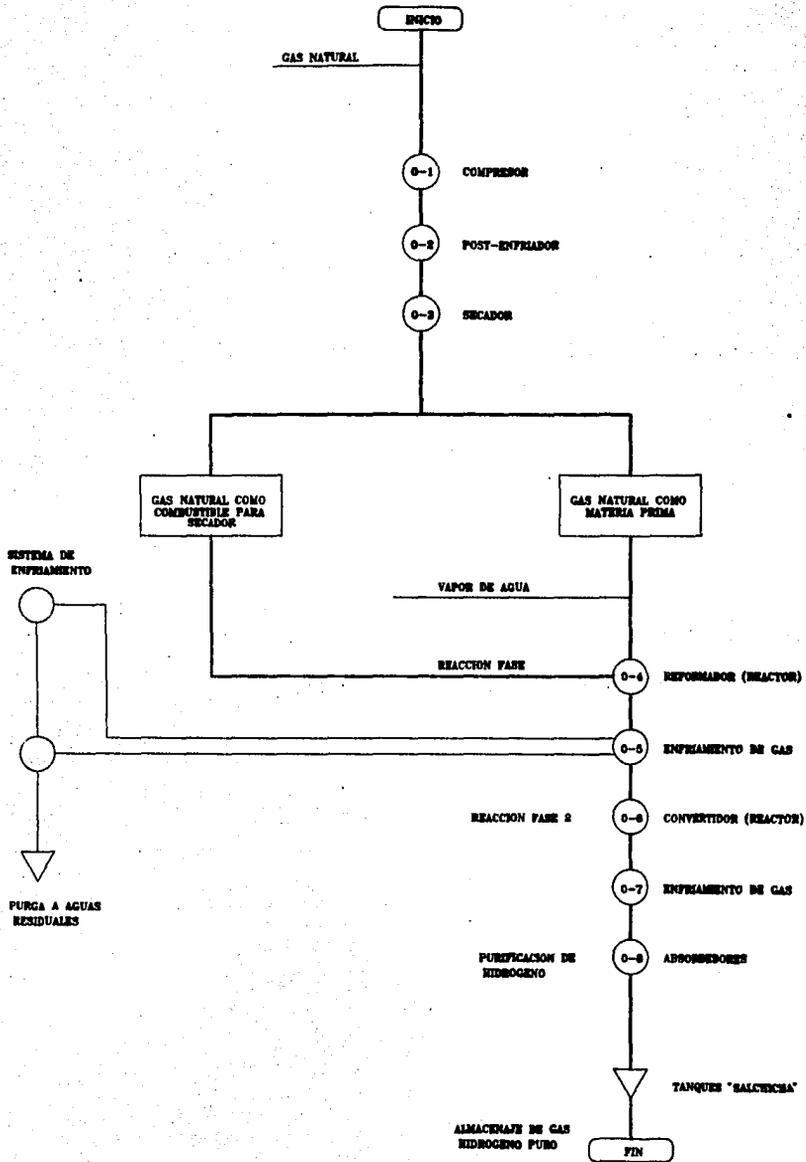


DIAGRAMA 4.7 PROCESO DE HIDROGENACION

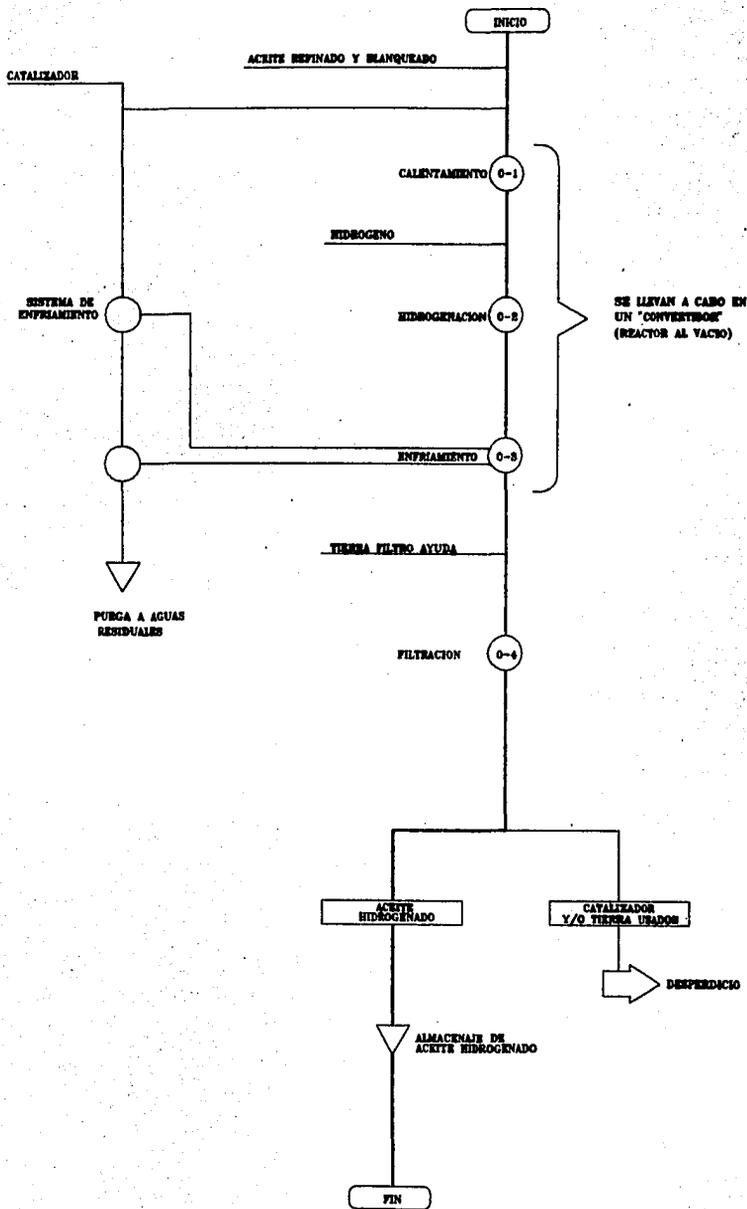
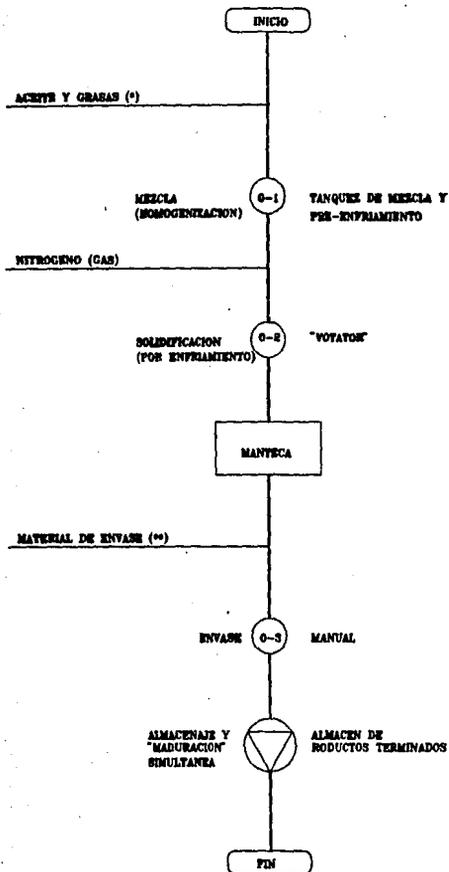


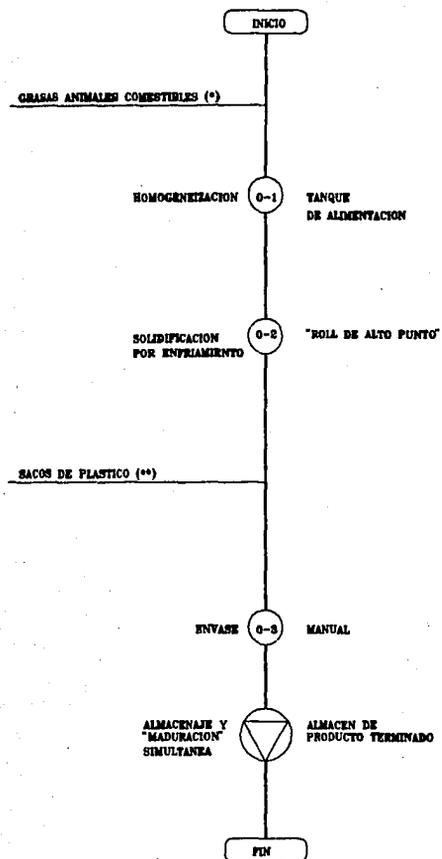
DIAGRAMA 4.8 PROCESO DE ENVASE DE GRASA



NOTAS:

- (*) REFINADOS, BLANQUEADOS, HIDROGENADOS Y DEODORIZADOS PREVIAMENTE
- (**) CASAS DE CARTON O LATAS PARA 10Kgs.

DIAGRAMA 4.9 PROCESO DE "ALTO PUNTO"



NOTAS:

(*) REFINADOS, BLANQUEADOS, Y DEDORIZADOS PREVIAMENTE

(**) SACOS PARA 25 Kg. DE PRODUCTO C/U

DIAGRAMA 4.10 PROCESO DE BOTELLAS Y TAPONES

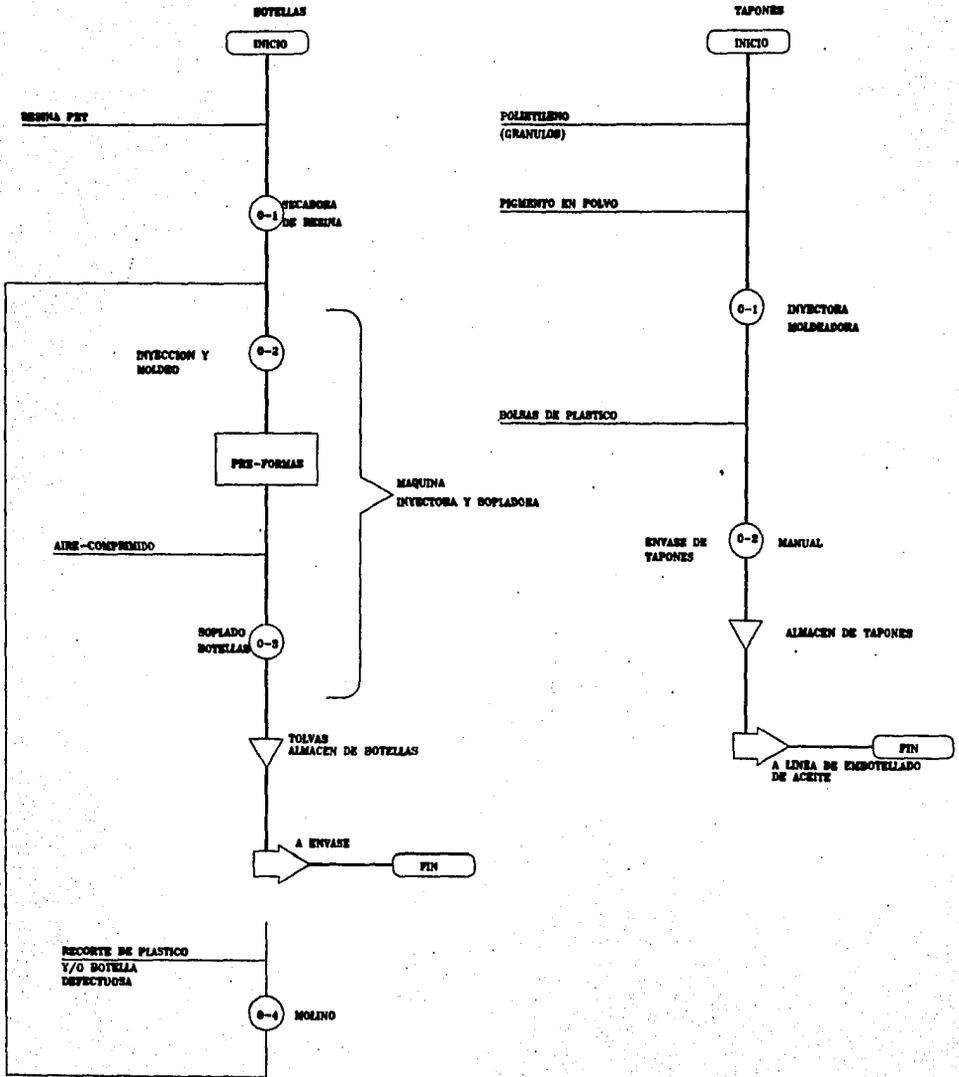
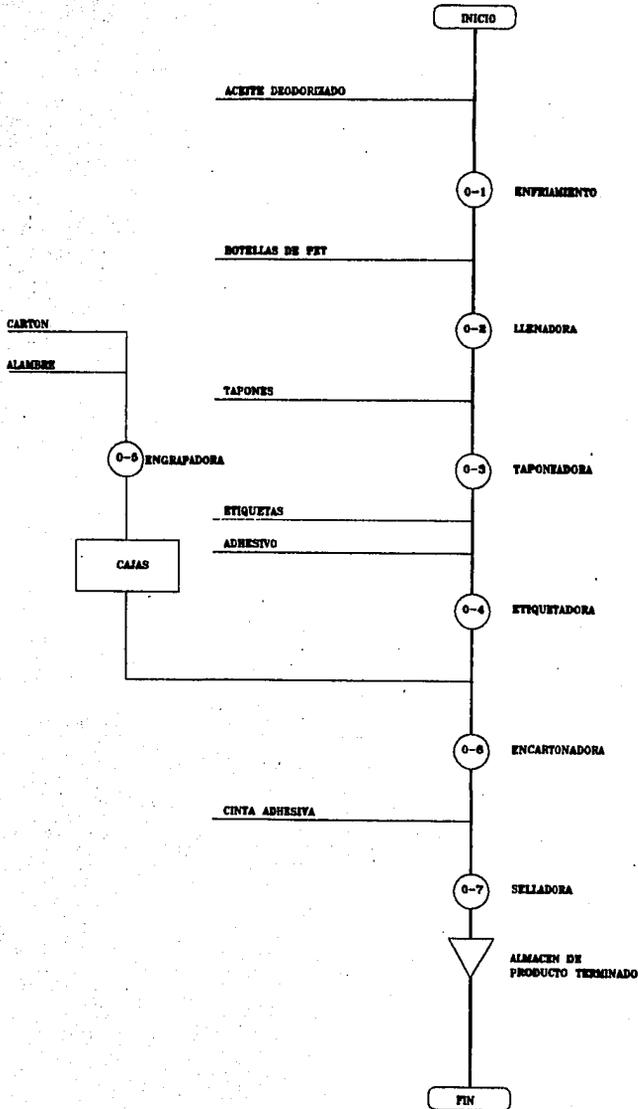


DIAGRAMA 4.11 PROCESO DE ENVASE DE ACEITE



4.2 SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA

La planta procesadora de aceite comestible, es una gran consumidora de energía eléctrica, cae dentro de la tarifa HM, es decir dentro de aquellos usuarios energía que demandan más de 1000 kw. La planta está situada en Tlalnepantla, Edo. de México y recibe el servicio de energía eléctrica en 23,000 volts.

En términos generales el estado del sistema eléctrico de la planta no es bueno. Las subestaciones, transformadores, tableros de distribución, sistemas de control, cables, motores, iluminación y demás sistemas eléctricos requieren de un mejor mantenimiento.

4.2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

Inmediatamente después de la acometida de la Cía. de Luz y Fuerza está el medidor de pulsos propiedad de la misma en alta tensión, en serie existe una cuchilla de paso de 600 amperes de operación sin carga, propia para desconectarse del suministro totalmente.

Un interruptor en pequeño volumen de aceite, hace las funciones de desconexión con carga de toda la planta y constituye la protección general de la misma. Todo esto está contenido en un gabinete NEMA 1.

Del interruptor general en pequeño volumen de aceite se derivan 6 transformadores que bajan la tensión de suministro a la tensión de trabajo. Los transformadores trabajando son:

El transformador 1 de 500 kva 23kv/440 volts está protegido con fusibles en media tensión de 20 amperes. y distribuye en baja tensión con interruptor general de 800 amperes con 1 solo derivado de 700 amp.

La protección del transformador 2 en alta tensión es también de 20 amperes, este transformador de 500 kva baja la tensión de 23,000 a 440 volts y tiene como interruptor general en baja tensión uno de 800 amperes con 1 derivado de 500 y uno de 300 amps. que dan servicio a los siguientes CCM:

interruptor de 500 amps. para ccm del proceso de copra 2
interruptor de 350 amps para jaulas, que deriva después al escape.

El transformador 3 es de 1000 kva 23000/440 volts, protegido con fusible de 40 amperes en alta tensión y tiene el siguiente tablero de distribución en baja tensión:

Interruptor general de 2000 amps.
1 derivado de 800 amperes para los ccm de las calderas.
1 derivado de 175 amperes que da servicio al taller mecánico.
1 derivado de 300 amps que dará servicio en lo futuro a un compresor.

Como se ve en el **DIAGRAMA 4.12**, el transformador 4 es de 1500 kva, protegido en alta por fusibles de 63 amps. dicho transformador da servicio a:

Howebaker
Hidrogenación
Blanqueo
Desodorización
Votator
Sistema de agua
Sharpless
Westfalia.

El transformador 6 de 225 kva, es el único de la planta que baja la tensión de 23000 volts a 220/127 volts y da servicio a las oficinas y al sistema de alumbrado.

El transformador 5 es también de 1500 kva, está protegido en alta por fusibles de 63 amps, posee cuchilla de desconexión con carga en alta tensión y tiene un tablero de distribución de baja tensión cuyo arreglo es el siguiente:

Interruptor General de 2000 amps.

1 derivado de 250 amps que dará servicio a refinación en el futuro.

1 derivado futuro de 225 amp. reservado para un nuevo proceso de blanqueo.

2 derivados de 800 amperes para los procesos de soplado y desodorización

1 derivado de 250 amps. para el proceso de desencerado

1 derivado de 150 amps para envasado.

1 derivado de 225 amperes del que se desprenden los procesos de acidulación y embotellado.

El DIAGRAMA 4.12 muestra en dos partes el diagrama unifilar principal de la planta. Los DIAGRAMAS 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 y 4.18 muestran los unifilares detallados de los transformador 1 a 6 respectivamente.

FIGURA 4.12

① SECCIONADOR BAJO CARGA O CON FUSIBLES DE ALTA CAPACIDAD
 OBTENIENDO VALOR INDICADO (DEL VECIO INTERIOR) (REG-20)

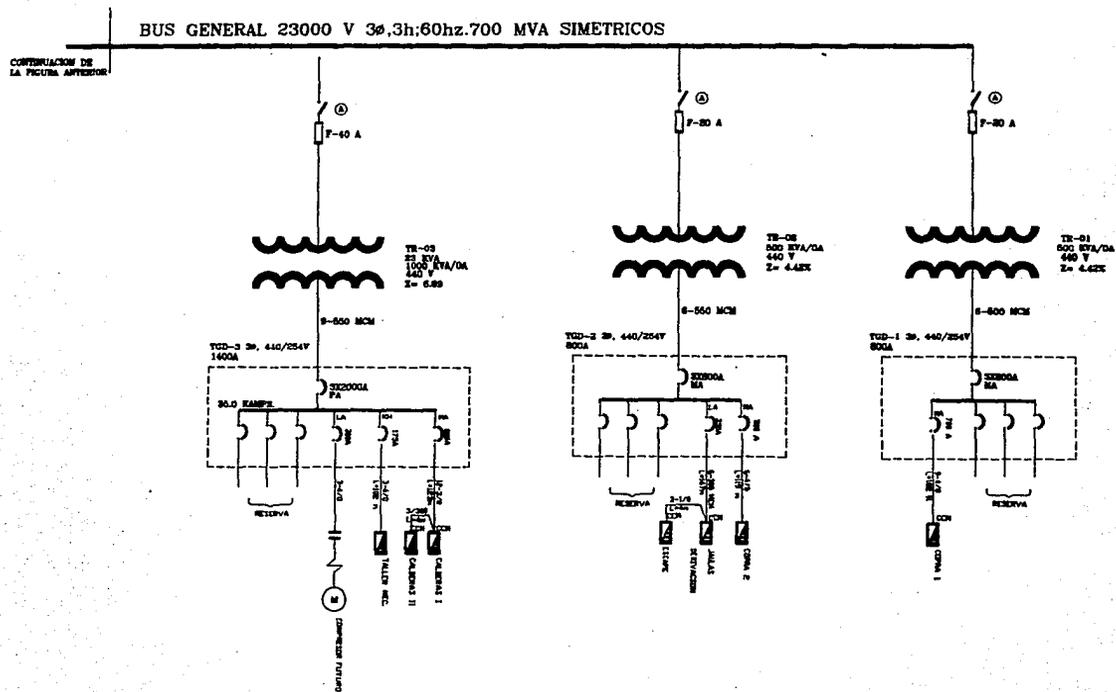


FIGURA 4.13

TRANSFORMADOR 1

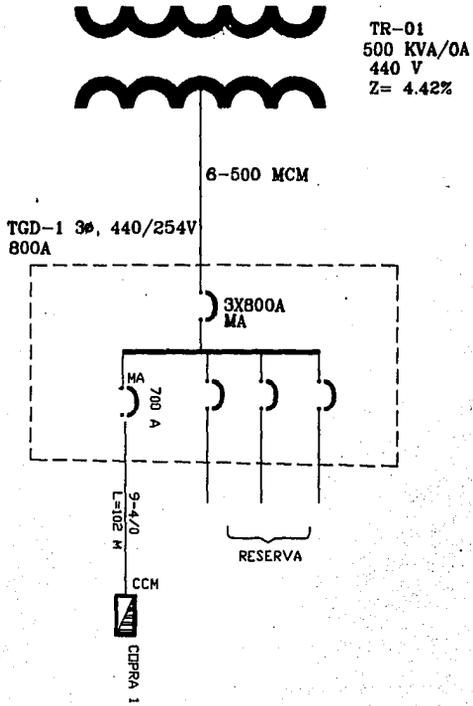


FIGURA 4.14
TRANSFORMADOR 2

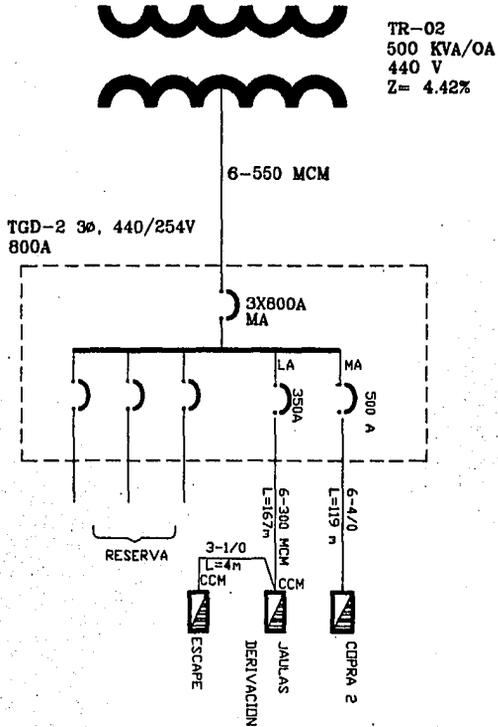


FIGURA 4.15
 TRANSFORMADOR 3

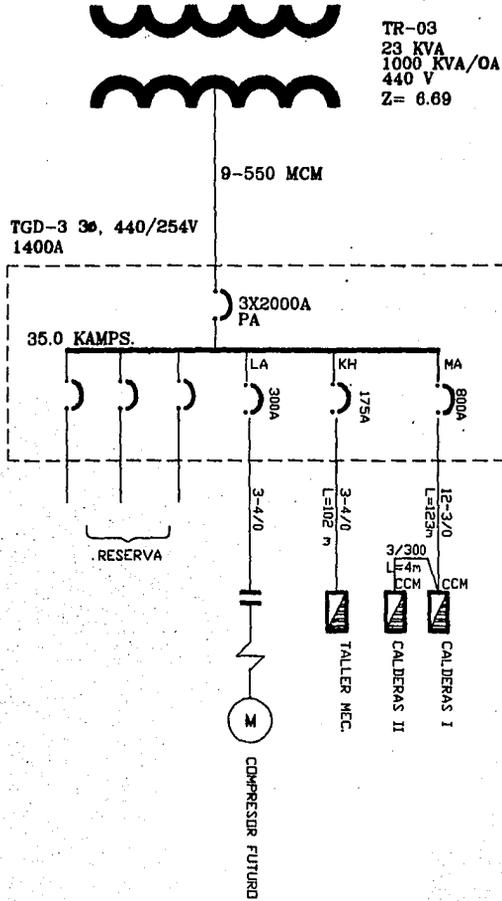


FIGURA 4.16

TRANSFORMADOR 4

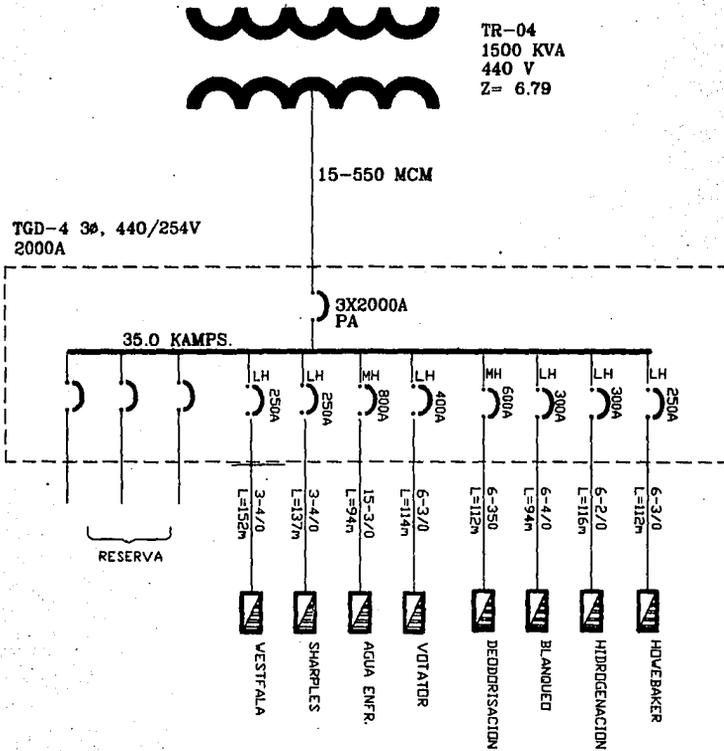


FIGURA 4.17

TRANSFORMADOR 5

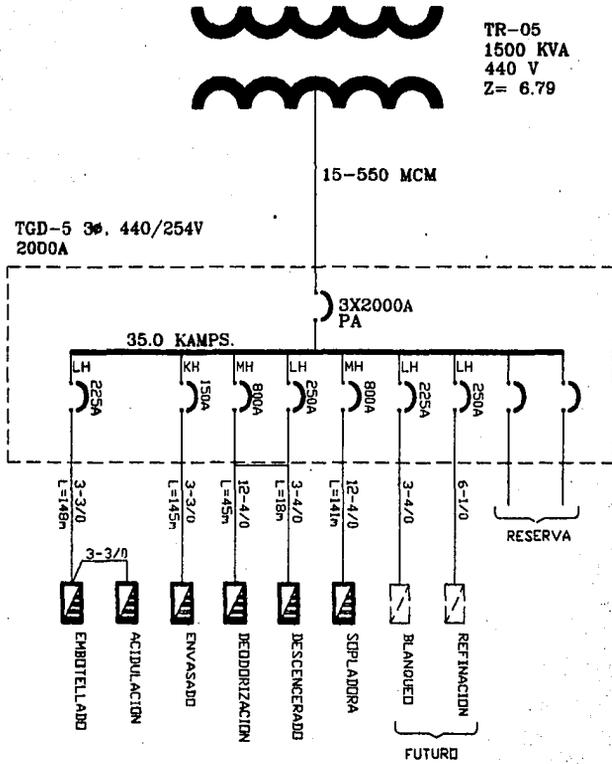
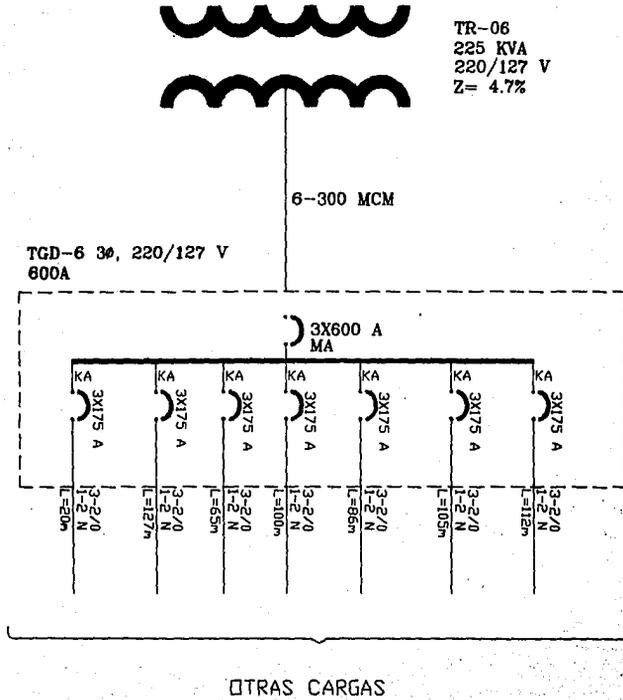


FIGURA 4.18

TRANSFORMADOR 6



4.3 CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

El objetivo de analizar los consumos de energía eléctrica en la planta es el de poder medir de alguna manera el índice energético actual así como el impacto que la energía eléctrica tiene en el costo del producto. Analizando los recibos vemos también oportunidades de ahorro de energía básicas, como el factor de potencia.

La planta procesadora de aceites demanda mas 1000 kw y recibe el servicio en media tensión, de acuerdo a la compañía suministradora, la tarifa aplicar es la hm.

Esta tarifa cobra básicamente los rubros de demanda facturable, consumo en período punta, consumo en período base y factor de potencia descritos en el capítulo del entorno energético en nuestro país.

En la TABLA 4.19 se presentan en forma resumida los datos de los recibos de Cfa. de Luz y Fuerza a lo largo de todo 1994. Debido a que el precio de la energía es distinto en período punta al de base, se exponen en la misma tabla estos conceptos separadamente. Los promedios de consumo y demanda así como los valores máximos mínimos son también analizados.

Resulta obvio del análisis de los recibos que el bajo factor de potencia promedio durante el año de 86.1% le ha costado a la compañía multas en exceso de los 55,000.00 nuevos pesos anuales. Por otro lado la relación de demanda punta contra base es relativamente buena.

Ya que la planta trabaja tres turnos en forma continua podemos suponer que el pequeño incremento de apenas 31kw en promedio anual, bien puede ser derivado de consumos no importantes para la planta, y en los que no puede hacerse gran cosa por ahorrar energía. Por otro lado el factor de carga de la planta se muestra en la TABLA 4.20.

4.4. DATOS HISTÓRICOS DE PRODUCCIÓN

Es difícil, aún como consultor, conseguir la cifras de producción, sin embargo se sabe que el porcentaje de consumo de energía eléctrica en relación a las ventas es de alrededor de 4%. Tomando este dato como confiable y estimando el precio del litro de aceite producido por esta compañía en N\$ 4.25.00 podemos establecer que las unidades producidas fueron de:

$$(\text{promedio del recibo}/.04)/4.25 = \text{litros producidos}$$

Si el promedio del recibo fue de: N\$ 202,245/1.1 = n\$ 183,859

entonces la producción oscila en alrededor de: 1,081,524 litros de aceite mensuales.

4.5 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE ENERGÉTICO ACTUAL.

Para poder medir eficazmente el ahorro de energía alcanzado con la implementación de medidas propuestas, es indispensable establecer el índice energético actual. Esto servirá para monitorear posteriormente las mejoras alcanzadas.

Uno de los problemas al implementar medidas es que no necesariamente el recibo de la compañía suministradora bajará. Podemos estar consumiendo la misma energía y quizá produciendo más y mejor. El índice energético nos sirve como un parámetro fiable para poder medir resultados.

Si la producción anual fue de 12,978,288.00 litros y el consumo de energía fue en período punta de (141,209 x 12) y en período base de (850718 x 12) entonces el índice energético actual es de:

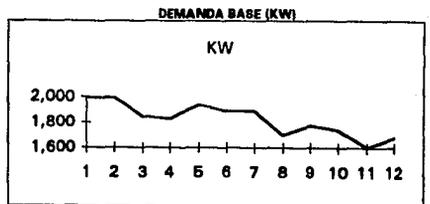
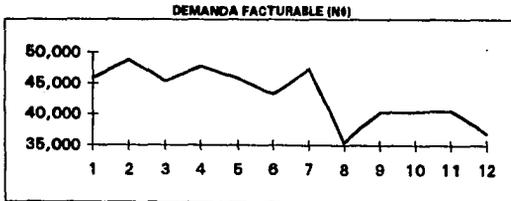
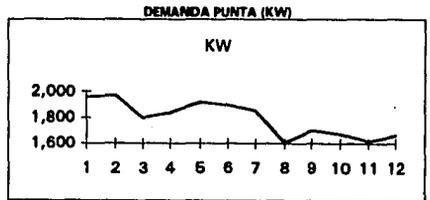
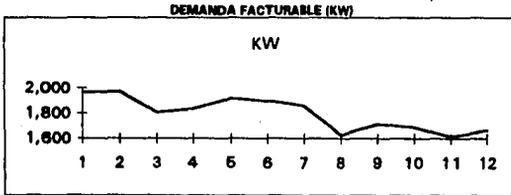
$$(1,694,508 + 10208,616)/1,081,524 = 11.004 \text{ kwh/litro.}$$

**TABLA 4.19
FACTURACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA 1994**

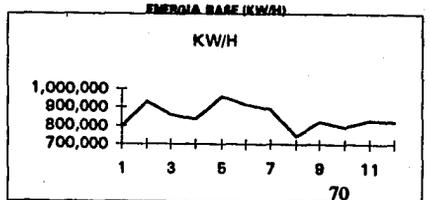
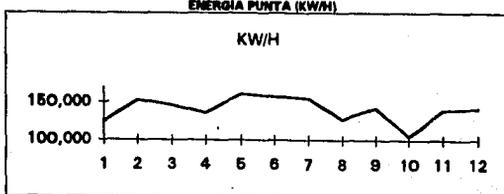
Periodo	Energía				Demanda				Factor de Potencia		Ajuste X Var.	Total C/VA	
	Punta		Base		Punta	Base		Facturable			Combust	C/VA	
	KW/H	Nº	KW/H	Nº	KW	KW	KW	Nº		Nº		Nº	
12/8/93	1/7/94	124,730	25,096	796,216	100,124	1,967	1,998	1,966	46,919	0.864	5,369	1,824	186,268
1/7/94	2/7/94	153,264	30,837	930,703	117,036	1,971	1,993	1,976	48,846	0.845	7,375	4,294	211,264
2/7/94	3/7/94	146,577	19,491	862,122	108,412	1,797	1,846	1,807	45,370	0.869	3,796	2,209	198,585
3/7/94	4/1/94	136,086	27,380	837,189	106,277	1,838	1,827	1,838	47,747	0.838	7,884	380	198,874
4/1/94	5/1/94	161,849	32,564	959,286	120,630	1,917	1,934	1,921	46,816	0.849	7,249	4,283	224,751
5/1/94	6/9/94	157,761	31,742	916,109	115,201	1,898	1,880	1,898	43,296	0.865	4,803	7,243	221,160
6/9/94	7/1/94	156,732	31,333	892,071	112,178	1,868	1,897	1,863	47,429	0.872	3,796	8,267	220,236
7/1/94	8/8/94	127,791	25,712	744,009	93,559	1,606	1,701	1,626	35,424	0.863	4,140	10,592	180,553
8/8/94	9/7/94	143,093	28,810	823,799	103,593	1,701	1,777	1,717	40,416	0.871	3,630	13,398	203,427
9/7/94	10/7/94	106,500	21,227	793,807	99,821	1,576	1,742	1,690	40,481	0.870	3,518	12,721	180,536
10/7/94	11/8/94	139,771	28,122	832,203	104,650	1,616	1,602	1,616	40,596	0.864	4,413	8,516	197,681
11/8/94	12/8/94	142,360	28,643	821,106	103,254	1,665	1,683	1,669	36,936	0.872	3,330	5,972	193,639

Máximo	181,849	32,564	959,286	120,630	1,971	1,998	1,976	48,846	0.872	7,884	13,399	224,751
Mínimo	105,500	19,491	744,009	93,559	1,606	1,602	1,616	35,424	0.838	3,330	380	180,553
Promedio	141,209	27,580	850,718	106,978	1,792	1,823	1,799	43,189	0.861	4,942	6,641	202,246

DEMANDA (KW)

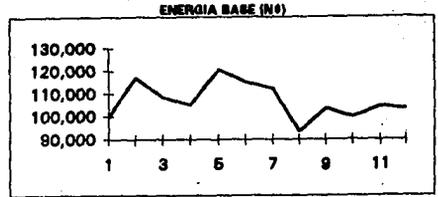
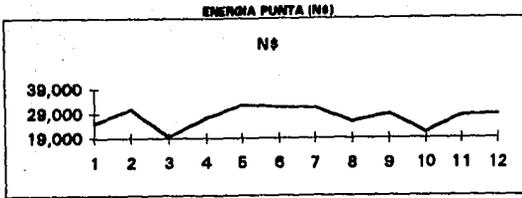


ENERGÍA (KW/H)

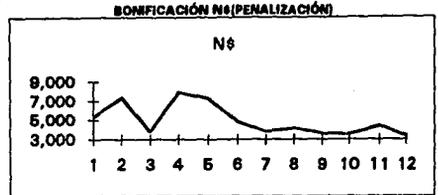
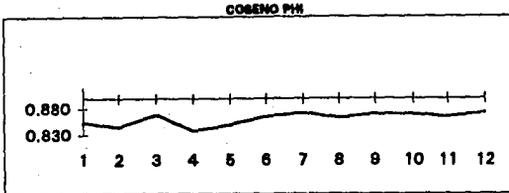


GRAFICA 4.20

ENERGÍA (KW/H)



FACTOR DE POTENCIA



MONTO TOTAL DE LA FACTURA INCLUYENDO EL I.V.A.

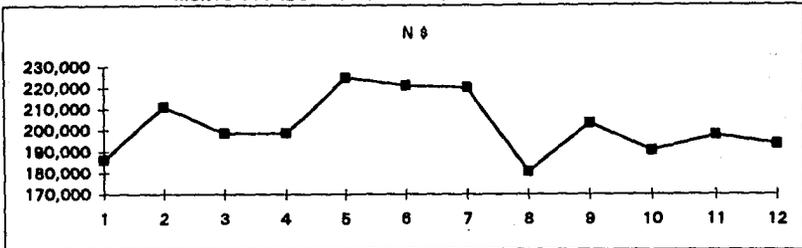


TABLA 4.21
FACTOR DE CARGA DE LA PLANTA

Periodo		Energía total Consumida KWH	Días Entre Mediciones	Demanda		F.C. %
DEL	AL			Promedio	Max. registrado	
12/8/93	1/7/94	920,946	30	1,279	1999	84%
1/7/94	2/7/94	1,083,967	31	1,457	1993	73%
2/7/94	3/7/94	1,008,699	28	1,501	1845	81%
3/7/94	4/11/94	973,274	35	1,159	1839	83%
4/11/94	5/11/94	1,121,135	30	1,557	1934	81%
5/11/94	6/9/94	1,073,870	29	1,543	1898	81%
6/9/94	7/11/94	1,047,803	32	1,384	1887	72%
7/11/94	8/8/94	871,800	28	1,287	1701	76%
8/8/94	9/7/94	866,892	30	1,343	1777	76%
9/7/94	10/7/94	899,307	30	1,249	1742	72%
10/7/94	11/8/94	871,974	32	1,268	1818	78%
11/8/94	12/8/94	863,465	30	1,338	1883	80%
Valor Máximo		1,121,135		1,557	1,998	81%
Valor Mínimo		871,800		1,159	1,818	83%
Promedio		991,928		1,303	1,828	75%

CAPÍTULO 5

MEDICIONES ELÉCTRICAS.

5.1. EQUIPO UTILIZADO.

Para la realización del estudio fue necesario llevar a cabo mediciones eléctricas en los sistemas de fuerza de la planta. El equipo utilizado estas mediciones fue el siguiente:

5.1.1. MULTIMEDIDOR ELCONTROL VIP SYSTEM 3.

Este equipo puede medir todas las variables eléctricas de demanda y consumo requeridas para el estudio, así como también distorsión de armónicas. A continuación se describe brevemente la capacidad de medición del equipo:

Mediciones Instantáneas por fase y trifásicas de:

- corriente (amperes)
- voltaje (volts)
- factor de potencia ($\cos \theta$)
- potencia aparente (kva)
- potencia reactiva (kvar)
- potencia activa (kw)
- factor de distorsión (%)

Acumuladores por fase y trifásicos

- energía activa kwh
- energía reactiva kvarh
- energía aparente kvah

Además, cuenta con la función de registro de valores máximos de cualquiera de los parámetros que pueden ser medidos en forma instantánea. En la TABLA 5.1 se muestra un reporte típico de este equipo.

Se utilizaron también, amperímetros de gancho, multímetros digitales, y medidores de flujo de agua no invasivos, del tipo ultrasónico.

5.1.2 METODOLOGÍA DE LAS MEDICIONES Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS A MEDIR.

Después de haber levantado los diagramas unifilares y de haber actualizado los mismos, se realizaron las mediciones en los 6 transformadores descritos anteriormente.

Debido al problema de bajo factor de potencia detectado en los recibos de Cfa. de Luz y Fuerza y corroborado en las mediciones instantáneas de los transformadores, se decidió medir durante 24 horas en los transformadores cuyo voltaje secundario es de 440 volts, para estudiar mas a fondo el factor de potencia y observar si hay variaciones fuertes de carga durante el tiempo mencionado, para hacer recomendaciones más adecuadas.

El paso siguiente fue, levantar un censo completo de los motores de la planta, apoyándonos en los diagramas unifilares.

TABLA 6.1

REPORTE DE MEDICIONES EL CONTROL-VIP SYSTEM 3

Overall	6/26/95	12:34:56
Frecuencia		60 HZ

Corriente

FASE	L1	L2	L3	3F	N
AMPS	8.29	8.44	8.25	8.325	0.245

Voltaje

FASE	1N	2N	3N	3F
VOLTS	271.2	271.9	270.8	469.8
FASE	12	23	31	
VOLTS	470.3	469.8	469.2	

Factor de Potencia

FASE	L1	L2	L3	3F
COS PHI	0.799	0.778	0.794	0.79

Potencia Activa

Fase	Instantánea	Promedio	Máxima	
L1	1786	1760.08	1867.84	w
L2	1786	1750.28	1857.44	w
L3	1772	1736.56	1842.88	w
3F	5354	5246.92	5568.16	w

Potencia Aparente

Fase	Instantánea	Promedio	Máxima	
L1	2248	2203.04	2337.92	va
L2	2295	2249.1	2386.8	va
L3	2232	2187.36	2321.28	va
3F	6774	6638.52	7044.96	va

Potencia Reactiva

Fase	Instantánea	Promedio	Máxima	
L1	1352	1324.96	1406.08	var
L2	1441	1412.18	1498.64	var
L3	1357	1329.86	1411.28	var
3F	4150	4067	4316	var

Factor de Distorsión

Fase	Instantánea	Promedio	Máxima	
L1	3.34	3.2732	3.4738	%
L2	3.12	3.0576	3.2448	%
L3	3.15	3.087	3.276	%
3F	3.2	3.136	3.328	%

	KWH	KVARH	COSPHI
L1	1.2	0.92	0.793608361
L2	1.4	1.13	0.77815013
L3	1.1	0.92	0.76707687
3F	3.7	2.97	0.779839618

El censo completo de los motores ordenado por H.P. se encuentra en la TABLA 5.2

El resultado del censo arroja que hay en planta 363 motores instalados cuya capacidad nominal total es de 5800.5 h.p. es decir 4325.43 kw. La capacidad promedio de los motores es de 15.98 h.p.. El motor más grande es de 200 h.p. y el mas pequeño de 0.25 h.p.

Dicho censo fue cargado a una base de datos y analizado estadísticamente con ayuda de la computadora, arrojando los resultados descritos en la TABLA 5.3

Debido a que el objetivo principal de la tesis es la optimización de los sistemas electromotrices para el aumento de la productividad, nos enfocamos básicamente al estudio de la sustitución de motores actuales por motores del tipo alta eficiencia, y al análisis de la aplicación de variadores de velocidad en sistemas de par variable.

Para realizar un diagnóstico confiable es primordial medir los parámetros eléctricos en los motores. No es posible hacer el estudio suponiendo que los motores están trabajando al 100% de carga puesto que, generalmente los motores están sobredimensionados. Además, la eficiencia disminuye en estos casos y puede afectar considerablemente los cálculos de ahorro y por lo tanto, los tiempos de amortización.

De acuerdo al resumen de motores mostrado en la TABLA 5.3, se puede decir que el 23% de los motores demandan el 88% de la energía. Debido a esto y para efectos prácticos se decidió medir en todos aquellos motores que fueran superiores a 10 h.p. (104 motores en total). El resto de los motores debido a su baja potencia no son atractivos económicamente, por lo que no son objeto de estudio.

En la TABLA 5.3 se puede ver también que 193 de los 363 motores existentes mueven cargas de par variable en los que se pueden conseguir ahorros interesantes de acuerdo a lo descrito en el capítulo de consideraciones teóricas.

Para llevar a cabo un estudio profundo de los ahorros que pueden alcanzar por la instalación de variadores de velocidad; es necesario medir durante 24 horas el comportamiento de la carga, para analizar detalladamente la variación de la misma respecto al tiempo, sin embargo no sería práctico medir en los 163 motores de par variable.

Por esta razón se llevó a cabo una encuesta en la que se cuestionó a los operadores de las máquinas sobre los procesos de par variable en los que había mas del 10% de variación de carga durante el día. Se concluyó que valía la pena medir en 16 motores que demandan 480 h.p.. Descritos en la TABLA 5.4. El resto de los motores, es decir, aquellos donde la variación de carga no es importante no se incluyen en los cálculos ni resultados.

5.1.3 MEDICIONES EN TRANSFORMADORES.

Las primeras mediciones deben ser siempre las mediciones en transformadores y/o tableros generales, para corroborar los datos de los recibos de Cía. de Luz y poder establecer si el censo es relativamente confiable, así como poder definir los factores de carga de los transformadores.

Utilizando el multimetedor system 3, se realizaron las mediciones instantáneas en los transformadores 1 a 6

Los resultados se muestran en las TABLAS 5.5 y 5.6 y el resumen en la TABLA 5.7

En dichas tablas se puede observar lo siguiente:

Transformador 1.

Se encuentra al 19% de carga

El voltaje secundario es de 474.63 volts, es decir, 7.9% arriba del nominal de 440 volts.

El factor de potencia está en 88%, abajo del mínimo permitido para no ser penalizados (90%)

No se tienen armónicas presentes (0.07%)

**TABLA 5.3
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
ORDENADO POR POTENCIA NOMINAL.**

N°	TRANSFORMADOR	CCM	DESCRIPCIÓN	PAR	POTENCIA NOMINAL		VEL. NOM. (RPM)	TENS. NOM. VOLTS	CORR. NOM. AMPS	EFICIENCIA NOM. (%)	E.F. (%)
					(HP)	(KW)					
192	3	CALDERAS 2,	BOMBAS CALDERAS?	VARIABLE	0.25	0.19	3400	440	3.1	69.0%	93.0%
193	3	CALDERAS 2	BOMBAS CALDERAS?	VARIABLE	0.25	0.19	3400	440	3.1	69.0%	93.0%
CANTIDAD DE MOTORES					2	0.5	0.37		6.2		
36	4	HIDROGENACION	AGITADOR TANQUE CATALIZ	CONSTANTE	0.5	0.37	1635	440	1.3	62.0%	75.0%
50	4	HIDROGENACION	AGITADOR TANQUE CATALIZ	CONSTANTE	0.5	0.37	1635	440	1.3	62.0%	75.0%
72	4	HOME-BAKER	AGITADOR TANQUE CATALIZADOR	CONSTANTE	0.5	0.37	1635	440	1.3	62.0%	75.0%
25	4	WESTFALIA	BOMBA DOSIFICADORA	VARIABLE	0.5	0.37	3400	440	1.3	69.0%	93.0%
26	4	WESTFALIA	BOMBA DOSIFICADORA	VARIABLE	0.5	0.37	3400	440	1.3	69.0%	93.0%
181	3	CALDERAS	DOSIFICADOR	CONSTANTE	0.5	0.37	3400	440	1.3	69.0%	93.0%
CANTIDAD DE MOTORES					6	3	2.24		7.8		
162	5	EMBOTELLADO	AGITADOR TANQUE DECALITE	CONSTANTE	1	0.75	1730	440	2	89.0%	66.0%
83	4	HOME-BAKER	BOMBA AGUA COMP.	VARIABLE	1	0.75	3300	440	2.6	69.0%	91.0%
54	4	VOTATOR	BOMBA COMPRESOR	VARIABLE	1	0.75	3300	440	2	69.0%	91.0%
312	4	SHARPLESS	BOMBA DE AGUA LAVADORA	VARIABLE	1	0.75	3300	440	2	69.0%	91.0%
161	5	EMBOTELLADO	BOMBA MOTNO	VARIABLE	1	0.75	3300	440	2	69.0%	91.0%
190	3	CALDERAS 2	BOMBAS CALDERAS?	VARIABLE	1	0.75	3300	440	3.4	69.0%	91.0%
191	3	CALDERAS 2	BOMBAS CALDERAS?	VARIABLE	1	0.75	3300	440	3.4	69.0%	91.0%
201	3	CALDERAS 2	EXTRACTOR SUBESTACION	CONSTANTE	1	0.75	1730	440	3.4	81.0%	90.0%
308	2	COPRA 2	GURANO DE LODOS	CONSTANTE	1	0.75	1730	440	2	81.0%	90.0%
256	4	BLANQUEO	LUBRICACION BELLAS	CONSTANTE	1	0.75	1730	440	2	81.0%	90.0%
167	5	EMBOTELLADO	TRANSPORTADOR	CONSTANTE	1	0.75	1730	440	2	81.0%	90.0%
CANTIDAD DE MOTORES					11	11	8.29		26.8		
24	4	WESTFALIA	BOMBA ACEITE SECADO	VARIABLE	1.5	1.12	3500	440	2.5	78.0%	86.0%
69	4	VOTATOR	BOMBA CONDENSADOR	VARIABLE	1.5	1.12	3500	440	2.6	78.0%	86.0%
81	4	HOME-BAKER	BOMBA CONDENSADOR	VARIABLE	1.5	1.12	3500	440	2.6	78.0%	86.0%
82	4	HOME-BAKER	BOMBA CONDENSADOR	VARIABLE	1.5	1.12	3500	440	2.6	78.0%	86.0%
320	4	SHARPLESS	BOMBA DE AGUA MANIOBRA	VARIABLE	1.5	1.12	3500	440	2.6	78.0%	86.0%
321	4	SHARPLESS	MEZCLADOR DE REFINACION	CONSTANTE	1.5	1.12	1715	440	2.6	77.0%	72.0%
272	1	COPRA 1	RASTRA	CONSTANTE	1.5	1.12	1715	440	2.6	77.0%	72.0%
188	3	CALDERAS 2	TALADRO	CONSTANTE	1.5	1.12	1715	440	4.8	77.0%	72.0%
168	5	EMBOTELLADO	TRANSPORTADOR	CONSTANTE	1.5	1.12	1715	440	2.6	77.0%	72.0%
139	5	ENVASADO	TRANSPORTADORA BANDA	CONSTANTE	1.5	1.12	1715	440	2.6	77.0%	72.0%
160	5	ENVASADO	TRANSPORTADORA BANDA	CONSTANTE	1.5	1.12	1715	440	2.6	77.0%	72.0%
235	4	BLANQUEO	VENTILADOR	VARIABLE	1.5	1.12	1715	440	2.6	77.0%	72.0%

**TABLA 5.2
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
ORDENADO POR POTENCIA NOMINAL**

N°	TRANSFORMADOR	CCM	DESCRIPCIÓN	PAR	POTENCIA NOMINAL		VEL. NOM. (RPM)	TENS. NOM. VOLTS	CORR. NOM. AMPS	EFICIENCIA NOM. (%)	E.P. (%)
					(H.P.)	(KW)					
236	4	BLANQUEO	VENTILADOR	VARIABLE	1.5	1.12	1715	440	2.6	77.0%	72.0%
66	4	VOTATOR	VENTILADOR CHILLER	VARIABLE	1.5	1.12	1715	440	2.6	77.0%	72.0%
CANTIDAD DE MOTORES					14		21	15.66		38.5	
123	5	DEODORIZACION 1	AGITADOR	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	3.4	77.0%	83.0%
43	4	HIDROGENACION	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	2	1.49	1750	440	3.4	77.0%	83.0%
46	4	HIDROGENACION	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	2	1.49	1750	440	3.4	77.0%	83.0%
30	4	WESTFALIA	BOMBA	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.5	80.0%	90.0%
34	4	WESTFALIA	BOMBA ACEITE	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.4	80.0%	90.0%
31	4	WESTFALIA	BOMBA ACEITE CRUDO	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.5	80.0%	90.0%
184	3	CALDERAS 2	BOMBA CALENTADOR	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.4	80.0%	90.0%
185	3	CALDERAS 2	BOMBA CALENTADOR	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.4	80.0%	90.0%
206	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA DEL DEAREADOR	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.4	80.0%	90.0%
207	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA DEL DEAREADOR	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.4	80.0%	90.0%
317	4	SHARPLESS	BOMBA DEL DOSIFICADOR	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.4	80.0%	90.0%
124	5	DEODORIZACION 1	BOMBA SIST. OXIDANTE	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.4	80.0%	90.0%
125	5	DEODORIZACION 1	BOMBA SIST. OXIDANTE	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.4	80.0%	90.0%
208	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA SUAVIZADOR	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.4	80.0%	90.0%
209	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA SUAVIZADOR	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.4	80.0%	90.0%
322	4	SHARPLESS	BOMBA TANQUE	VARIABLE	2	1.49	3510	440	3.4	80.0%	90.0%
189	3	CALDERAS 2	BOMBAS CALDERAS?	VARIABLE	2	1.49	3510	440	6	80.0%	90.0%
198	3	CALDERAS 2	BOMBAS CALDERAS?	VARIABLE	2	1.49	3510	440	6	80.0%	90.0%
199	3	CALDERAS 2	BOMBAS CALDERAS?	VARIABLE	2	1.49	3510	440	6	80.0%	90.0%
246	4	BLANQUEO	GUSANO CARGA FILTRO	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	3.4	77.0%	83.0%
247	4	BLANQUEO	GUSANO CARGA FILTRO	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	3.4	77.0%	83.0%
288	1	COPRA 1	GUSANO ELEVADOR	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	3.4	77.0%	83.0%
261	1	COPRA 1	GUSANO LODO	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	3.4	77.0%	83.0%
262	1	COPRA 1	GUSANO LODO	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	3.4	77.0%	83.0%
232	4	SISTEMA DE AGUA	GUSANO ORSC. FILTROS	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	3.4	77.0%	83.0%
316	4	SHARPLESS	MEZCLADOR REFINACION	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	3.4	77.0%	83.0%
315	4	SHARPLESS	PROD. ACEITE REFINADO	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	3.4	77.0%	83.0%
342	4	DEODORIZACION	TANQUES DE BLANQUEO	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	3.4	77.0%	83.0%
194	3	CALDERAS 2	TORNO	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	6	77.0%	83.0%
195	3	CALDERAS 2	TORNO	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	6	77.0%	83.0%
196	3	CALDERAS 2	TORNO	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	6	77.0%	83.0%
197	3	CALDERAS 2	TORNO	CONSTANTE	2	1.49	1675	440	6	77.0%	83.0%
CANTIDAD DE MOTORES					32		64	47.72		127.2	
%											
37	4	HIDROGENACION	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%

TABLA 5.1
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
ORDENADO POR POTENCIA NOMINAL

N°	TRANSPOR- TADOR	CCM	DESCRIPCIÓN	FAR	POTENCIA NOMINAL		VEL. NOM. (RPM)	TENS. NOM. VOLTS	CORR. NOM. AMPS	EFICIENCIA NOM. (%)	E.E. (%)	
					(HP)	(KW)						
38	4	HIDROGENACION	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
48	4	HIDROGENACION	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
73	4	HOME-BAKER	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
134	5	DESCENCERADO	AGITADOR TANQUE PRE.	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
241	4	BLANQUEO	BOMBA ALIMENTACION	VARIABLE	3	2.24	3460	440	4.9	80.0%	90.0%	
58	4	VOTATOR	BOMBA CIRCULACION	VARIABLE	3	2.24	3460	440	4.9	80.0%	90.0%	
132	5	DESCENCERADO	BOMBA CONDENSADOR	VARIABLE	3	2.24	3460	440	4.9	80.0%	90.0%	
249	4	BLANQUEO	BOMBA DE ALIMENTACIÓN	VARIABLE	3	2.24	3460	440	4.9	80.0%	90.0%	
248	4	BLANQUEO	BOMBA DE LODOS DE BLANQUEO	VARIABLE	3	2.24	3460	440	4.9	80.0%	90.0%	
319	4	SHARPLESS	BOMBA DE ROSA	VARIABLE	3	2.24	3460	440	4.9	80.0%	90.0%	
75	4	HOME-BAKER	BOMBA FILTRACION	VARIABLE	3	2.24	3460	440	4.9	80.0%	90.0%	
164	5	EMBOTELLADO	BOMBA TRASBASE	VARIABLE	3	2.24	3460	440	4.9	80.0%	90.0%	
104	3	TALLER	ESMERIL	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
305	2	COPRA 2	GUSANO ALIMENTADOR EXPELLER	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
268	1	COPRA 1	GUSANO COPRA MOLINO	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
269	1	COPRA 1	GUSANO DISTRIBUIDOR	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
279	1	COPRA 1	GUSANO ELEVADOR	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
343	4	DEODORIZACION	GUSANO FILTRO DE BLANQUEO	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
270	1	COPRA 1	GUSANO PASTA	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
245	4	BLANQUEO	PRECAPA BLANQUEO	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
263	1	COPRA 1	SEDIMENTADOR	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
119	5	DEODORIZACION 1	TANQUE CONDENSADOS	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.6	78.0%	84.0%	
275	1	COPRA 1	TOLVA NIVEL CONSTANTE	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
165	5	EMBOTELLADO	TRANSPORTADOR	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
166	5	EMBOTELLADO	TRANSPORTADOR	CONSTANTE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
223	4	SISTEMA DE AGUA	VENTILADOR CALDERA	VARIABLE	3	2.24	1730	440	4.9	78.0%	84.0%	
CANTIDAD DE MOTORES					27		81	60.40		132		
244	4	BLANQUEO	AGITADOR BLANQUEO	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%	
127	5	DESCENCERADO	AGITADOR TANQ. MAQ. 1-2-3	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%	
128	5	DESCENCERADO	AGITADOR TANQ. MAQ. 1-2-3	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%	
129	5	DESCENCERADO	AGITADOR TANQ. MAQ. 1-2-3	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%	
61	4	VOTATOR	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%	
149	5	SOPLADO	ALIMENTACION ACEITE	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%	
254	4	BLANQUEO	BLANQUEO PRECAPA	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%	
33	4	WESTFALIA	BOMBA ACEITE	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%	
63	4	VOTATOR	BOMBA AGUA VOTATOR	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%	
242	4	BLANQUEO	BOMBA ALIMENTACION	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%	
353	4	DEODORIZACION	BOMBA CAL SUCIA	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%	
333	4	SHARPLESS	BOMBA CENTRIFUGA DE REFINACION	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%	
334	4	SHARPLESS	BOMBA CENTRIFUGA DE REFINACION	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%	

TABLA 5.2
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
ORDENADO POR POTENCIA NOMINAL

N°	TRANSFOR- MADOR	CCM	DESCRIPCIÓN	PAR	POTENCIA NOMINAL		VEL. NOM. (RPM)	TENS. NOM. VOLTS	CORR. NOM. AMPS	EFICIENCIA	
					(GL.)	(KW)				NOM. (%)	E.P. (%)
335	4	SHARPLESS	BOMBA CENTRIFUGA DE REFINACION	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
336	4	SHARPLESS	BOMBA CENTRIFUGA DE REFINACION	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
337	4	SHARPLESS	BOMBA CENTRIFUGA DE REFINACION	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
338	4	SHARPLESS	BOMBA CENTRIFUGA DE REFINACION	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
339	4	SHARPLESS	BOMBA CENTRIFUGA DE REFINACION	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
340	4	SHARPLESS	BOMBA CENTRIFUGA DE REFINACION	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
65	4	VOTATOR	BOMBA CHILLER	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
352	4	DEODORIZACION	BOMBA CIRCULACION CHILLER	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
318	4	SHARPLESS	BOMBA DE AGUA	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
329	4	SHARPLESS	BOMBA DE AGUA TANQUE JADON REF.	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
228	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA DE BLANQUEO	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
324	4	SHARPLESS	BOMBA DE REFINACION	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
325	4	SHARPLESS	BOMBA DE REFINACION	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
234	4	BLANQUEO	BOMBA DE REPUESTO	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
250	4	BLANQUEO	BOMBA DE REPUESTO	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
330	4	SHARPLESS	BOMBA DE TANQUE DE REFINACION	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
14	5	ACIDULACIÓN	BOMBA DEL TANQUE	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
243	4	BLANQUEO	BOMBA GRASAS ACIDAS	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
348	4	DEODORIZACION	BOMBA LLENADO PIFAS	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
229	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA LUBRICACION SELLOS	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
9	5	ACIDULACIÓN	BOMBA PILA JABON	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
323	4	SHARPLESS	BOMBA TANQUE	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
230	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA TANQUE AGUA	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
231	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA TANQUE AGUA	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
135	5	DESCENCERADO	BOMBA TANQUE PRE.	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
49	4	HIDROGENACION	BOMBAS HIDROGENACION?	VARIABLE	5	3.73	3500	440	7.7	82.0%	90.0%
147	5	SOPLADO	ENFRIADOR DE AGUA	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%
90	2	JAULAS	GUSANO 1	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%
93	2	JAULAS	GUSANO 2/3	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%
94	2	JAULAS	GUSANO 2/3	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%
274	1	COPRA I	GUSANO ALIMENTADOR COPRA	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%
267	1	COPRA I	GUSANOCOPRA QUEBRADORA	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%
326	4	SHARPLESS	INYECTOR DE ACIDO	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%
255	4	BLANQUEO	LUBRICACION SELLOS	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%
27	4	WESTFALIA	MEZCLADOR	CONSTANTE	5	3.73	1730	440	5.5	81.0%	90.0%
28	4	WESTFALIA	MEZCLADOR	CONSTANTE	5	3.73	1730	440	5.5	81.0%	90.0%
29	4	WESTFALIA	MEZCLADOR	CONSTANTE	5	3.73	1730	440	5.5	81.0%	90.0%
3	5	ACIDULACIÓN	PILAS DE ACIDULACION	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%
64	4	VOTATOR	ROLLATOR	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%
103	78	TALLER	TORNO	CONSTANTE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%
116	5	DEODORIZACION I	VENTILADOR CALDERA	VARIABLE	5	3.73	1715	440	7.7	81.0%	90.0%

CANTIDAD DE MOTORES

54

228 201.34

462.2

TABLA 5.2
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
ORDENADO POR POTENCIA NOMINAL.

TRANSFOR- N° MADRE	CCM	DESCRIPCIÓN	PAR	POTENCIA NOMINAL (HP.)	VEL. NOM. (RPM)	TENS. NOM. VOLTS	CORR. NOM. AMPS	EFICIENCIA NOM. (%)	E.P. (%)			
150	5	ENVASADO	ACCIONADORA BOTELLAS	CONSTANTE	7.5	5.59	1745	440	11.9	87.0%	88.0%	
6	5	ACIDULACIÓN	AGITADOR BLANQUEO B.	CONSTANTE	7.5	5.59	1745	440	11.2	87.0%	88.0%	
47	4	HIDROGENACION	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	7.5	5.59	1745	440	11.2	87.0%	88.0%	
60	4	VOTATOR	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	7.5	5.59	1745	440	11.2	87.0%	88.0%	
80	4	HOME-BAKER	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	7.5	5.59	1745	440	11.2	87.0%	88.0%	
107	3	TALLER	BOMBA	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
7	5	ACIDULACIÓN	BOMBA ALIM. BLANQUEO	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
252	4	BLANQUEO	BOMBA BLANQUEO	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
278	1	COPRA 1	BOMBA CIRCULACION	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
177	3	CALDERAS	BOMBA CONTRA INCENDIO	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
233	4	BLANQUEO	BOMBA DE AGUA	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
10	5	ACIDULACIÓN	BOMBA DE JABON	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
327	4	SHARPLESS	BOMBA DE TANQUE JABON DE REFINACION	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
346	4	DEODORIZACION	BOMBA DE VACIO (SHARPLESS)	CONSTANTE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
347	4	DEODORIZACION	BOMBA DE VACIO (SHARPLESS)	CONSTANTE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
78	4	HOME-BAKER	BOMBA DESCARGA	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
237	4	BLANQUEO	BOMBA DESCARGA BLANQUEO	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
238	4	BLANQUEO	BOMBA DESCARGA BLANQUEO	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
239	4	BLANQUEO	BOMBA DESCARGA BLANQUEO	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
74	4	HOME-BAKER	BOMBA FILTRACION	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
280	1	COPRA 1	BOMBA FILTRACION	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
8	5	ACIDULACIÓN	BOMBA FILTRO	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
281	1	COPRA 1	BOMBA REPUESTO	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
200	3	CALDERAS 2	COMPRESOR U. PAQUETE	CONSTANTE	7.5	5.59	1745	440	19.9	87.0%	88.0%	
276	1	COPRA 1	ELEVADOR COPRA	CONSTANTE	7.5	5.59	1715	440	7.7	81.0%	90.0%	
290	1	COPRA 1	EXTRACTOR	CONSTANTE	7.5	5.59	1745	440	11.2	87.0%	88.0%	
251	4	BLANQUEO	MODULACION BLANQUEO	CONSTANTE	7.5	5.59	1745	440	11.2	87.0%	88.0%	
307	2	COPRA 2	VENTILADOR TORRE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
202	4	SISTEMA DE AGUA	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
77	4	HOME-BAKER	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO HIDRO.	VARIABLE	7.5	5.59	3510	440	11.2	90.0%	87.0%	
CANTIDAD DE MOTORES				29	225	167.78		341.9				
35	4	HIDROGENACION	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
59	4	VOTATOR	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
11	5	ACIDULACIÓN	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
12	5	ACIDULACIÓN	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
13	79	ACIDULACIÓN	AGITADOR TANQUE	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
143	5	SOPLADO	BOMBA AGUA TORRE ENF.	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%	
32	4	WESTFALIA	BOMBA ACEITE	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%	

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TABLA 52
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
ORDENADO POR POTENCIA NOMINAL

N°	TRANSFOR- MADOR	CCM	DESCRIPCIÓN	PAR	POTENCIA NOMINAL		VEL. NOM. (RPM)	TENS. NOM. VOLTS	CORR. NOM. AMPS	EFICIENCIA NOM. (%)	E.P. (%)
					(HP)	(KW)					
2	5	ACTULACIÓN	BOMBA ALIM. EMBOLT.	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
120	5	DEODORIZACION 1	BOMBA ALIM.ENT. 1/2	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
121	5	DEODORIZACION 1	BOMBA ALIM.ENT. 1/2	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
126	5	DESCENCERADO	BOMBA ALIMENTACION	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
86	4	HOME-BAKER	BOMBA CALDERA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
87	4	HOME-BAKER	BOMBA CALDERA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
183	3	CALDERAS 2	BOMBA COMBUSTOLEO	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
349	4	DEODORIZACION	BOMBA DE AGUA ENFRIADORES	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
17	5	ACTULACIÓN	BOMBA DE CONVERTIDOR	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
332	4	SHARPLESS	BOMBA DE CRUDOS DE REFINACION	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
224	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA DE DEAREADOR	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
225	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA DE DEAREADOR	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
253	4	BLANQUEO	BOMBA DE DESC. BLANQUEO	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
226	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA DE DESCARGA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
227	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA DE DESCARGA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
19	5	ACTULACIÓN	BOMBA DE DESCARGA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
331	4	SHARPLESS	BOMBA DE JABON	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
18	5	ACTULACIÓN	BOMBA DE TANQUE	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
172	3	CALDERAS	BOMBA DEAREADOR	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
171	3	CALDERAS	BOMBA DEL DEAREADOR	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
39	4	HIDROGENACION	BOMBA DESCARGA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
42	4	HIDROGENACION	BOMBA DESCARGA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
43	4	HIDROGENACION	BOMBA DESCARGA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
76	4	HOME-BAKER	BOMBA DESCARGA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
257	4	BLANQUEO	BOMBA DESCARGA DEAREADOR.	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
344	4	DEODORIZACION	BOMBA ENFRIADORES	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
306	2	COPRA 2	BOMBA ENFRIAMIENTO	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
51	4	HIDROGENACION	BOMBA FILTRACION	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
79	4	HOME-BAKER	BOMBA FILTRACION	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
85	4	HOME-BAKER	BOMBA FILTRO	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
289	1	COPRA 1	BOMBA FILTRO	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
240	4	BLANQUEO	BOMBA GRASAS ACIDAS	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
15	5	ACTULACIÓN	BOMBA LLENADO PIPAS	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
16	5	ACTULACIÓN	BOMBA LLENADO PIPAS	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
122	5	DEODORIZACION 1	BOMBA PRODUCT. TERM 1/2	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
67	4	VOTATOR	BOMBA TANQUE	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
4	5	ACTULACIÓN	BOMBA TANQUE ALMAC.	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
314	4	SHARPLESS	BOMBA TANQUE CAL	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
133	5	DESCENCERADO	BOMBA TANQUE PRODUCTO TERMINADO	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
359	2	ESCAPE	BOMBA TRASBASE ACEITE GRASA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	101.9	85.0%	90.0%
360	2	ESCAPE	BOMBA TRASBASE ACEITE GRASA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%
361	2	ESCAPE	BOMBA TRASBASE ACEITE GRASA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	1.8	85.0%	90.0%
362	2	ESCAPE	BOMBA TRASBASE ACEITE GRASA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%

TABLA 52
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
ORDENADO POR POTENCIA NOMINAL

N°	TRANSFOR- MADOR	CCM	DESCRIPCIÓN	PAR	POTENCIA NOMINAL		VEL.	TENS.	CORR.	EFICIENCIA	E.P.	
					(H.P.)	(KW)	NOM. (RPM)	NOM. VOLTS	NOM. AMPS	NOM. (%)		(%)
363	2	ESCAPE	BOMBA TRASBASE ACEITE GRASA	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%	
309	2	COPRA 2	COCEDOR	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
310	2	COPRA 2	COCEDOR	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
277	1	COPRA 1	COCEDOR	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
176	3	CALDERAS	COMPRESOR CALDERA	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
163	5	EMBOTELLADO	COMPRESOR EMBOTELLADO	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
44	4	HIDROGENACION	COMPRESOR HIDROG.	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
146	5	SOPLADO	COMPRESOR SOPLADOR	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
62	4	VOTATOR	COMPRESOR VOTATOR	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
282	1	COPRA 1	ELEVADOR	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
283	1	COPRA 1	ELEVADOR	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
284	1	COPRA 1	ELEVADOR	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
157	5	ENVASADO	ENCARTONADORA	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
155	5	ENVASADO	ETIQUETADORA	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
131	5	ENVASADO	EXTRACTOR BOTELLAS	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
152	5	ENVASADO	EXTRACTOR BOTELLAS	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
96	2	JAULAS	GUSANO 45	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
97	2	JAULAS	GUSANO 45	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
100	2	JAULAS	GUSANO COLECT./ALIMENT.	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
101	2	JAULAS	GUSANO COLECT./ALIMENT.	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
89	2	JAULAS	GUSANO MULTIPLE	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
313	4	SHARPLESS	LAVADORA CENTRIFUGA	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
328	4	SHARPLESS	LAVADORA CENTRIFUGA	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
158	5	ENVASADO	PEGADORA DE CAJAS	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
271	1	COPRA 1	RASTRA	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
52	4	HIDROGENACION	TANQUE PRODUC. TERMINADO	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
53	4	HIDROGENACION	TANQUE PRODUC. TERMINADO	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
285	1	COPRA 1	TOLVA EXPPELLER	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
286	1	COPRA 1	TOLVA EXPPELLER	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
287	1	COPRA 1	TOLVA EXPPELLER	CONSTANTE	10	7.46	1710	440	14.8	87.0%	86.0%	
131	5	DESCENCERADO	VENTILADOR CONDENS.	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%	
68	4	VOTATOR	VENTILADOR CONDENSADOR	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%	
142	5	SOPLADO	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	10	7.46	3500	440	14.8	85.0%	90.0%	
CANTIDAD DE MOTORES					83		618.93		1302.5			
40	4	HIDROGENACION	AGITADOR CONVERTIDOR	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
70	4	HOME-BAKER	AGITADOR CONVERTIDOR	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
71	4	HOME-BAKER	AGITADOR CONVERTIDOR	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
220	3	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%	
221	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%	
174	3	CALDERAS	BOMBA ALIM. CALDERA	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%	

TABLE 53
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
ORDENADO POR POTENCIA NOMINAL

N°	TRANSFOR- MADOR	CCM	DESCRIPCIÓN	PAR	POTENCIA NOMINAL		VEL. NOM. (RPM)	TENS. NOM. VOLTS	CORR. NOM. AMPS	EFICIENCIA NOM. (%)	E.F. (%)	
					(H.P.)	(KW)						
175	3	CALDERAS	BOMBA ALIM. CALDERA	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%	
41	4	HIDROGENACION	BOMBA ALIM. TORRE	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%	
356	4	DEODORIZACION	BOMBA CAL. SUCIA	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%	
222	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA DESCARGA	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%	
108	5	DEODORIZACION I	BOMBA DESTILADO	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%	
293	1	COPRA I	BOMBA FILTRO	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%	
1	5	ACIDULACION	BOMBA TANQUE	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%	
5	5	ACIDULACION	BOMBA TANQUE	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%	
258	1	COPRA I	COCEDOR COPRA I	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
259	1	COPRA I	COCEDOR COPRA II	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
260	1	COPRA I	COCEDOR COPRA III	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
264	1	COPRA I	COCEDOR COPRA IV	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
355	4	DEODORIZACION	COMPRESOR AIRE	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
37	4	VOTATOR	COMPRESOR CHILLER	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
351	4	DEODORIZACION	COMPRESOR DEL CHILLER	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
95	2	JAULAS	ELEVADOR CANGILONES	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
98	2	JAULAS	GUSANO 6/7 A-B	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
99	2	JAULAS	GUSANO 6/7 A-B	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
273	1	COPRA I	RASTRA	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	21.9	87.0%	90.0%	
21	4	WESTFALLA	SEPARADOR 2,3	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	17.8	87.0%	90.0%	
22	4	WESTFALLA	SEPARADOR 2,3	CONSTANTE	15	11.19	1740	440	17.8	87.0%	90.0%	
350	4	DEODORIZACION	VENTILADOR DE TORRE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%	
CANTIDAD DE MOTORES					28		420	313.12		605		
216	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%	
212	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%	
110	5	DEODORIZACION I	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%	
111	5	DEODORIZACION I	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%	
345	4	DEODORIZACION	BOMBA LIMPIADORES TANQUES	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%	
105	3	TALLER	BOMBAS	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%	
106	3	TALLER	BOMBAS	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%	
84	4	HOME-BAKER	COMPRESOR GAS	CONSTANTE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%	
154	5	ENVARADO	EMBOTELLADORA ALIBBERZ	CONSTANTE	20	14.91	1730	440	28.7	76.0%	90.0%	
204	4	SISTEMA DE AGUA	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%	
203	4	SISTEMA DE AGUA	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%	
CANTIDAD DE MOTORES					11		220	164.05		315.7		
213	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA FRIA	VARIABLE	25	18.64	3500	440	35.6	88.0%	87.0%	
179	3	CALDERAS	BOMBA CISTERNA	VARIABLE	25	18.64	3500	440	35.6	88.0%	87.0%	

TABLA 52
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
ORDENADO POR POTENCIA NOMINAL.

N°	TRANSFORMADOR	CCM	DESCRIPCIÓN	PAR	POTENCIA NOMINAL		VEL. NOM.	TENS. NOM.	CORR. NOM.	EFICIENCIA NOM.	E.P.
					(H.P.)	(KW)	(RPM)	VOLTS	AMPS.	(%)	(%)
180	3	CALDERAS	BOMBA CISTERNA	VARIABLE	25	18.64	3500	440	35.6	88.0%	87.0%
341	4	DEODORIZACION	BOMBA DE AGUA SUCIA	VARIABLE	25	18.64	3500	440	35.6	88.0%	87.0%
178	3	CALDERAS	BOMBA POZO 1	VARIABLE	25	18.64	3500	440	35.6	88.0%	87.0%
265	1	COPRA 1	QUEBRADORA	CONSTANTE	25	18.64	1705	440	35.6	85.0%	87.0%
266	1	COPRA 1	QUEBRADORA	CONSTANTE	25	18.64	1705	440	35.6	85.0%	87.0%
311	2	COPRA 2	QUEBRADORA COPRA	CONSTANTE	25	18.64	1705	440	35.6	85.0%	87.0%
20	4	WESTFALLA	SEPARADOR 1	CONSTANTE	25	18.64	1705	440	35.2	85.0%	87.0%
117	5	DEODORIZACION 1	TORRE ENF. SUCIO/LIMPIO	VARIABLE	25	18.64	1705	440	35.6	85.0%	87.0%
118	5	DEODORIZACION 1	TORRE ENF. SUCIO/LIMPIO	VARIABLE	25	18.64	1705	440	35.6	85.0%	87.0%
205	4	SISTEMA DE AGUA	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	25	18.64	3500	440	35.6	88.0%	87.0%
CANTIDAD DE MOTORES					12		380	223.71		426.8	
210	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	30	22.37	3500	440	42.5	89.0%	90.0%
211	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	30	22.37	3500	440	42.5	89.0%	90.0%
169	3	CALDERAS	BOMBA ALIM.CALDERA	VARIABLE	30	22.37	3500	440	42.5	89.0%	90.0%
170	3	CALDERAS	BOMBA ALIM.CALDERA	VARIABLE	30	22.37	3500	440	42.5	89.0%	90.0%
109	5	DEODORIZACION 1	BOMBA CONDENSADO ACIDO-GRASA	VARIABLE	30	22.37	3500	440	42.5	89.0%	90.0%
88	4	HOME-BAKER	COMPRESOR	CONSTANTE	30	22.37	1740	440	42.5	89.0%	89.0%
153	5	ENVASADO	ELEVADOR BANDA	CONSTANTE	30	22.37	1740	440	42.5	89.0%	89.0%
156	5	ENVASADO	MAQ. FABRICADORA DE CAJAS	CONSTANTE	30	22.37	1740	440	42.5	89.0%	89.0%
91	2	JAULAS	QUEBRADORA 1/2	CONSTANTE	30	22.37	1740	440	42.5	89.0%	89.0%
92	2	JAULAS	QUEBRADORA 1/2	CONSTANTE	30	22.37	1740	440	42.5	89.0%	89.0%
23	4	WESTFALLA	REPARADOR 4	CONSTANTE	30	22.37	1740	440	42.3	89.0%	89.0%
CANTIDAD DE MOTORES					11		330	246.08		467.3	
217	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	VARIABLE	40	29.83	3500	440	55.3	89.0%	82.0%
214	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA HIDROGENACION	VARIABLE	40	29.83	3500	440	55.3	89.0%	82.0%
354	4	DEODORIZACION	COMPRESOR AIRE	CONSTANTE	40	29.83	1750	440	55.3	88.0%	84.0%
302	2	COPRA 2	EXPPELLER VERTICAL	CONSTANTE	40	29.83	1750	440	55.3	88.0%	84.0%
301	2	COPRA 2	EXPPELLER VERTICAL	CONSTANTE	40	29.83	1750	440	55.3	88.0%	84.0%
144	5	SOPLADO	INYECTADORA TAPA A	CONSTANTE	40	29.83	1750	440	40	88.0%	84.0%
145	5	SOPLADO	INYECTADORA TAPA B	CONSTANTE	40	29.83	1750	440	40	88.0%	84.0%
102	2	JAULAS	VOLTEADOR DE CAMIONES	CONSTANTE	40	29.83	1750	440	55.3	88.0%	84.0%
CANTIDAD DE MOTORES					8		320	238.62		411.8	
357	4	DEODORIZACION	BOMBA AGUA SUCIA FRIA	VARIABLE	50	37.29	3500	440	68.6	86.0%	83.0%
137	5	SOPLADO	BOMBA HIDRAULICA	CONSTANTE	50	37.29	3500	440	88.6	86.0%	83.0%

**TABLA 5.2
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
ORDENADO POR POTENCIA NOMINAL**

N°	TRANSFOR- MADOR	CCM	DESCRIPCIÓN	PAR	POTENCIA NOMINAL		VEL. NOM. (RPM)	TENS. NOM. VOLTS	CORR. NOM. AMPES	EFICIENCIA NOM. (%)	E.P. (%)
					(HP)	(KW)					
130	5	DESCENCRERAO	COMPRESOR AMONIACO	CONSTANTE	50	37.29	1770	440	68.6	90.0%	82.0%
303	2	COPRA 2	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	50	37.29	1770	440	68.6	90.0%	82.0%
304	2	COPRA 2	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	50	37.29	1770	440	68.6	90.0%	82.0%
295	1	COPRA 1	EXPELLER VERTICAL	CONSTANTE	50	37.29	1770	440	68.6	90.0%	82.0%
297	1	COPRA 1	EXPELLER VERTICAL	CONSTANTE	50	37.29	1770	440	68.6	90.0%	82.0%
299	1	COPRA 1	EXPELLER VERTICAL	CONSTANTE	50	37.29	1770	440	68.6	90.0%	82.0%
300	2	COPRA 2	MOLINO	CONSTANTE	50	37.29	1770	440	68.6	90.0%	82.0%
291	1	COPRA 1	MOLINO DE COPRA	CONSTANTE	50	37.29	1770	440	68.6	90.0%	82.0%
292	1	COPRA 1	MOLINO DE COPRA	CONSTANTE	50	37.29	1770	440	68.6	90.0%	82.0%
173	3	CALDERAS	VENTILADOR CALDERA	VARIABLE	50	37.29	3500	440	68.6	86.0%	83.0%
CANTIDAD DE MOTORES					12	680	447.42		843.2		
218	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	VARIABLE	60	44.74	3520	440	81.8	90.0%	70.0%
215	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA SUCIA CALIENTE	VARIABLE	60	44.74	3520	440	81.8	90.0%	70.0%
187	3	CALDERAS 2	BOMBA ALIM. AGUA	VARIABLE	60	44.74	3520	440	81.8	90.0%	70.0%
CANTIDAD DE MOTORES					3	180	124.23		245.4		
219	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA SUCIA	VARIABLE	75	55.93	3550	440	101.9	91.0%	72.0%
358	4	DEODORIZACION	BOMBA AGUA SUCIA FRIA	VARIABLE	75	55.93	3550	440	101.9	91.0%	72.0%
182	3	CALDERAS	BOMBA POZO 2	VARIABLE	75	55.93	3550	440	101.9	91.0%	72.0%
140	5	SOPLADO	CHILLER	CONSTANTE	75	55.93	1780	440	77.3	92.4%	72.0%
148	5	SOPLADO	ENFRIADOR DE AGUA	CONSTANTE	75	55.93	1780	440	76.7	92.4%	92.4%
294	1	COPRA 1	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	75	55.93	1780	440	101.9	92.4%	72.0%
296	1	COPRA 1	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	75	55.93	1780	440	101.9	92.4%	72.0%
298	1	COPRA 1	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	75	55.93	1780	440	101.9	92.4%	72.0%
139	5	SOPLADO	SECADOR DE RESINA	CONSTANTE	75	55.93	1780	440	72.4	92.4%	72.0%
186	3	CALDERAS 2	VENTILADOR CALDERA	VARIABLE	75	55.93	3550	440	101.9	91.0%	72.0%
CANTIDAD DE MOTORES					18	750	569.28		929.7		
126	5	SOPLADO	BOMBA HIDRAULICA	CONSTANTE	100	74.57	3550	440	135.8	93.0%	71.5%
35	4	VOTATOR	COMPRESOR REFRIG.	CONSTANTE	100	74.57	1760	440	135	92.4%	71.5%
36	4	VOTATOR	COMPRESOR REFRIG.	CONSTANTE	100	74.57	1760	440	135	92.4%	71.5%
138	5	SOPLADO	RESISTENCIA CALIEN.	CONSTANTE	100	74.57	3550	440	85.4	93.0%	71.5%
CANTIDAD DE MOTORES					4	400	296.28		491.2		

**TABLA 5.2
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
ORDENADO POR POTENCIA NOMINAL.**

N°	TRANSFORMADOR	CCM	DESCRIPCIÓN	FAR	POTENCIA NOMINAL		VEL. NOM. (RPM)	TENS. NOM. VOLTS	CORR. NOM. AMPS.	EFICIENCIA NOM. (%)	E.P. (%)
					(HP)	(KW)					
113	5	DEODORIZACION I	BOMBA AGUA CALIENTE SUCIA	VARIABLE	125	93.21	3525	440	168	92.4%	71.5%
CANTIDAD DE MOTORES					1	125	93.21		168		
115	5	DEODORIZACION I	BOMBA AGUA CALIENTE LIMPIA	VARIABLE	150	111.86	3525	440	202	93.0%	71.5%
112	5	DEODORIZACION I	BOMBA AGUA FRÍA SUCIA	VARIABLE	150	111.86	3570	440	202	93.0%	71.5%
141	5	SOPLADO	COMPRESOR AIRE	CONSTANTE	150	111.86	1760	440	202	93.0%	71.5%
CANTIDAD DE MOTORES					3	450	335.57		606		
114	5	DEODORIZACION I	BOMBA AGUA FRÍA LIMPIA	VARIABLE	200	149.14	3570	440	268	93.0%	71.5%
CANTIDAD DE MOTORES					1	200	149.14		268		
TOTAL DE MOTORES INSTALADOS EN PLANTA				TOTAL:	5800.50	4325.43			8180.20		
					PROMEDIO:	15.98	11.92		22.53	84.0%	86.6%
					MÍNIMO:	0.25	0.19		1.30	62.0%	66.0%
					MÁXIMO:	200.00	149.14		268.00	93.0%	93.0%

343

TABLA 5.3

RESÚMEN DEL CENSO DE MOTORES

H.P.	Constante		Variable		Cantidad de Motores				Potencia Nominal (H.P.:			
	Cant	Cant	var*	Nº	acum	% del Total		Total	Acum	% Del Total		
						Individual	Acum			Individual	Acum	
200	0	1		1	1	0.28%	0.28%	200	200	3.45%	3.45%	
150	1	2		3	4	0.83%	1.10%	450	650	7.76%	11.21%	
125	0	1		1	5	0.28%	1.38%	125	775	2.15%	13.36%	
100	4	0		4	9	1.10%	2.48%	400	1175	6.90%	20.26%	
75	6	4		10	19	2.75%	5.23%	750	1925	12.93%	33.19%	
60	0	3	2	3	22	0.83%	6.06%	180	2105	3.10%	36.29%	
50	10	2	1	12	34	3.31%	9.37%	600	2705	10.34%	46.63%	
40	6	2	1	8	42	2.20%	11.57%	320	3025	5.52%	52.15%	
30	6	5	3	11	53	3.03%	14.60%	330	3355	5.69%	57.84%	
25	4	8	2	12	65	3.31%	17.91%	300	3855	5.17%	63.01%	
20	2	9	5	11	76	3.03%	20.94%	220	3875	3.79%	66.80%	
15	16	12	2	28	104	7.71%	28.65%	420	4295	7.24%	74.05%	
10	34	49		83	187	22.87%	51.52%	830	5125	14.31%	88.35%	
7.5	11	19		30	217	8.26%	59.78%	225	5350	3.88%	92.23%	
5	21	33		54	271	14.88%	74.66%	270	5620	4.65%	96.89%	
3	18	9		27	298	7.44%	82.09%	81	5701	1.40%	98.28%	
2	16	16		32	330	8.82%	90.91%	64	5765	1.10%	99.39%	
1.5	6	8		14	344	3.86%	94.77%	21	5786	0.36%	99.75%	
1	5	6		11	355	3.03%	97.80%	11	5797	0.19%	99.94%	
0.5	4	2		6	361	1.65%	99.45%	3	5800	0.05%	99.99%	
0.25	0	2		2	363	0.55%	100.00%	0.5	5800.5	0.01%	100.00%	

TTL	170	193	16	363		100.00%		5800.5		100.0%	
------------	------------	------------	-----------	------------	--	----------------	--	---------------	--	---------------	--

*var = motores que mueven cargas de par variable y que el proceso de fabricación varía en mas del 10% durante el día

**TABLA 54
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
MOTORES MEDIDOS DURANTE 24 HORAS**

N°	TRANSFOR- MADOR	CCM	DESCRIPCIÓN	PAR	POTENCIA NOMINAL		VEL.	TENS.	CORR.	EFICIENCIA	
					(HP.)	(KW)	(RPM)	VOLTS	AMPS	NOM. (%)	E.F. (%)
TOTAL DE MOTORES INSTALADOS EN PLANTA					TOTAL:	480.00	357.94		673.50		
					PROMEDIO:	30.00	22.37		42.09	89.0%	86.2%
					MÍNIMO:	15.00	11.19		21.90	86.0%	70.0%
					MÁXIMO:	60.00	44.74		81.80	90.0%	90.0%

TABLA 54
CENSO DE MOTORES ELÉCTRICOS
MOTORES MEDIDOS DURANTE 24 HORAS

N°	TRANSPOR- MADOR	CCM	DESCRIPCIÓN	FAB	POTENCIA NOMINAL		VEL. NOM. (RPM)	TENS. NOM. VOLTS	CORR. NOM. AMPS	EFICIENCIA NOM. (%)	E.E. (%)
					(ILE.)	(KW)					
220	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%
293	1	COPRA I	BOMBA FILTRO	VARIABLE	15	11.19	3515	440	21.9	88.0%	90.0%
<u>CANTIDAD DE MOTORES</u>					2				43.8		
216	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%
212	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%
110	5	DEODORIZACION I	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%
111	5	DEODORIZACION I	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%
204	4	SISTEMA DE AGUA	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	20	14.91	3500	440	28.7	90.0%	90.0%
<u>CANTIDAD DE MOTORES</u>					5		100	74.57		143.5	
341	4	DEODORIZACION	BOMBA DE AGUA SUCIA	VARIABLE	25	18.64	3500	440	35.6	88.0%	87.0%
205	4	SISTEMA DE AGUA	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	25	18.64	3500	440	35.6	88.0%	87.0%
<u>CANTIDAD DE MOTORES</u>					2		50	37.22		71.2	
210	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	30	22.37	3500	440	42.5	89.0%	90.0%
211	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	30	22.37	3500	440	42.5	89.0%	90.0%
109	5	DEODORIZACION I	BOMBA CONDENSADO ACIDO-GRASA	VARIABLE	30	22.37	3500	440	42.5	89.0%	90.0%
<u>CANTIDAD DE MOTORES</u>					3		90	67.11		127.5	
217	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	VARIABLE	40	29.83	3500	440	55.3	89.0%	82.0%
<u>CANTIDAD DE MOTORES</u>					1		40	29.83		55.3	
173	3	CALDERAS	VENTILADOR CALDERA	VARIABLE	50	37.29	3500	440	68.6	86.0%	83.0%
<u>CANTIDAD DE MOTORES</u>					1		50	37.29		68.6	
218	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	VARIABLE	60	44.74	3520	440	81.8	90.0%	70.0%
215	4	SISTEMA DE AGUA	BOMBA AGUA SUCIA CALIENTE	VARIABLE	60	44.74	3520	440	81.8	90.0%	70.0%
<u>CANTIDAD DE MOTORES</u>					2		120	89.48		163.6	

Transformador 2

Opera al 45% de carga

El voltaje secundario se encuentra en 465.7 volts, 5.8% arriba del nominal.

El factor de potencia es de 85%.

Se tiene un porcentaje de armónicas de 2.8%, no es considerable, pues es menor del 5% máximo permitido.

Transformador 3

Trabaja al 22% de carga

El voltaje secundario es de 468.5 volts, es decir 6.5% arriba del nominal.

El factor de potencia es de 80.2%, muy por debajo del 90%

El nivel de armónicas es de 2.84%

Transformador 4

Su factor de carga es de 47.6%

El voltaje secundario es de 462.1 volts, 5% arriba del nominal.

El factor de potencia es de 84.2%.

El nivel de armónicas es de 2.44%

Transformador 5

Su factor de carga es de 52%.

Su voltaje secundario es de 458 volts, 4% arriba del nominal

El factor de potencia está en 86.5%

Su nivel de armónicas es de 2.58%

Transformador 6

Su factor de carga es de 46%

El voltaje en el secundario es de 233.6 volts, 6.2% arriba del nominal de 220 volts.

El factor de potencia es de 46.6%, demasiado bajo, pero con poca carga.

El nivel de armónicas es de 3.93%, mayor a los anteriores, ya que la carga es alumbrado y cómputo.

Comentarios Generales.

De manera global, se observa que en todos los transformadores el voltaje es mayor del nominal, desde 4% hasta 7.9%, aunque la variación no rebasa el 10%, al producirse de manera continua, afecta la vida útil de todos los equipos que dichos transformadores alimentan, ya sean motores, alumbrado, control, etc.

Se recomienda revisar la posición de los taps, para ajustarlos al voltaje más adecuado. El porcentaje de utilización de los transformadores es muy bajo, es necesario revisar cada uno más a fondo, para recomendar la optimización de los mismos y determinar si se eliminan algunos de ellos para agruparse las cargas a los que tengan mayor utilización, ya que el uso de transformadores con poca carga disminuye el factor de potencia de la planta y provoca derroche de energía, pues para alimentar cargas pequeñas, se usa mucha potencia reactiva, según se explicó anteriormente en el triángulo de potencias.

En todos los transformadores se tiene bajo factor de potencia, con esto se verifica que la información del recibo de energía es válido.

Con la mediciones durante 24 horas, se determina adecuadamente la cantidad de capacitores a instalar en cada transformador y de acuerdo con las variaciones de carga, se define la aplicación, ya sea del tipo fijo ó del tipo automático. En general se observa que el contenido de armónicas es bajo, esto se debe a que en la planta los equipos generadores de armónicas son muy pocos, básicamente alumbrado y sistema de cómputo.

El transformador con menor factor de potencia es el de alumbrado y cómputo, ya que no tiene instalados capacitores.

TABLA 6.5

NOMBRE DE LA CIA:	TRANSFORMADOR 500 KVA
MUNICIPIO	TLALNEPANTLA
ESTADO:	MÉXICO

EQUIPO:	TRANSFORMADOR 500 KVA, 23KV/440 VOLTS (TRANS. #1)					
Fecha y hora de Med.	9/3/95 8:52				24 HORAS	
	L1	L2	L3	T(3φ)	MIN	MAX
AMP:	67.15	64.55	68.36	66.02	187.98	227.56
VOLTAJE L.:	473.20	474.80	475.90	474.63	474.80	477.40
F.P.:	85.6%	84.9%	86.0%	85.5%	85.6%	88.0%
KW:	27.20	26.02	27.16	80.38	76.40	95.60
KVA'S:	31.78	30.65	31.58	94.00	89.25	108.64
KVAR'S:	16.4	16.2	16.1	48.8	48.1	51.6
T.H.D.	0.06%	0.10%	0.08%	0.07%		

EQUIPO:	TRANSFORMADOR 500 KVA, 23KV/440 VOLTS (TRANS. #2)					
Fecha y hora de Med.	9/3/95 9:08				24 HORAS	
	L1	L2	L3	T(3φ)	MIN	MAX
AMP:	164.86	156.50	162.11	161.16	416.50	477.27
VOLTAJE L.:	463.8	468.8	464.5	465.70	462.30	470.70
F.P.:	80.6%	80.8%	80.6%	80.7%	83.2%	85.6%
KW:	61.6	59.3	60.7	181.6	160.20	192.30
KVA'S:	76.46	73.37	75.30	225.13	192.55	224.65
KVAR'S:	45.30	43.20	44.56	133.06	106.8	116.1
T.H.D.	2.59%	2.87%	3.07%	2.84%		

EQUIPO:	TRANSFORMADOR 1000 KVA, 23KV/440 VOLTS (TRANS. #3)					
Fecha y hora de Med.	9/3/95 9:06				24 HORAS	
	L1	L2	L3	T(3φ)	MIN	MAX
AMP:	158.71	152.10	155.21	155.34	407.35	477.41
VOLTAJE L.:	463.8	468.8	464.5	465.70	468.50	470.80
F.P.:	83.7%	83.2%	84.2%	83.7%	80.2%	85.6%
KW:	61.6	59.3	60.7	181.6	175.60	192.40
KVA'S:	73.81	71.31	72.10	217.01	218.95	224.77
KVAR'S:	40.30	39.60	38.90	118.80	130.8	116.2
T.H.D.	2.59%	2.87%	3.07%	2.84%		

TABLA 5.6

EQUIPO:	TRANSFORMADOR 1500 KVA, 23KV/440 VOLTS (TRANS. #4)					
	8/3/1995 14:52:05 PM				24 HORAS	
	I1	I2	I3	I(S)	MIN	MAX
AMP:	514.97	528.24	497.30	513.51	1,851.25	925.70
VOLTAJE L.:	483.8	464.4	484.5	484.23	462.10	485.70
F.P.:	85.2%	85.5%	85.4%	85.3%	84.2%	89.4%
KW:	203.4	209.7	197.2	610.3	720.30	385.40
KVA'S:	238.84	245.31	231.00	715.18	855.48	431.10
KVAR'S:	125.20	127.30	120.30	372.80	481.5	193.2
T.H.D.	2.30%	2.20%	2.17%	2.22%		

EQUIPO:	TRANSFORMADOR 1500 KVA, 23KV/440 VOLTS (TRANS. #5)					
	8/3/1995 15:17:20 PM				24 HORAS	
	I1	I2	I3	I(S)	MIN	MAX
AMP:	563.41	581.98	571.47	565.82	1,391.54	1,828.17
VOLTAJE L.:	458.1	457.1	458.8	458.00	456.10	459.30
F.P.:	89.0%	89.3%	88.7%	89.0%	86.5%	93.4%
KW:	229.7	229.5	232.6	691.8	549.00	783.40
KVA'S:	258.10	256.88	262.19	777.17	634.68	838.76
KVAR'S:	117.70	115.40	121.00	354.10	318.5	299.7
T.H.D.	2.53%	2.72%	2.50%	2.58%		

EQUIPO:	TRANSFORMADOR 225 KVA, 23KV/220 VOLTS (TRANS. #6)					
	9/3/95 9:14				24 HORAS	
	I1	I2	I3	I(S)	MIN	MAX
AMP:	151.33	145.59	146.77	147.90	314.71	429.15
VOLTAJE L.:	233.5	233.5	233.8	233.60	230.20	236.80
F.P.:	43.0%	42.9%	53.9%	46.6%	42.1%	67.8%
KW:	15.2	14.6	18.5	48.3	30.50	68.90
KVA'S:	35.34	33.99	34.31	103.65	72.45	101.62
KVAR'S:	31.90	30.70	28.90	91.50	65.7	74.7
T.H.D.	4.34%	3.19%	4.27%	3.93%		

EQUIPO:	SUMA DE TODOS LOS TRANSFORMADORES					
	VARIAS				24 HORAS	
	I1	I2	I3	I(S)	MIN	MAX
AMP:	1620.45	1608.96	1599.22	1609.54	4629.33	4363.25
VOLTAJE L.:						
F.P.:	84.6%	84.9%	85.0%	84.8%	83.5%	89.6%
KW:	598.7	598.4	596.9	1794.0	1712.0	1718.0
KVA'S:	714.1	711.5	706.5	2132.1	2063.3	1929.5
KVAR'S:	376.8	372.4	369.8	1119.0	1129.4	851.5

TABLA 5.7

FACTOR DE CARGA DE LOS TRANSFORMADORES

N°	Potencia en Kva		Nivel de Tensión		CCM	Cantidad de Motores	Pot. Instalada nom		% Carga	
	Nominal	Real	Primario	Secundario			h.p.	k.w.		
1	500	91.57	23	440	COPRA 1	42	778	580.15	18.3%	
2	500	225.13	23	440	ESCAPE	5	50	37.29	45.0%	
					JAUHAS	14	210	156.6		
					COPRA 2	12	296.5	221.1		
3	1000	217.01	23	440	CALDERAS 1	14	328	244.59	21.7%	
					CALDERAS 2	19	175.5	130.87		
					TALLER	5	55.5	41.39		
4	1500	715.16	23	440	HOMEBAKER	19	170.5	127.14	47.7%	
					HIDROGENACIÓN	19	136.5	101.79		
					BLANQUEO	25	130	96.94		
					DEODORIZACIÓN	18	325	242.35		
					VOTATOR	18	289.5	215.88		
					SIST. AGUAS	31	590.5	440.34		
					SHARPLESS	29	147.5	109.99		
WESTFALIA	15	123.5	92.09							
5	1500	777.17	23	440	SOPLADORA	14	745	555.55	51.8%	
					DESCENCERADO	10	106	79.04		
					DEODORIZACIÓN	18	804	599.54		
					ENVASADO	11	140.5	104.77		
					ACIDULACIÓN	19	175	130.5		
6	225	103.65	23	220/127	EMBOTELLADO	8	23.5	17.52	46.1%	
					OTRAS CARGAS					
5225		2129.7				TOTALES	321	5022.5	3745.28	40.8%

5.1.4. MEDICIONES EN MOTORES.

El formulario utilizado para el levantamiento de los motores se muestra en la **TABLA 5.8**, en el se vacían los datos de localización eléctrica del motor, la descripción de la carga, el tipo de la misma.

Se incluyó además, la marca del motor, así como todos los datos de placa. Si la eficiencia no estaba en la misma, se supuso conforme a tabla de fabricantes. Se consiguieron además los datos de operación, tales como:

operación diaria en horas punta
operación diaria en horas base
tipo de arrancador
n° de rebobinados
tipo de transmisión, etc.

Las mediciones instantáneas que arrojó el equipo de medición se exponen en el mismo formulario, así como también las mediciones de 24 horas para caso de par variable descritos.

De acuerdo a lo explicado anteriormente, se midieron en forma instantánea 104 motores para analizar la conveniencia de cambiarlos por motores nuevos mas eficientes. Asimismo se hicieron mediciones de 24 horas en 16 motores por las razones anteriormente expuestas.

A manera de resumen, presentamos los resultados de algunas de las mediciones hechas a todos los motores se pueden ver en:

motores de par constante o variable en forma instantánea **TABLA 5.9**
motores de par variable medidos con variación mayor al 10% **TABLA 5.10**

Con dichas mediciones se busca identificar motores con baja nivel de carga, baja eficiencia, con desbalanceo de voltaje, desbalanceo de corriente, para con base en ello, determinar los motores susceptibles de sustitución por baja eficiencia, sobredimensionamiento, reubicación por sobrecarga, aplicación de inversores, o detectar alguna otra recomendación que no implique inversión, pero que ayude a optimizar la utilización de los sistemas electromotrices e incrementar con ello la productividad de la planta, el cual es el objetivo de la presente tesis.

Además de las mediciones tanto en transformadores como en motores, se debe recabar toda la información particular de cada proceso, que pase desapercibida para los niveles gerenciales, pero que el operador posea, como el caso de la forma de arrancar el proceso, paros por fallas, mantenimiento a los equipos, sobrecalentamiento de los sistemas, etc.

Esta información es de vital importancia para realizar aplicaciones de mejoras a los procesos, cambiar rutinas de arranque, etc, con los que en algunas ocasiones se logran grandes ahorros de energía, requiriéndose poca o nula inversión, únicamente con el cambio de hábitos de los operadores. Obteniéndose además mayor vida útil a los sistemas electromotrices, menores gastos por mantenimiento, etc.

DATOS GENERALES

TABLA 5.8

REGISTRO N°: 217 CLAVE DEL MOTOR: M67
LOCALIZACIÓN TRANSFORMADOR
 SUBESTACIÓN: 1 CCM: SISTEMA DE AGUA T. N°: 4
 DESCRIPCIÓN: BOMBA AGUA LIMPIA FRIA
 TIPO DE CARGA PAR: VARIABLE METODO CONTROL: VALVULA

DATOS DE PLACA

POTENCIA NOM: H.P.nom: 40 H.P. TENSIÓN Vnom: 440 VOLTS K.W.nom: 29.83
 VELOCIDAD Nnom: 3500 RPM CORRIENTE I nom: 55.3 AMP F.P.: 82.00% F.S.: 1.15
 MARCA: BALDOR EFFnom: 89.0%
 ARMAZÓN: 324TS

OPERACIÓN AL AÑO EN
 DIAS: 200

DATOS DE OPERACIÓN

HORARIO PUNTA HORARIO BASE
 OPERACIÓN DIARIA HRS. P. día: 4 HRS.B. día: 20 HRS.
 OPERACIÓN ANUAL HRS.P.año: 800.00 HRS.B.año: 4000.00 HRS.
 ¿ES POSIBLE APAGAR EN HRS PICO?: NO CLASE DE ARRANCADOR: 8606
 REEMBOBINADO = REEMB N°: 1 VECES
 COMENTARIOS: CONTROL AUTOMÁTICO POR PRESIÓN DE AGUA

MEDICIONES Y CALCULOS PRELIMINARES

CORRIENTE I1: 31.13 I2: 31.75 I3: 31.12 ITOTAL: 94.00 AMPS.
 VOLTAJE V12: 465.7 V23: 466 V13: 466.5 V3F: 466.1 V.TTL.F.P.real: 0.84

MEDICIONES 24 HRS HORA DE INICIO: 16:35:25 HORA FINAL: 15:50:23 HORAS MEDIDAS: 23.97
 KWHinicio: 1.90 KWH final: 411.12 D.MAXreal DEM: 21.04

	POTENCIA DEMANDADA	POTENCIA ENTREGADA
INSTANTÁNEA	KWreal demandad: <u>20.10</u> KW	KWreal entregad: <u>16.28</u>
	HPreal demandad: <u>26.95</u> HP	HPreal entregad: <u>21.83</u>
MÁXIMO	D.MAXreal I DEM: <u>21.04</u> KW	KWmax entregado: <u>17.04</u>
PROMEDIO	KWpromactualde: <u>17.07</u> KW	KWprom entregado: <u>13.83</u>

CONSUMOS ACTUALES ANUALES (KWH)CONSANPUNTAECT: 13658.49CONSANBASEACT: 68292.44

A) FACTOR DE CARGA ACTUAL INSTANTÁNEO

FC.act: 46.36%

B) CÁLCULOS SOBRE VOLTAJE

VOLTAJE MÁXIMO =	Vmax: <u>466.50</u>
VOLTAJE MÍNIMO =	Vmin: <u>466</u>
VOLTAJE PROMEDIO =	Vprom: <u>466.07</u>
DIFERENCIA DE VOLTAJE = (V3F/Vnom) =	Dv: <u>-5.93%</u>
DESBALANCEO DE VOLTAJE =	DESv: <u>1.00%</u>

C) CALCULO DE EFICIENCIA ACTUAL AJUSTADA

Factores de ajuste en la eficiencia por

Desbalanceo de tensión	F.A. X DESv: <u>0.983</u>
Diferencia de tensión	F.A. X Dv: <u>1.001</u>
Cant. de reembovinados	F.A. X remb: <u>0.970</u>
El factor de carga	F.A. X F.C.: <u>0.96</u>
Factor de ajuste total =	F.A. TOTAL: <u>0.91</u>
Eficiencia ajustada =	EFF.AJUSTADA: <u>81%</u>

D) CÁLCULO DE LA POTENCIA SUGERIDA:

DEMANDA MÁXIMA REAL ENTREGADA	D.MAXreal entre: <u>17.04</u> KW	VELOCIDAD	94
SUGERENCIA	HPsugeridos: <u>26.88</u>	Nsugerida:	<u>3500.00</u> rpm
REAL	H.P.eff: <u>30</u>	Neff: <u>3550</u>	

TABLA 5.9
RESÚMEN DE MEDICIONES INSTANTÁNEAS

N°	C/M	TRANSFOR- MADOR	DESCRIPCIÓN	NOMINAL		MEDICIONES		FACTOR CARGA	
				H.P.	KW	KW	H.P.		
293	COPRA I	1	BOMBA FILTRO	15.00	11.19	8.05	10.80	40.91%	
220	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA AGUA CALIENTE	15.00	11.19	6.94	9.30	44.54%	
108	DEODORIZACION I	5	BOMBA DESTILADO	15.00	11.19	3.58	4.80	23.94%	
221	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA AGUA CALIENTE	15.00	11.19	5.70	7.65	41.72%	
150	DEODORIZACION	4	VENTILADOR DE TORRE ENFRIAMIENTO	15.00	11.19	4.25	5.70	28.96%	
174	CALDERAS	3	BOMBA ALIM. CALDERA	15.00	11.19	5.37	7.20	38.94%	
40	HIDROGENACION	4	AGITADOR CONVERTIDOR	15.00	11.19	5.82	7.80	42.09%	
70	HOME-BAKER	4	AGITADOR CONVERTIDOR	15.00	11.19	4.14	5.55	28.72%	
57	VOTATOR	4	COMPRESOR CHILLER	15.00	11.19	4.70	6.30	30.91%	
259	COPRA I	1	COCEDOR COPRA II	15.00	11.19	4.70	6.30	33.11%	
22	WESTFALLA	4	SEPARADOR 2,3	15.00	11.19	5.37	7.20	37.17%	
175	CALDERAS	3	BOMBA ALIM. CALDERA	15.00	11.19	5.93	7.95	43.54%	
222	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA DESCARGA	15.00	11.19	6.04	8.10	44.49%	
41	HIDROGENACION	4	BOMBA ALIM. TORRE	15.00	11.19	6.38	8.55	47.28%	
1	ACIDULACIÓN	5	BOMBA TANQUE	15.00	11.19	6.82	9.15	49.33%	
356	DEODORIZACION	4	BOMBA CAL. SUCIA	15.00	11.19	6.71	9.00	50.08%	
260	COPRA I	1	COCEDOR COPRA III	15.00	11.19	6.04	8.10	43.93%	
264	COPRA I	1	COCEDOR COPRA IV	15.00	11.19	6.26	8.40	45.77%	
21	WESTFALLA	4	SEPARADOR 2,3	15.00	11.19	6.60	8.85	48.52%	
273	COPRA I	1	RASTRA	15.00	11.19	6.94	9.30	51.30%	
71	HOME-BAKER	4	AGITADOR CONVERTIDOR	15.00	11.19	7.05	9.45	52.21%	
355	DEODORIZACION	4	COMPRESOR AIRE	15.00	11.19	7.16	9.60	53.14%	
5	ACIDULACIÓN	5	BOMBA TANQUE	15.00	11.19	8.05	10.80	61.33%	
99	JAULAS	2	GUSANO 6/7 A-B	15.00	11.19	8.39	11.25	63.30%	
351	DEODORIZACION	4	COMPRESOR DEL CHILLER	15.00	11.19	8.72	11.70	66.05%	
258	COPRA I	1	COCEDOR COPRA I	15.00	11.19	9.06	12.15	68.81%	
95	JAULAS	2	ELEVADOR CANGILONES	15.00	11.19	9.28	12.45	70.60%	
98	JAULAS	2	GUSANO 6/7 A-B	15.00	11.19	9.28	12.45	70.60%	
TOTALES				28	420.00	313.19	183.33	245.85	
216	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA AGUA CALIENTE	20.00	14.91	7.01	9.40	33.02%	
204	SISTEMA DE AGUA	4	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	20.00	14.91	10.74	14.40	53.78%	
212	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA AGUA CALIENTE	20.00	14.91	8.35	11.20	38.95%	
110	DEODORIZACION I	5	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	20.00	14.91	9.10	12.20	43.56%	
111	DEODORIZACION I	5	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	20.00	14.91	12.23	16.40	50.99%	
203	SISTEMA DE AGUA	4	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	20.00	14.91	8.05	10.80	45.63%	
106	TALLER	3	BOMBAS	20.00	14.91	9.40	12.60	48.94%	
84	HOME-BAKER	4	COMPRESOR GAS	20.00	14.91	9.69	13.00	52.46%	
103	TALLER	3	BOMBAS	20.00	14.91	9.25	12.40	53.24%	
345	DEODORIZACION	4	BOMBA LIMPIADORES TANQUES	20.00	14.91	10.14	13.60	59.01%	
154	ENVASADO	5	EMBOTELLADORA ALIBERZ	20.00	14.91	11.33	15.20	55.38%	
TOTALES				11	220.00	164.05	105.29	141.20	

TABLA 5.9
RESÚMEN DE MEDICIONES INSTANTÁNEAS

N°	CCM	TRANSFOR- MADOR	DESCRIPCIÓN	NOMINAL		MEDICIONES		FACTOR CARGA
				H.P.	KW	KW	H.P.	
205	SISTEMA DE AGUA	4	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	25.00	18.64	7.83	10.50	20.01%
341	DEODORIZACION	4	BOMBA DE AGUA SUCIA	25.00	18.64	15.47	20.75	51.26%
265	COPRA 1	1	QUEBRADORA	25.00	18.64	8.02	10.75	33.18%
266	COPRA 1	1	QUEBRADORA	25.00	18.64	10.07	13.50	41.36%
213	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA AGUA FRIA	25.00	18.64	13.98	18.75	64.09%
179	CALDERAS	3	BOMBA CISTERNA	25.00	18.64	14.54	19.50	66.84%
178	CALDERAS	3	BOMBA POZO 1	25.00	18.64	12.12	16.25	54.73%
20	WESTFALIA	4	SEPARADOR 1	25.00	18.64	14.54	19.50	62.31%
311	COPRA 2	2	QUEBRADORA COPRA	25.00	18.64	12.12	16.25	52.68%
118	DEODORIZACION I	5	TORRE ENF. SUCIO/LIMPIO	25.00	18.64	12.12	16.25	52.71%
180	CALDERAS	3	BOMBA CISTERNA	25.00	18.64	15.29	20.50	68.26%
117	DEODORIZACION I	5	TORRE ENF. SUCIO/LIMPIO	25.00	18.64	16.78	22.50	75.07%
TOTALES				12	300.00	223.71	152.87	205.00
210	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA AGUA CALIENTE	30.00	22.37	9.40	12.60	20.95%
109	DEODORIZACION I	5	BOMBA CONDENSADO ACIDO-GRASA	30.00	22.37	13.87	18.60	47.92%
211	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA AGUA CALIENTE	30.00	22.37	17.45	23.40	59.57%
91	JAULAS	2	QUEBRADORA 1/2	30.00	22.37	7.83	10.50	27.68%
153	ENVASADO	5	ELEVADOR BANDA	30.00	22.37	6.49	8.70	22.48%
156	ENVASADO	5	MAQ. FABRICADORA DE CAJAS	30.00	22.37	7.16	9.60	24.24%
88	HOMÉ-BAKER	4	COMPRESOR	30.00	22.37	8.05	10.80	28.57%
170	CALDERAS	3	BOMBA ALIM.CALDERA	30.00	22.37	14.54	19.50	55.42%
23	WESTFALIA	4	SEPARADOR 4	30.00	22.37	13.20	17.70	49.77%
92	JAULAS	2	QUEBRADORA 1/2	30.00	22.37	18.34	24.60	69.12%
169	CALDERAS	3	BOMBA ALIM.CALDERA	30.00	22.37	18.57	24.90	72.29%
TOTALES				11	330.00	246.08	134.90	180.90
217	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	40.00	29.83	20.10	26.95	46.50%
301	COPRA 2	2	EXPPELLER VERTICAL	40.00	29.83	12.53	16.80	32.40%
214	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA HIDROGENACIÓN	40.00	29.83	18.20	24.40	51.66%
144	SOPLADO	5	INYECTADORA TAPA A	40.00	29.83	16.11	21.60	44.51%
145	SOPLADO	5	INYECTADORA TAPA B	40.00	29.83	16.70	22.40	46.37%
102	JAULAS	2	VOLTEADOR DE CAMIONES	40.00	29.83	19.09	25.60	53.82%
354	DEODORIZACION	4	COMPRESOR AIRE	40.00	29.83	21.48	28.80	59.28%
302	COPRA 2	2	EXPPELLER VERTICAL	40.00	29.83	24.76	33.20	71.47%
TOTALES				8	320.00	238.62	148.96	199.75
173	CALDERAS	3	VENTILADOR CALDERA	50.00	37.29	11.93	16.00	19.22%
288	COPRA 1	1	EXPPELLER VERTICAL	50.00	37.29	9.93	13.32	19.38%
130	DESCENCERADO	5	COMPRESOR AMONIACO	50.00	37.29	13.80	18.50	29.84%
357	DEODORIZACION	4	BOMBA AGUA SUCIA FRIA	50.00	37.29	20.13	27.00	40.48%
292	COPRA 1	1	MOLINO DE COPRA	50.00	37.29	20.13	27.00	44.11%

TABLA 59
RESÚMEN DE MEDICIONES INSTANTÁNEAS

N°	CCM	TRANSFOR- MADOR	DESCRIPCIÓN	NOMINAL		MEDICIONES		FACTOR CARGA
				I.P.	KW	KW	I.P.	
300	COPRA 2	2	MOLINO	50.00	37.29	21.25	21.50	48.49%
291	COPRA 1	1	MOLINO DE COPRA	50.00	37.29	22.37	30.00	51.37%
303	COPRA 2	2	EXPELLER HORIZONTAL	50.00	37.29	23.49	31.50	54.22%
297	COPRA 1	1	EXPELLER VERTICAL	50.00	37.29	24.24	32.50	54.29%
299	COPRA 1	1	EXPELLER VERTICAL	50.00	37.29	23.86	32.00	55.20%
137	SOPLADO	5	BOMBA HIDRAULICA	50.00	37.29	30.57	41.00	68.88%
304	COPRA 2	2	EXPELLER HORIZONTAL	50.00	37.29	29.08	39.00	68.51%
TOTALES				12	600.00	447.42	250.79	336.32
218	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	60.00	44.74	29.08	39.00	41.24%
215	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA AGUA SUCIA CALIENTE	60.00	44.74	34.00	45.60	46.99%
187	CALDERAS 2	3	BOMBA ALIM. AGUA	60.00	44.74	32.21	43.20	62.80%
TOTALES				3	180.00	134.23	95.30	127.80
182	CALDERAS	3	BOMBA POZO 2	75.00	55.93	23.49	31.50	34.80%
140	SOPLADO	5	CHILLER	75.00	55.93	26.29	35.25	40.22%
186	CALDERAS 2	3	VENTILADOR CALDERA	75.00	55.93	35.23	47.25	53.04%
358	DEODORIZACION	4	BOMBA AGUA SUCIA FRIA	75.00	55.93	36.78	49.32	57.58%
148	SOPLADO	5	ENFRIADOR DE AGUA	75.00	55.93	31.32	42.00	48.98%
294	COPRA 1	1	EXPELLER HORIZONTAL	75.00	55.93	34.12	45.75	53.88%
139	SOPLADO	5	SECADOR DE RESINA	75.00	55.93	34.68	46.50	54.88%
298	COPRA 1	1	EXPELLER HORIZONTAL	75.00	55.93	38.03	51.00	58.76%
219	SISTEMA DE AGUA	4	BOMBA AGUA SUCIA	75.00	55.93	50.33	67.50	80.52%
296	COPRA 1	1	EXPELLER HORIZONTAL	75.00	55.93	45.86	61.50	74.30%
TOTALES				10	750.00	559.28	356.13	477.57
136	SOPLADO	5	BOMBA HIDRAULICA	100.00	74.57	32.07	43.00	35.42%
55	VOTATOR	4	COMPRESOR REFRIG.	100.00	74.57	40.27	54.00	47.00%
56	VOTATOR	4	COMPRESOR REFRIG.	100.00	74.57	48.47	65.00	57.80%
138	SOPLADO	5	RESISTENCIA CALIEN.	100.00	74.57	58.16	78.00	70.98%
TOTALES				4	400.00	298.28	178.97	240.00
113	DEODORIZACION I	5	BOMBA AGUA CALIENTE SUCIA	125.00	93.21	60.59	81.25	57.83%
TOTALES				1	125.00	93.21	60.59	81.25
115	DEODORIZACION I	5	BOMBA AGUA CALIENTE LIMPIA	150.00	111.86	87.25	117.00	70.98%
112	DEODORIZACION I	5	BOMBA AGUA FRÍA SUCIA	150.00	111.86	91.72	123.00	74.83%
111	SOPLADO	5	COMPRESOR AIRE	150.00	111.86	92.84	124.50	73.40%
TOTALES				3	450.00	335.57	271.81	364.50

**TABLA 5.9
RESÚMEN DE MEDICIONES INSTANTÁNEAS**

N°	CCM	TRANSPOR- TADOR	DESCRIPCIÓN	NOMINAL		MEDICIONES		FACTOR CARGA
				H.P.	KW	KW	H.P.	
114	DEODORIZACION I	S	BOMBA AGUA FRIA LIMPIA	200.00	149.14	111.86	150.00	65.87%
		TOTALES		1	200.00	149.14	111.86	150.00
	TOTAL DE MOTORES MEDIDOS		SUMA:	4295.00	3202.78	2050.78	2750.14	
	104		PROMEDIO	41.30	30.80	19.72	26.44	49.99%
	FACTOR DE CARGA PONDERADO		MÍNIMO	15.00	11.19	3.58	4.80	19.22%
	64.03%		MÁXIMO	200.00	149.14	111.86	150.00	80.52%

TABLA 6.10
MEDICIONES DE 24 HRS A MOTORES DE POTENCIA (KW) DE 24 HORAS PARA VARIABLE CON MAS DEL 10% DE VARIACION EN FLUIDO

N°	DESCRIPCION	PAB	NOMINAL	REAL	HORAS MEDIDAS	PROMEDIO REAL	MAXIMO REGISTRADO	FACTOR DE CARGA
293	BOMBA FILTRO	VARIABLE	11.19	8.06	24.00	5.78	7.02	82.3%
220	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	11.19	6.94	24.07	6.23	7.01	88.8%
	SUBTOTAL:	2	22.37	14.99	48.07	12.01	14.03	
216	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	14.91	7.01	24.01	6.23	7.45	83.6%
204	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	14.91	10.74	24.00	9.83	11.02	84.6%
212	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	14.91	8.35	24.05	7.00	8.38	83.5%
110	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	VARIABLE	14.91	9.10	24.00	7.72	8.33	82.8%
111	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	VARIABLE	14.91	12.23	24.00	8.89	12.28	72.4%
	SUBTOTAL:	5	74.57	47.43	120.06	39.17	48.46	
205	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	18.64	7.83	24.04	5.07	7.95	63.8%
341	BOMBA DE AGUA SUCIA	VARIABLE	18.64	15.47	24.04	11.42	15.47	73.8%
	SUBTOTAL:	2	37.29	23.30	48.08	16.49	23.42	
210	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	22.37	9.40	24.04	6.09	9.44	64.5%
109	BOMBA CONDENSADO ACIDO-GRASA	VARIABLE	22.37	13.87	24.01	12.76	13.92	91.6%
211	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	22.37	17.45	24.00	15.52	17.90	87.2%
	SUBTOTAL:	3	67.11	40.72	72.06	34.36	41.16	
217	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	VARIABLE	29.83	20.10	23.97	17.07	21.04	81.1%
	SUBTOTAL:	1	29.83	20.10	23.97	17.07	21.04	
173	VENTILADOR CALDERA	VARIABLE	37.29	11.93	23.99	10.01	12.01	83.3%
	SUBTOTAL:	1	37.29	11.93	23.99	10.01	12.01	
218	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	VARIABLE	44.74	29.08	24.00	22.09	29.10	75.9%
215	BOMBA AGUA SUCIA CALIENTE	VARIABLE	44.74	34.00	24.01	24.80	34.03	72.9%
	SUBTOTAL:	2	89.48	63.09	48.01	46.89	63.13	
	TOTAL DE MOTORES MEDIDOS:	16	357.94	221.55		11.00	229.25	
			PROMEDIO	22.37	13.85	5.07	13.95	
			MINIMO	11.19	6.94	24.80	7.01	
			MAXIMO	44.74	34.00		34.03	

CAPÍTULO 6

OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA.

6.1 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

Como se expuso anteriormente, resulta obvio del análisis de los recibo de Cfa. de Luz que existe una gran oportunidad de ahorro corrigiendo el factor de potencia. De hecho a la planta procesadora de aceites le costó el año pasado cerca de n\$ 60,000.00 el problema de bajo factor de potencia.

6.1.1 DEFINICIÓN DE VARIABLES

KVARactuales = Potencia Reactiva demandada por la planta, expresada en kilo volt amperes reactivos.

KVAactuales = Potencia Aparente actual, expresada en kilo volt amperes.

DM = Demanda máxima registrada por Cfa. de Luz sin importar si fue en período punta o base expresada en kw.

COSPHI1 = Factor de potencia actual (expresado en porcentaje).

COSPHI2 = Factor de potencia deseado (expresado en porcentaje).

KWFROM = Potencia demandada por el motor en promedio, expresada en kw.

KVARreq. = Potencia reactiva necesaria para corregir el factor de potencia de COSPHI1 A COSPHI2.

KVARcom = Potencia reactiva comercialmente disponible.

KVARpaso = Tamaño máximo de capacitor por paso para bancos automáticos.

KVARajustado = Potencia reactiva ajustado por voltaje.

6.1.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.

De acuerdo a lo mencionado en el capítulo 3 de este estudio, existen varias maneras de compensar el factor de potencia, entre las que se encuentran la compensación individual y la compensación general.

La compensación individual es aquella que se hace directamente en la carga inductiva que genera el problema de bajo factor de potencia y constituye la mejor manera de compensar, ya que aparte de corregir el factor de potencia conlleva beneficios adicionales. Idealmente, deberíamos instalar todos los capacitores a un lado de la fuente inductiva, esto es primordialmente motores eléctricos de inducción. Sin embargo es poco factible económicamente hablando hacer esto.

Se decidió instalar capacitores de por lo menos 25kvar en 480 volts, por lo que si suponemos un factor de potencia promedio en motores de .80 podemos calcular el motor mínimo en donde instalaremos capacitores de la siguiente manera:

$$KW_{prom} = HP_{nom} * .7457$$

$$KVAR_{req} = KW_{prom} * \text{dif de tangentes}$$

$$\text{diferencia de tangentes} = (\text{TAN}(A \text{ COSPHI1}) - (\text{TAN}(AC \text{ OSPHI2}))$$

sustituyendo:

$$KVAR_{req.} = HP_{nom} *.7457 * (\text{TAN}(AC \text{ OSPHI1}) - (\text{TAN}(A \text{ COSPHI2}))$$

y despejando:

$$HP_{prom} = KVAR_{req} / .7457 * (TAN(ACOS\phi_{11})) - (TAN(ACOS\phi_{12}))$$

En este caso los kvar requeridos son necesariamente 25 kvar a 480 volts, sin embargo es necesario ajustar este valor ya que el voltaje nominal es 440.

La potencia reactiva otorgada por un capacitor varía al cuadrado del voltaje por lo que el factor de ajuste será de: $(440/480)^2 = .84$

Además queremos llevar el factor de potencia deseado individualmente a .96

sustituyendo la fórmula anterior:

$$HP_{prom} = 21 / .7457 (TAN(ACOS.85)) - (TAN(ACOS 1))$$
$$HP_{prom} = 21 / .7457 * (.75 - .29166) = 21 / .7457 * .458 = 61.49$$

Por lo anterior se decide medir únicamente en motores cuya potencia nominal sea igual o superior a 60 h.p.

Se seleccionaron por lo tanto motores iguales o superiores a 60 h.p. y en caso de no contar con capacitores instalados se procede a medir el factor de potencia trifásico así como la potencia demandada. Con estos datos se calcula la potencia requerida para llegar a la unidad, ya que no sabemos si en el momento de medir se tienen condiciones normales de operación.

De esta manera se calcula:

$$\text{Potencia reactiva requerida} = \text{Potencia Activa} * \text{dif de tangentes}$$

En la TABLA 6.1 se muestran de manera resumida los resultados de los cálculos anteriormente descritos para motores iguales o superiores a 60 h.p. así como el capacitor seleccionado.

Una vez calculando el total de capacitores a instalar en forma individual, se suma la potencia reactiva instalada por motor dentro del circuito de un solo transformador.

Para hacer la compensación general, es decir, inmediatamente después de cada transformador, no es necesario más que restar de la potencia reactiva requerida por ese transformador la potencia reactiva instalada por motor que dependa de dicho transformador y obtener así un faltante.

Se decidió meter bancos automáticos por la variación de la carga que ocurre dentro de cada transformador. Así los resultados obtenidos se muestran en la TABLA 6.2.

La suma total de kvar por instalar es de 542.8 ya ajustados por voltaje. Posteriormente se hace el cálculo del factor de potencia que hubiera tenido la planta de haber estado instalados los 542.8 kvar de la siguiente manera.

- 1) se calcula la potencia activa = $kva = kw / \text{factor de potencia actual}$
- 2) se calcula la potencia reactiva demandada actualmente por Pitágoras. Conociendo kw y kva
- 3) Se resta la Potencia Reactiva por instalar de la potencia reactiva demandada actualmente para obtener la nueva potencia reactiva demandada.
- 4) se calcula el $\cos \phi$ (atan (kvar/kva))

Por último se calcula el porcentaje de bonificación de acuerdo a lo descrito en el capítulo 3.

Los resultados del nuevo factor de potencia se muestran en la TABLA 6.3.

TABLA 6.1
RESUMEN DE COMPENSACION INDIVIDUAL

I. N°	N°	CCM	POTENCIA	POTENCIA	FACTOR POTENCIA REACTIVA		
			NOMINAL H.P.	PROMEDIO KW	POTENCIA MEDIDO	X INSTALAR (KVARI) TEORICOS	COMERCIAL
1	294 COPRA 1		75	34.12	0.84	22.04	20/
1	298 COPRA 1		75	45.86	0.81	33.20	30
1	298 COPRA 1		75	38.03	0.8	28.52	25
	TOTAL	3	225	118.01	2.45	83.76	75
3	187 CALDERAS 2		60	32.21	0.85	19.96	14
3	182 CALDERAS		75	23.49	0.84	15.17	14
3	186 CALDERAS 2		75	35.23	0.8	26.43	25
	TOTAL	3	210	90.94	2.49	61.56	53
4	218 SISTEMA DE AGUA		60	22.09	0.89	11.32	10
4	215 SISTEMA DE AGUA		60	24.80	0.86	14.72	14
4	219 SISTEMA DE AGUA		75	50.33	0.82	35.13	30
4	358 DEODORIZACION		75	31.61	0.83	21.24	20
4	55 VOTATOR		100	40.27	0.81	29.15	25
4	56 VOTATOR		100	48.47	0.79	37.62	30
	TOTAL	6	470	217.56	5	149.17	129
5	140 SOPLADO		75	26.29	0.84	16.98	14
5	148 SOPLADO		75	31.32	0.82	21.86	20
5	139 SOPLADO		75	34.68	0.79	26.91	25
5	136 SOPLADO		100	32.07	0.82	22.38	20
5	138 SOPLADO		100	58.16	0.8	43.62	40
5	113 DEODORIZACION 1		125	60.59	0.82	42.29	40
5	115 DEODORIZACION 1		150	87.25	0.84	56.36	50
5	112 DEODORIZACION 1		150	91.72	0.83	61.64	60
5	141 SOPLADO		150	92.84	0.82	64.80	60
5	114 DEODORIZACION 1		200	111.86	0.83	75.17	60
	TOTAL	10	1200	626.76	8.21	432.01	389
	SUMA:		2105	1053.27		726.51	646
	PROMEDIO:		95.68181818	47.88			
	MINIMO:		60	22.09			
	MAXIMO:		200	111.86			

**TABLA 6.2
RESÚMEN DE COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA**

Transf.	Compensación individual		Total requerido			Banco automático de Capacitores		Total kvar por instalar	
	Teórica	Ajustada	Teórico	Ajustado	Faltante	Tamaño del Paso	Nº de Pasos	teórico	ajustado
1	75	63.0	51.8	61.4	-1.8	10	0	75	63.0
2	0	0.0	116.1	138.2	138.2	10	12	120	100.8
3	53	44.5	116.2	138.3	93.8	10	7	123	103.4
4	129	108.4	193.2	229.9	121.5	10	12	249	209.2
5	389	328.9	299.7	358.7	29.8	10	5	439	368.9
6	0	0.0	74.7	88.9	88.9	10	7	70	58.8
Totales	648	542.8	851.5	1013.4	470.5			648	542.8

TABLA 6.3
NUEVO FACTOR DE POTENCIA

Periodo	Demanda Máxima	Factor de Potencia	Potencia Actual		Potencia Reactiva		Factor de	
			Aparente (kva)	Reactiva (kvar)	x Instalar (kvar)	Nueva (kvar)	Potencia	Bonificación
1	1998	0.854	2339.58	1217.22	542.8	674.4	94.75%	1.25%
2	1993	0.845	2358.58	1261.29	542.8	718.5	94.07%	1.08%
3	1845	0.869	2123.13	1050.55	542.8	507.7	96.42%	1.66%
4	1838	0.838	2193.32	1196.83	542.8	654.0	94.21%	1.12%
5	1934	0.849	2277.97	1203.67	542.8	660.8	94.83%	1.22%
6	1898	0.865	2194.22	1101	542.8	558.2	95.94%	1.55%
7	1887	0.872	2163.99	1059.29	542.8	516.5	96.45%	1.67%
8	1701	0.863	1971.03	995.773	542.8	453.0	96.83%	1.72%
9	1777	0.871	2040.18	1002.31	542.8	459.5	96.82%	1.76%
10	1742	0.87	2002.3	987.237	542.8	444.4	96.90%	1.78%
11	1616	0.864	1870.37	941.716	542.8	398.9	97.09%	1.82%
12	1683	0.872	1930.05	944.769	542.8	401.9	97.26%	1.87%
PROMEDIO		86.1%					95.9%	1.5%

6.2 SUSTITUCIÓN DE MOTORES POR MOTORES MAS EFICIENTES.

En la introducción se mencionó la importancia del ahorro de energía y las medidas que países como los Estados Unidos de América han tomado para reducir sus consumos, entre los que se encuentra ya la legislación de los motores eficientes.

La eficiencia de un motor está dada por la relación de potencia entregada al sistema entre la potencia demandada de la línea, es decir, la potencia de salida entre la potencia de entrada.

La potencia de salida puede ser fácilmente medida por medio de un dinamómetro.

Sería muy sencillo realizar un diagnóstico energético en motores si se pudiera medir físicamente la potencia de salida o entregada al sistema con la ayuda del dinamómetro, sin embargo esto es prácticamente imposible. No es factible para procesos productivos para medir esta potencia.

Sin embargo es importante saber la eficiencia a la que trabaja el motor.

Los siguientes son parámetros eléctricos medibles en la práctica que afectan la eficiencia:

Desbalanceo de Voltaje
Voltaje distinto al nominal.

Además se sabe que la eficiencia se ve también afectada por el factor de carga del motor. Un motor sin carga tendrá una eficiencia de 0 ya que no entrega ninguna potencia al sistema.

Los motores alcanzan su máxima eficiencia cuando están cargados alrededor del 85% y esta disminuye en cuanto el factor de carga aumenta o disminuye.

El estado que guarda el motor afecta también a su eficiencia, por ejemplo unos baleros en muy mal estado harán que el motor demande mas potencia para efectuar el mismo trabajo.

En la industria mexicana se encuentran miles de motores instalados que han sido rebobinados. Los procesos y técnicas de rebobinado de la mayoría de los talleres de reparación de motores son de muy baja calidad y nunca serán aquellos procesos controlados del fabricante del motor. Se estima que la pérdida de eficiencia en los motores rebobinados puede llegar a ser de hasta el 3% cada vez que se rebobina.

Así un motor que ha sido rebobinado 2 veces tendrá como eficiencia máxima un 94.09% de la eficiencia de placa.

Los variables eléctricas de desbalanceo de voltaje, así como un voltaje distinto al nominal afectan tanto al motor actual como al motor super eficiente y no es objeto de este estudio determinar lo necesario para corregir este problema.

Por todo lo mencionado anteriormente, es indispensable hacer las siguientes mediciones en los motores para determinar la eficiencia actual a la que está operando.

voltaje entre fases
voltaje trifásico
potencia demandada actual

Una vez obtenidos los datos anteriores es posible determinar los factores que afectan a la eficiencia nominal

determinando primeramente el desbalanceo de voltaje de la siguiente manera:

$\% \text{ desbalanceo} = \text{máxima diferencia de voltaje} / \text{voltaje promedio}.$

Y la diferencia de voltaje sobre el nominal:

Voltaje medidos 3 fases / v. nominal.

Conociendo estos porcentajes, recurrimos a las gráficas del capítulo 3 y determinamos el factor de ajuste por desbalanceo y voltaje distinto al nominal

El factor de carga se determina midiendo la potencia real entre la nominal . Debido a que es prácticamente imposible medir la potencia real entregada. El factor de carga se calcula dividiendo la potencia real demandada entre la potencia nominal demandada.

Sin embargo la potencia nominal demandada hay que calcularla ya que la potencia nominal a la que se refieren los fabricantes de motores es la potencia que el motor puede entregar y no la demandada.

Sabemos que la potencia nominal entregada se ve afectada en relación a la demandada únicamente por la eficiencia.

La potencia nominal demandada será entonces:

Potencia Nominal entregada / (eficiencia del motor)

Ejemplo:

Un motor de 100 HP, con eficiencia nominal de .90 demanda de la línea 74 kw.

La potencia demanda nominal será de : $(100 * .7457) / .90 = 82.85 \text{ kw}.$

Y el factor de carga será:

$(74 \text{ kw demandados} / 82.85 \text{ kw demandados nominales}) * 100 = 89.31\%.$

Con el factor de carga y viendo la tabla del capítulo 3, podemos determinar el factor de ajuste debido al factor de carga del motor.

Si sabemos que el motor ha sido rebobinado, podemos determinar el factor de ajuste debido a esta variable.

Estos 4 factores de ajuste afectan la eficiencia nominal.

Una vez determinada la eficiencia estimada podemos determinar el motor que se requiere para sustituir este por uno mas eficiente, con el siguiente procedimiento:

1) La potencia demandada real se multiplica por la eficiencia del motor y se obtienen los datos de potencia entregada real.

2) La potencia entregada real se divide entre .85% para obtener un factor de carga que le permita al motor trabajar a su máxima eficiencia.

3) Se obtienen así los datos de potencia entregada sugerida del nuevo motor en h.p.

4) Se escoge el motor comercialmente disponible superior y mas cercano a la potencia sugerida .

El factor de carga nuevo se obtiene de dividir la potencia entregada real entre la potencia entregada nominal. Este factor de carga nuevo hace que la eficiencia nominal se vea afectada en forma similar al motor actual.

5) Se determina la eficiencia ajustada por el desbalanceo, el voltaje distinto al nominal y por el factor de carga.

6) Con la nueva eficiencia ajustada podemos obtener los kw demandados por el nuevo motor dividiendo los kw demandados reales entre la nueva eficiencia.

El **FORMATO 6.4** describe un ejemplo de un motor.

DATOS GENERALES

TABLA 6.4

REGISTRO N°: 217 CLAVE DEL MOTOR: M67
LOCALIZACIÓN TRANSFORMADOR
 SUBESTACIÓN: 1 CCM: SISTEMA DE AGUA T. N°: 4
 DESCRIPCIÓN: BOMBA AGUA LIMPIA FRIA
 TIPO DE CARGA PAR: VARIABLE METODO CONTROL: VÁLVULA
DATOS DE PLACA

POTENCIA NOM: H.P.nom: 40 H.P. TENSIÓN Vnom: 440 VOLTS K.W.nom: 29.83
 VELOCIDAD Nnom: 3500 RPM CORRIENTE I nom: 55.3 AMP F.P.: 82.00% F.S.: 1.15
 MARCA: BALDOR EFFnom: 89.0%
 ARMAZÓN: 324TS OPERACIÓN AL AÑO EN DIAS: 200

DATOS DE OPERACIÓN HORARIO PUNTA HORARIO BASE
 OPERACIÓN DIARIA HRS. P. día: 4 HRS. B. día: 20 HRS.
 OPERACIÓN ANUAL HRS. P. año: 800.00 HRS. B. año: 4000.00 HRS.
 ¿ES POSIBLE APAGAR EN HRS PICO?: NO CLASE DE ARRANCADOR: 8606
 REEMBOBINADO = REEMB N°: 1 VECES
 COMENTARIOS: CONTROL AUTOMÁTICO POR PRESIÓN DE AGUA

MEDICIONES Y CÁLCULOS PRELIMINARES

CORRIENTE I1: 31.13 I2: 31.75 I3: 31.12 ITOTAL: 94.00 AMPS.
 VOLTAJE V12: 465.7 V23: 466 V13: 466.5 V3F: 466.1 V.TTL.F.P.real: 0.84

MEDICIONES 24 HRS HORA DE INICIO: 16:35:25 HORA FINAL: 15:50:23 HORAS MEDIDAS: 23.97
 KWHinicio: 1.90 KWH final: 411.12 D.MAXreal DEM: 21.04

	POTENCIA DEMANDADA	POTENCIA ENTREGADA
INSTANTÁNEA	KWreal demandad: <u>20.10</u> KW	KWreal entregad: <u>16.28</u>
	HPreal demandad: <u>26.95</u> HP	HPreal entregad: <u>21.83</u>
MÁXIMO	D.MAXreal I DEM: <u>21.04</u> KW	KWmax entregado: <u>17.04</u>
PROMEDIO	KWpromactualde: <u>17.07</u> KW	KWprom entregado: <u>13.83</u>

CONSUMOS ACTUALES ANUALES (KWH) CONSANPUNTA ACT: 13658.49 CONSANBASE ACT: 68292.44

A) FACTOR DE CARGA ACTUAL INSTANTÁNEO FC.act: 46.36%

B) CÁLCULOS SOBRE VOLTAJE

VOLTAJE MÁXIMO =	Vmax: <u>466.50</u>
VOLTAJE MÍNIMO =	Vmin: <u>466</u>
VOLTAJE PROMEDIO =	Vprom: <u>466.07</u>
DIFERENCIA DE VOLTAJE = (V3F/Vnom) =	Dv: <u>-5.93%</u>
DESBALANCEO DE VOLTAJE =	DESv: <u>1.00%</u>

C) CÁLCULO DE EFICIENCIA ACTUAL AJUSTADA

Factores de ajuste en la eficiencia por

Desbalanceo de tensión	F.A. X DESv: <u>0.983</u>
Diferencia de tensión	F.A. X Dv: <u>1.001</u>
Cant. de reembovinados	F.A. X remb: <u>0.970</u>
El factor de carga	F.A. X F.C.: <u>0.96</u>
Factor de ajuste total =	F.A. TOTAL: <u>0.91</u>
Eficiencia ajustada =	EFF. AJUSTADA: <u>81%</u>

D) CÁLCULO DE LA POTENCIA SUGERIDA:

DEMANDA MÁXIMA REAL ENTREGADA	D.MAXreal entre: <u>17.04</u> KW	VELOCIDAD	
SUGERENCIA	H.P.sugeridos: <u>26.88</u>	Nsugerida: <u>3500.00</u>	108 rpm
REAL	H.P. eff: <u>30</u>	Neff: <u>3550</u>	

E) DATOS DE PLACA DEL MOTOR SUPER-E

Eficiencia = EFF_{eff} : 93% F.P. eff : _____ F.S. eff : 1.15 KW_{eff} : 22.37
ARMAZÓN eff : 286TS $ieff$: _____ V_{eff} : 460

F) CÁLCULO DEL NUEVO FACTOR DE AJUSTE PARA EFICIENCIA:

Nuevo Factor de Carga

F.C. nuevo: 61.81% VOLTS

Factores de ajuste en eficiencia nueva por:

Desbalanceo de tensión

F.A. X DES_{v} eff : 0.983

Diferencia de tensión

F.A. X D_{v} eff : 1.001

Factor de carga

F.A. X F.C. eff : 0.984

Factor de ajuste total nuevo =

F.A. TOTAL eff : 96.8%

Eficiencia Ajustada

EFF_{eff} : 90.1%

G) CÁLCULO DE LA NUEVA POTENCIA DEMANDADA:

Nueva potencia demandada promedio: KW_{prom} nueva demanda: 15.35

KW_{max} nueva demanda: 18.92

H) CÁLCULOS DE AHORROS ANUALES

AHORRO EFF_{prom} : 1.72

BASE AHORRO KWH BASE: 6881.44 KWH

NSAHORRO BASE e : 1706.60

PUNTA AHORRO KWH punta: 1376.29 KWH

NSAHORRO PUNTA e : 1190.49

D. MÁXIMA AHORRO $EFF_{D.MAX}$: 1.18 KW

NSAHORRO D.MAX eff : 341.78

CONSUMO ANUAL CON SAN BASE EFF : 61410.99 KWH

CON SAN PUNTA EFF : 12282.20 KWH

AHORRO EN PESOS ANUAL AHORRO ANUAL TTL : 3238.86

I) RECUPERACIÓN SENCILLA

PRECIO DE LISTA DEL MOTOR EN USD PRECIO: 2329 TIPO DE CAMBIO: 6.35

PRECIO DEL MOTOR EN NS C/DCTO PRECIO NS : 7394.58 DESCUENTO: 0.50

PERÍODO DE RECUPERACIÓN SENCILLA EN AÑOS REC eff : 2.28 AÑOS

INVERSOR DE FRECUENCIA

J) Cálculo de Demanda promedio con variador de velocidad en lugar del método actual de control para aplicaciones de par variable

Con una demanda máxima de: D_{max} 24 hrs.: 21.04 kw (0 cuando no aplica)

El método de control actual está abierto en un %: 0.64 como máximo

Podemos decir que la potencia máxima demandada equivale al porcentaje máximo de apertura del método de control de flujo, y que es por lo menos igual al porcentaje de potencia demanda sobre la potencia que demandaría el motor con el método

Por lo que la potencia demandada será un % $K.W.$ inv: 26.21% de la potencia máxima

Es decir que la potencia máxima demandada con motor super-eficiente y con inversor será

KW_{max} inv: 4.96 kw

Sin embargo durante las mediciones de 24 horas se pudo detectar que el factor de carga promedio fué de F.C. $prom/max$: 81.15% (100% en caso de no haber medido 24 hrs.)

Por lo que la potencia promedio demandada será de $K.W.$ inv: 2.65 kw

Y la potencia máxima demanda será Demanda nueva: 4.96

K) CÁLCULO DE AHORROS CON INVERSOR

ENERGÍA	PERIODO BASE	PERIODO PUNTA
actual	KWH act base: <u>68292.44</u> KWH	KWH act punta: <u>13658.49</u> KWH
nueva	CONSANBASEINV: <u>10600.34</u> KWH	CONSANPUNTAINV: <u>2120.07</u> KWH
ahorro	AHORRO BASE IN: <u>11538.4</u> KWH	AHORRO PUNTA IN: <u>57692.10</u> KWH
	N\$ I+M BASE: <u>1996.15</u> N\$	N\$ I+M PUNTA: <u>14307.64</u> N\$

DEMANDA MÁXIMA AHORRO K.W.: 14.42 AHORRO DE:: 84.48%
AHORRO D. MAX I: 12.11 KW
N\$ D.MAX I+M: 3508.27 N\$ AHORRO TOTAL: 19812.06

L) RECUPERACIÓN SENCILLA

PRECIO INV USD: 6251.00
DCTO INV: 0.50
PRECIO CON DCTO: 19846.93
RECUPERACION: 1.00

M) CALCULO DE POTENCIA REACTIVA

KVAR SUG: 8.9
KVAR comercial: _____

TABLA 6.5
RESUMEN DEL CAMBIO DE MOTORES POR MOTORES SUPER-E

N°	DATOS ACTUALES										DATOS NUEVOS							NUEVO E.C. PROM	
	POTENCIAS NOMINALES		POTENCIA DEMANDADA		EFICIENCIA			POTENCIA ENTREGADA		POTENCIAS NOMINALES		POTENCIA DEMANDADA		EFICIENCIA			POTENCIA ENTREGADA		
	H.P.	K.W.	MAX	PROM	NOM.	E.A.	AJUST	KW	KW	H.P.	K.W.	MAX	PROM	NOM.	E.A.	AJUST	KW		KW
1	15.0	11.2	6.8	6.8	88.0%	0.92	81.0%	5.5	5.5	10.0	7.5	6.2	6.2	91.0%	0.98	89.2%	5.5	5.5	74.1%
5	15.0	11.2	8.1	8.1	88.0%	0.97	85.4%	6.9	6.9	15.0	11.2	7.7	7.7	91.7%	0.97	88.8%	6.9	6.9	61.5%
21	15.0	11.2	6.6	6.6	87.0%	0.95	82.7%	5.5	5.5	10.0	7.5	6.1	6.1	91.0%	0.98	89.1%	5.5	5.5	73.1%
22	15.0	11.2	5.4	5.4	87.0%	0.89	77.4%	4.2	4.2	7.5	5.8	4.7	4.7	90.2%	0.98	88.4%	4.2	4.2	74.3%
40	15.0	11.2	5.8	5.8	87.0%	0.93	80.9%	4.7	4.7	7.5	5.8	5.3	5.3	90.2%	0.98	88.7%	4.7	4.7	84.1%
41	15.0	11.2	6.4	6.4	88.0%	0.94	82.7%	5.3	5.3	10.0	7.5	5.9	5.9	91.0%	0.98	89.0%	5.3	5.3	70.7%
57	15.0	11.2	4.7	4.7	87.0%	0.85	74.0%	3.5	3.5	7.5	5.8	4.0	4.0	90.2%	0.97	87.4%	3.5	3.5	62.1%
70	15.0	11.2	4.1	4.1	87.0%	0.89	77.4%	3.2	3.2	7.5	5.8	3.7	3.7	90.2%	0.98	86.7%	3.2	3.2	57.3%
71	15.0	11.2	7.0	7.0	87.0%	0.95	82.7%	5.8	5.8	10.0	7.5	6.5	6.5	91.0%	0.98	89.4%	5.8	5.8	78.1%
85	15.0	11.2	9.3	9.3	87.0%	0.96	69.6%	6.5	6.5	15.0	11.2	7.3	7.3	92.4%	0.98	88.9%	6.5	6.5	57.8%
98	15.0	11.2	9.3	9.3	87.0%	0.98	85.3%	7.9	7.9	15.0	11.2	8.8	8.8	92.4%	0.98	90.4%	7.9	7.9	70.8%
99	15.0	11.2	8.4	8.4	87.0%	0.97	84.4%	7.1	7.1	15.0	11.2	7.9	7.9	92.4%	0.97	89.6%	7.1	7.1	63.3%
108	15.0	11.2	3.6	3.6	88.0%	0.85	74.8%	2.7	2.7	5.0	3.7	3.1	3.1	89.5%	0.98	87.6%	2.7	2.7	71.8%
174	15.0	11.2	5.4	5.4	88.0%	0.92	81.0%	4.3	4.3	7.5	5.8	4.9	4.9	90.2%	0.98	88.6%	4.3	4.3	77.7%
175	15.0	11.2	5.9	5.9	88.0%	0.93	81.8%	4.9	4.9	10.0	7.5	5.5	5.5	91.0%	0.97	88.4%	4.9	4.9	65.1%
220	15.0	11.2	7.0	6.2	88.0%	0.91	80.1%	5.6	5.0	10.0	7.5	6.3	5.6	91.0%	0.97	88.7%	5.6	5.0	66.9%
221	15.0	11.2	5.7	5.7	88.0%	0.93	81.8%	4.7	4.7	7.5	5.8	5.3	5.3	90.2%	0.98	88.7%	4.7	4.7	83.5%
222	15.0	11.2	6.0	6.0	88.0%	0.94	82.7%	5.0	5.0	10.0	7.5	5.6	5.6	91.0%	0.97	88.7%	5.0	5.0	67.0%
258	15.0	11.2	9.1	9.1	87.0%	0.98	85.3%	7.7	7.7	15.0	11.2	8.6	8.6	92.4%	0.98	90.2%	7.7	7.7	69.1%
259	15.0	11.2	4.7	4.7	87.0%	0.91	79.2%	3.7	3.7	7.5	5.6	4.2	4.2	90.2%	0.97	87.9%	3.7	3.7	66.5%
260	15.0	11.2	6.0	6.0	87.0%	0.94	81.8%	4.9	4.9	10.0	7.5	5.6	5.6	91.0%	0.97	88.6%	4.9	4.9	66.2%
264	15.0	11.2	6.3	6.3	87.0%	0.94	81.8%	5.1	5.1	10.0	7.5	5.8	5.8	91.0%	0.98	88.8%	5.1	5.1	88.7%
273	15.0	11.2	6.9	6.9	87.0%	0.95	82.7%	5.7	5.7	10.0	7.5	6.4	6.4	91.0%	0.98	89.4%	5.7	5.7	76.9%
293	15.0	11.2	7.0	5.8	88.0%	0.90	79.2%	5.6	4.6	10.0	7.5	6.3	5.2	91.0%	0.97	88.1%	5.6	4.6	61.4%
350	15.0	11.2	4.3	4.3	88.0%	0.87	76.6%	3.3	3.3	7.5	5.8	3.7	3.7	90.2%	0.96	86.9%	3.3	3.3	58.2%
351	15.0	11.2	8.7	8.7	87.0%	0.97	84.4%	7.4	7.4	15.0	11.2	8.2	8.2	92.4%	0.97	89.9%	7.4	7.4	65.8%
355	15.0	11.2	7.2	7.2	87.0%	0.95	82.7%	5.9	5.9	10.0	7.5	6.6	6.6	91.0%	0.98	89.4%	5.9	5.9	79.3%
356	15.0	11.2	6.7	6.7	88.0%	0.95	83.6%	5.6	5.6	10.0	7.5	6.3	6.3	91.0%	0.98	89.3%	5.6	5.6	75.2%
TOTA	420	313	182	180				6	146	285	213	166	165				6	6	
84	20.0	14.9	9.7	9.7	90.0%	0.90	81.0%	7.9	7.9	15.0	11.2	8.8	8.8	91.7%	0.98	89.6%	7.9	7.9	70.2%
106	20.0	14.9	9.2	9.2	90.0%	0.95	85.5%	7.9	7.9	15.0	11.2	8.8	8.8	91.7%	0.98	89.6%	7.9	7.9	70.7%
106	20.0	14.9	9.4	9.4	90.0%	0.86	77.4%	7.3	7.3	15.0	11.2	8.2	8.2	91.7%	0.97	89.1%	7.3	7.3	65.0%
110	20.0	14.9	9.3	7.7	90.0%	0.93	83.7%	7.8	6.5	15.0	11.2	8.8	7.3	91.7%	0.98	88.3%	7.8	6.5	57.8%
111	29.0	14.9	12.3	8.9	90.0%	0.95	85.5%	10.5	7.6	20.0	14.9	12.0	8.7	92.4%	0.95	87.8%	10.5	7.6	51.0%
154	20.0	14.9	11.3	11.3	76.0%	0.96	73.0%	8.3	8.3	15.0	11.2	9.1	9.1	92.4%	0.98	90.6%	8.3	8.3	73.9%
203	20.0	14.9	8.1	8.1	90.0%	0.94	84.6%	6.8	6.8	15.0	11.2	7.7	7.7	91.7%	0.97	88.7%	6.8	6.8	80.9%
204	20.0	14.9	11.0	9.3	90.0%	0.96	86.4%	9.6	8.1	15.0	11.2	10.6	9.0	91.7%	0.98	89.8%	9.6	8.1	72.1%
212	20.0	14.9	8.4	7.0	90.0%	0.92	82.8%	6.9	5.8	15.0	11.2	8.0	6.6	91.7%	0.95	87.3%	6.9	5.8	51.8%
216	20.0	14.9	7.5	6.2	90.0%	0.88	79.2%	5.9	4.9	10.0	7.5	6.7	5.6	91.0%	0.97	88.6%	5.9	4.9	66.2%
345	20.0	14.9	10.1	10.1	90.0%	0.96	86.4%	8.8	8.8	15.0	11.2	9.7	9.7	91.7%	0.98	90.1%	8.8	8.8	78.3%

TABLA 6.5
RESUMEN DEL CAMBIO DE MOTORES POR MOTORES SUPER-E

N°	DATOS ACTUALES							DATOS NUEVOS							NUEVO E.C. PROM				
	POTENCIAS NOMINALES		POTENCIA DEMANDADA		EFICIENCIA			POTENCIA ENTREGADA		POTENCIAS NOMINALES		POTENCIA DEMANDADA		EFICIENCIA			POTENCIA ENTREGADA		
	H.P.	K.W.	MAX	PROM	NOM.	E.A.	AJUST	MAX	PROM	H.P.	K.W.	MAX	PROM	NOM.		E.A.	AJUST	MAX	PROM
			KW	KW				KW	KW			KW	KW					KW	KW
TOTA	45	34	25	25				9	20	35	26	22	22				9	9	
20	25.0	18.6	14.5	14.5	85.0%	0.94	79.9%	11.6	11.6	20.0	14.9	12.7	12.7	93.0%	0.98	91.4%	11.6	11.6	77.9%
117	25.0	18.6	16.8	16.8	85.0%	0.98	83.3%	14.0	14.0	25.0	18.6	15.3	15.3	93.0%	0.98	91.3%	14.0	14.0	75.0%
118	25.0	18.6	12.1	12.1	85.0%	0.95	80.8%	9.8	9.8	20.0	14.9	10.8	10.8	93.0%	0.97	90.5%	9.8	9.8	65.6%
178	25.0	18.6	12.1	12.1	88.0%	0.96	84.5%	10.2	10.2	20.0	14.9	11.4	11.4	92.4%	0.98	90.1%	10.2	10.2	68.6%
179	25.0	18.6	14.5	14.5	88.0%	0.97	85.4%	12.4	12.4	20.0	14.9	13.7	13.7	92.4%	0.98	90.9%	12.4	12.4	83.2%
180	25.0	18.6	15.3	15.3	88.0%	0.95	83.6%	12.8	12.8	25.0	18.6	14.2	14.2	92.4%	0.98	90.1%	12.8	12.8	68.6%
206	25.0	18.6	8.0	5.1	88.0%	0.84	73.9%	5.9	3.7	10.0	7.5	6.8	4.3	91.0%	0.95	86.3%	5.9	3.7	50.3%
213	25.0	18.6	14.0	14.0	88.0%	0.97	85.4%	11.9	11.9	20.0	14.9	13.1	13.1	92.4%	0.98	90.8%	11.9	11.9	80.0%
265	25.0	18.6	8.0	8.0	85.0%	0.91	77.4%	6.2	6.2	10.0	7.5	6.9	6.9	91.0%	0.98	89.5%	6.2	6.2	83.2%
266	25.0	18.6	10.1	10.1	85.0%	0.90	76.5%	7.7	7.7	15.0	11.2	8.5	8.5	92.4%	0.98	90.2%	7.7	7.7	68.9%
311	25.0	18.6	12.1	12.1	85.0%	0.95	80.8%	9.8	9.8	20.0	14.9	10.8	10.8	93.0%	0.97	90.5%	9.8	9.8	65.6%
341	25.0	18.6	15.5	11.4	88.0%	0.95	83.6%	12.9	9.5	25.0	18.6	14.7	10.9	92.4%	0.95	87.8%	12.9	9.5	51.2%
TOTA	300	224	163	146				13	120	230	172	139	133				13	10	
23	30.0	22.4	13.2	13.2	89.0%	0.95	84.6%	11.2	11.2	20.0	14.9	12.2	12.2	93.0%	0.98	91.2%	11.2	11.2	74.8%
88	30.0	22.4	8.1	8.1	89.0%	0.89	79.2%	6.4	6.4	15.0	11.2	7.2	7.2	92.4%	0.96	88.8%	6.4	6.4	57.0%
91	30.0	22.4	7.8	7.8	89.0%	0.89	79.2%	6.2	6.2	10.0	7.5	6.9	6.9	91.0%	0.98	89.5%	6.2	6.2	83.2%
92	30.0	22.4	18.3	18.3	89.0%	0.96	84.6%	15.5	15.5	25.0	18.6	17.0	17.0	93.0%	0.98	91.5%	15.5	15.5	83.2%
109	30.0	22.4	13.9	12.8	89.0%	0.95	84.6%	11.8	10.8	20.0	14.9	13.0	11.9	92.4%	0.98	90.5%	11.8	10.8	72.3%
153	30.0	22.4	6.5	6.5	89.0%	0.87	77.4%	5.0	5.0	10.0	7.5	5.7	5.7	91.0%	0.98	88.7%	5.0	5.0	67.4%
156	30.0	22.4	7.2	7.2	89.0%	0.86	75.7%	5.4	5.4	10.0	7.5	6.1	6.1	91.0%	0.98	89.2%	5.4	5.4	72.6%
169	30.0	22.4	18.6	18.6	89.0%	0.98	87.2%	16.2	16.2	30.0	22.4	17.8	17.8	93.0%	0.98	91.0%	16.2	16.2	72.4%
170	30.0	22.4	14.5	14.5	89.0%	0.96	85.4%	12.4	12.4	20.0	14.9	13.7	13.7	92.4%	0.98	90.9%	12.4	12.4	83.3%
210	30.0	22.4	9.4	6.1	89.0%	0.87	77.4%	7.3	4.7	15.0	11.2	8.6	5.5	91.7%	0.93	85.3%	7.3	4.7	42.1%
211	30.0	22.4	17.8	15.5	89.0%	0.97	86.3%	15.4	13.4	25.0	18.6	17.0	14.8	92.4%	0.98	90.4%	15.4	13.4	71.9%
TOTA	330	246	135	129				15	107	200	149	125	119				15	13	
102	40.0	29.8	19.1	19.1	88.0%	0.86	84.5%	16.1	16.1	30.0	22.4	17.7	17.7	93.0%	0.98	91.0%	16.1	16.1	72.1%
144	40.0	29.8	16.1	16.1	88.0%	0.94	82.7%	13.3	13.3	25.0	18.6	14.6	14.6	93.0%	0.98	91.0%	13.3	13.3	71.5%
145	40.0	29.8	16.7	16.7	88.0%	0.94	82.7%	13.8	13.8	25.0	18.6	15.1	15.1	93.0%	0.98	91.2%	13.8	13.8	74.1%
214	40.0	29.8	18.2	18.2	89.0%	0.95	84.6%	15.4	15.4	25.0	18.6	16.9	16.9	92.4%	0.98	90.9%	15.4	15.4	82.5%
217	40.0	29.8	21.0	17.1	89.0%	0.91	81.0%	17.0	13.8	30.0	22.4	18.9	15.4	93.0%	0.97	90.1%	17.0	13.8	61.8%
301	40.0	29.8	12.5	12.5	88.0%	0.88	77.4%	9.7	9.7	20.0	14.9	10.7	10.7	93.0%	0.97	90.4%	9.7	9.7	66.0%
302	40.0	29.8	24.8	24.8	88.0%	0.98	86.2%	21.4	21.4	40.0	29.8	23.1	23.1	94.5%	0.98	92.5%	21.4	21.4	71.8%
354	40.0	29.8	21.5	21.5	88.0%	0.94	82.7%	17.8	17.8	30.0	22.4	19.4	19.4	93.0%	0.98	91.4%	17.8	17.8	79.4%
TOTA	320	239	160	146				18	121	225	168	137	133				18	18	

TABLA 6.5
RESUMEN DEL CAMBIO DE MOTORES POR MOTORES SUPER-E

N°	DATOS ACTUALES									DATOS NUEVOS									
	POTENCIAS NOMINALES		POTENCIA DEMANDADA		EFICIENCIA			POTENCIA ENTREGADA		POTENCIAS NOMINALES		POTENCIA DEMANDADA		EFICIENCIA			POTENCIA ENTREGADA		NUEVO E.C. PROM
	H.P.	K.W.	MAX	PROM	NOM.	F.A.	AJUST.	MAX	PROM	H.P.	K.W.	MAX	PROM	NOM.	F.A.	AJUST.	MAX	PROM	
130	50.0	37.3	13.8	13.8	90.0%	0.90	81.0%	11.2	11.2	20.0	14.9	12.2	12.2	93.0%	0.98	91.3%	11.2	11.2	
137	50.0	37.3	30.6	30.6	88.0%	0.98	84.3%	25.8	25.8	50.0	37.3	28.2	28.2	93.6%	0.98	91.4%	25.8	25.8	69.1%
173	50.0	37.3	12.0	10.0	88.0%	0.83	71.4%	8.6	7.1	15.0	11.2	9.6	8.0	91.7%	0.97	89.0%	8.6	7.1	63.9%
291	50.0	37.3	22.4	22.4	90.0%	0.95	85.5%	19.1	19.1	40.0	29.8	20.8	20.8	94.5%	0.97	91.8%	19.1	19.1	64.1%
292	50.0	37.3	20.1	20.1	90.0%	0.91	81.9%	16.5	16.5	30.0	22.4	18.1	18.1	93.0%	0.98	91.2%	16.5	16.5	73.7%
295	50.0	37.3	9.9	9.9	90.0%	0.81	72.9%	7.2	7.2	15.0	11.2	8.1	8.1	92.4%	0.97	89.8%	7.2	7.2	64.7%
297	50.0	37.3	24.2	24.2	90.0%	0.93	83.7%	20.3	20.3	40.0	29.8	22.0	22.0	94.5%	0.98	92.2%	20.3	20.3	68.0%
299	50.0	37.3	23.9	23.9	90.0%	0.96	86.4%	20.6	20.6	40.0	29.8	22.3	22.3	94.5%	0.98	92.3%	20.6	20.6	69.1%
300	50.0	37.3	21.3	21.3	90.0%	0.95	85.5%	18.2	18.2	30.0	22.4	19.9	19.9	93.0%	0.98	91.4%	18.2	18.2	81.2%
303	50.0	37.3	23.5	23.5	90.0%	0.98	86.4%	20.3	20.3	40.0	29.8	22.0	22.0	94.5%	0.98	92.2%	20.3	20.3	68.0%
304	50.0	37.3	29.1	29.1	90.0%	0.98	88.2%	25.7	25.7	50.0	37.3	27.9	27.9	94.1%	0.98	91.9%	25.7	25.7	68.8%
357	50.0	37.3	20.1	20.1	86.0%	0.87	74.8%	15.1	15.1	25.0	18.6	16.6	16.6	92.4%	0.98	90.9%	15.1	15.1	80.8%
TOTA	600	447	251	249				15	207	395	295	228	226				15	15	
187	80.0	44.7	32.2	32.2	90.0%	0.97	87.3%	28.1	28.1	50.0	37.3	30.6	30.6	93.6%	0.98	91.8%	28.1	28.1	75.4%
215	80.0	44.7	34.0	24.8	90.0%	0.94	84.6%	28.8	21.0	50.0	37.3	32.0	23.4	93.6%	0.96	89.8%	28.8	21.0	56.3%
218	80.0	44.7	29.1	22.1	90.0%	0.93	83.7%	24.4	18.5	40.0	29.8	27.0	20.5	93.0%	0.97	90.1%	24.4	18.5	62.0%
TOTA	180	134	95	79				24	68	140	104	90	75				24	18	
139	75.0	55.9	34.7	34.7	92.4%	0.96	88.7%	30.8	30.8	50.0	37.3	33.2	33.2	94.1%	0.98	92.6%	30.8	30.8	82.5%
140	75.0	55.9	26.3	26.3	92.4%	0.93	85.9%	22.6	22.6	40.0	29.8	24.3	24.3	94.5%	0.98	92.8%	22.6	22.6	75.7%
148	75.0	55.9	31.3	31.3	92.4%	0.95	87.8%	27.5	27.5	50.0	37.3	29.8	29.8	94.1%	0.96	92.3%	27.5	27.5	73.7%
182	75.0	55.9	23.5	23.5	91.0%	0.81	82.8%	19.5	19.5	40.0	29.8	21.5	21.5	93.0%	0.97	90.4%	19.5	19.5	65.2%
186	75.0	55.9	35.2	35.2	91.0%	0.93	84.6%	29.8	29.8	50.0	37.3	32.4	32.4	93.6%	0.98	92.0%	29.8	29.8	80.0%
219	75.0	55.9	50.3	50.3	91.0%	0.98	89.2%	44.9	44.9	75.0	55.9	48.5	48.5	94.1%	0.98	92.5%	44.9	44.9	80.3%
294	75.0	55.9	34.1	34.1	92.4%	0.96	88.7%	30.3	30.3	50.0	37.3	32.7	32.7	94.1%	0.98	92.6%	30.3	30.3	81.2%
296	75.0	55.9	45.9	45.9	92.4%	0.99	90.6%	41.5	41.5	75.0	55.9	44.8	44.8	94.5%	0.98	92.7%	41.5	41.5	74.3%
298	75.0	55.9	38.0	38.0	92.4%	0.94	86.9%	33.0	33.0	60.0	44.7	35.7	35.7	94.5%	0.98	92.6%	33.0	33.0	73.8%
358	75.0	55.9	36.8	36.8	91.0%	0.96	87.4%	32.1	32.1	50.0	37.3	34.9	34.9	93.6%	0.98	92.1%	32.1	32.1	86.2%
TOTA	750	559	356	356				32	312	540	403	338	338				32	32	
55	100.0	74.6	40.3	40.3	92.4%	0.94	86.9%	35.0	35.0	60.0	44.7	37.7	37.7	94.5%	0.98	92.8%	35.0	35.0	78.2%
56	100.0	74.6	48.5	48.5	82.4%	0.96	88.7%	43.0	43.0	75.0	55.9	46.3	46.3	94.5%	0.98	92.8%	43.0	43.0	76.9%
136	100.0	74.6	32.1	32.1	93.0%	0.89	82.8%	26.5	26.5	50.0	37.3	29.0	29.0	93.6%	0.98	91.6%	26.5	26.5	71.2%
138	100.0	74.6	58.2	58.2	93.0%	0.98	91.1%	53.0	53.0	100.0	74.6	57.3	57.3	94.5%	0.98	92.5%	53.0	53.0	71.1%

TABLA 6.5
RESUMEN DEL CAMBIO DE MOTORES POR MOTORES SUPER-E

N°	DATOS ACTUALES								DATOS NUEVOS								NUEVO E.C. PROM		
	POTENCIAS NOMINALES		POTENCIA DEMANDADA		EFICIENCIA			POTENCIA ENTREGADA		POTENCIAS NOMINALES		POTENCIA DEMANDADA		EFICIENCIA				POTENCIA ENTREGADA	
	H.P.	K.W.	MAX	PROM	NOM.	F.A.	AJUST	KW	KW	H.P.	K.W.	MAX	PROM	NOM.	F.A.	AJUST		KW	KW
TOTA	400	298	179	179				53	158	285	213	170	170				53	53	
113	125.0	93.2	60.6	60.6	92.4%	0.98	88.7%	53.7	53.7	100.0	74.6	58.1	58.1	94.5%	0.98	92.6%	53.7	53.7	72.1%
TOTA	125	93	61	61				54	54	100	75	58	58				54	54	
112	150.0	111.9	91.7	91.7	93.0%	0.98	91.1%	83.6	83.6	150.0	111.9	90.2	90.2	94.5%	0.98	92.7%	83.6	83.6	74.7%
115	150.0	111.9	87.2	87.2	93.0%	0.98	91.1%	79.5	79.5	150.0	111.9	86.0	86.0	94.5%	0.98	92.5%	79.5	79.5	71.1%
141	150.0	111.9	92.8	92.8	93.0%	0.95	88.4%	82.0	82.0	150.0	111.9	87.7	87.7	95.4%	0.98	93.5%	82.0	82.0	73.3%
TOTA	450	336	272	272				82	245	450	336	264	264				82	82	
114	200.0	149.1	111.9	111.9	93.0%	0.94	87.4%	97.8	97.8	150.0	111.9	105.2	105.2	94.5%	0.98	93.0%	97.8	97.8	87.4%
TOTA	200	149	112	112				98	98	150	112	105	105				98	98	
TOTA	104	3203	2052	2006				1754	1715	3165	2360	1875	1875				98	98	
			PROMEDIOS		0.89		82.8%					1.0		92.5%	0.98	90.2%			70.7%

TABLA 6.6
RESUMEN DEL CAMBIO DE MOTORES POR MOTORES SUPER-E Y LA INTRODUCCION DE VARIADORES

Nº	DESCRIPCION	DATOS ACTUALES				CON MOTOR EF.		DATOS CON MOTOR EFICIENTE + VARIADOR				
		POTENCIAS NOMINALES		POTENCIA DEMANDADA		POTENCIA DEMANDADA		% MAXIMO DE APERTURA	% DE POTENCIA MAX.	FACTOR DE CARGA PROMEDIO	POTENCIA DEMANDADA	
		H.P.	K.W.	MAX KW	PROM KW	MAX KW	PROM KW				MAX KW	PROM KW
220	BOMBA AGUA CALIENTE	15.00	11.2	7.0	6.2	6.3	5.6	92.00%	77.87%	88.91%	4.93	3.47
293	BOMBA FILTRO	15.00	11.2	7.0	5.8	6.3	5.2	95.00%	86.74%	82.32%	5.41	3.02
TOTALES		30	22.4	14.0	12.0	12.6	10.8				10.34	6.48
110	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	20.00	14.9	9.3	7.7	8.8	7.3	94.00%	83.06%	82.79%	7.35	4.17
111	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	20.00	14.9	12.3	8.9	12.0	8.7	83.00%	67.18%	72.38%	6.83	2.59
204	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	20.00	14.9	11.0	9.3	10.6	9.0	87.00%	66.85%	84.65%	6.99	4.24
212	BOMBA AGUA CALIENTE	20.00	14.9	8.4	7.0	8.0	6.8	88.00%	68.15%	83.50%	5.42	3.15
218	BOMBA AGUA CALIENTE	20.00	14.9	7.5	6.2	6.7	5.6	90.00%	72.90%	83.61%	4.86	2.84
TOTALES		100	74.6	48.5	39.2	48.0	37.2				31.44	16.99
205	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	25.00	18.6	8.0	5.1	6.8	4.3	91.00%	75.36%	63.80%	5.13	1.33
341	BOMBA DE AGUA SUCIA	25.00	18.6	15.5	11.4	14.7	10.9	92.00%	77.87%	73.83%	11.46	4.61
TOTALES		50	37.3	23.4	16.5	21.5	15.2				16.59	5.95
109	BOMBA CONDENSADO ACIDO-GRASA	30.00	22.4	13.9	12.8	13.0	11.9	87.00%	65.85%	91.63%	8.56	6.59
210	BOMBA AGUA CALIENTE	30.00	22.4	9.4	6.1	8.6	5.5	86.00%	63.61%	64.50%	5.45	1.46
211	BOMBA AGUA CALIENTE	30.00	22.4	17.8	15.5	17.0	14.8	89.00%	70.50%	87.17%	11.98	7.94
TOTALES		90	67.1	41.2	34.4	38.6	32.3				25.99	16.98
217	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	40.00	29.8	21.0	17.1	18.9	15.4	64.00%	26.21%	81.15%	4.86	2.65
TOTALES		40	29.8	21.0	17.1	18.9	15.4				4.86	2.65
173	VENTILADOR CALDERA	50.00	37.3	12.0	10.0	9.6	8.0	73.00%	38.90%	83.35%	3.75	2.17
TOTALES		50	37.3	12.0	10.0	9.6	8.0				3.75	2.17
215	BOMBA AGUA SUCIA CALIENTE	60.00	44.7	34.0	24.8	32.0	23.4	53.00%	14.89%	72.87%	4.77	1.85
218	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	60.00	44.7	29.1	22.1	27.0	20.5	64.00%	15.75%	75.90%	4.26	1.86
TOTALES		120	89.5	63.1	46.9	59.1	43.9				9.03	3.71
TOTALES		16.0	357.9	223.3	176.0	206.4	162.7				102.1	63.0

TABLA 6.7
AHORROS TOTALES

N°	Actuales					Con motor eficiente					Con motor eficiente + Variador				
	Potencia Nominal	Consumos anuales		Punta kwh	Dem Max kw	Consumos anuales		Ahorros Anuales		Dem Max kw	Consumos anuales		Ahorros Anuales		
		Base kwh	Punta kwh			Base kwh	Punta kwh	Base kwh	Punta kwh		Base kwh	Punta kwh			
11	220.00	108.33	315150	61574	98.30	289189	56132	25982	5442	78.81	201435	42431	19143	113716	
20	25.00	14.54	58165	11633	12.72	50873	10175	7291	1458	12.72	50873	10175	1458	7291	
117	25.00	16.76	67113	13423	15.31	61259	12252	5854	1171	13.13	52522	10504	2918	14591	
118	25.00	12.12	48471	9694	10.81	43240	8648	5231	1046	9.27	37073	7415	2280	11398	
178	25.00	12.12	14541	2424	11.36	13627	2271	914	152	9.74	11684	1947	476	2657	
179	25.00	14.54	14541	2908	13.66	13662	2732	879	178	11.71	11714	2343	566	2828	
180	25.00	15.29	15287	3057	14.18	14178	2836	1109	222	12.16	12156	2431	626	3131	
205	25.00	7.95	20288	4058	6.81	17368	3474	2919	584	5.13	5327	1085	2592	14061	
213	25.00	13.98	55928	11186	13.14	52559	10512	3369	674	11.27	45053	9013	2173	10865	
265	25.00	8.02	32065	6413	6.93	27702	5540	4363	873	6.93	27702	5540	873	4363	
268	25.00	10.07	40268	8054	8.54	34143	6829	6125	1225	8.54	34143	6829	1225	6125	
311	25.00	12.12	48471	9694	10.82	43280	8652	5210	1042	10.82	43280	8652	1042	5210	
341	25.00	15.47	45888	9138	14.72	43481	8696	2207	441	11.46	18458	3692	5446	27231	
12	300.00	152.99	480824	91680	138.98	415353	82616	45471	9084	122.86	348973	68605	22075	110851	
23	30.00	13.20	52798	10559	12.24	48941	9788	3854	771	12.24	48941	9788	771	3854	
88	30.00	8.05	32214	6443	7.18	28733	5747	3481	698	7.18	28733	5747	698	3481	
91	30.00	7.83	28187	0	6.93	24943	0	3244	0	6.93	24943	0	0	3244	
92	30.00	18.34	66039	0	16.95	61037	0	5002	0	16.95	61037	0	0	5002	
109	30.00	13.92	51020	10204	13.00	47661	9532	3359	672	8.56	26352	5270	4934	24688	
153	30.00	6.49	25950	5160	5.86	22642	4528	3308	662	5.86	22642	4528	662	3308	
156	30.00	7.16	28435	5727	6.07	24296	4859	4339	868	6.07	24296	4859	868	4339	
189	30.00	18.57	74272	14654	17.79	71189	14234	3103	621	15.25	61018	12204	2851	13253	
170	30.00	14.54	58165	11633	13.67	54690	10940	3465	693	11.72	46968	9380	2253	11257	
210	30.00	9.44	24353	4871	8.57	22097	4419	2258	451	8.57	22097	4419	451	2258	
211	30.00	17.80	62087	12413	16.99	59250	11850	2817	563	11.98	31741	6348	8065	30328	
11	330.00	135.34	503988	81894	125.07	465470	75888	38228	5886	108.01	382448	58294	22601	121250	
102	40.00	19.09	68724	0	17.71	63772	0	4951	0	17.71	63772	0	0	4951	
144	40.00	16.11	64428	12886	14.64	58542	11708	5857	1177	14.64	58542	11708	1177	5857	
145	40.00	16.70	68815	13363	15.15	60594	12119	6221	1244	15.15	60594	12119	1244	6221	
214	40.00	18.20	72780	14558	16.93	67710	13542	5070	1014	14.51	58053	11611	2945	14727	
217	40.00	21.04	88292	13658	18.92	61411	12282	6981	1376	4.86	10800	2120	11538	57882	
301	40.00	12.53	50111	10022	10.73	42919	8584	7192	1438	10.73	42919	8584	1438	7192	
302	40.00	24.78	98029	19806	23.09	92358	18471	6573	1335	23.09	92358	18471	1335	6573	
351	40.00	21.48	85805	17181	19.44	77744	15549	8161	1632	19.44	77744	15549	1632	8161	
8	320.00	149.90	578084	101472	136.60	525048	92255	51038	9217	120.23	464580	80162	21310	111504	

TABLA 6.7
AHORROS TOTALES

Nº	Potencia Nominal	Actuales				Con motor eficiente					Con motor eficiente + Variador						
		Dem	Consumos anuales			Dem	Consumos anuales			Ahorros Anuales		Dem	Consumos anuales			Ahorros Anuales	
		Max kw	Basa kwh	Punta kwh	Punta kwh	Max kw	Basa kwh	Punta kwh	Basa kwh	Punta kwh	Max kw	Basa kwh	Punta kwh	Basa kwh	Punta kwh		
1	15.00	6.82	27203	5490	6.19	24758	4652	2535	507	5.31	21227	4245	1213	6088			
5	15.00	6.05	32214	6443	7.74	30973	6195	1241	248	6.64	26556	5311	1132	5659			
21	15.00	6.60	26368	5280	6.12	24473	4695	1925	365	6.12	24473	4695	365	1925			
22	15.00	5.37	21476	4295	4.70	18803	3761	2673	535	4.70	18803	3761	535	2673			
40	15.00	5.62	23268	4653	5.30	21215	4243	2051	410	5.30	21215	4243	410	2051			
41	15.00	6.38	25503	5101	5.93	23708	4742	1795	359	5.08	20326	4065	1035	5176			
57	15.00	4.70	18792	3758	3.98	15905	3181	2886	577	3.98	15905	3181	577	2886			
70	15.00	4.14	16555	3311	3.69	14779	2950	1775	355	3.69	14779	2950	355	1775			
71	15.00	7.05	28187	5637	6.52	26061	5212	2127	425	6.52	26061	5212	425	2127			
95	15.00	9.28	33422	1857	7.27	26162	1453	7260	403	7.27	26162	1453	403	7260			
98	15.00	9.28	33422	1857	8.76	31537	1752	1685	105	8.76	31537	1752	105	1885			
99	15.00	8.39	32021	1678	7.90	28433	1580	1768	98	7.90	28433	1580	98	1768			
108	15.00	3.58	14317	2863	3.06	12220	2444	2097	419	2.62	10478	2096	768	3840			
174	15.00	5.37	21476	4295	4.91	19533	3927	1843	369	4.21	16833	3367	929	4643			
175	15.00	5.93	23713	4743	5.49	21944	4369	1769	354	4.70	18814	3763	980	4899			
220	15.00	7.01	24931	4986	6.33	22518	4504	2413	463	4.93	13962	2772	2214	11069			
221	15.00	5.70	22818	4564	5.26	21047	4209	1771	354	4.51	18045	3609	955	4773			
222	15.00	6.04	21745	1208	5.64	20286	1127	1458	81	4.83	17393	966	242	4352			
258	15.00	9.08	36241	7248	8.56	34241	6848	2000	400	8.56	34241	6848	400	2000			
259	15.00	4.70	18792	3758	4.23	16773	3367	1859	372	4.23	16933	3367	372	1859			
260	15.00	6.04	24161	4632	5.57	22097	4459	1864	373	5.57	22297	4459	373	1864			
264	15.00	6.28	25068	5011	5.77	23655	4613	1992	398	5.77	23064	4613	398	1992			
273	15.00	6.94	27740	5546	6.41	25955	5131	2065	417	6.41	25955	5131	417	2065			
293	15.00	7.02	23115	4623	6.31	20788	4157	2329	466	5.41	12076	2415	2208	11039			
350	15.00	4.25	17002	3400	3.75	14988	2997	2016	403	3.21	12849	2570	831	4153			
351	15.00	6.72	34669	6980	8.19	32755	6551	2144	429	8.19	32755	6551	429	2144			
355	15.00	7.16	28635	5727	6.62	26462	5292	2173	435	6.62	26462	5292	435	2173			
356	15.00	6.71	26845	5369	6.29	25140	5028	1705	341	5.39	21555	4311	1058	5280			
28	420.00	182.37	708214	124484	166.47	646777	113984	61437	10500	156.43	598760	104804	19680	109424			
84	20.00	9.69	38776	7755	8.76	35044	7009	3733	747	8.76	35044	7009	747	3733			
105	20.00	9.25	22192	7397	8.82	21170	7057	1022	341	7.56	18151	6050	1347	4041			
106	20.00	9.40	22550	7517	8.16	19588	6529	2964	988	7.00	16793	5698	1919	5757			
110	20.00	9.33	27807	1545	8.85	26362	1465	1445	80	7.35	15007	634	711	12800			
111	20.00	12.28	31987	1778	11.95	31145	1730	852	47	6.83	9329	518	1259	2268			
154	20.00	11.33	45339	9068	9.13	36506	7301	8833	1767	9.13	36506	7301	1767	8833			
203	20.00	8.05	32214	6443	7.68	30736	6147	1478	296	6.59	26352	5270	1172	5962			
204	20.00	11.02	37312	7462	10.61	36919	7184	1393	279	6.99	16947	3369	4073	20365			
212	20.00	8.38	27890	5598	7.95	26554	5311	1436	287	5.42	12618	2524	3074	15372			
216	20.00	7.45	24916	4983	6.68	22276	4455	2639	528	4.86	11352	2270	2713	13563			
345	20.00	10.14	4057	2028	9.73	3980	1945	168	83	8.34	3336	1668	361	721			

TABLA 6.7
AHORROS TOTALES

N°	Actuales			Con motor eficiente						Con motor eficiente + Variador				
	Potencia Nominal	Dem	Consumos anuales		Dem	Consumos anuales		Ahorros Anuales		Dem	Consumos anuales		Ahorros Anuales	
		Max kw	Base kw/h	Punta kw/h		Max kw	Base kw/h	Punta kw/h	Base kw/h		Punta kw/h	Max kw	Base kw/h	Punta kw/h
130	50.00	13.80	55182	11036	12.24	49979	9796	6203	1241	12.24	49979	9796	1241	6203.
137	50.00	30.57	91721	12229	28.18	84542	11272	7180	957	28.18	84542	11272	957	7180
173	50.00	12.01	40041	8008	9.63	32118	6424	7923	1585	3.75	8980	1736	6272	31361
291	50.00	22.37	69484	17897	20.84	83348	16870	6136	1227	20.84	83348	16870	1227	6136
292	50.00	20.13	80536	16107	18.09	72349	14470	8187	1637	18.09	72349	14470	1637	8187
295	50.00	9.99	39720	7944	8.08	32242	6448	7478	1496	8.05	32242	6448	1496	7478
297	50.00	24.24	96941	19388	22.00	89007	17801	8934	1787	22.00	89007	17801	1787	8934
299	50.00	23.86	95450	19090	22.34	89351	17870	8938	1787	22.34	89351	17870	1787	8938
300	50.00	21.25	85010	17002	19.87	79479	15896	5530	1105	19.87	79479	15896	1105	5530
303	50.00	23.49	93958	18792	22.02	88070	17614	5889	1178	22.02	88070	17614	1178	5889
304	50.00	29.08	116329	23268	27.93	111700	22340	4629	926	27.93	111700	22340	926	4629
357	50.00	20.13	80536	16107	16.58	66325	13265	14210	2842	14.22	56866	11373	4734	23670
12	600.00	250.87	964907	186867	227.78	876510	169666	88397	17201	219.53	843612	163086	23780	121295
187	60.00	32.21	128957	25771	30.84	122551	24510	6306	1261	26.27	105072	21014	4757	23785
215	60.00	34.03	99197	19839	32.04	93410	18682	5787	1157	4.77	7385	1477	18362	91812
218	60.00	29.10	88346	17689	27.04	82108	16421	6240	1248	4.26	7448	1460	16180	80898
3	180.00	95.34	316400	63280	89.73	298087	59613	18333	3667	35.30	119005	23881	39299	198495
139	75.00	34.68	138700	27740	33.22	132870	26574	5831	1168	33.22	132870	26574	1168	5831
140	75.00	28.29	105144	21029	24.35	97391	19478	7752	1550	24.35	97391	19478	1550	7752
148	75.00	31.32	125278	25056	29.80	119184	23837	6094	1219	29.80	119184	23837	1219	6094
182	75.00	23.49	28187	4698	21.52	25822	4304	2386	394	18.45	22139	3680	1008	6049
186	75.00	35.23	140937	28187	32.42	129697	25937	11251	2250	27.80	111190	22238	5949	29747
219	75.00	50.33	201339	40268	48.52	194095	38819	7244	1449	41.60	166412	33282	6885	34927
294	75.00	34.12	136483	27293	32.70	130788	26158	5675	1135	32.70	130788	26158	1135	5675
298	75.00	45.86	183442	36688	44.81	179248	35850	4194	839	44.81	179248	35850	839	4194
298	75.00	38.03	152123	30425	35.05	142617	28523	8508	1901	35.05	142617	28523	1901	9506
358	75.00	36.78	147120	29424	34.89	139558	27911	7564	1513	29.91	119652	23930	5494	27468.
10	750.00	356.13	1358733	270807	337.88	1291258	257391	67476	13416	318.29	1221491	243560	27247	137242
55	100.00	40.27	161071	32214	37.67	150697	30139	10374	2075	37.67	150697	30139	2075	10374
58	100.00	48.47	193882	38778	46.34	185359	37072	8523	1705	46.34	185359	37072	1705	8523
136	100.00	32.07	96195	18226	28.97	86918	11589	9277	1737	28.97	86918	11589	1237	9277
138	100.00	58.16	232658	46532	57.32	229292	45858	3366	673	57.32	229292	45858	673	3366
4	400.00	178.97	683807	130348	170.31	652267	124659	31540	5690	170.31	652267	124659	5690	31540

TABLA 6.7
AHORROS TOTALES

N°	Potencia Nominal	Actuales			Con motor eficiente					Con motor eficiente + Variador				
		Dem Max kw	Consumos Base kwh	Punta anuales kwh	Dem Max kw	Consumos Base kwh	Punta kwh	Ahorros Base kwh	Punta Anuales kwh	Dem Max kw	Consumos Base kwh	Punta kwh	Ahorros Base kwh	Punta Anuales kwh
113	125.00	60.59	242353	48471	58.07	232281	46456	10071	2014	49.79	199152	39830	8640	43201
1	125.00	60.59	242353	48471	58.07	232281	46456	10071	2014	49.79	199152	39830	8640	43201
112	150.00	91.72	366984	73377	90.16	360636	72127	6248	1250	77.30	309200	61840	11537	57684
115	150.00	87.25	348988	69798	85.98	343939	68788	5049	1010	73.72	294884	58977	10821	54103
141	150.00	92.84	371359	74272	87.71	350840	70168	20518	4104	87.71	350840	70168	4104	20518
3	450.00	271.81	1087231	217446	263.85	1055415	211083	31816	6363	238.73	954925	190985	26461	132306
114	200.00	111.86	447420	89484	105.15	420614	84123	26806	5361	90.16	360624	72125	17359	86796
1	200.00	111.86	447420	89484	105.15	420614	84123	26806	5361	90.16	360624	72125	17359	86796
104 SUMA:		2052	7664822	1467908	1918	7168248	1373877	496573	99331	1708	6349204	1214523	253285	1315618

CAPÍTULO 7

ANÁLISIS FINANCIERO.

7.1 COSTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

En Noviembre de 1991 se publicaron en el diario oficial las nuevas tarifas horarias que entrarían en vigor a partir de que el suministrador del servicio (CFE o Cía. de Luz) instalara el equipo de medición adecuado para medir consumos y demandas en los períodos base y punta.

Un cambio también muy importante fue el del ajuste por precio del combustible.

En el Capítulo 2 se ve claramente que el 70% de la generación eléctrica de México está basada en hidrocarburos por lo que cualquier variación en el precio del combustible impacta fuertemente en el costo de producción del generador.

La fórmula que aplica la suministradora para ajustar la variación del combustible fue publicada el viernes 3 de abril de 1992 donde se especifica que: "el monto de los ajustes expresados en pesos, se calculará multiplicando el total de energía consumida en el mes expresado en kilowatt-hora, por los factores mensuales de ajuste que se expresan en pesos por kilowatt-hora".

El factor de ajuste se calcula de la siguiente manera:

$$J = FTj \quad \Sigma \quad AI * (Pi - PBi)$$

desde $i = 1$ hasta 5

donde:

J expresa cada uno de los niveles de transmisión

- 1) alta tensión nivel transmisión (tarifas H-T Y H-TL)
- 2) alta tensión nivel subtransmisión (tarifas H-S y H-SL)
- 3) media tensión (tarifas OM y HM)

i expresa cada uno de los 5 combustibles que se someten al ajuste mensual

- 1) Combustóleo importado, cotización Pemex, puesto en Manzanillo.
- 2) Combustóleo nacional, cotización Pemex, centro productor.
- 3) Gas natural, cotización Pemex, zona centro.
- 4) Diesel n° 1, cotización Pemex, única a nivel nacional
- 5) Carbón, cotización MICARE que incluye manejo de cenizas, única a nivel nacional

PBi expresa el precio base sin iva para cada combustible

- PB1 = .23403 n\$ por litro
PB2 = .19391 n\$ por litro
PB3 = .18410 n\$ por metro cúbico
PB4 = .49130 n\$ por litro
PB5 = .10041 n\$ por kilogramo

Pi es el precio sin IVA para cada combustible vigente en la quincena anterior al mes calendario de cálculo del monto del ajuste.

AI corresponde a los coeficientes de ajuste para cada combustible y tienen los siguientes valores.

A1 = .031744
A2 = .104201
A3 = .044212
A4 = .003048
A5 = .038062

FTj representa un factor a aplicar a cada uno de los tres niveles de tensión de suministro y tiene los siguientes valores.

FT1 = 1.029
FT2 = 1.042
FT3 = 1.067

Analizando esta fórmula y su significado no es difícil descubrir que la suministradora se está incrementando sus precios disfrazadamente un 6.7% sobre la variación de combustible para el caso de tarifa HM y OM en caso de que el factor sea positivo.

La TABLA 7.1 muestra el precio oficial de la demanda y energía en tarifa HM y el precio real a junio de 1995 con el factor de ajuste por variación de combustible incluido.

Además se sabe que las tarifas eléctricas están subsidiadas por lo menos en un 50%, dentro del estudio económico se supone un incremento a los precios de la energía de 50%, 25% y 10% a los 12, 24 y 36 meses de la evaluación financiera.

7.2-EVALUACIÓN DE LOS AHORROS.

De acuerdo a la información concluida en el capítulo anterior, tres son los conceptos de ahorro de energía, a saber:

7.2.1 FACTOR DE POTENCIA.

El ahorro por la corrección de factor de potencia se deriva básicamente de evitar el pago de la multa que para el período de 1994 fue de n\$ 4,942.00 mensuales. De acuerdo a la fórmula de bonificación por un factor de potencia superior a .90, la planta procesadora de aceite será bonificada con el 1.5% de su facturación eléctrica, es decir con n\$ 2,684.00 mensuales. El ahorro total por este concepto será entonces la suma de la multa más la bonificación.

El ahorro total es de N\$ 7,626.00 mensuales.

7.2.2 MOTORES SUPER EFICIENTES.

El ahorro por este concepto se deriva no sólo de la mayor eficiencia de los equipos a instalar sino de el redimensionamiento de los motores.

En la TABLA 7.2 se pueden ver los consumos de energía actuales junto con las demandas máximas de los motores incluidos en este estudio.

Como se puede ver en dicha tabla, por la instalación de motores, el ahorro por demanda máxima es de 134 kw

equivalentes a un ahorro de N4 3,234.09 mensuales y el ahorro por consumo punta y base alcanza más de N\$9,000.00 mensuales.

7.2.3 MOTORES SUPER EFICIENTES CON VARIADORES.

El ahorro máximo se obtiene si además de instalar motores mas eficientes se instalan variadores de velocidad, en la misma TABLA 7.2 se puede ver que el ahorro máximo mensual por este concepto es de N\$ 32,503.82 mensuales.

La suma del ahorro por la instalación de motores super-eficientes y variadores mas el ahorro por concepto de la corrección del bajo factor de potencia alcanza N\$ 40,129.58 mensuales, en la TABLA 7.2 se muestra de manera resumida los ahorro que se pueden alcanzar.

Se investigaron dos opciones de inversión, la primera ellas considerando el cambio de los 104 motores estudiados y la segunda cambiando los motores cuya recuperación se logrará en menos de 6 años, estos motores así como el monto de la inversión requerida se describen en la TABLA 7.4 y los ahorros que pueden ser alcanzados instalando 92 motores se describen en la TABLA 7.5. y de manera resumida en la TABLA 7.6.

7.3 INVERSIÓN INICIAL.

En términos generales, los motores super eficientes considerados así como los variadores de velocidad son todos importados, se consiguieron los mejores precios del mercado y se pasaron a pesos considerando un tipo de cambio de N\$ 6.35 por dólar.

7.3.1 EN MOTORES SUPER-EFICIENTES Y VARIADORES DE VELOCIDAD.

La TABLA 7.3 muestra de manera resumida los motores que serán cambiados y los variadores que tendrán que ser adquiridos para conseguir el ahorro de los n\$ 40,129.58 mensuales y la TABLA 7.4 muestra la inversión requerida para alcanzar los ahorros de N\$ 35,559.59 mensuales.

Las primeras cuatro columnas de dicha tabla describen el motor actualmente instalado así como la carga que mueve. Las siguientes tres columnas describen el motor que deberá ser instalado así como una columna que hemos llamado retorno sencillo que no es mas que el resultado de dividir el precio del motor nuevo entre el ahorro que se conseguiría de ser instalado dicho motor.

Por último se muestra el precio del variador de velocidad y el retorno sencillo que se tendría adquiriéndose dicho motor junto con el variador.

Cabe mencionar que los valores cero significan que no se sugiere ningún equipo ya que el ahorro obtenido sería mínimo en comparación a la inversión requerida para obtener dicho ahorro.

Para la primera opción se propone instalar 104 motores cuyo costo de adquisición es de n\$ 779,875.30 y 16 variadores de velocidad cuyo costo es de N\$ 238,852.10, el total del costo de adquisición de los equipos es de:

n\$ 1,018,727.40

Para la segunda opción se propone instalar 92 motores cuyo costo de adquisición es de N\$ 619,172.60 y 13 variadores cuyo costo de adquisición es de N\$ 212,896.50, el total de costo de adquisición de los equipos es de:

N\$ 832,069.01

7.3.2 EN FACTOR DE POTENCIA.

Se mencionó anteriormente la conveniencia de hacer compensación individual hasta donde sea posible. En este caso se requiere de un capacitor fijo cuya instalación se hace normalmente entre el arrancador del motor y el motor mismo para que el capacitor entra y salga automáticamente a la hora de arrancar y parar el motor.

Aparte del capacitor es necesario invertir en la instalación del mismo, la TABLA 7.2 arroja los mejores precios comercialmente disponibles por la adquisición de los equipos así como por la instalación de los mismos. La inversión inicial en capacitores para compensar individualmente es de:

n\$ 155,423.50

Es recomendable hacer la compensación general con capacitores que entren y salgan en forma automática, esto es, que sea sensado el factor de potencia instantáneo y que se conecten o desconecten capacitores de acuerdo al factor de potencia deseado.

El tamaño máximo de paso debe ser lo suficientemente chico como para que entren o salgan los capacitores si entra o sale el motor promedio de la carga conectada.

A mayor número de pasos para la misma cantidad de kvar del banco automático será mayor su costo, sin embargo, el ajuste de factor de potencia será mas fino.

Los siguientes capacitores son recomendados para compensar la potencia reactiva en forma general en baja tensión:

- 1 de 12 pasos de 10 kvar cada uno a 480 volts
- 2 de 7 pasos de 10 kvar cada uno a 480 volts.
- 1 de 5 pasos de 10 kvar cada uno en el mismo voltaje

Sumando todos los costos del equipo así como también los costos de instalación, alcanzamos un total de

N\$ 1,174,150.90 opción 1

N\$ 1,023,159.80 opción 2

Los motores eléctricos que se cambiarán así como los arrancadores que serán sustituidos por variadores de velocidad tienen un costo que se estima en el 5% de la inversión que se hará por los motores nuevos y por los variadores. Por lo que el valor del equipo sustituido es de:

N\$ 50,936.37 opción 1

N\$ 41,603.45 opción 2

Por último las inversiones requeridas para las opciones 1 y 2 se muestran en la TABLA 7.7.

Tabla 7.1
Costo de la Energía eléctrica a Junio de 1995

TARIFA HM

	actual	real*
Demanda Facturable	24.135	24.135
Energía P.	0.201	0.248
Energía B.	0.128	0.173

*Considerando efecto por la variación del combustible

Tabla 7.2
Evaluación de los Ahorros

	Muita						Ahorro Total
	Actual	%	N\$	Nuevo	%	n\$	
Factor de Potencia	86%	2.72%	\$4,942	95.9%	1.5%	\$2,684	\$7,626

Motores eficientes

Concepto	Potencia (kw) Energía (kwh)			Ahorro	
	Actual	Nuevo	Ahorro	Anual N\$	Mensual N\$
Demanda Facturable	2,052.0	1,918.0	134.0	\$38,809.08	\$3,234.09
Energía Punta*	1,467,808.0	1,373,877.0	93,931.0	\$23,294.89	\$1,941.24
Energía Base	7,664,822.0	7,168,248.0	496,574.0	\$85,907.30	\$7,158.94
				subtotal	\$12,334.27

Motores eficientes más variadores

Concepto	Potencia (kw) Energía (kwh)			Ahorro	
	Actual	Nuevo	Ahorro	Anual N\$	Mensual N\$
Demanda Facturable	2,052.0	1,708.0	344.0	\$99,629.28	\$8,302.44
Energía Punta*	1,467,808.0	1,214,523.0	253,285.0	\$62,814.68	\$5,234.56
Energía Base	7,664,822.0	6,349,204.0	1,315,618.0	\$227,601.91	\$18,966.83
				subtotal	\$32,503.82

Ahorro Total mensual	\$40,129.58
Monto Total Actual	\$183,859.09
%	21.83%

TABLA 7.3
INVERSION EN MOTORES Y VARIADORES

N°	DESCRIPCION	PAR	ACTUAL	MOTORES EFICIENTES		VARIADOR			
			POTENCIA H.P.	POTENCIA H.P.	VELOCIDA RPM	PRECIO Nº	RETORNO SENCILLO	PRECIO Nº	RETORNO SENCILLO
108	BOMBA DESTILADO	VARIABLE	15.0	5.0	3500	\$1,873.3	1.8	\$0.0	0.0
TOTAL	1.00		15.0	5.0		\$1,873.3	1.8	\$0.0	
22	SEPARADOR 2,3	CONSTANTE	15.0	7.5	1765	\$2,133.6	1.6	\$0.0	0.0
40	AGITADOR CONVERTIDOR	CONSTANTE	15.0	7.5	1765	\$2,133.6	2.1	\$0.0	0.0
57	COMPRESOR CHILLER	CONSTANTE	15.0	7.5	1765	\$2,133.6	1.5	\$0.0	0.0
70	AGITADOR CONVERTIDOR	CONSTANTE	15.0	7.5	1765	\$2,133.6	2.4	\$0.0	0.0
174	BOMBA ALIM. CALDERA	VARIABLE	15.0	7.5	3525	\$2,213.0	2.4	\$0.0	0.0
221	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	15.0	7.5	3525	\$2,213.0	2.5	\$0.0	0.0
259	COCEDOR COPRA II	CONSTANTE	15.0	7.5	1765	\$2,133.6	2.3	\$0.0	0.0
350	VENTILADOR DE TORRE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	15.0	7.5	3525	\$2,213.0	2.2	\$0.0	0.0
TOTAL	8.00		120.0	60.0		\$17,306.9	2.1	\$0.0	
220	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	2.2	\$8,953.5	3.2
293	BOMBA FILTRO	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	2.7	\$8,953.5	3.5
216	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	20.0	10.0	3525	\$2,568.6	2.1	\$8,953.5	2.6
205	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	25.0	10.0	3525	\$2,568.6	1.7	\$8,953.5	2.7
1	BOMBA TANQUE	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	2.1	\$0.0	0.0
21	SEPARADOR 2,3	CONSTANTE	15.0	10.0	1760	\$2,406.7	2.5	\$0.0	0.0
41	BOMBA ALIM. TORRE	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	2.9	\$0.0	0.0
71	AGITADOR CONVERTIDOR	CONSTANTE	15.0	10.0	1760	\$2,406.7	2.3	\$0.0	0.0
175	BOMBA ALIM. CALDERA	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	2.9	\$0.0	0.0
222	BOMBA DESCARGA	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	3.5	\$0.0	0.0
260	COCEDOR COPRA III	CONSTANTE	15.0	10.0	1760	\$2,406.7	2.6	\$0.0	0.0
264	COCEDOR COPRA IV	CONSTANTE	15.0	10.0	1760	\$2,406.7	2.4	\$0.0	0.0
273	RASTRA	CONSTANTE	15.0	10.0	1760	\$2,406.7	2.3	\$0.0	0.0
355	COMPRESOR AIRE	CONSTANTE	15.0	10.0	1760	\$2,406.7	2.2	\$0.0	0.0
356	BOMBA CAL SUCIA	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	3.1	\$0.0	0.0
265	QUEBRADORA	CONSTANTE	25.0	10.0	1760	\$2,406.7	1.1	\$0.0	0.0
91	QUEBRADORA 1/2	CONSTANTE	30.0	10.0	1760	\$2,406.7	1.5	\$0.0	0.0
153	ELEVADOR BANDA	CONSTANTE	30.0	10.0	1760	\$2,406.7	1.5	\$0.0	0.0
156	MAQ. FABRICADORA DE CAJAS	CONSTANTE	30.0	10.0	1760	\$2,406.7	1.1	\$0.0	0.0
TOTAL	19.00		355.0	190.0		\$47,183.7	2.2	\$35,814.0	
110	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	VARIABLE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	5.8	\$11,471.3	4.6
204	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	6.3	\$11,471.3	2.2
212	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	5.5	\$11,471.3	3.0
210	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	30.0	15.0	3525	\$3,962.4	3.3	\$11,471.3	2.7
173	VENTILADOR CALDERA	VARIABLE	50.0	15.0	3525	\$3,962.4	1.0	\$11,471.3	1.3
5	BOMBA TANQUE	VARIABLE	15.0	15.0	3525	\$3,962.4	6.5	\$0.0	0.0
95	ELEVADOR CANGILONES	CONSTANTE	15.0	15.0	1765	\$3,717.9	1.0	\$0.0	0.0
98	GUSANO 6/7 A-B	CONSTANTE	15.0	15.0	1765	\$3,717.9	3.9	\$0.0	0.0
99	GUSANO 6/7 A-B	CONSTANTE	15.0	15.0	1765	\$3,717.9	4.2	\$0.0	0.0
258	COCEDOR COPRA I	CONSTANTE	15.0	15.0	1765	\$3,717.9	3.8	\$0.0	0.0
351	COMPRESOR DEL CHILLER	CONSTANTE	15.0	15.0	1765	\$3,717.9	3.5	\$0.0	0.0
84	COMPRESOR GAS	CONSTANTE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	2.2	\$0.0	0.0
105	BOMBAS	VARIABLE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	7.2	\$0.0	0.0

TABLA 7.3
INVERSION EN MOTORES Y VARIADORES

N°	DESCRIPCION	PAR	ACTUAL POTENCIA H.P.	MOTORES EFICIENTES			VARIADOR		
				POTENCIA VELOCIDA H.P.	RPM	PRECIO N°	RETORNO SENCILLO	PRECIO N°	RETORNO SENCILLO
106	BOMBAS	VARIABLE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	2.5	\$0.0	0.0
154	EMBOTELLADORA ALIBBERZ	CONSTANTE	20.0	15.0	1765	\$3,717.9	0.9	\$0.0	0.0
203	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	5.4	\$0.0	0.0
345	BOMBA LIMPIADORES TANQUES	VARIABLE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	20.8	\$0.0	0.0
266	QUEBRADORA	CONSTANTE	25.0	15.0	1765	\$3,717.9	1.2	\$0.0	0.0
98	COMPRESOR	CONSTANTE	30.0	15.0	1765	\$3,717.9	2.2	\$0.0	0.0
295	EXPELLER VERTICAL	CONSTANTE	60.0	15.0	1765	\$3,717.9	1.0	\$0.0	0.0
TOTAL	20.00		455.0	300.0		\$77,047.7	4.4	\$57,356.4	
111	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	VARIABLE	20.0	20.0	3525	\$4,892.7	11.1	\$14,484.4	3.0
109	BOMBA CONDENSADO ACIDO-GRASA	VARIABLE	30.0	20.0	3525	\$4,892.7	2.9	\$14,484.4	2.2
20	SEPARADOR 1	CONSTANTE	25.0	20.0	1765	\$4,505.3	1.3	\$0.0	0.0
118	TORRE ENF. SUCIO/LIMPIO	VARIABLE	25.0	20.0	1765	\$4,505.3	1.7	\$0.0	0.0
178	BOMBA POZO 1	VARIABLE	25.0	20.0	3525	\$4,892.7	8.1	\$0.0	0.0
179	BOMBA CISTERNA	VARIABLE	25.0	20.0	3525	\$4,892.7	7.8	\$0.0	0.0
213	BOMBA AGUA FRIA	VARIABLE	25.0	20.0	3525	\$4,892.7	2.9	\$0.0	0.0
311	QUEBRADORA COPRA	CONSTANTE	25.0	20.0	1765	\$4,505.3	1.8	\$0.0	0.0
23	SEPARADOR 4	CONSTANTE	30.0	20.0	1765	\$4,505.3	2.4	\$0.0	0.0
170	BOMBA ALIM.CALDERA	VARIABLE	30.0	20.0	3525	\$4,892.7	2.9	\$0.0	0.0
301	EXPELLER VERTICAL	CONSTANTE	40.0	20.0	1765	\$4,505.3	1.3	\$0.0	0.0
130	COMPRESOR AMONIACO	CONSTANTE	50.0	20.0	1765	\$4,505.3	1.5	\$0.0	0.0
TOTAL	12.00		350.0	240.0		\$56,388.0	3.8	\$28,968.7	
341	BOMBA DE AGUA SUCIA	VARIABLE	25.0	25.0	3550	\$6,184.9	5.4	\$18,215.0	3.0
211	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	30.0	25.0	3550	\$6,184.9	4.7	\$18,215.0	2.3
117	TORRE ENF. SUCIO/LIMPIO	VARIABLE	25.0	25.0	1780	\$5,899.2	2.0	\$0.0	0.0
180	BOMBA CISTERNA	VARIABLE	25.0	25.0	3550	\$6,184.9	7.9	\$0.0	0.0
92	QUEBRADORA 1/2	CONSTANTE	30.0	25.0	1780	\$5,899.2	2.4	\$0.0	0.0
144	INYECTADORA TAPA A	CONSTANTE	40.0	25.0	1780	\$5,899.2	2.0	\$0.0	0.0
145	INYECTADORA TAPA B	CONSTANTE	40.0	25.0	1780	\$5,899.2	1.9	\$0.0	0.0
214	BOMBA HIDROGENACION	VARIABLE	40.0	25.0	3550	\$6,184.9	2.5	\$0.0	0.0
357	BOMBA AGUA SUCIA FRIA	VARIABLE	50.0	25.0	3550	\$6,184.9	0.9	\$0.0	0.0
TOTAL	9.00		305.0	225.0		\$54,521.1	3.3	\$36,430.0	
217	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	VARIABLE	40.0	30.0	3550	\$7,394.6	2.3	\$19,846.9	1.2
169	BOMBA ALIM.CALDERA	VARIABLE	30.0	30.0	3550	\$7,394.6	4.8	\$0.0	0.0
102	VOLTEADOR DE CAMIONES	CONSTANTE	40.0	30.0	1780	\$7,004.1	2.8	\$0.0	0.0
354	COMPRESOR AIRE	CONSTANTE	40.0	30.0	1780	\$7,004.1	1.7	\$0.0	0.0
292	MOLINO DE COPRA	CONSTANTE	50.0	30.0	1780	\$7,004.1	1.7	\$0.0	0.0
300	MOLINO	CONSTANTE	50.0	30.0	1780	\$7,004.1	2.6	\$0.0	0.0
TOTAL	6.00		250.0	180.0		\$42,805.3	2.7	\$19,846.9	
218	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	VARIABLE	60.0	40.0	3550	\$9,245.6	2.9	\$28,616.0	1.1
302	EXPELLER VERTICAL	CONSTANTE	40.0	40.0	1780	\$9,159.9	2.8	\$0.0	0.0
291	MOLINO DE COPRA	CONSTANTE	50.0	40.0	1780	\$9,159.9	3.0	\$0.0	0.0
297	EXPELLER VERTICAL	CONSTANTE	60.0	40.0	1780	\$9,159.9	2.1	\$0.0	0.0

TABLA 7.3
INVERSION EN MOTORES Y VARIADORES

N°	DESCRIPCION	PAR	ACTUAL		MOTORES EFICIENTES			VARIADOR	
			POTENCIA H.P.	VELOCIDA H.P.	PRECIO N°	RETORNO SENCILLO	PRECIO N°	RETORNO SENCILLO	
299	EXPELLER VERTICAL	CONSTANTE	50.0	40.0	1780	\$9,159.9	3.0	\$0.0	0.0
303	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	50.0	40.0	1780	\$9,159.9	3.2	\$0.0	0.0
140	CHILLER	CONSTANTE	75.0	40.0	1780	\$9,159.9	2.4	\$0.0	0.0
182	BOMBA POZO 2	VARIABLE	75.0	40.0	3550	\$9,245.6	5.9	\$0.0	0.0
TOTAL	8.00		450.0	320.0		\$73,450.5	3.2	\$26,616.0	
215	BOMBA AGUA SUCIA CALIENTE	VARIABLE	60.0	50.0	3550	\$12,007.9	4.0	\$33,820.1	1.3
137	BOMBA HIDRAULICA	CONSTANTE	50.0	50.0	3550	\$12,007.9	3.2	\$0.0	0.0
304	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	50.0	50.0	1780	\$10,321.9	4.5	\$0.0	0.0
187	BOMBA ALIM. AGUA	VARIABLE	60.0	50.0	3550	\$12,007.9	3.9	\$0.0	0.0
139	SECADOR DE RESINA	CONSTANTE	75.0	50.0	1780	\$10,321.9	3.8	\$0.0	0.0
148	ENFRIADOR DE AGUA	CONSTANTE	75.0	50.0	1780	\$10,321.9	3.4	\$0.0	0.0
186	VENTILADOR CALDERA	VARIABLE	75.0	50.0	3550	\$12,007.9	2.2	\$0.0	0.0
294	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	75.0	50.0	1780	\$10,321.9	3.7	\$0.0	0.0
358	BOMBA AGUA SUCIA FRIA	VARIABLE	75.0	50.0	3550	\$12,007.9	3.2	\$0.0	0.0
136	BOMBA HIDRAULICA	CONSTANTE	100.0	50.0	3550	\$12,007.9	2.5	\$0.0	0.0
TOTAL	10.00		695.0	500.0		\$113,334.8	3.4	\$33,820.1	
298	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	75.0	60.0	1780	\$16,017.9	3.4	\$0.0	0.0
56	COMPRESOR REFRIG.	CONSTANTE	100.0	60.0	1780	\$16,017.9	3.1	\$0.0	0.0
TOTAL	2.00		175.0	120.0		\$32,035.8	3.3	\$0.0	
219	BOMBA AGUA SUCIA	VARIABLE	75.0	75.0	3570	\$20,478.8	5.7	\$0.0	0.0
296	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	75.0	75.0	1780	\$18,723.0	9.0	\$0.0	0.0
58	COMPRESOR REFRIG.	CONSTANTE	100.0	75.0	1780	\$18,723.0	4.5	\$0.0	0.0
TOTAL	3.00		250.0	225.0		\$57,924.7	6.4	\$0.0	
138	RESISTENCIA CALIEN.	CONSTANTE	100.0	100.0	3570	\$25,187.3	15.2	\$0.0	0.0
113	BOMBA AGUA CALIENTE SUCIA	VARIABLE	125.0	100.0	3570	\$25,187.3	6.1	\$0.0	0.0
TOTAL	2.00		225.0	200.0		\$50,374.6	10.1	\$0.0	
112	BOMBA AGUA FRIA SUCIA	VARIABLE	150.0	150.0	3570	\$40,039.9	13.0	\$0.0	0.0
115	BOMBA AGUA CALIENTE LIMPIA	VARIABLE	150.0	150.0	3570	\$40,039.9	16.1	\$0.0	0.0
141	COMPRESOR AIRE	CONSTANTE	150.0	150.0	1780	\$35,509.2	3.5	\$0.0	0.0
114	BOMBA AGUA FRIA LIMPIA	VARIABLE	200.0	150.0	3570	\$40,039.9	3.0	\$0.0	0.0
TOTAL	4.00		650.0	600.0		\$155,629.0	8.9	\$0.0	
TOTALES		104.00	4295.0	3165.0		\$779,875.3	3.7	\$238,852.1	
PROMEDIOS							PROMEDIO		

TABLA 7.4
INVERSION EN MOTORES Y VARIADORES CUYO PERIODO DE RECUPERACION SEA MENOR A 6 AÑOS

N°	DESCRIPCION	PAR	ACTUAL POTENCIA H.P.	MOTORES EFICIENTES			VARIADOR		
				POTENCIA H.P.	VELOCIDAD RPM	PRECIO N°	RETORNO SENCILLO	PRECIO N°	RETORNO SENCILLO
108	BOMBA DESTILADO	VARIABLE	15.0	5.0	3500	\$1,873.3	1.8	\$0.0	0.0
TOTAL	1.00		15.0	5.0		\$1,873.3	1.8	\$0.0	
350	VENTILADOR DE TORRE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	15.0	7.5	3525	\$2,213.0	2.2	\$0.0	0.0
174	BOMBA ALIM. CALDERA	VARIABLE	15.0	7.5	3525	\$2,213.0	2.4	\$0.0	0.0
221	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	15.0	7.5	3525	\$2,213.0	2.5	\$0.0	0.0
70	AGITADOR CONVERTIDOR	CONSTANTE	15.0	7.5	1765	\$2,133.6	2.4	\$0.0	0.0
57	COMPRESOR CHILLER	CONSTANTE	15.0	7.5	1765	\$2,133.6	1.5	\$0.0	0.0
259	COCEDOR COPRA II	CONSTANTE	15.0	7.5	1765	\$2,133.6	2.3	\$0.0	0.0
22	SEPARADOR 2.3	CONSTANTE	15.0	7.5	1765	\$2,133.6	1.6	\$0.0	0.0
40	AGITADOR CONVERTIDOR	CONSTANTE	15.0	7.5	1765	\$2,133.6	2.1	\$0.0	0.0
TOTAL	8.00		120.0	60.0		\$17,306.9	2.1	\$0.0	
293	BOMBA FILTRO	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	1.7	\$8,953.5	3.5
220	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	2.2	\$8,953.5	3.2
205	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	25.0	10.0	3525	\$2,568.6	1.7	\$8,953.5	2.7
218	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	20.0	10.0	3525	\$2,568.6	2.1	\$8,953.5	2.6
175	BOMBA ALIM. CALDERA	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	2.9	\$0.0	0.0
222	BOMBA DESCARGA	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	3.5	\$0.0	0.0
41	BOMBA ALIM. TORRE	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	2.9	\$0.0	0.0
1	BOMBA TANQUE	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	2.1	\$0.0	0.0
356	BOMBA CAL SUCIA	VARIABLE	15.0	10.0	3525	\$2,568.6	3.1	\$0.0	0.0
260	COCEDOR COPRA III	CONSTANTE	15.0	10.0	1760	\$2,406.7	2.6	\$0.0	0.0
153	ELEVADOR BANDA	CONSTANTE	30.0	10.0	1760	\$2,406.7	1.5	\$0.0	0.0
264	COCEDOR COPRA IV	CONSTANTE	15.0	10.0	1760	\$2,406.7	2.4	\$0.0	0.0
156	MAQ. FABRICADORA DE CAJAS	CONSTANTE	30.0	10.0	1760	\$2,406.7	1.1	\$0.0	0.0
21	SEPARADOR 2.3	CONSTANTE	15.0	10.0	1760	\$2,406.7	2.5	\$0.0	0.0
273	RASTRA	CONSTANTE	15.0	10.0	1760	\$2,406.7	2.3	\$0.0	0.0
71	AGITADOR CONVERTIDOR	CONSTANTE	15.0	10.0	1760	\$2,406.7	2.3	\$0.0	0.0
355	COMPRESOR AIRE	CONSTANTE	15.0	10.0	1760	\$2,406.7	2.2	\$0.0	0.0
265	QUEBRADORA	CONSTANTE	25.0	10.0	1760	\$2,406.7	1.1	\$0.0	0.0
91	QUEBRADORA 1/2	CONSTANTE	30.0	10.0	1760	\$2,406.7	1.5	\$0.0	0.0
TOTAL	19.00		355.0	190.0		\$47,183.7	2.2	\$35,814.0	
212	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	5.5	\$11,471.3	3.0
210	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	30.0	15.0	3525	\$3,962.4	3.3	\$11,471.3	2.7
110	BOMBA DESCARGA DEODORIZADA	VARIABLE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	5.8	\$11,471.3	4.6
173	VENTILADOR CALDERA	VARIABLE	50.0	15.0	3525	\$3,962.4	1.0	\$11,471.3	1.3
203	VENTILADOR TORRE DE ENFRIAMIENTO	VARIABLE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	5.4	\$0.0	0.0
106	BOMBAS	VARIABLE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	2.5	\$0.0	0.0
84	COMPRESOR GAS	CONSTANTE	20.0	15.0	3525	\$3,962.4	2.2	\$0.0	0.0
88	COMPRESOR	CONSTANTE	30.0	15.0	1765	\$3,717.9	2.2	\$0.0	0.0
95	ELEVADOR CANGILONES	CONSTANTE	15.0	15.0	1765	\$3,717.9	1.0	\$0.0	0.0
99	GUSANO 6/7 A-B	CONSTANTE	15.0	15.0	1765	\$3,717.9	4.2	\$0.0	0.0
295	EXPPELLER VERTICAL'	CONSTANTE	50.0	15.0	1765	\$3,717.9	1.0	\$0.0	0.0
351	COMPRESOR DEL CHILLER	CONSTANTE	15.0	15.0	1765	\$3,717.9	3.5	\$0.0	0.0
266	QUEBRADORA	CONSTANTE	25.0	15.0	1765	\$3,717.9	1.2	\$0.0	0.0

TABLA 7.4
INVERSION EN MOTORES Y VARIADORES CUYO PERIODO DE RECUPERACION SEA MENOR A 6 AÑOS

Nº	DESCRIPCION	PAR	ACTUAL POTENCIA H.P.	MOTORES EFICIENTES				VARIADOR	
				POTENCIA H.P.	VELOCIDAD RPM	PRECIO Nº	RETORNO SENCILLO	PRECIO Nº	RETORNO SENCILLO
258	COCEDOR COPRA I	CONSTANTE	15.0	15.0	1765	\$3,717.9	3.8	\$0.0	0.0
98	GUSANO 6/7 A-B	CONSTANTE	15.0	15.0	1765	\$3,717.9	3.9	\$0.0	0.0
154	EMBOTELLADORA ALIBBERZ	CONSTANTE	20.0	15.0	1765	\$3,717.9	0.9	\$0.0	0.0
TOTAL	16.00		380.0	240.0		\$61,198.1	3.0	\$45,885.1	
109	BOMBA CONDENSADO ACIDO-GRASA	VARIABLE	30.0	20.0	3525	\$4,892.7	2.9	\$14,484.4	2.2
213	BOMBA AGUA FRIA	VARIABLE	25.0	20.0	3525	\$4,892.7	2.9	\$0.0	0.0
170	BOMBA ALIM.CALDERA	VARIABLE	30.0	20.0	3525	\$4,892.7	2.9	\$0.0	0.0
301	EXPPELLER VERTICAL	CONSTANTE	40.0	20.0	1765	\$4,505.3	1.3	\$0.0	0.0
118	TORRE ENF. SUCIO/LIMPIO	VARIABLE	25.0	20.0	1765	\$4,505.3	1.7	\$0.0	0.0
311	QUEBRADORA COPRA	CONSTANTE	25.0	20.0	1765	\$4,505.3	1.8	\$0.0	0.0
311	QUEBRADORA COPRA	CONSTANTE	30.0	20.0	1765	\$4,505.3	2.4	\$0.0	0.0
23	SEPARADOR 4	CONSTANTE	50.0	20.0	1765	\$4,505.3	1.5	\$0.0	0.0
130	COMPRESOR AMONIACO	CONSTANTE	25.0	20.0	1765	\$4,505.3	1.3	\$0.0	0.0
20	SEPARADOR 1	CONSTANTE	25.0	20.0	1765	\$4,505.3	1.3	\$0.0	0.0
TOTAL	9.00		280.0	180.0		\$41,710.0	2.1	\$14,484.4	
341	BOMBA DE AGUA SUCIA	VARIABLE	25.0	25.0	3550	\$6,184.9	5.4	\$18,215.0	3.0
211	BOMBA AGUA CALIENTE	VARIABLE	30.0	25.0	3550	\$6,184.9	4.7	\$18,215.0	2.3
357	BOMBA AGUA SUCIA FRIA	VARIABLE	50.0	25.0	3550	\$6,184.9	0.9	\$0.0	0.0
214	BOMBA HIDROGENACION	VARIABLE	40.0	25.0	3550	\$6,184.9	2.5	\$0.0	0.0
144	INYECTADORA TAPA A	CONSTANTE	40.0	25.0	1780	\$5,899.2	2.0	\$0.0	0.0
145	INYECTADORA TAPA B	CONSTANTE	40.0	25.0	1780	\$5,899.2	1.9	\$0.0	0.0
117	TORRE ENF. SUCIO/LIMPIO	VARIABLE	25.0	25.0	1780	\$5,899.2	2.0	\$0.0	0.0
92	QUEBRADORA 1/2	CONSTANTE	30.0	25.0	1780	\$5,899.2	2.4	\$0.0	0.0
TOTAL	8.00		280.0	200.0		\$48,336.2	2.7	\$36,430.0	
217	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	VARIABLE	40.0	30.0	3550	\$7,394.6	2.3	\$19,846.9	1.2
189	BOMBA ALIM.CALDERA	VARIABLE	30.0	30.0	3550	\$7,394.6	4.8	\$0.0	0.0
102	VOLTEADOR DE CAMIONES	CONSTANTE	40.0	30.0	1780	\$7,004.1	2.8	\$0.0	0.0
292	MOLINO DE COPRA	CONSTANTE	50.0	30.0	1780	\$7,004.1	1.7	\$0.0	0.0
354	COMPRESOR AIRE	CONSTANTE	40.0	30.0	1780	\$7,004.1	1.7	\$0.0	0.0
300	MOLINO	CONSTANTE	50.0	30.0	1780	\$7,004.1	2.6	\$0.0	0.0
TOTAL	6.00		250.0	180.0		\$42,805.3	2.7	\$19,846.9	
218	BOMBA AGUA LIMPIA FRIA	VARIABLE	80.0	40.0	3550	\$9,245.6	2.9	\$26,616.0	1.1
182	BOMBA POZO 2	VARIABLE	75.0	40.0	3550	\$9,245.6	5.9	\$0.0	0.0
291	MOLINO DE COPRA	CONSTANTE	50.0	40.0	1780	\$9,159.9	3.0	\$0.0	0.0
297	EXPPELLER VERTICAL	CONSTANTE	50.0	40.0	1780	\$9,159.9	2.1	\$0.0	0.0
303	EXPPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	50.0	40.0	1780	\$9,159.9	3.2	\$0.0	0.0
299	EXPPELLER VERTICAL	CONSTANTE	50.0	40.0	1780	\$9,159.9	3.0	\$0.0	0.0
302	EXPPELLER VERTICAL	CONSTANTE	40.0	40.0	1780	\$9,159.9	2.8	\$0.0	0.0
140	CHILLER	CONSTANTE	75.0	40.0	1780	\$9,159.9	2.4	\$0.0	0.0
TOTAL	8.00		450.0	320.0		\$73,450.5	3.2	\$26,616.0	
215	BOMBA AGUA SUCIA CALIENTE	VARIABLE	60.0	50.0	3550	\$12,007.9	4.0	\$33,820.1	1.3

TABLA 7.4
INVERSION EN MOTORES Y VARIADORES CUYO PERIODO DE RECUPERACION SEA MENOR A 6 AÑOS

N°	DESCRIPCION	PAR	MOTORES EFICIENTES				VARIADOR		
			ACTUAL POTENCIA H.P.	POTENCIA H.P.	VELOCIDAD RPM	PRECIO M\$	RETORNO SENCILLO	PRECIO M\$	RETORNO SENCILLO
137	BOMBA HIDRAULICA	CONSTANTE	50.0	50.0	3550	\$12,007.9	3.2	\$0.0	0.0
136	BOMBA HIDRAULICA	CONSTANTE	100.0	50.0	3550	\$12,007.9	2.5	\$0.0	0.0
187	BOMBA ALIM. AGUA	VARIABLE	60.0	50.0	3550	\$12,007.9	3.9	\$0.0	0.0
186	VENTILADOR CALDERA	VARIABLE	75.0	50.0	3550	\$12,007.9	2.2	\$0.0	0.0
358	BOMBA AGUA SUCIA FRIA	VARIABLE	75.0	50.0	3550	\$12,007.9	3.2	\$0.0	0.0
304	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	50.0	50.0	1780	\$10,321.9	4.5	\$0.0	0.0
148	ENFRIADOR DE AGUA	CONSTANTE	75.0	50.0	1780	\$10,321.9	3.4	\$0.0	0.0
294	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	75.0	50.0	1780	\$10,321.9	3.7	\$0.0	0.0
139	SECADOR DE RESINA	CONSTANTE	75.0	50.0	1780	\$10,321.9	3.6	\$0.0	0.0
TOTAL	10.00		695.0	500.0		\$113,334.8	3.4	\$33,820.1	
298	EXPELLER HORIZONTAL	CONSTANTE	75.0	60.0	1780	\$16,017.9	3.4	\$0.0	0.0
55	COMPRESOR REFRIG.	CONSTANTE	100.0	60.0	1780	\$16,017.9	3.1	\$0.0	0.0
TOTAL	2.00		175.0	120.0		\$32,035.8	3.3	\$0.0	
219	BOMBA AGUA SUCIA	VARIABLE	75.0	75.0	3570	\$20,478.8	5.7	\$0.0	0.0
56	COMPRESOR REFRIG.	CONSTANTE	100.0	75.0	1780	\$18,723.0	4.5	\$0.0	0.0
TOTAL	2.00		175.0	150.0		\$39,201.7	5.1	\$0.0	
113	BOMBA AGUA CALIENTE SUCIA	VARIABLE	125.0	100.0	3570	\$25,187.3	5.1	\$0.0	0.0
TOTAL	1.00		125.0	100.0		\$25,187.3	5.1	\$0.0	
114	BOMBA AGUA FRIA LIMPIA	VARIABLE	200.0	150.0	3570	\$40,039.9	3.0	\$0.0	0.0
141	COMPRESOR AIRE	CONSTANTE	150.0	150.0	1780	\$35,509.2	3.5	\$0.0	0.0
TOTAL	2.00		350.0	300.0		\$75,549.1	3.3	\$0.0	
		TOTALES	92.00	3650.0		\$619,172.6	2.7	\$212,896.5	
		PROMEDIOS					PROMEDIO		

FALLA DE ORIGEN

TABLA 75
 AHORROS TOTALES PARA RECUPERACIÓN MENOR A 6 AÑOS

Nº	Actuales				Con motor eficiente					Con motor eficiente + Variador						
	Potencia Nominal	Dem Max kw	Consumos anuales		Dem Max kw	Consumos anuales		Ahorros Anuales			Dem Max kw	Consumos anuales		Ahorros Anuales		
			Base kwh	Punta kwh		Base kwh	Punta kwh	Base kwh	Punta kwh	Base kwh		Punta kwh	Base kwh	Punta kwh		
1	15.00	6.82	27293	5459	6.19	24758	4952	2535	507	5.31	21227	4245	1213	6066		
21	15.00	6.60	26398	5280	6.12	24473	4895	1925	385	6.12	24473	4895	385	1925		
22	15.00	5.37	21476	4295	4.70	18803	3761	2673	535	4.70	18803	3761	535	2673		
40	15.00	5.82	23266	4653	5.30	21215	4243	2051	410	5.30	21215	4243	410	2051		
41	15.00	6.38	25503	5101	5.93	23708	4742	1795	359	5.08	20326	4065	1035	5176		
57	15.00	4.70	18792	3758	3.98	15906	3181	2886	577	3.98	15906	3181	577	2886		
70	15.00	4.14	16555	3311	3.69	14779	2956	1775	355	3.69	14779	2956	355	1775		
71	15.00	7.05	28187	5637	6.52	26061	5212	2127	425	6.52	26061	5212	425	2127		
95	15.00	9.28	33422	1857	7.27	26162	1453	7260	403	7.27	26162	1453	403	7260		
98	15.00	9.28	33422	1857	8.76	31537	1752	1885	105	8.76	31537	1752	105	1885		
99	15.00	6.39	30201	1678	7.90	28433	1590	1768	98	7.90	28433	1590	98	1768		
108	15.00	3.58	14317	2863	3.06	12220	2444	2097	419	2.62	10478	2096	768	3840		
174	15.00	5.37	21476	4295	4.91	19633	3927	1843	369	4.21	16833	3367	929	4643		
175	15.00	5.93	23713	4743	5.49	21944	4389	1769	354	4.70	18814	3763	960	4099		
220	15.00	7.01	24931	4996	6.33	22518	4504	2413	483	4.93	13862	2772	2214	11069		
221	15.00	5.70	22818	4564	5.26	21047	4209	1771	354	4.51	18045	3609	955	4773		
222	15.00	6.04	21745	1208	5.64	20286	1127	1458	81	4.83	17393	966	242	4352		
258	15.00	9.06	36241	7248	8.56	34241	6848	2000	400	8.56	34241	6848	400	2000		
259	15.00	4.70	18792	3758	4.23	16933	3387	1859	372	4.23	16933	3387	372	1859		
260	15.00	6.04	24161	4832	5.57	22297	4459	1864	373	5.57	22297	4459	373	1864		
264	15.00	6.26	25056	5011	5.77	23064	4613	1992	398	5.77	23064	4613	398	1992		
273	15.00	6.94	27740	5548	6.41	25655	5131	2085	417	6.41	25655	5131	417	2085		
293	15.00	7.02	23115	4623	6.31	20786	4157	2329	466	5.41	12076	2415	2208	11039		
350	15.00	4.25	17002	3400	3.75	14986	2997	2016	403	3.21	12849	2570	831	4153		
351	15.00	8.72	34899	6980	8.19	32755	6551	2144	429	8.19	32755	6551	429	2144		
355	15.00	7.16	28635	5727	6.62	26462	5292	2173	435	6.62	26462	5292	435	2173		
356	15.00	6.71	26845	5369	6.29	25140	5028	1705	341	5.39	21555	4311	1058	5290		
27	405.00	174.32	676000	118041	158.73	615904	107789	60196	10252	149.79	572234	99493	18548	103766		
84	20.00	9.69	38776	7755	8.76	35044	7009	3733	747	8.76	35044	7009	747	3733		
106	20.00	9.40	22550	7517	8.16	19586	6529	2964	988	7.00	16793	5598	1919	5757		
110	20.00	9.33	27807	1545	8.85	26362	1465	1445	80	7.35	15007	834	711	12800		
154	20.00	11.33	45339	9068	9.13	36506	7301	8833	1767	9.13	36506	7301	1767	8833		
203	20.00	8.05	32214	6443	7.68	30736	6147	1478	296	6.59	26352	5270	1172	5962		
212	20.00	8.38	27980	5598	7.95	26554	5311	1436	287	5.42	12618	2524	3074	15372		
216	20.00	7.45	24916	4983	6.66	22276	4455	2639	528	4.86	11352	2270	2713	13563		
7	140.00	63.64	219692	42909	57.19	197065	38217	22527	4692	49.09	153672	30806	12103	65920		
139	25.00	14.54	58165	11633	12.72	50873	10175	7291	1450	12.72	50873	10175	1458	7291		
289	25.00	16.78	67113	13423	15.31	61259	12252	5854	1171	13.13	52522	10504	2918	14581		

FALLA DE ORIGEN

TABLA 7.5
AHORROS TOTALES PARA RECUPERACIÓN MENOR A 6 AÑOS

N°	Potencia Nominal	Actuales			Con motor eficiente			Con motor eficiente + Variador						
		Dem Max kw	Consumos Base kwh	Consumos Punta kwh	Dem Max kw	Consumos Base kwh	Consumos Punta kwh	Ahorros Base kwh	Ahorros Punta kwh	Dem Max kw	Consumos Base kwh	Consumos Punta kwh	Ahorros Base kwh	Ahorros Punta kwh
118	25.00	12.12	48471	9694	10.81	43240	8648	5231	1046	9.27	37073	7415	2280	11398
205	25.00	7.95	20288	4058	6.81	17368	3474	2919	584	5.13	5327	1065	2992	14961
213	25.00	13.98	55928	11186	13.14	52559	10512	3369	674	11.27	45063	9013	2173	10865
265	25.00	8.02	32065	6413	6.93	27702	5540	4363	873	6.93	27702	5540	873	4363
266	25.00	10.07	40268	8054	8.54	34143	6829	6125	1225	8.54	34143	6829	1225	6125
311	25.00	12.12	48471	9694	10.82	43260	8652	5210	1042	10.82	43260	8652	1042	5210
341	25.00	15.47	45688	9138	14.72	43481	8696	2207	441	11.46	18458	3692	5446	27231
9	225.00	111.04	416455	83291	99.79	373885	74777	42570	8514	89.25	314420	62884	20407	102035
23	30.00	13.20	52796	10559	12.24	48941	9788	3854	771	12.24	48941	9788	771	3854
88	30.00	8.05	32214	6443	7.18	28733	5747	3481	696	7.18	28733	5747	696	3481
91	30.00	7.83	28187	0	6.93	24943	0	3244	0	6.93	24943	0	0	3244
92	30.00	18.34	66039	0	16.95	61037	0	5002	0	16.95	61037	0	0	5002
109	30.00	13.92	51020	10204	13.00	47661	9532	3359	672	8.56	26352	5270	4934	24668
153	30.00	6.49	25950	5190	5.66	22642	4528	3308	662	5.66	22642	4528	662	3308
156	30.00	7.16	28635	5727	6.07	24296	4859	4339	868	6.07	24296	4859	868	4339
169	30.00	18.57	74272	14854	17.79	71169	14234	3103	621	15.25	61018	12204	2651	13253
170	30.00	14.54	58165	11633	13.67	54699	10940	3465	693	11.72	46898	9380	2253	11267
210	30.00	9.44	24353	4871	8.57	22097	4419	2256	451	8.57	22097	4419	451	2256
211	30.00	17.80	62067	12413	16.99	59250	11850	2817	563	11.98	31741	6348	6065	30326
11	330.00	135.34	503698	81894	125.07	465470	75898	38228	5996	108.01	382449	59294	22601	121250
102	40.00	19.09	68724	0	17.71	63772	0	4951	0	17.71	63772	0	0	4951
144	40.00	16.11	64428	12886	14.64	58542	11708	5887	1177	14.64	58542	11708	1177	5887
145	40.00	16.70	66815	13363	15.15	60594	12119	6221	1244	15.15	60594	12119	1244	6221
214	40.00	18.20	72780	14556	16.93	67710	13542	5070	1014	14.51	58053	11611	2945	14727
217	40.00	21.04	68292	13658	18.92	61411	12282	6881	1376	4.96	10600	2120	11538	57692
301	40.00	12.53	50111	10022	10.73	42919	8584	7192	1438	10.73	42919	8584	1438	7192
302	40.00	24.76	99029	19006	23.09	92356	18471	6673	1335	23.09	92356	18471	1335	6673
354	40.00	21.48	85905	17181	19.44	77744	15549	8161	1632	19.44	77744	15549	1632	8161
8	320.00	149.90	578084	101472	136.60	525048	92255	51036	9217	120.23	464580	80162	21310	111504
130	50.00	13.80	55182	11036	12.24	48979	9796	6203	1241	12.24	48979	9796	1241	6203
137	50.00	30.57	91721	12229	28.18	84542	11272	7180	957	28.18	84542	11272	957	7180
173	50.00	12.01	40041	8008	9.63	32118	6424	7923	1585	3.75	8680	1736	6272	31361
291	50.00	22.37	89484	17897	20.84	83348	16670	6136	1227	20.84	83348	16670	1227	6136
292	50.00	20.13	80536	16107	18.09	72349	14470	8187	1637	18.09	72349	14470	1637	8187
293	50.00	9.93	39720	7944	8.06	32242	6448	7478	1496	8.06	32242	6448	1496	7478
297	50.00	24.24	96941	19388	22.00	88007	17601	8934	1787	22.00	88007	17601	1787	8934

FALLA DE ORIGEN

TABLA 7.5
AHORROS TOTALES PARA RECUPERACIÓN MENOR A 6 AÑOS

N°	Potencia Nominal	Actuales			Con motor eficiente			Con motor eficiente + Variador						
		Dem Max kw	Consumos anuales Base kwh	Punta kwh	Dem Max kw	Consumos anuales Base kwh	Punta kwh	Ahorros Anuales Base kwh	Punta kwh	Dem Max kw	Consumos anuales Base kwh	Punta kwh	Ahorros Anuales Base kwh	Punta kwh
299	50.00	23.86	95450	19090	22.34	89051	17870	6098	1220	22.34	89351	17870	1220	6098
300	50.00	21.25	85010	17002	19.87	79479	15896	5530	1106	19.87	79479	15896	1106	5530
303	50.00	23.49	93958	18792	22.02	88070	17614	5889	1178	22.02	88070	17614	1178	5889
304	50.00	29.08	116329	23266	27.93	111700	22340	4629	926	27.93	111700	22340	926	4629
357	50.00	20.13	80536	16107	16.58	66325	13265	14210	2842	14.22	56966	11373	4734	23670
12	600.00	250.87	964907	186867	227.78	876510	169666	88397	17201	219.53	843612	163086	23780	121295
187	60.00	32.21	128857	25771	30.64	122551	24510	6306	1261	26.27	105072	21014	4757	23785
215	60.00	34.03	99197	19639	32.04	93410	18682	5787	1157	4.77	7365	1477	18362	91812
218	60.00	29.10	88346	17669	27.04	82106	16421	6240	1248	4.26	7448	1490	16180	80868
3	180.00	95.34	316400	63280	89.73	298067	59613	18333	3667	35.30	119905	23981	39299	196495
139	75.00	34.68	138700	27740	33.22	132870	26574	5831	1166	33.22	132870	26574	1166	5831
140	75.00	26.29	105144	21029	24.35	97391	19478	7752	1550	24.35	97391	19478	1550	7752
148	75.00	31.32	125278	25056	29.80	119184	23837	6094	1219	29.80	119184	23837	1219	6094
182	75.00	23.49	29187	4698	21.52	25822	4304	2366	394	18.45	22139	3690	1008	6049
186	75.00	35.23	140937	28187	32.42	129687	25937	11251	2250	27.80	111190	22238	5949	29747
219	75.00	50.33	201339	40268	48.52	194095	38819	7244	1449	41.60	166412	33282	6985	34927
294	75.00	34.12	136463	27293	32.70	130788	26158	5675	1135	32.70	130788	26158	1135	5675
298	75.00	38.03	152123	30425	35.65	142617	28523	9506	1901	35.65	142617	28523	1901	9506
358	75.00	36.78	147120	29424	34.89	139556	27911	7564	1513	29.91	119652	23930	5494	27468
9	675.00	310.27	1175291	234119	293.07	1112010	221541	63282	12577	273.48	1042243	207711	26408	133048
55	100.00	40.27	161071	32214	37.67	150697	30139	10374	2075	37.67	150697	30139	2075	10374
56	100.00	48.47	193882	38776	46.34	185359	37072	8523	1705	46.34	185359	37072	1705	8523
136	100.00	32.07	96195	12626	28.97	86918	11599	9277	1237	28.97	86918	11599	1237	9277
3	300.00	120.80	451149	83817	112.99	422974	78800	28174	5016	112.99	422974	78800	5016	28174
113	125.00	60.59	242353	48471	58.07	232281	46456	10071	2014	49.79	199152	39830	8640	43201
1	125.00	60.59	242353	48471	58.07	232281	46456	10071	2014	49.79	199152	39830	8640	43201
141	150.00	92.84	371359	74272	87.71	350840	70168	20518	4104	87.71	350840	70168	4104	20518
1	150.00	92.84	371359	74272	87.71	350840	70168	20518	4104	87.71	350840	70168	4104	20518
123	200.00	111.86	447420	89484	105.15	420614	84123	26906	5361	90.16	360624	72125	17359	86798

FALLA DE ORIGEN

TABLA 7.5
AHORROS TOTALES PARA RECUPERACIÓN MENOR A 6 AÑOS

N°	Potencia Nominal	Actuales			Con motor eficiente					Con motor eficiente + Variador				
		Dem Max kw	Consumos anuales Base kwh	Punta kwh	Dem Max kw	Consumos anuales Base kwh	Punta kwh	Base kwh	Ahorros Anuales Punta kwh	Dem Max kw	Consumos anuales Base kwh	Punta kwh	Base kwh	Ahorros Anuales Punta kwh
1	200.00	111.86	447420	89484	105.15	420614	84123	26906	5361	90.16	360624	72125	17359	86796
92	SUMA:	1677	6360708	1207916	1552	5890569	1119304	470139	88612	1385	5226707	988340	219576	1134001

Tabla 7.6
Evaluación de los Ahorros

	Multa			Ahorro			Ahorro Total
	Actual	%	N\$	Nuevo	%	n\$	
Factor de Potencia	86%	2.72%	\$4,942	95.9%	1.5%	\$2,684	\$7,626

Motores eficientes con periodo menor a 6 años

Concepto	Potencia (kw)		Energía (kwh)		Ahorro	
	Actual	Nuevo	Ahorro	Anual N\$	Mensual N\$	
Demanda Facturable	1,677.0	1,552.0	125.0	\$36,202.50	\$3,016.88	
Energía Punta*	1,207,916.0	1,119,304.0	88,612.0	\$21,975.78	\$1,831.31	
Energía Base	6,360,708.0	5,890,569.0	470,139.0	\$81,334.05	\$6,777.84	
				subtotal	\$11,626.03	

Motores eficientes más variadores con periodo menor a 6 años

Concepto	Potencia (kw)		Energía (kwh)		Ahorro	
	Actual	Nuevo	Ahorro	Anual N\$	Mensual N\$	
Demanda Facturable	1,677.0	1,385.0	292.0	\$84,569.04	\$7,047.42	
Energía Punta*	1,207,916.0	988,340.0	219,576.0	\$54,454.85	\$4,537.90	
Energía Base	6,360,708.0	5,226,707.0	1,134,001.0	\$196,182.17	\$16,348.51	
				subtotal	\$27,933.84	

Ahorro Total mensual	\$35,559.59
Monto Total Actual	\$183,859.09
%	19.34%

7.4 FINANCIAMIENTO.

Se ha mencionado a lo largo del estudio que el gobierno federal cuenta con apoyos para la implementación de medidas de ahorro de energía. Uno de los organismos oficiales más activos en este sentido es el Fideicomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico mejor conocido como FIDE.

Con el fin de mostrar la factibilidad técnica y la rentabilidad del ahorro de energía eléctrica, el FIDE, apoya a empresas industriales mediante el otorgamiento de financiamientos para llevar a cabo diagnósticos energéticos y aplicación de medidas de ahorro de energía eléctrica. Estos proyectos tienen como finalidad lograr elevar la eficiencia energética y con ello reducir el consumo, facturación y demanda eléctrica, sin afectar los niveles de producción de la plantas industriales.

El FIDE cuenta con tres opciones de financiamiento para estos proyectos, estos son: realización de un diagnóstico energético y la aplicación de medidas correctivas, aplicación de medidas correctivas sin un diagnóstico previo. Estas opciones se describen a continuación:

7.4.1 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS.

Esta opción incluye el financiamiento sin intereses para cubrir hasta el 100% del costo del diagnóstico energético, e incluye el compromiso de la empresa de aplicar las medidas detectadas, de acuerdo a la rentabilidad de las mismas siempre y cuando este período de recuperación no exceda a los 24 meses. El financiamiento para el diagnóstico debe ser reembolsado al FIDE mediante 4 pagos mensuales a partir del primer mes de concluido el diagnóstico energético.

En lo que se refiere al financiamiento para la aplicación de medidas, este podrá ser otorgado por el FIDE por un monto máximo de N\$ 500,000.00 descontando los recursos utilizados para la realización del diagnóstico energético, siempre y cuando éste no exceda el 75% de la inversión total para aplicar las medidas seleccionadas, debiendo la empresa aportar el 25% restante. La empresa deberá reembolsar el financiamiento otorgado por el FIDE para la aplicación de medidas mediante pagos mensuales equivalentes a los ahorros obtenidos y en un plazo no mayor a los 24 meses.

En ambos casos tanto para la aplicación de medidas como para la realización del diagnóstico energético el reembolso por parte de la empresa al FIDE es sin intereses.

7.4.2 APLICACIÓN DE MEDIDAS EXCLUSIVAMENTE.

En este caso el financiamiento máximo será por un monto de 500,000.0, siempre y cuando no exceda el 75% de la inversión total requerida, debiendo la empresa aportar el 25% restante.

El financiamiento otorgado por el FIDE será sin intereses y deberá ser reembolsado por la empresa, con base en los ahorros que ha de obtener mediante pagos mensuales en un plazo no mayor a los 24 meses.

Debido a que en este caso las medidas se aplican sin haber solicitado apoyo al FIDE para la realización de un diagnóstico energético, se asume que el financiamiento total por los 500,000.00 nuevos pesos será aplicado enteramente a la adquisición de equipo.

**TABLA 7.7
INVERSIÓN INICIAL**

Factor de potencia

Compensación	Cantidad	kvar	Capacitor	Instalación	Subtotal*	Total	
individual	4	20	\$1,671.00	\$1,391.00	\$2,226.50	\$8,906.00	
	3	30	\$2,410.00	\$1,410.00	\$2,615.00	\$7,845.00	
	4	25	\$2,060.00	\$1,407.00	\$2,437.00	\$9,748.00	
	4	14	\$1,198.00	\$1,329.00	\$1,928.00	\$7,712.00	
	1	10	\$1,010.00	\$1,329.00	\$1,834.00	\$1,834.00	
	2	40	\$3,080.00	\$1,546.00	\$3,086.00	\$6,172.00	
	1	50	\$3,800.00	\$2,085.00	\$3,985.00	\$3,985.00	
	2	60	\$4,510.00	\$2,362.00	\$4,617.00	\$9,234.00	
	General	1	120	\$44,430.00	\$2,431.00	\$24,646.00	\$24,646.00
		2	70	\$54,645.00	\$1,997.00	\$29,319.50	\$58,639.00
1		50	\$29,841.00	\$1,762.00	\$16,702.50	\$16,702.50	
				total		\$155,423.50	

Motores Super eficientes y Variadores Opción 1

	equipo	instalacion	total
Motores	\$779,875.30	\$31,195.01	\$811,070.31
Variadores	\$238,852.10	\$12,229.23	\$251,081.33
subtotal 1	\$1,018,727.40	\$43,424.24	\$1,062,151.64
recuperación			(\$50,936.37)
subtotal 2			\$1,011,215.27
Inversión total			\$1,166,638.77

Motores Super eficientes y Variadores Opción 2

	equipo	instalacion	total
Motores	\$619,172.60	\$24,766.90	\$643,939.50
Variadores	\$212,896.50	\$10,900.30	\$223,796.80
subtotal 1	\$832,069.10	\$35,667.20	\$867,736.30
recuperación			(\$41,803.46)
subtotal 2			\$826,132.85
Inversión total			\$981,556.35

7.5 MÉTODO DE EVALUACIÓN ECONÓMICA.

En este estudio se aplican los métodos comúnmente usados para calcular la conveniencia económica que ofrece este proyecto.

Estos son: valor presente neto, flujo de efectivo y tasa interna de retorno.

A pesar del incremento sustancial en las tasas de interés se espera que estas bajen a alrededor de 40% anual, esta tasa se tomará para efectos del estudio económico como la tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA).

7.5.1 MÉTODO DE FLUJO DE EFECTIVO.

En las TABLAS 7.8 y 7.13 se muestran los flujos de efectivo para las opciones de inversión 1 y 2 respectivamente asimismo se muestran los datos obtenidos en las GRAFICAS 7.9 y 7.14 para cada una de las mismas opciones.

Las tablas mencionadas muestran los ahorros mensuales con los incrementos esperados en el costo de la energía eléctrica mencionados al principio de este capítulo, asimismo se refleja el préstamo del FIDE a pagar en 24 meses y sin intereses. Además de la inversión neta, se refleja en la penúltima columna los flujos de efectivo netos para cada mes.

Por último se reflejan los flujos mensuales traídos a valor presente neto por medio de la siguiente fórmula:

$$VPn = \text{flujo mensual} * (1 - \text{tasa})^n$$

donde:

VPn = Valor Presente del período n

flujo mensual = resultado de los ahorros obtenidos menos los gastos o inversiones hechas en el mismo período.

Tasa = Tasa de inflación (40%) anual = 2.84% mensual.

n = número de período.

Así se puede ver que mientras la inversión se recupera en el mes 29 para la opción 1, la opción 2 ofrece un período de recuperación de 27 meses.

7.5.2 MÉTODO DE VALOR PRESENTE NETO.

Para el estudio de las dos opciones, se considera la misma tasa de retorno mínima aceptable, 40% anual los ahorros obtenidos del flujo de efectivo se anualizan y se consideran al final de cada período obteniendo los resultados de las TABLAS 7.10 y 7.15 para las opciones 1 y 2 respectivamente.

Así, el valor presente neto de la inversión con la opción 1 es de N\$ 114,710.10 y de N\$ 140,174.63 para la segunda opción.

7.5.3 MÉTODO DE TASA INTERNA DE RETORNO.

Como es sabido, la tasa interna de retorno es la tasa el valor presente neto de cualquier proyecto es igual a cero.

En el caso de la opción 1 la tasa interna de retorno (TIR) es de 59.16% y para el caso de la opción 2 es de 70.565%.

En este caso tanto el método de flujos de efectivo así como la tasa interna de retorno y el valor presente neto de

la inversión arrojan resultados favorables que indican que es propicio invertir en cualquiera de las dos opciones, sin embargo, dado que los proyectos son mutuamente exclusivos, se recomienda invertir en la opción 2.

TABLA 7.8
FLUJO DE EFECTIVO

Financiamiento del FIDE	\$500,000.00
Pago de deuda	24 MESES
Pago mensual de deuda	\$20,833.33
Ahorro Mensual	\$40,129.58
Inversión Total	\$1,166,638.77

Tasa Anual	40.00%
------------	--------

Tasa mensual	2.84%
--------------	-------

N°	Ahorro	Incremento en Energía	Préstamo	Inversión		Valor Presente Flujos		
				Neta	Flujos	Mes	Acumulado	
0	0	0	\$0.00	\$500,000.00	(\$666,638.77)	(\$666,638.77)	(\$666,638.77)	(\$666,638.77)
1	\$40,129.58		\$40,129.58 (\$20,833.33)		\$19,296.25	\$18,747.54	(\$647,891.23)	
2	\$40,129.58		\$40,129.58 (\$20,833.33)		\$19,296.25	\$18,214.43	(\$629,676.81)	
3	\$40,129.58		\$40,129.58 (\$20,833.33)		\$19,296.25	\$17,696.48	(\$611,980.33)	
4	\$40,129.58		\$40,129.58 (\$20,833.33)		\$19,296.25	\$17,193.26	(\$594,787.07)	
5	\$40,129.58		\$40,129.58 (\$20,833.33)		\$19,296.25	\$16,704.35	(\$578,082.72)	
6	\$40,129.58		\$40,129.58 (\$20,833.33)		\$19,296.25	\$16,229.34	(\$561,853.38)	
7	\$40,129.58		\$40,129.58 (\$20,833.33)		\$19,296.25	\$15,767.84	(\$546,085.53)	
8	\$40,129.58		\$40,129.58 (\$20,833.33)		\$19,296.25	\$15,319.47	(\$530,766.07)	
9	\$40,129.58		\$40,129.58 (\$20,833.33)		\$19,296.25	\$14,883.84	(\$515,882.23)	
10	\$40,129.58		\$40,129.58 (\$20,833.33)		\$19,296.25	\$14,460.60	(\$501,421.63)	
11	\$40,129.58		\$40,129.58 (\$20,833.33)		\$19,296.25	\$14,049.40	(\$487,372.24)	
12	\$40,129.58	50%	\$60,194.37 (\$20,833.33)		\$39,361.04	\$27,843.43	(\$469,528.81)	
13	\$40,129.58		\$60,194.37 (\$20,833.33)		\$39,361.04	\$27,051.67	(\$432,477.15)	
14	\$40,129.58		\$60,194.37 (\$20,833.33)		\$39,361.04	\$26,282.42	(\$406,194.73)	
15	\$40,129.58		\$60,194.37 (\$20,833.33)		\$39,361.04	\$25,535.05	(\$380,659.68)	
16	\$40,129.58		\$60,194.37 (\$20,833.33)		\$39,361.04	\$24,808.93	(\$355,850.75)	
17	\$40,129.58		\$60,194.37 (\$20,833.33)		\$39,361.04	\$24,103.46	(\$331,747.29)	
18	\$40,129.58		\$60,194.37 (\$20,833.33)		\$39,361.04	\$23,418.05	(\$308,329.24)	
19	\$40,129.58		\$60,194.37 (\$20,833.33)		\$39,361.04	\$22,752.13	(\$285,577.11)	
20	\$40,129.58		\$60,194.37 (\$20,833.33)		\$39,361.04	\$22,105.15	(\$263,471.96)	
21	\$40,129.58		\$60,194.37 (\$20,833.33)		\$39,361.04	\$21,476.56	(\$241,995.40)	
22	\$40,129.58		\$60,194.37 (\$20,833.33)		\$39,361.04	\$20,865.85	(\$221,129.54)	
23	\$40,129.58		\$60,194.37 (\$20,833.33)		\$39,361.04	\$20,272.51	(\$200,857.04)	
24	\$40,129.58	25%	\$75,242.96 \$0.00		\$75,242.96	\$37,651.14	(\$163,205.89)	
25	\$40,129.58		\$75,242.96 \$0.00		\$75,242.96	\$36,580.49	(\$126,625.41)	
26	\$40,129.58		\$75,242.96 \$0.00		\$75,242.96	\$35,540.28	(\$91,085.13)	
27	\$40,129.58		\$75,242.96 \$0.00		\$75,242.96	\$34,529.65	(\$56,555.47)	
28	\$40,129.58		\$75,242.96 \$0.00		\$75,242.96	\$33,547.76	(\$23,007.71)	
29	\$40,129.58		\$75,242.96 \$0.00		\$75,242.96	\$32,593.79	\$9,586.08	
30	\$40,129.58		\$75,242.96 \$0.00		\$75,242.96	\$31,666.95	\$41,253.03	
31	\$40,129.58		\$75,242.96 \$0.00		\$75,242.96	\$30,766.46	\$72,019.49	
32	\$40,129.58		\$75,242.96 \$0.00		\$75,242.96	\$29,891.58	\$101,911.07	
33	\$40,129.58		\$75,242.96 \$0.00		\$75,242.96	\$29,041.58	\$130,952.65	
34	\$40,129.58		\$75,242.96 \$0.00		\$75,242.96	\$28,215.75	\$159,168.40	
35	\$40,129.58		\$75,242.96 \$0.00		\$75,242.96	\$27,413.40	\$186,581.81	
36	\$40,129.58	10%	\$82,767.26 \$0.00		\$82,767.26	\$29,297.26	\$215,879.06	
37	\$40,129.58		\$82,767.26 \$0.00		\$82,767.26	\$28,464.16	\$244,343.22	
38	\$40,129.58		\$82,767.26 \$0.00		\$82,767.26	\$27,654.75	\$271,997.97	
39	\$40,129.58		\$82,767.26 \$0.00		\$82,767.26	\$26,868.35	\$298,866.32	
40	\$40,129.58		\$82,767.26 \$0.00		\$82,767.26	\$26,104.32	\$324,970.64	

Gráfica 7.9

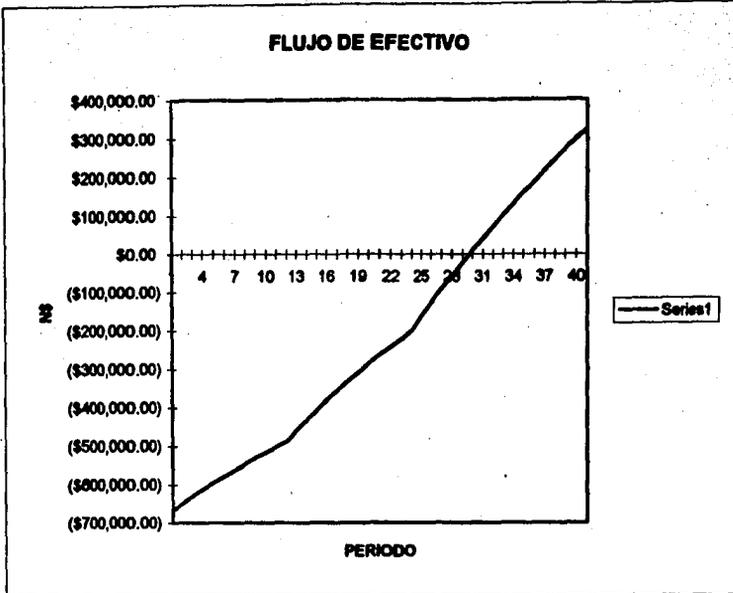


TABLA 7.10

Valor Presente Neto		tasa	40.00%
Periodos	0	1	2
Montos	(\$666,638.77)	\$251,619.75	\$508,214.37
			\$1,241,508.88

Valor Presente Neto \$114,710.10

TABLA 7.11

Tasa Interna de Retorno		Tasa supuesta	40.00%
Periodos	0	1	2
Montos	(\$666,638.77)	\$251,619.75	\$508,214.37
			\$1,241,508.88

Tasa Interna de Retorno 59.100%

TABLA 7.12

Comprobación TIR		tasa	59.100%
Periodos	0	1	2
Montos	(\$666,638.77)	\$251,619.75	\$508,214.37
			\$1,241,508.88

Valor Presente Neto CON TIR \$1.88

TABLA 7.13
FLUJO DE EFECTIVO OPCIÓN 2

Financiamiento del FIDE	\$500,000.00
Pago de deuda	24 MESES
Pago mensual de deuda	\$20,833.33
Ahorro Mensual	\$35,559.59
Inversión Total	\$981,556.35

Tasa Anual	40.00%
------------	--------

Tasa mensual	2.84%
--------------	-------

N°	Ahorro	Incremento en Energía	Préstamo	Inversión		Valor Presente Flujos		
				Neta	Flujos	Mes	Acumulado	
0	0	0	\$0.00	\$500,000.00	(\$481,556.35)	(\$481,556.35)	(\$481,556.35)	(\$481,556.35)
1	\$35,559.59		\$35,559.59	(\$20,833.33)		\$14,726.26	\$14,307.50	(\$467,248.85)
2	\$35,559.59		\$35,559.59	(\$20,833.33)		\$14,726.26	\$13,900.65	(\$453,348.20)
3	\$35,559.59		\$35,559.59	(\$20,833.33)		\$14,726.26	\$13,505.37	(\$439,842.84)
4	\$35,559.59		\$35,559.59	(\$20,833.33)		\$14,726.26	\$13,121.33	(\$426,721.51)
5	\$35,559.59		\$35,559.59	(\$20,833.33)		\$14,726.26	\$12,748.21	(\$413,973.30)
6	\$35,559.59		\$35,559.59	(\$20,833.33)		\$14,726.26	\$12,385.70	(\$401,587.61)
7	\$35,559.59		\$35,559.59	(\$20,833.33)		\$14,726.26	\$12,033.49	(\$389,554.11)
8	\$35,559.59		\$35,559.59	(\$20,833.33)		\$14,726.26	\$11,691.31	(\$377,862.80)
9	\$35,559.59		\$35,559.59	(\$20,833.33)		\$14,726.26	\$11,358.85	(\$366,503.95)
10	\$35,559.59		\$35,559.59	(\$20,833.33)		\$14,726.26	\$11,035.85	(\$355,468.10)
11	\$35,559.59		\$35,559.59	(\$20,833.33)		\$14,726.26	\$10,722.03	(\$344,746.07)
12	\$35,559.59	50%	\$53,339.39	(\$20,833.33)		\$32,506.05	\$22,994.31	(\$321,751.76)
13	\$35,559.59		\$53,339.39	(\$20,833.33)		\$32,506.05	\$22,340.44	(\$299,411.32)
14	\$35,559.59		\$53,339.39	(\$20,833.33)		\$32,506.05	\$21,705.16	(\$277,706.16)
15	\$35,559.59		\$53,339.39	(\$20,833.33)		\$32,506.05	\$21,087.95	(\$256,618.20)
16	\$35,559.59		\$53,339.39	(\$20,833.33)		\$32,506.05	\$20,488.29	(\$236,129.91)
17	\$35,559.59		\$53,339.39	(\$20,833.33)		\$32,506.05	\$19,905.68	(\$216,224.23)
18	\$35,559.59		\$53,339.39	(\$20,833.33)		\$32,506.05	\$19,339.64	(\$196,884.59)
19	\$35,559.59		\$53,339.39	(\$20,833.33)		\$32,506.05	\$18,789.70	(\$178,094.89)
20	\$35,559.59		\$53,339.39	(\$20,833.33)		\$32,506.05	\$18,255.39	(\$159,839.50)
21	\$35,559.59		\$53,339.39	(\$20,833.33)		\$32,506.05	\$17,736.28	(\$142,103.23)
22	\$35,559.59		\$53,339.39	(\$20,833.33)		\$32,506.05	\$17,231.93	(\$124,871.30)
23	\$35,559.59		\$53,339.39	(\$20,833.33)		\$32,506.05	\$16,741.92	(\$108,129.38)
24	\$35,559.59	25%	\$66,674.23	\$0.00		\$66,674.23	\$33,363.40	(\$74,765.99)
25	\$35,559.59		\$66,674.23	\$0.00		\$66,674.23	\$32,414.67	(\$42,351.31)
26	\$35,559.59		\$66,674.23	\$0.00		\$66,674.23	\$31,492.92	(\$10,858.39)
27	\$35,559.59		\$66,674.23	\$0.00		\$66,674.23	\$30,597.39	\$19,739.00
28	\$35,559.59		\$66,674.23	\$0.00		\$66,674.23	\$29,727.31	\$49,466.31
29	\$35,559.59		\$66,674.23	\$0.00		\$66,674.23	\$28,881.98	\$78,348.29
30	\$35,559.59		\$66,674.23	\$0.00		\$66,674.23	\$28,060.69	\$106,408.98
31	\$35,559.59		\$66,674.23	\$0.00		\$66,674.23	\$27,262.75	\$133,671.74
32	\$35,559.59		\$66,674.23	\$0.00		\$66,674.23	\$26,487.50	\$160,159.24
33	\$35,559.59		\$66,674.23	\$0.00		\$66,674.23	\$25,734.30	\$185,893.54
34	\$35,559.59		\$66,674.23	\$0.00		\$66,674.23	\$25,002.52	\$210,896.06
35	\$35,559.59		\$66,674.23	\$0.00		\$66,674.23	\$24,291.54	\$235,187.60
36	\$35,559.59	10%	\$73,341.65	\$0.00		\$73,341.65	\$25,960.86	\$261,148.46
37	\$35,559.59		\$73,341.65	\$0.00		\$73,341.65	\$25,222.63	\$286,371.10
38	\$35,559.59		\$73,341.65	\$0.00		\$73,341.65	\$24,505.40	\$310,876.50
39	\$35,559.59		\$73,341.65	\$0.00		\$73,341.65	\$23,808.56	\$334,685.06
40	\$35,559.59		\$73,341.65	\$0.00		\$73,341.65	\$23,131.54	\$357,816.60

Gráfica 7.14 OPCIÓN 2

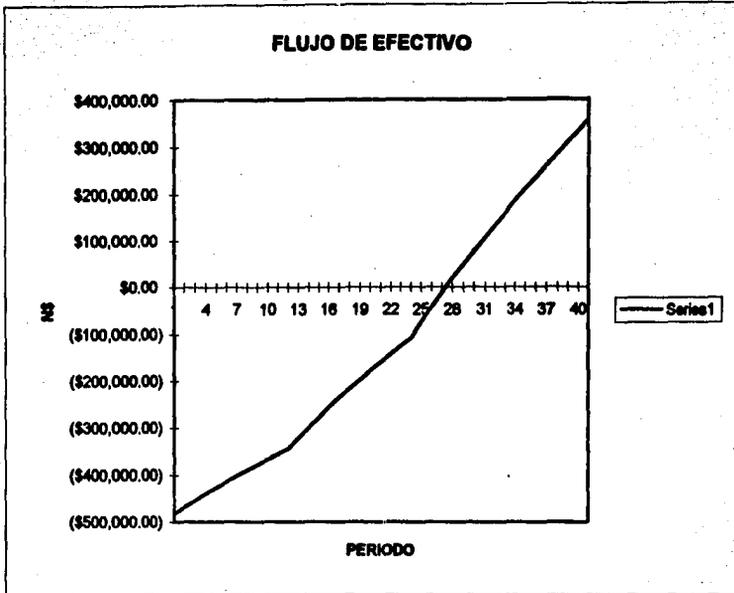


TABLA 7.15

Valor Presente Neto		tasa	40.00%
Periodos	0	1	2
Montos	(\$481,556.35)	\$194,494.88	\$424,240.80
			\$1,100,124.82

Valor Presente Neto \$140,174.63

TABLA 7.16

Tasa Interna de Retorno		Tasa supuesta	40.00%
Periodos	0	1	2
Montos	(\$481,556.35)	\$194,494.88	\$424,240.80
			\$1,100,124.82

Tasa Interna de Retorno 70.565%

TABLA 7.17

Comprobación TIR		tasa	70.565%
Periodos	0	1	2
Montos	(\$481,556.35)	\$194,494.88	\$424,240.80
			\$1,100,124.82

Valor Presente Neto CON TIR \$1.76

CONCLUSIONES

De acuerdo a la información analizada en el Capítulo 7, es recomendable cambiar 92 de los 104 motores analizados en el estudio, ya que todos los parámetros económicos son favorables, además de la información obtenida, y consiguiendo así el aumento de la productividad buscado, invertir en este tipo de equipos tiene una serie de ventajas difíciles de medir como:

- Evitar paros por daño en motores viejos consiguiendo continuidad en el proceso y mejorando la calidad de los productos.
- Ahorro de Energía Adicional ya que el consumo inherente a los variadores de velocidad es menor a aquel consumo por los arrancadores sobre todo a tensión reducida.
- Mejorar el control de los procesos al existir la posibilidad de comunicar vía modem hacia una computadora todos los parámetros eléctricos donde se hayan instalado variadores de velocidad, pudiendo tomar decisiones sobre el proceso en forma central.
- Mejorar la protección eléctrica al motor, evitando así la posibilidad de quemar motores por falta de mantenimiento.

El ahorro total conseguido se estimó en N\$ 35,559.59, es decir prácticamente un 20% como promedio del costo de la energía eléctrica mensual. Lo anterior significa una reducción importante en el costo total de las ventas.

Ante la apertura comercial y la globalización de mercados, resulta indispensable tener acceso a los mejores costos de producción y el ahorro de energía forma parte primordial del aumento de la productividad.

En este estudio se presentaron sólo algunas de las alternativas de ahorro de energía, sin embargo resulta obvio que hay otras más.

Se recomienda que aparte de hacer la inversión propuesta, se establezca un comité de ahorro de energía que vaya poco a poco implementando otras medidas para bajar el consumo eléctrico, como podría ser en el ramo de iluminación.

Además de las mejoras propuestas, resulta indispensable concientizar al personal de lo importante que es el ahorro de energía, como una de las funciones del comité de ahorro de energía.

La inversión total de N\$ 981,556.35 hará que la demanda de la planta baje 292 kw, lo que significa una inversión de N\$ 33,361.50 por kw ahorrado.

De acuerdo a fuentes de la CFE, la inversión requerida aproximada para generar 1 kw es de

NS\$6,500.00. Si además sumamos las inversiones requeridas para transportar y distribuir ese kw, la inversión puede llegar hasta NS\$20,000.00. Es por esta razón que el gobierno federal apoya con financiamientos blandos los programas de ahorro de energía en la industria.

Lo anterior significa que el gobierno podrá diferir alrededor de NS\$ 5,840,000.00 de inversiones en generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Si extrapolamos estos ahorros y somos conservadores diciendo que la industria puede bajar su demanda actual en un 10% significa que los ahorros pueden llegar a ser del orden de 5,857.3 GWH anual y en promedio tomando un factor de demanda del 100% un ahorro de por lo menos 668MW.

De acuerdo a lo anterior, la CFE podría diferir su programa de inversiones prácticamente hasta el año 1999, consiguiendo así ayudar de manera importante al flujo de efectivo que tanto necesita el país.

BIBLIOGRAFIA

Técnicas de Análisis Económico para Administradores e Ingenieros

John R. Canada
Editorial Diana
1978

Diario Oficial de la Federación

10 de noviembre de 1991 y
23 de diciembre de 1992

Demanda y Oferta de Energía Eléctrica en el Área Metropolitana

Luz y Fuerza del Centro
Junio de 1995

Documento de Retrospectiva del Sector Eléctrico Mexicano

CPE
1994

Catálogo General de Motores de varios fabricantes

Artículos diversos de Electrical Construction and Maintenance

- Premium Efficiency Motors Slash Electric Costs

Robert J. Lawrie
Marzo de 1994

- Efficiency Testing of Premium Efficiency Motors

Steve Mecker
Julio de 1994

- AFD'S Slash Water Company Bills

Robert J. Lawrie
Noviembre de 1993

Handbook of Energy Engineering

Albert Thumann
Paul Mehta
Editorial Prentice Hall
1991

Compensación de Potencia Reactiva en Sistemas Eléctricos

Yebra Morón
Editorial: McGraw Hill
1986

Industrial Power Systems Handbook

Editorial: McGraw Hill
1979

Tratado de Electricidad

Chester L. Dawes
Editorial: Gustavo Hili
1991