



PROGRAMA INTEGRAL DE “ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN PARA LA FORMACIÓN DE ESPECIALISTAS EN AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE GUATEMALA”

**CURSO – TALLER
PROMOTORES DE AHORRO Y EFICIENCIA DE
ENERGÍA ELÉCTRICA**

MÓDULO I: DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS



Guatemala, Guatemala

1 – 5 / Marzo / 2010



CURSO – TALLER PROMOTORES DE AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

DIAGNOSTICOS ENERGETICOS.

El ahorro de la energía en todas sus manifestaciones, en los últimos años ha jugado un papel de suma importancia dentro del desarrollo de la humanidad. Sin embargo, en Centro América los índices energéticos (producción entre unidad de energía), siguen siendo altos comparados contra los respectivos valores de los países altamente industrializados, el mejorar estos índices depende de aprovechar al máximo la energía que se requiere en los procesos de producción. Probablemente la parte de mayor relevancia para el ahorro de energía sea el diagnóstico energético, puesto que de la certeza y atención en que sea desarrollado dependerá en gran medida el éxito de las acciones que posteriormente sean emprendidas. Por el contrario, el pretender ahorrar energía sin haber pasado antes por un diagnóstico energético suele llevar a estrepitosos fracasos. En este capítulo serán proporcionados los elementos necesarios para desarrollar diagnósticos energéticos en instalaciones diversas.

1 Objetivos:

- Conocer las ventajas de aplicar un diagnóstico energético.
- Identificar la clasificación de los diagnósticos energéticos en función de sus alcances.
- Identificar las herramientas necesarias para la evaluación energética de los diferentes procesos y equipos utilizados de la industria.
- Conocer la metodología para realizar un diagnóstico energético.

Objetivos del diagnóstico energético

Los análisis, mediciones y evaluaciones de los principales equipos, sistemas y procesos consumidores de energía en las plantas industriales, han permitido determinar la eficiencia energética y las posibilidades de mejora, modernización y ahorro de las mismas. A estos análisis, evaluaciones y mediciones cuando se realizan de manera sistemática, objetiva y metodológica se atribuye el nombre de “diagnósticos energéticos”. Los diagnósticos energéticos permiten determinar los potenciales de ahorro de energía involucrados en los procesos de producción.

Un diagnóstico energético es un elemento positivo de la administración de una empresa, ya que contribuye a incrementar la rentabilidad de la misma, eliminando desperdicios de energía y en consecuencia se disminuyen los costos de producción.

Además es un instrumento que permite modernizar los sistemas de producción, sustituyendo tecnologías obsoletas, ineficientes y costosas. Permite además mejorar las condiciones de la producción y el ambiente en el que se envuelve la misma, logrando superar muchas veces de manera espectacular las condiciones actuales de la producción y rendimiento de las personas. Normalmente la realización de un diagnóstico energético, hecho por profesionales de la materia, conduce a reducir los costos de la producción sin afectar de manera negativa la calidad y cantidad de la misma.



Administración de la energía

La administración de la energía en cualquiera de sus manifestaciones, repercute directamente en los costos de producción, el proceso de administración de los recursos energéticos, consiste en la aplicación de las diversas técnicas que permitan alcanzar la máxima eficiencia en el uso de estos; es decir, utilizar de manera óptima y adecuada cada energético en la planta industrial, edificio comercial o público, hospital, club, hotel, etc.

Para mejorar la eficiencia energética de la instalación en su totalidad se deben cubrir las siguientes etapas:

- ☛ Dirección o Gestor Energético.
- ☛ Diagnóstico.
 - 📖 Planeación.
 - 📖 Organización.
 - 📖 Integración.
 - 📖 Desarrollo.
- ☛ Control.

Dirección o Gestor Energético. Consiste en delegar la autoridad necesaria a un responsable que promueva e impulse el uso racional y eficiente de la energía dentro la empresa y comunidad que en ella labora. Tendrá que diseñar y ejecutar un programa con metas concretas, reales y alcanzables según un calendario específico. Igualmente, se deben definir los mecanismos de supervisión y los medios de comunicación como los componentes esenciales del programa.

Diagnóstico. Se refiere a la etapa fundamental de la gestión energética, implica el análisis histórico del uso de energía relacionado con los niveles de producción y el estudio detallado de las condiciones de diseño y operación de los equipos, sistemas y procesos involucrados en la actividad industrial o empresarial. El diagnóstico energético debe proponer las acciones y medidas correctivas que han de aplicarse para superar las condiciones actuales de operación energética, establece la factibilidad técnica y económica de realizarlas, así como la evaluación económica de las mismas, determinando los parámetros de rentabilidad de cada acción.

Planeación. Consiste en elegir la alternativa concreta de acción a seguir, las políticas en materia de energía, el tiempo de ejecución, el logro de objetivos y, por último, se determina el monto de recursos financieros para la aplicación del programa.

Organización. En esta etapa se define la estructura que permita instrumentar el programa establecido. Aquí es necesario especificar las funciones de todos los grupos e individuos que participen en el Programa de Ahorro de Energía.

Integración. Consiste en elegir a la persona o grupos de personas que van a ser los responsables de la ejecución del programa, así como la adquisición de la instrumentación y el equipo necesario para la realización del diagnóstico y monitorear los avances del programa.

Control. En esta etapa se establecen normas de consumo de energía, de mantenimiento y de operación, así como el método que permita dar seguimiento permanente al programa. Todo ello, mediante monitoreo a través de un sistema integral de información energética y listas de verificación de la aplicación de medidas de ahorro de energía.



2. Tipos de Diagnóstico Energéticos.

Los diagnósticos energéticos permiten determinar con exactitud el balance de energía de los principales equipos consumidores de energía. A través de los diagnósticos, se identifican los puntos del proceso de mayor uso de energía, haciendo resaltar aquellos donde ésta se desperdicia y donde es posible generar un ahorro (potenciales de ahorro de energía)².

En resumen, los objetivos principales de un diagnóstico energético son:

- ⇒ Establecer metas de ahorro de energía,
- ⇒ Diseñar y aplicar sistemas integrales para el ahorro de energía,
- ⇒ Evaluar técnica y económicamente las medidas de ahorro de energía,
- ⇒ Disminuir el consumo de energía, sin afectar negativamente los niveles y condiciones de producción.

Clasificación de diagnósticos de energía.

La clasificación que se asigna a un diagnóstico energético, esta en función de la profundidad con que se estudia a una empresa; es decir, depende del volumen de trabajo, el enfoque, la precisión buscada y el costo asignado. Reconocidos expertos los clasifican como de primer, segundo y tercer nivel.

El diagnóstico de nivel uno o básico, se lleva a cabo mediante un examen visual del proceso industrial o instalación de que se trate, reconociendo y revisando el diseño original de los equipos consumidores de energía, para dar una idea de los potenciales de ahorro de energía que se pueden lograr por modificación en los hábitos de operación, corrección de desperdicios o por la incorporación de tecnologías eficientes. De este diagnóstico se pueden obtener buenas recomendaciones a nivel general. Por ejemplo, fugas de energía, mala operación de los equipos y/o instrumentos, equipos que pueden reemplazarse por otros más eficientes, como motores, compresores, aires acondicionados, luces, etc.

Pero los potenciales de ahorro de energía son meramente estimados y descansan en muchas suposiciones por lo que los ahorros pueden o no lograrse, ya que en este nivel no se realizan mediciones y apenas se obtiene un conocimiento muy somero de las instalaciones energéticas. Su principal ventaja es dar una idea general sobre si existe o no posibilidad de ahorro energético. Este nivel tiene un costo económico, que es el de menor costo respecto a los de niveles superiores.

El nivel dos o fundamental, proporciona información sobre el consumo de energía tanto eléctrica como térmica por áreas funcionales o procesos específicos de operación, es decir se detecta los subsistemas de mayor desperdicio energético. Este nivel provee datos acerca del ahorro de energía y en consecuencia de reducción de costos, como consecuencia de su realización se obtiene una cartera de proyectos de aplicación, logrando de esta forma dirigir el camino de las metas para ahorro energético.

Es el más útil para conocer los potenciales de ahorro de energía de una instalación. Estos se cualifican y se cuantifican. Se analiza entre el 75 y 80% de los consumidores energéticos, dando prioridad a los de potencia superior y mayor tiempo de utilización.

En la aplicación del diagnóstico, a este nivel, será importante contar con los equipos e instrumentos necesarios para la evaluación de parámetros energéticos que conlleven a determinar los potenciales de ahorro de energía.



El último, **nivel tres** proporciona información precisa y comprensible, de todos y cada uno de los puntos relevantes del diagrama del proceso industrial o cualquier instalación a evaluar, así como las pérdidas de energía de cada uno de los equipos involucrados. Este nivel esta caracterizado por instrumentación extensiva, por la adquisición de datos y por los estudios de ingeniería involucrada, se aclara que muchas de las acciones propuestas para lograr ahorro de energía son producto de reingeniería de los procesos.

Este tipo de diagnóstico es llamado como micro diagnóstico, ya que se profundiza en el proceso y equipos involucrados en este. Requiere la participación de especialistas particulares para definir aplicaciones complejas. Su costo es mucho mayor al de segundo nivel.

El nivel del diagnóstico energético no es estricto, en muchos casos se puede aplicar un estudio a una sola parte o etapa del proceso, debido a estos surgen niveles intermedios, es decir, aquellos que cubren ciertos objetivos y alcances para una área específica de proceso o instalación. Por ejemplo, surgen los niveles intermedios como 1.5, el cual cubre gran parte del nivel dos pero enfocado a una parte del proceso, para lograr los balances de materia y energía de esta área, se debe proporcionar datos de los equipos que tengan una participación indirecta en el equipo en estudio o análisis.

3. Metodología para realizar un Diagnóstico Energético:

La metodología de un diagnóstico energético no es una receta definida, sin embargo, los puntos estratégicos para determinar los potenciales de ahorro de energía pueden ser los siguientes.

- I. Trabajos previos de gabinete.
- II. Recopilación de la información de la instalación.
- III. Evaluación del estado energético actual de la instalación.
- IV. Determinación del potencial de ahorro de energía.
- V. Análisis de factibilidad técnica para la realización de las propuestas de ahorro de energía.
- VI. Evaluación económica.
- VII. Selección de las medidas ahorradoras a implementar.
- VIII. Aplicación de acciones correctivas.



3.1 Trabajos previos de gabinete.

En este primer punto de la metodología se realiza principalmente la elaboración de la estrategia de trabajo.

En virtud del tipo de instalación a diagnosticar, se recopila la información energética que caracteriza al usuario. Adicionalmente se hace la recopilación del entorno en el que se elabora el diagnóstico. Se obtienen los costos de las tarifas eléctricas y de los demás energéticos empleados, así como los criterios de aprobación de proyectos de la dirección de la empresa.

Por ejemplo, se desarrollara una estrategia para analizar los siguientes equipos:

- ↗ Cambiadores de calor,
- ↗ Bombas,
- ↗ Calderas,
- ↗ Enfriadores,
- ↗ Compresores,
- ↗ Transformadores,
- ↗ Motores eléctricos,
- ↗ Sistemas de iluminación,
- ↗ Sistema de aire comprimido,
- ↗ Aire acondicionado,
- ↗ Procesos,
- ↗ Etc.

Ya conocidos los procesos y equipos, se identificarán las principales variables energéticas a medir en la empresa.

Se determinarán los balances de materia y energía mejor aplicables para cada proceso o equipo. Y se definirán los métodos de cálculo de las eficiencias energéticas por procesos, sistemas y equipos.

Tarifas Eléctricas.

Antes de hacer cálculos es importante conocer los costos de la energía, en el país existen diversos tipos de tarifas para los distintos servicios que se tienen como: Servicios de distribución dirigida al usuario final, Servicios de Transmisión y Servicios de Generación.

Dentro de los servicios de distribución se presentan varios tipos de tarifas; residencial, general, industrial, bombeo de agua, preferencial, pequeño comercio o industrial, mediana tensión y tarifas horarias, las cuales se detallan en el anexo de tarifas eléctricas:



Ejemplo:

Se tiene una planta de tratamiento de aguas negras de una Ciudad, sus principales procesos son bombeo y tratamiento del agua. El tratamiento se hace con sopladores centrífugos, los cuales inyectan la cantidad de oxígeno necesario para hacer la digestión del agua negra a través de bacterias.

Descripción del Proceso.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales tiene una capacidad de tratamiento de 1,000 litros por segundo (l.p.s.).

El proceso seleccionado para este tratamiento biológico es el de lodos activados convencional, descrito a continuación:

El agua residual llega a la planta por medio de dos colectores procedentes del área metropolitana oriente de la Ciudad. Estos colectores entran a la caja de llegada donde se encuentra una compuerta reguladora del flujo de agua hacia la planta.

A continuación, se encuentran las rejillas gruesas, que son usadas para impedir que troncos, llantas y basura mayor de 10 cm ingresen a la planta. El agua cruda, como es llamada en esta etapa del proceso, aún trae sólidos suspendidos menores a 10 cm, para lo cual se cuenta con dos cribas finas de 3 mm de abertura, con las que se retienen sólidos entre 3 mm y 10 cm.

El siguiente punto de tratamiento es el cárcamo de bombeo donde se encuentran alojadas tres bombas sumergibles con capacidad para bombear 1,000 l.p.s. cada una. Las bombas envían el agua cruda a ocho desarenadores centrífugos, en los cuales se descargan las arenas arrastradas por el agua hacia dos desaguadores donde se separa dicho sólido.

Hasta este punto ya se ha removido la basura con dimensiones mayores a 3 mm y arena, posteriormente las aguas se descargan a un canal distribuidor y de mezclado, que alimenta a los cuatro tanques de aireación o tratamiento con difusores de burbuja fina, donde por acción de los microorganismos que ahí se desarrollan, se lleva a cabo la oxidación de la materia orgánica suspendida y soluble. Para que este proceso se lleve a cabo, es necesario que se inyecte aire a los cuatro tanques de aireación o tratamiento, lo cual se logra por medio de sopladores centrífugos.

El efluente de los tanques de aireación o tratamiento se conduce a los tanques sedimentadores, donde se separan los microorganismos (lodos) del agua clarificada.

Se cuenta con cuatro sedimentadores o clarificadores con una capacidad de 250 l.p.s. cada uno. Los clarificadores cuentan con un sistema rastras que remueven las natas superficiales de los tanques.

El agua clarificada se conduce al canal de contacto de cloro para su desinfección antes de su descarga al canal. El agua tratada resultante es clara, brillante, sin olor y bacteriológicamente inocua.



¿Qué información considera usted necesaria la para evaluación energética de los procesos?

Solución:

Debemos ubicarnos en que esta es la fase inicial del diagnóstico, posiblemente aun no conocemos las instalaciones, no hemos realizado mediciones, y tampoco conocemos los equipos instalados. Así que se trata de recopilar información que nos oriente sobre como hacer la evaluación energética de la planta. En este momento no vamos a realizar la evaluación, pero si vamos a conocer la forma en que debemos hacerla.

Los equipos principales son centrífugos cuya función primordial es desplazar un fluido, agua dura en el caso de las bombas y aire en el caso de los sopladores. Así que debemos allegarnos información de mecánica de fluidos, termodinámica, y particularmente de bombas, sopladores y motores eléctricos, además de otras relacionadas con las instalaciones eléctricas.

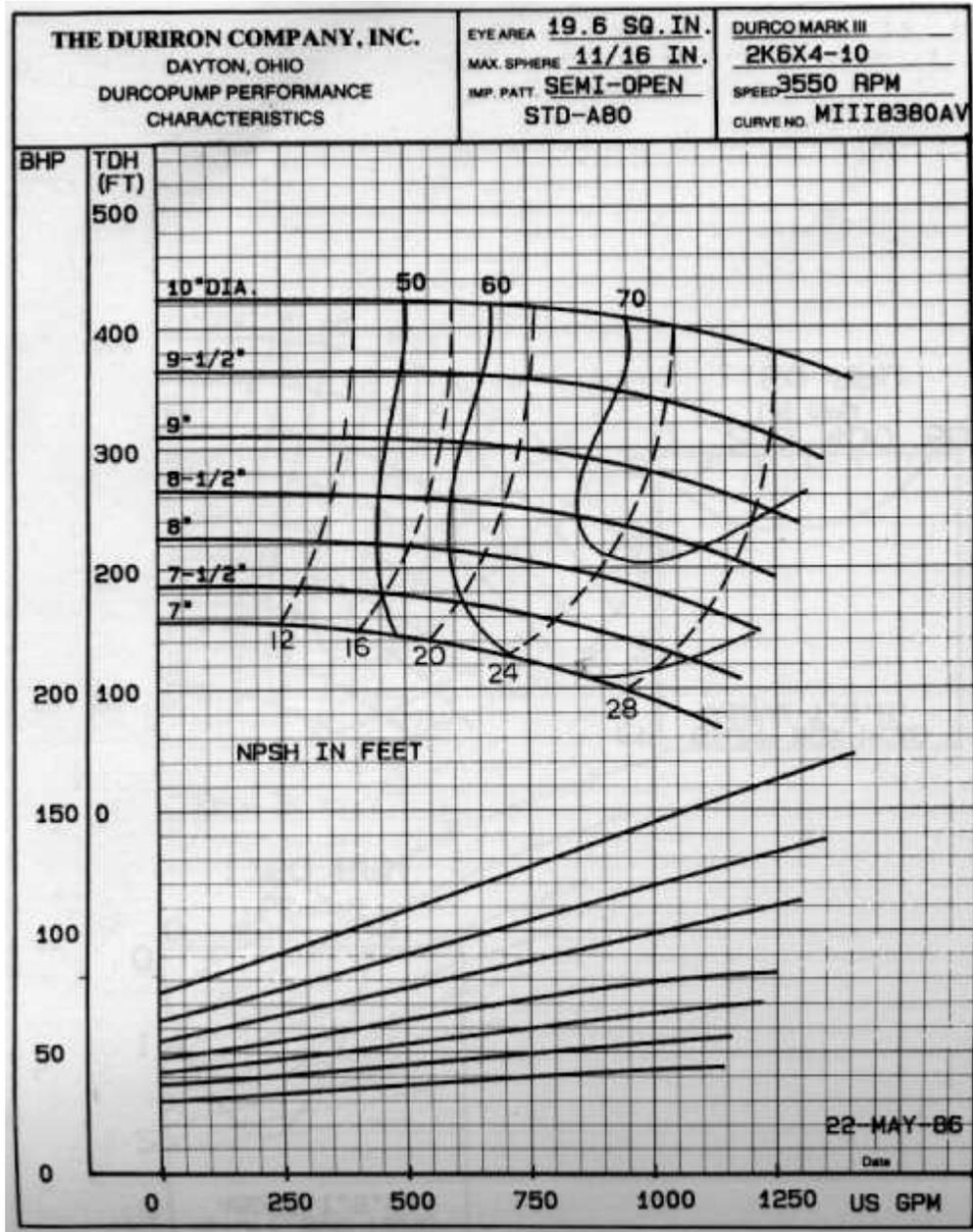
Al respecto después de consultar encontramos, que este tipo de equipos las variables críticas son:

- Caudal y/o Flujo.
- Presión de trabajo.
- Diámetro del Impulsor
- Velocidad de Trabajo
- Equipos de Control
- Potencia al freno
- Demanda de Potencia
- Cantidad de equipos
- Tipo de Equipos
- Eficiencia de Operación
- Horas de Trabajo.

Además debemos saber como evaluar:

- Bombas
- Sopladores
- Motores eléctricos

Encontramos que la información técnica de una bomba se condensa en una gráfica como la siguiente:



En esta fase del diagnóstico debemos plantearnos entender como se interpretan los datos de la grafica y la vez que información requerimos para hacer las evaluación que encontraremos de este tipo de equipos.



3.2 Recopilación de información en la instalación.

Esta es la etapa más importante del trabajo puesto que el éxito del proyecto tendrá como primer antecedente el desarrollo de una ingeniería de campo confiable, que cualifique y cuantifique la distribución de la energía en la instalación.

Durante el desarrollo de esta etapa se recopilará la información histórica por empresa y equipos, tal como, consumos de energía eléctrica, combustibles y agua. Así como de la producción global y por departamentos y tipos de productos. Además se realizarán las mediciones que sean necesarias para la evaluación de los balances de energía en unidades de proceso, sistemas y equipos.

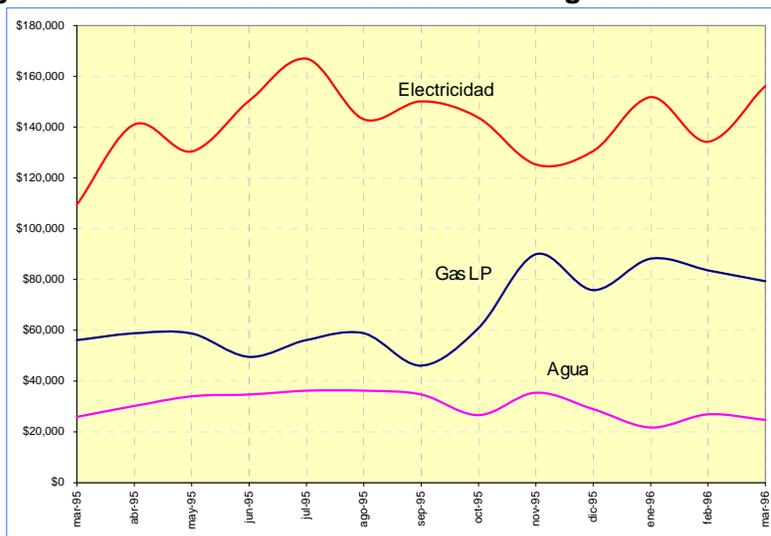
Se hará acopio de planos, listados, estadísticas etc., conque cuente la empresa, tales como:

- 🔔 Diagramas unifilares;
- 🔔 Instalaciones eléctricas de fuerza y alumbrado;
- 🔔 Diagramas de procesos;
- 🔔 Diagramas de líneas de distribución de vapor;
- 🔔 Diagramas de líneas de recuperación de condensados;
- 🔔 Diagramas de los sistemas de manejo de combustibles;
- 🔔 Diagramas de líneas de distribución de aire comprimido;
- 🔔 Listado de los principales equipos;
- 🔔 Características de diseño de los equipos objetos del presente diagnóstico;
- 🔔 Estadísticas de la producción;
- 🔔 Costumbres de operación de la instalación, área, proceso, equipo;
- 🔔 Recibos eléctricos.

Para cada sistema o proceso se recopilarán la cantidad de energéticos internos y externos consumidos por unidad de carga procesada (gas, combustible, vapor, energía eléctrica y otros energéticos), es recomendable que la información sea de forma mensual y promedio anual de los dos últimos años.

A manera de ejemplo en la figura 3-1 se muestra los costos de gas LP, energía eléctrica y agua de una empresa de alimentos.

Figura 3.1 Costo histórico mensual de energéticos e insumos.



Los levantamientos se realizan de las principales variables energéticas en procesos, sistemas y equipos, tales como:



- kW
- kWh
- Corriente eléctrica
- Voltaje
- kVAR
- kVARh
- Factor de potencia
- Temperatura
- Presión
- Composición de gases de combustión.
- Humedad
- Velocidad de aire
- Flujo de fluidos (refrigerante, agua, vapor, aire) etc.

Con las cuales se podrá evaluar la operación actual de los equipos y procesos involucrados en la empresa.

El diagnóstico energético; se contempla realizarlo desde la generación de energía eléctrica hasta los centros de consumo. Se evaluarán los equipos y procesos involucrados, a partir de los transformadores, los tableros o CCMs, hasta llegar al usuario final, pasando por la transmisión.

De manera análoga al caso anterior, se evaluará desde la generación de energía térmica hasta los usuarios finales, en este caso a todas las unidades de proceso, pasando por la red de distribución de vapor o fluido térmico utilizado.

Esta evaluación permitirá deducir los desperdicios de energía y agua (fugas), uso ineficiente, tal como costumbres de operación o desconocimiento de una operación adecuada, equipos viejos, obsoletos y tecnología reemplazable.

En el caso de energía térmica (vapor y combustibles) se emplearán fundamentalmente equipos de medición de flujo másico (pueden ser invasivo o ultrasónico), manómetros para determinar la presión y termopares o equipos infrarrojos para determinación de la temperatura, en aquellos lugares en donde sea necesario.



Formatos utilizados en campo para recabar información de la empresa y para mantener un control de la información

Formato.1 Información de la empresa sujeta a diagnóstico

Información General de la Planta					
1. Datos Generales					
Nombre de la empresa:					
Rama Industrial:					
Productos Principales:					
Año de inicio de actividades:		m ² de construcción:		m ² de terreno:	
2. Ubicación					
Corporativo y/u oficinas			Planta		
Calle:					
Colonia:					
Localidad:					
Municipio y Estado:					
C.P.:		Telefono y Fax:			
Altitud (MSNM)					
3. Tiempo de operación personal					
Régimen de operación:		Continuo		Por temporada	
Días por semana:		Número de turnos		1 <input type="text"/>	2 <input type="text"/>
Horas de operación por año:		Teóricas:		Reales:	
Número de empleados:		Número de Obreros:			
4. Información Histórica					
Periodo	Consumo mensual KWh	Demanda Elec. KW	Producción A	Proucción B	Indice Energ. Unid. Prod. / KWh's
Enero	100,000	100	1	1	0.000
Febrero	100,000	100	1	1	0.000
Marzo	100,000	100	1	1	0.000
Abril	100,000	100	1	1	0.000
Mayo	100,000	100	1	1	0.000
Junio	100,000	100	1	1	0.000
Julio	100,000	100	1	1	0.000
Agosto	100,000	100	1	1	0.000
Septiembre	100,000	100	1	1	0.000
Octubre	100,000	100	1	1	0.000
Noviembre	100,000	100	1	1	0.000
Diciembre	100,000	100	1	1	0.000
PROM.	100000.000	100.000	1.000	1.000	0.000
5. Personal relacionado con el DEN					
Nombre		Cargo		Nombre	
Gerente del DEN:				Fecha:	



Formato 3. En él se anotan los datos de placa y los registros puntuales de la subestación, que serán útiles para tener como referencia a la medición con el analizador de redes y control de la información.

HOJA DE MEDICIONES DE SUBESTACION ELECTRICA											
Área:											
Identificación del transformador:											
Datos de placa:											
Marca	Serie	Capacidad KVA	Tipo	Enfriam. N/F	Conexión	Tensión					
						1o.	2o.				
Mediciones en el secundario											
Turnos	Temp. (°C)	Tensión (volt)			Intensidad (Amp)			Potencia (kW)			FP
		AB	BC	AC	A	B	C	A	B	C	%
Primer Turno:	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Promedio:											
Segundo Turno:	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Promedio:											
Tercer Turno:	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Promedio:											
Promedio Total:											
Realizó:				Revisó:				Fecha:			



Formato 5. De resumen en cuanto a la facturación y el comportamiento eléctrico de la empresa

Ciclo	GENERALES			DEMANDA POTENCIA ELECTRICA (KW)					
	PERIODO	FECHA LECTURA	CANT. DIAS	PUNTA	INTER-MEDIA	BASE	MAXIMA	FACTURABLE	MEDIA (KW)
1	Ene-07								
2	Feb-07								
3	Mar-07								
4	Abr-07								
5	May-07								
6	Jun-07								
7	Jul-07								
8	Ago-07								
9	Sep-07								
10	Oct-07								
11	Nov-07								
12	Dic-07								
Promedio									
Mínimo									
Máximo									

Ciclo	PERIODO	CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA (KWh/mes)				OTROS CONCEPTOS		
		PUNTA	INTER-MEDIA	BASE	TOTAL	KVARh	F.P.	F,C,
1	Ene-07							
2	Feb-07							
3	Mar-07							
4	Abr-07							
5	May-07							
6	Jun-07							
7	Jul-07							
8	Ago-07							
9	Sep-07							
10	Oct-07							
11	Nov-07							
12	Dic-07							
Promedio								
Mínimo								
Máximo								



Complemento del Formato 10. Para el registro de la información de los motores de los equipos de aire acondicionado

AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACTORES

DATOS DE PLACA MOTORES DE ENFRIAMIENTO

IDENTIF. DEL MOTOR	TENSION (VOLTS)	INTENSIDAD (AMP)	POTENCIA		R.P.M.	F.P.
			KW	HP		

DATOS DE PLACA MOTORES PARA HUMIDIFICACION

IDENTIF. DEL MOTOR	TENSION (VOLTS)	INTENSIDAD (AMP)	POTENCIA		R.P.M.	F.P.
			KW	HP		

DATOS DE PLACA MOTORES PARA VENTILACION Y/O EXTRACCION

IDENTIF. DEL MOTOR	TENSION (VOLTS)	INTENSIDAD (AMP)	POTENCIA		R.P.M.	F.P.
			KW	HP		



Formato 11. Para el registro de la información de compresores de aire comprimido y bombeo

SIST. DE AIRE COMPRIMIDO / SIST. DE BOMBEO

SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO

MARCA					
MODELO					
TIPO					
No. ETAPAS					
No. EFECTOS					
TIPO CONTROL					
ENFRIAMIENTO					
DIAMETRO BP					
DIAMETRO AP					
CARRERA BP Y AP					
VELOCIDAD RPM					
PESO (KG)					
FECHA DE CONSTRUCCION					
CAPACIDAD A 100 PSIG					
BHP % DE EFICIENCIA					

SISTEMAS DE BOMBEO

	1	2	3
IDENTIFICADOR DEL BOMBEO			
TIPO			
MARCA			
MODELO			
CAPACIDAD (HP)			
TIPO DE FLUIDO			
HORARIO DE OPERACIÓN			
No. HORAS OPER./AÑO			

TIPO: SUMERGIBLE, TURBINA, ETC.



Formato 12. Para el registro de los niveles de luminosidad en alguna área en específico de la empresa

**HOJA DE MEDICIONES DE LUMINOSIDAD
(REGISTRO DE MEDICIONES)**

ÁREA: _____

HORA: _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																

LA IDENTIFICACION DE PUNTOS DEBERA CORRESPONDER AL AREA DEL CUADRO ANTERIOR, EN EL CUAL SE IDENTIFICAN LAS SECCIONES DE TOMA DE MEDIDAS, POR EJEMPLO:

	1	2	3	4	5
1	200	200	225	220	230
2	220	230	280	270	250
3	215	280	290	290	300
4	230	300	375	300	320
5	400	375	300	374	400

REALIZO: _____

REVISO: _____

FECHA: _____



Formato 15. Para el registro de la información de las bombas de pozo profundo

Ubicación	
Modelo	
Transformador KVA	
Bomba Tipo	
Motor HP	
Horas de Trabajo	
Nivel Dinámico Mts	
Nivel Estático Mts	
Prof del Pozo Mts	
Prof. Bomba	
Diam Ademe Pulg.	
Diam Columna Pulg	
Prof. Columna Mts	
Flujo Lts/Seg	
Presión Kg/cm²	
Descarga	
Cable Calibre	



Modulo _____ Área _____ Fecha _____

Encuesta para usuarios de vapor.

Pregunta	Denominación 1	Denominación 2	Denominación 3	Denominación 4	Denominación 5
¿Cuáles son los procesos que usan vapor? Ejemplo Granulación					
¿Qué es lo que hace el vapor? Ejemplo: Calentar agua					
¿La aplicación que requiere vapor a temperatura es? °C					
¿Sabe usted que presión utiliza?					
¿Cuál es la velocidad de calor que necesita para la aplicación? m/s					
Aproximadamente cuál es el área por donde fluye el calor? cm ² o m ²					
En un ciclo productivo por cuanto tiempo requiere el vapor? Minutos o segundos					
¿Cuántos ciclos hará al mes?					
Enumere como 1,2, 3, ,4 ,5 etc., según considera son de mayor demanda de vapor, el numero uno para el de mayor demanda					



Ejercicio de Facturación Eléctrica:

Una empresa textil con una tensión de suministro a 23,000 Volts, registra el siguiente comportamiento histórico de los consumos de energía eléctrica. Nota la demanda facturable es la que se cobra en México, para fines de este ejercicio en Centroamérica, no es útil, por tanto puede ignorarse dicha columna.

GENERALES				DEMANDA DE POTENCIA ELÉCTRICA (Kw)					
CICLO FCTN.	PERIODO	FECHA LECTURA	CANT. DÍAS	PUNTA	INTERMEDIA	BASE	MAXIMA	FACTURABLE	MEDIA (kw)
		13/8/97							
10	Sep-97	11/9/97	29	775	836	751	836	793	581.90
11	Oct-97	13/10/97	32	790	893	743	893	821	498.70
12	Nov-97	11/11/97	29	850	873	831	873	857	531.61
1	Dic-97	11/12/97	30	796	821	691	821	804	258.33
2	Ene-98	14/1/98	34	835	892	813	892	852	442.40
3	Feb-98	12/2/98	29	760	887	774	887	798	485.63
4	Mar-98	12/3/98	28	821	811	704	821	821	450.89
5	Abr-98	14/4/98	33	777	880	730	880	808	428.03
6	May-98	14/5/98	30	852	854	856	856	853	538.89
7	Jun-98	12/6/98	29	748	879	731	879	787	533.05
8	Jul-98	13/7/98	31	830	887	179	887	847	604.84
9	Ago-98	12/8/98	30	862	853	814	862	862	538.89
10	Sep-98	9/9/98	28	829	877	804	877	843	550.60
11	Oct-98	9/10/98	30	852	918	814	918	872	620.83
12	Nov-98	11/11/98	33	894	903	821	903	897	527.78
13	Dic-98	11/12/98	30	789	851	769	851	808	302.78
14	Ene-99	13/1/99	33	900	957	931	957	917	510.10
15	Feb-99	11/2/99	29	867	915	847	915	881	597.70
16	Mar-99	12/3/99	29	865	909	823	909	878	482.76
17	Abr-99	15/4/99	34	875	932	799	932	892	460.78
19	Jun-99	12/6/99	58	896	990	834	990	924	307.61
20	Jul-99	12/7/99	30	820	871	807	871	835	566.67
21	Ago-99	11/8/99	30	830	975	820	975	874	716.67
22	Sep-99	10/9/99	30	878	951	789	951	900	581.94
23	Oct-99	13/10/99	33	927	933	798	933	929	545.45
24	Nov-99	11/11/99	29	911	983	837	983	933	656.61
25	Dic-99	10/12/99	29	901	957	811	957	918	508.62
26	Ene-00	13/1/00	34	964	968	823	968	965	488.97
27	Feb-00	10/2/00	28	1,025	1,000	978	1,025	1,025	742.56
27	Mar-00	11/3/00	30	1,017	1,035	1,017	1,035	1,022	766.67



CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA (kWh/mes)				OTROS CONCEPTOS		
PUNTA	INTERMEDIO	BASE	TOTAL	KVARh	FACTOR DE POTENCIA	FACTOR DE DEMANDA
23,000	253,000	129,000	405,000	207,039	89.04%	69.60%
41,000	235,000	107,000	383,000	192,064	89.39%	55.85%
57,000	217,000	96,000	370,000	223,752	85.57%	60.89%
32,000	111,000	43,000	186,000	131,037	81.75%	31.47%
55,000	203,000	103,000	361,000	202,069	87.26%	49.60%
51,000	196,000	91,000	338,000	201,005	85.95%	54.75%
44,000	184,000	75,000	303,000	163,048	88.06%	54.92%
24,000	225,000	90,000	339,000	178,066	88.53%	48.64%
27,000	257,000	104,000	388,000	56,947	98.94%	62.95%
29,000	259,000	83,000	371,000	187,081	89.29%	60.64%
36,000	275,000	139,000	450,000	250,069	87.41%	68.19%
25,000	251,000	112,000	388,000	244,025	84.65%	62.52%
27,000	248,000	95,000	370,000	202,014	87.77%	62.78%
50,000	270,000	127,000	447,000	264,997	86.02%	67.63%
64,000	235,000	119,000	418,000	256,855	85.20%	58.45%
33,000	129,000	56,000	218,000	124,999	86.75%	35.58%
61,000	229,000	114,000	404,000	239,998	85.97%	53.30%
54,000	249,000	113,000	416,000	255,998	85.17%	65.32%
51,000	186,000	99,000	336,000	198,997	86.04%	53.11%
26,000	266,000	84,000	376,000	205,005	87.80%	49.44%
26,000	295,000	107,200	428,200	241,983	87.06%	31.07%
26,000	274,000	108,000	408,000	200,001	89.79%	65.06%
29,000	300,000	187,000	516,000	249,910	90.00%	73.50%
31,000	298,000	90,000	419,000	236,998	87.04%	61.19%
40,000	261,000	131,000	432,000	218,995	89.19%	58.46%
70,000	251,000	136,000	457,000	217,006	90.33%	66.80%
48,000	202,000	104,000	354,000	179,995	89.14%	53.15%
61,000	226,000	112,000	399,000	209,998	88.49%	50.51%
70,000	278,000	151,000	499,000	254,262	89.10%	72.44%
67,000	305,000	180,000	552,000	330,007	85.83%	74.07%

Con la información presentada en estas tablas, conteste las siguientes preguntas:

- A) Describa las tendencias energéticas de la planta.
- B) Con la información presentada realice el análisis tarifario.
- C) Alcanza a vislumbrar algunas oportunidades?
- D) ¿El factor de potencia con el que trabaja la empresa es adecuado?



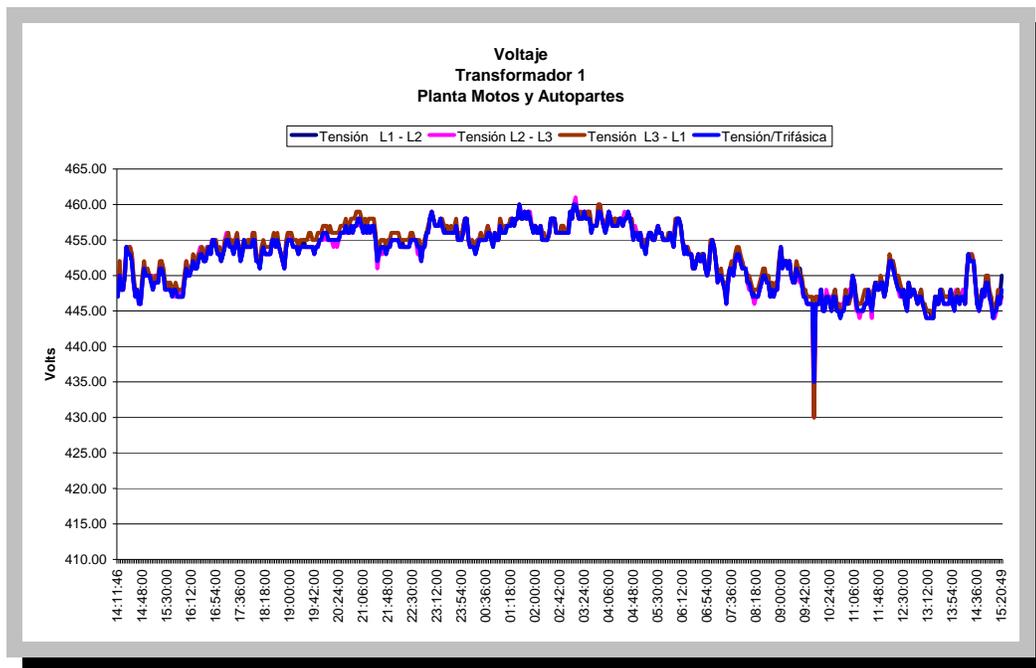
Las mediciones se realizan con ayuda de los siguientes equipos:

- 🖨 Analizador de redes eléctricas programable, que mide, calcula y registra en memoria (y/o impresora) los principales parámetros eléctricos en sistemas monofásicos y trifásicos.
- 🖨 Multímetros y potenciómetros.
- 🖨 Termómetros.
- 🖨 Termómetro infrarrojo y termopares, para determinar la temperatura de los fluidos térmicos, (aire y gases de combustión).
- 🖨 Medidor de Humedad.
- 🖨 Medidores de flujo de ultrasonido para determinar los volúmenes de los diferentes fluidos en la planta.
- 🖨 Medidor de flujo de aire
- 🖨 Manómetro.
- 🖨 Analizador de Gases.
- 🖨 Tacómetro.
- 🖨 Flexómetros, telémetros.
- 🖨 Luxómetros para medir niveles de iluminación.



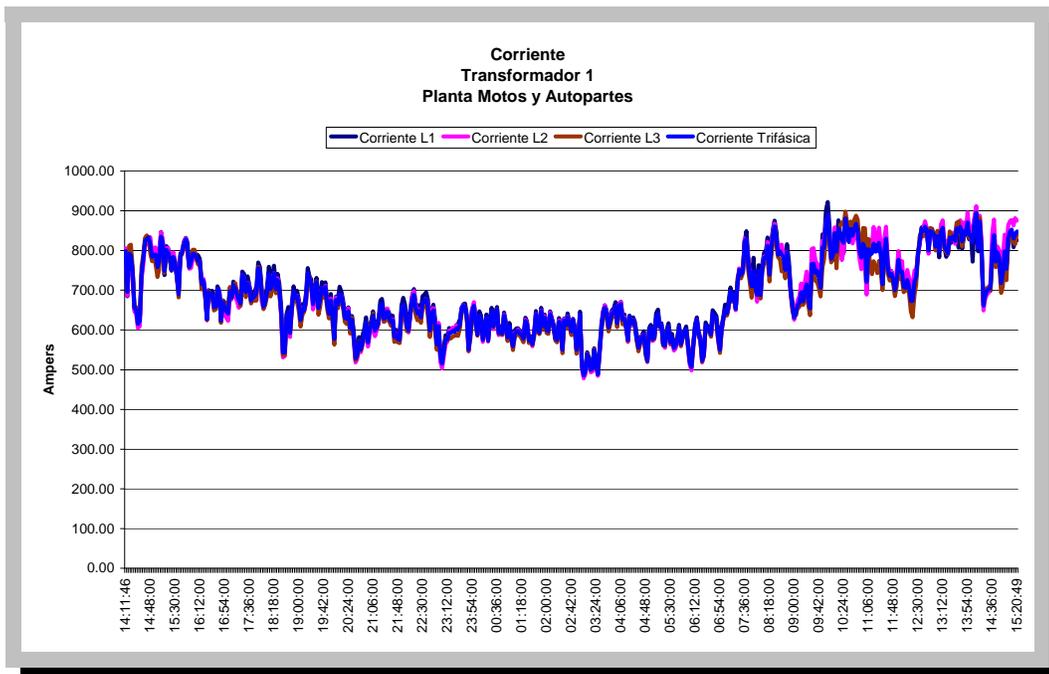
Los valores tabulados se representan en las Gráficas presentadas a continuación:

Gráfica 3-1 Representación del voltaje.



En este transformador el voltaje trifásico promedio tiene fluctuaciones que oscilan entre 435 - 461 Volts.

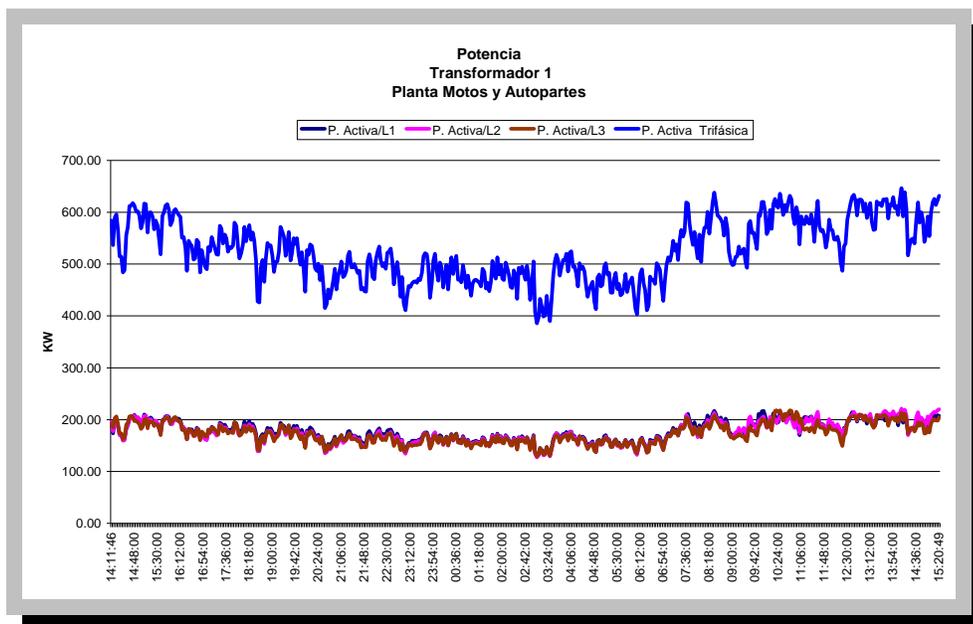
Gráfica 3-2 Mediciones de corriente en el transformador



La corriente tiene un comportamiento estable parte de la tarde y durante la noche pero a partir de las 6AM aumenta considerablemente hasta las 14:30PM, corriente mínima 485, promedio 686.19 y máxima 895, ver Gráfica 3-2.

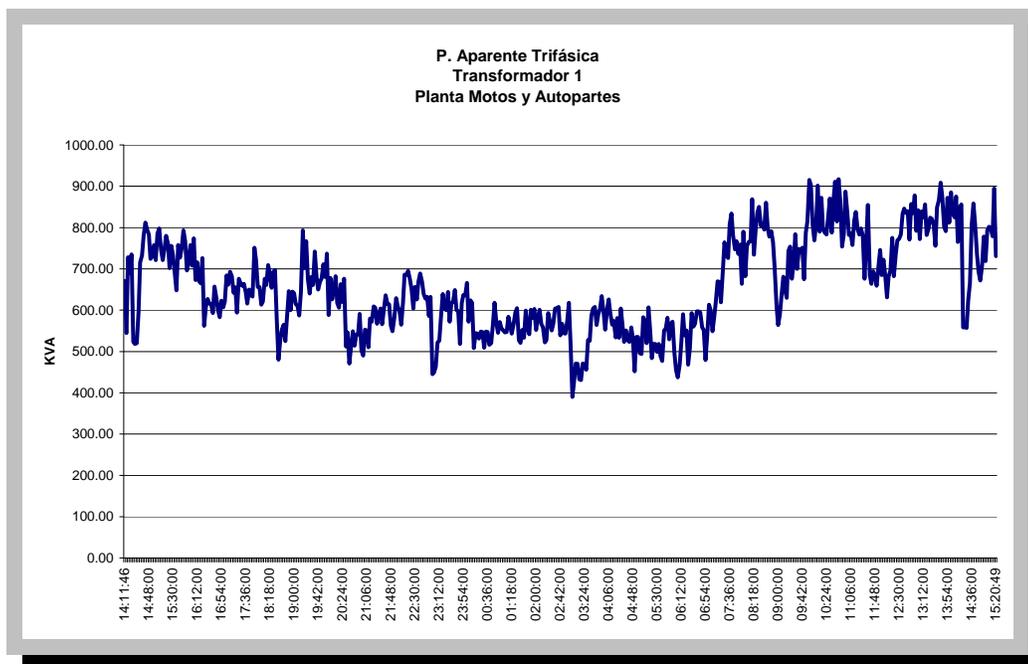


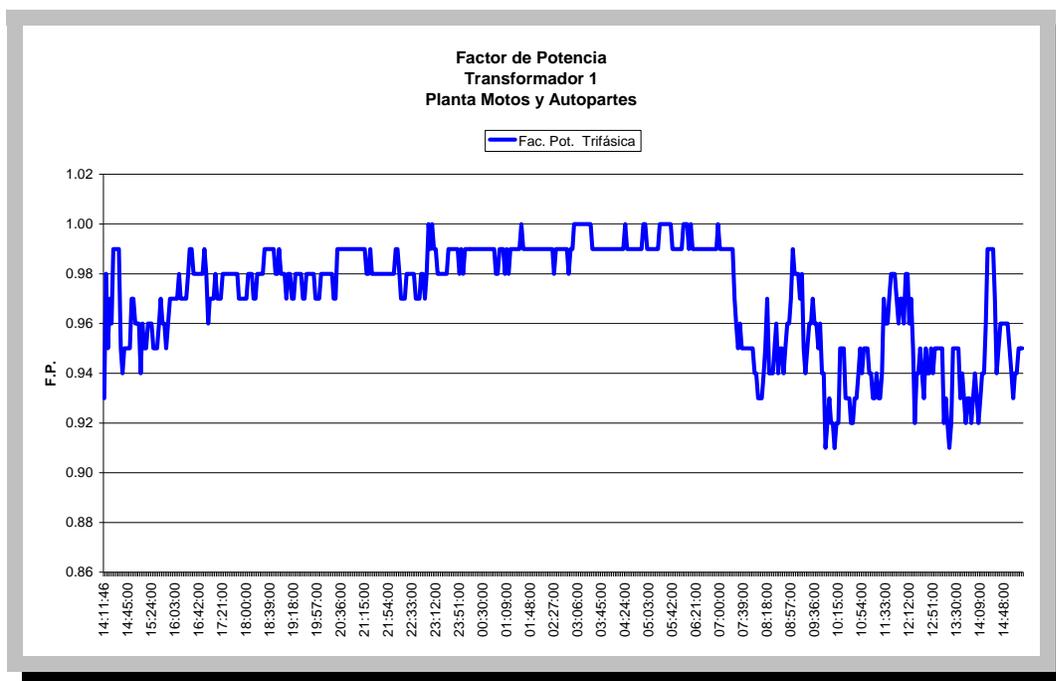
Gráfica 3-3 Comportamiento de las mediciones de potencia.



Ambas potencias se comportan de la misma manera, los valores pico son 647 kW y 917 kVA, los valores mínimos son de 386 kW y 390 kVA. Los valores promedio son de 525 kW y 656 kVA, ver Gráfica 3-3 y 3-4.

Gráfica 3-4 Comportamiento de las mediciones de potencia aparente.





Los valores del factor de potencia permanecen siempre por arriba del 90%, con un valor promedio de 97%.

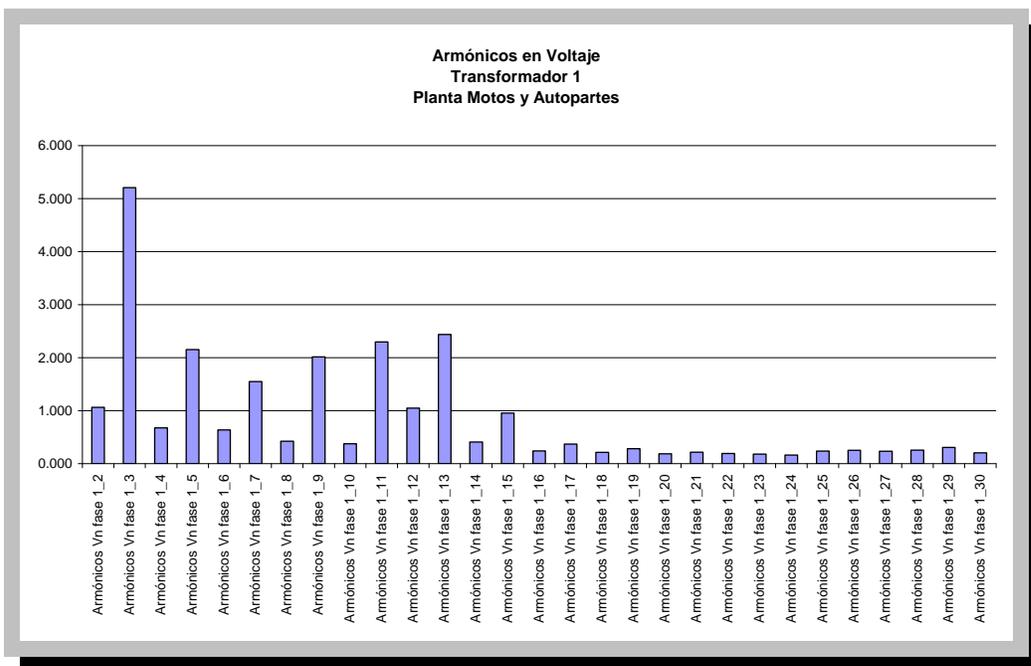


Tabla. Mediciones realizadas en un transformador de 1,500 Kva, registro de armónicos.

Fecha	Tiempo	Armónicos Vn fase 2_2	Armónicos Vn fase 2_3	Armónicos Vn fase 2_4	Armónicos Vn fase 2_5	Armónicos Vn fase 2_6	Armónicos In fase 2_2	Armónicos In fase 2_3	Armónicos In fase 2_4	Armónicos In fase 2_5	Armónicos In fase 2_6
17/01/2007	14:11:46	0.33	0.47	0.22	1.06	0.09	0.18	1.24	0.24	1.88	0.13
17/01/2007	14:11:59	0.07	0.58	0.14	0.62	0.18	0.65	1.27	0.30	1.39	0.09
17/01/2007	14:12:00	0.04	1.40	0.09	1.51	0.14	0.20	17.21	0.15	4.20	0.04
17/01/2007	14:15:00	0.40	1.88	0.11	0.40	0.23	1.33	15.25	1.48	2.51	1.47
17/01/2007	14:18:00	0.12	2.10	0.16	0.69	0.12	0.46	15.35	0.16	3.65	0.20
17/01/2007	14:21:00	0.05	0.46	0.01	0.71	0.13	0.10	0.89	0.07	1.13	0.05
17/01/2007	14:24:00	0.11	0.17	0.06	0.65	0.14	0.10	0.69	0.13	1.15	0.14
17/01/2007	14:27:00	0.02	0.33	0.07	0.68	0.19	0.08	0.85	0.17	1.21	0.24
17/01/2007	14:30:00	0.04	0.30	0.08	0.48	0.03	0.18	0.88	0.04	1.09	0.16
17/01/2007	14:33:00	0.07	0.37	0.05	0.75	0.10	0.12	0.66	0.14	1.38	0.12
17/01/2007	14:36:00	0.08	0.64	0.09	0.74	0.04	0.05	1.41	0.10	1.42	0.05
17/01/2007	14:39:00	0.05	0.10	0.06	0.80	0.07	0.08	0.39	0.30	1.62	0.16
17/01/2007	14:42:00	0.09	2.16	0.07	1.02	0.15	0.32	14.51	0.15	2.85	0.11
17/01/2007	14:45:00	0.04	0.10	0.04	0.79	0.03	0.20	0.38	0.15	1.35	0.10
17/01/2007	14:48:00	0.05	0.59	0.06	0.68	0.07	0.08	1.49	0.25	1.09	0.08
17/01/2007	14:51:00	0.07	0.73	0.23	0.92	0.10	0.46	1.04	0.14	1.52	0.28
17/01/2007	14:54:00	0.06	0.31	0.05	0.55	0.05	0.11	0.60	0.05	1.04	0.03
17/01/2007	14:57:00	0.08	0.45	0.09	0.88	0.04	0.20	0.91	0.15	1.24	0.06
17/01/2007	15:00:00	0.04	0.36	0.03	0.54	0.13	0.11	0.78	0.23	0.93	0.06
17/01/2007	15:03:00	0.12	0.37	0.12	0.61	0.12	0.35	0.54	0.19	1.30	0.16
17/01/2007	15:06:00	0.03	0.25	0.10	0.58	0.06	0.09	0.56	0.13	1.25	0.06
17/01/2007	15:09:00	0.01	0.19	0.07	0.68	0.09	0.12	0.36	0.07	1.63	0.05
17/01/2007	15:12:00	0.08	0.23	0.10	0.97	0.08	0.21	0.43	0.80	1.57	0.03
17/01/2007	15:15:00	0.08	2.10	0.04	0.64	0.09	0.22	15.23	0.15	3.29	0.11
17/01/2007	15:18:00	0.07	2.16	0.07	1.06	0.11	0.38	15.37	0.35	1.32	0.11
17/01/2007	15:21:00	0.12	2.44	0.05	0.34	0.08	0.32	16.79	0.05	1.95	0.08
17/01/2007	15:24:00	0.13	0.39	0.08	0.64	0.04	0.07	0.76	0.39	1.49	0.18
17/01/2007	15:27:00	0.05	1.91	0.04	0.39	0.06	0.28	16.88	0.20	2.13	0.07
17/01/2007	15:30:00	0.06	0.97	0.07	0.89	0.06	0.07	1.87	0.32	1.50	0.18
17/01/2007	15:33:00	0.07	0.73	0.03	0.52	0.06	0.17	1.39	0.09	1.05	0.11
17/01/2007	15:36:00	0.14	0.27	0.11	0.84	0.07	0.42	0.19	0.19	1.46	0.14
17/01/2007	15:39:00	0.04	2.09	0.11	0.34	0.24	0.61	16.60	0.51	3.27	0.11
17/01/2007	15:42:00	0.66	1.89	0.40	0.81	0.28	14.94	9.99	3.21	2.04	2.51
17/01/2007	15:45:00	0.08	0.12	0.02	0.90	0.11	0.15	0.37	0.04	1.25	0.10
17/01/2007	15:48:00	0.09	2.36	0.01	1.36	0.11	0.31	27.59	0.17	3.04	0.18
17/01/2007	15:51:00	0.12	0.88	0.08	1.20	0.23	1.32	7.91	0.45	0.95	0.40
17/01/2007	15:54:00	0.07	2.23	0.03	1.26	0.05	0.21	27.11	0.36	3.55	0.15
17/01/2007	15:57:00	0.04	0.53	0.08	0.56	0.03	0.20	1.28	0.19	1.09	0.09
17/01/2007	16:00:00	0.04	0.88	0.05	0.75	0.10	0.07	1.50	0.15	1.29	0.12
17/01/2007	16:03:00	0.11	0.48	0.02	0.86	0.14	0.36	1.10	0.12	1.42	0.11
17/01/2007	16:06:00	0.09	0.62	0.07	0.60	0.06	0.16	0.99	0.08	1.30	0.18
17/01/2007	16:09:00	0.02	0.31	0.09	0.58	0.17	0.08	0.29	0.18	1.07	0.21
17/01/2007	16:12:00	0.06	0.20	0.04	0.84	0.23	0.11	0.63	0.17	1.52	0.07
17/01/2007	16:15:00	0.10	0.32	0.04	0.58	0.07	0.09	0.58	0.06	1.25	0.16
17/01/2007	16:18:00	0.03	0.45	0.11	0.71	0.02	0.11	0.61	0.08	1.34	0.07
17/01/2007	16:21:00	0.09	0.40	0.02	0.41	0.09	0.02	0.89	0.11	1.34	0.10
17/01/2007	16:24:00	0.04	0.35	0.06	0.60	0.08	0.15	0.79	0.16	1.16	0.14
17/01/2007	16:27:00	0.03	0.26	0.07	0.40	0.02	0.05	0.62	0.04	0.85	0.10
17/01/2007	16:30:00	0.05	0.34	0.07	0.48	0.07	0.04	0.87	0.03	1.06	0.14
17/01/2007	16:33:00	0.07	0.20	0.03	0.51	0.10	0.26	0.58	0.12	1.01	0.13
17/01/2007	16:36:00	0.14	0.74	0.18	0.35	0.16	0.20	1.38	0.37	1.11	0.30
17/01/2007	16:39:00	0.07	0.33	0.09	0.64	0.08	0.11	0.68	0.21	1.11	0.04
17/01/2007	16:42:00	0.12	0.26	0.07	0.56	0.11	0.02	0.71	0.03	1.08	0.14
17/01/2007	16:45:00	0.07	0.25	0.05	0.33	0.09	0.05	0.76	0.08	0.90	0.13
17/01/2007	16:48:00	0.02	0.25	0.06	0.38	0.09	0.07	0.79	0.08	1.03	0.09
17/01/2007	16:51:00	0.05	1.87	0.06	0.27	0.06	0.39	18.82	0.13	2.21	0.07
17/01/2007	16:54:00	0.06	0.60	0.14	0.49	0.20	0.09	1.17	0.05	0.93	0.09



Gráfica Comportamiento de los armónicos en voltaje.



Gráfica. Comportamiento de los armónicos en voltaje.

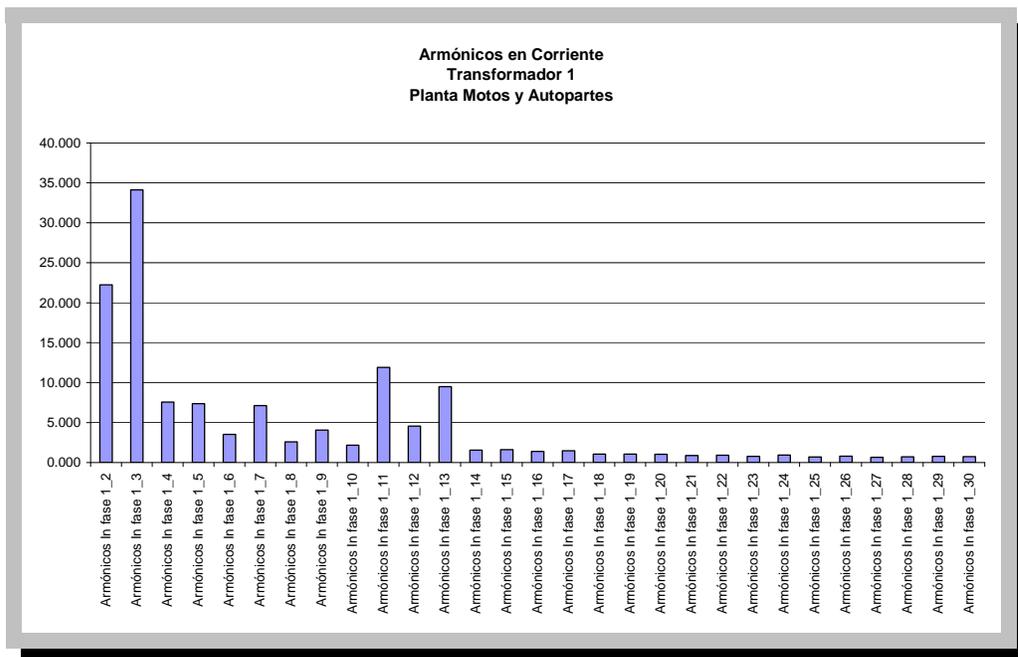




Tabla. Mediciones realizadas en un transformador de 1,500 Kva, registro de THD, RMS Y Fundamental.

	THD Vn fase 2	THD In fase 2	RMS Vn fase 2	RMS In fase 2	Fundamental Vn fase 2	Fundamental In fase 2
mínimo	0.50	1.20	66.00	165.87	65.00	165.78
promedio	1.28	5.43	262.52	711.42	262.36	707.21
máximo	5.90	35.10	268.00	2047.45	268.00	1996.65

Motores

Otro ejemplo que a menudo se encuentra en la industria son los equipos electromotrices, en la mayoría de las empresas se encuentran motores viejos, sobredimensionados, etc.



Motor eficiente



Motor ineficiente

Tabla 3-2 Formato de levantamiento de datos de placa de motores.

No.	NUMERO DE REFERENCIA	APLICACION	MARCA	DATOS DE PLACA			
				POTENCI A (hp)	VELOCIDAD (r.p.m.)	VOLTAJE (Volts)	AMPERAJE (Ampers)
33	P-7727	Agua de enfriamiento (Bomba)	SIEMENS	100	1775	440	120
34	P-7728	Agua de enfriamiento (Bomba)	SIEMENS	100	1775	440	120
35	P-7728s	Agua de enfriamiento (Bomba)	SIEMENS	100	1775	440	120
36	MP-1406s	Solución de trabajo (Bomba)	MOTORES US DE MEXICO	15	3540	460	18.8
37	CV-7708	Ventilador Torre Marley	US MOTORES DE MEXICO	60	1760	440	77
38	P-7704	Torre Fluor (Bomba)	IEM	60	1770	440	74
39	P-7705	Torre Fluor (Bomba)	US MOTORS	60	1800	440	77
40	P-7703	Ventilador Torre Marley	US MOTORS	50	1600	440	61
41	CV-7707	Ventilador Torre Marley	US MOTORS	50	1600	440	61
42	CV-7701/CTB-7701	Ventilador tores Fluor	SIEMENS	30	1755	440	38.5
43	CV-7702/CTB-7702	Ventilador torre Fluor	SIEMENS	30	1755	440	38.5
44	P-7808	Agua de servicios (Bomba)	FAIRBANKS MORSE	10	3600	440	15
45	P-7808s	Agua de servicios (Bomba)	FAIRBANKS MORSE	10	3600	440	15
46	MG-316	Agitador	BALDOR	0.75	1750	220	2.6



Tabla 3-3 Mediciones realizadas en equipos electromotrices.

No.	Número de referencia	VOLTAJE (Volts)			CORRIENTE (Ampers)			POTENCIA ACTIVA (kW)	POTENCIA APARENTE (kva)	F.P., (fracción)		
		A	B	C	A	B	C			A	B	C
33	P-7727	266	297	259	81.4	81.8	83.4	55.5	67.6	0.78	0.83	0.86
34	P-7728	259	297	267	92.4	91.1	91.6	64.3	75.4	0.89	0.87	0.82
35	P-7728s	259	297	267	94.9	93.7	93.4	68	78	0.91	0.88	0.84
36	MP-1406s	258	236	256	11.28	11.57	11.27	7.6	8.8	0.87	0.88	0.88
37	CV-7708	295	265	257	56.8	55.3	56.3	35.1	45.9	0.77	0.70	0.82
38	P-7704	253	292	263	58.3	59.2	58.8	39.2	44.2	0.86	0.83	0.78
39	P-7705	251	293	264	66.9	67.2	67.1	45.8	55.1	0.88	0.85	0.80
40	P-7703	254	291	265	62.2	62.9	63.2	46.6	50.8	0.94	0.93	0.88
41	CV-7707	295	265	258	39.4	39.6	39.6	27.8	32.3	0.87	0.82	0.90
42	CV-7701/CTB-7701	265	292	255	26.5	27.3	27.3	17.7	21.9	0.76	0.82	0.85
43	CV-7702/CTB-7702	264	254	292	30.5	30.9	31.7	20.50	25.3	0.76	0.86	0.83
44	P-7808	264	294	256	11.26	11.26	11.68	8.20	9.4	0.84	0.89	0.91
45	P-7808s	294	255	265	10.62	10.37	10.33	7.3	8.4	0.87	0.91	0.82
46	MG-316	134	134.3	134	0.64	0.13	0.63	0.091	0.187	0.60	0.18	0.32
47	P-308	132	133.4	132.8	6.06	6.02	5.96	1.6	1.39	0.39	0.51	0.77
48	P-308s	133.4	132.3	131.5	3.4	3.73	4.47	0.88	1.53	0.39	0.51	0.77
49	MG-313	133.8	133.4	132.8	6.72	6.67	6.61	1.44	2.67	0.56	0.52	0.56
50	MG-314	134.2	134.4	133.8	5.64	5.23	5.32	1.54	2.17	0.79	0.63	0.75
51	P-322	132.7	132.2	133	9.37	9.7	9.73	2.41	3.83	0.63	0.63	0.63
52	P-322s	132.2	131.4	132	8.89	9.38	8.67	2.71	2.54	0.75	0.79	0.75
53	P-706	122.2	132.1	130.6	4.93	5.06	4.6	0.97	1.87	0.56	0.49	0.51
54	P-212	132.4	131.9	130.4	9.55	9.62	8.97	2.54	3.71	0.66	0.66	0.70
55	P-215	131.9	131.5	129.3	5.96	0.17	5.95	0.87	1.56	0.18	0.58	0.94
56	P-219	131.3	131.5	129.7	4.96	6.92	6.37	1.7	2.39	0.72	0.72	0.69
57	P-226s	273	375	240	6.44	6.23	6.36	2.06	4.79	0.44	0.35	0.49
58	P-212s	131.5	131.2	130.2	8.33	8.36	8.27	2.53	3.28	0.78	0.76	0.78
59	P-219s	131.6	130.7	131.3	7.76	7.4	7.72	1.93	3.01	0.62	0.63	0.67
60	P-226	243	252	242	12.43	10.9	12.48	3.78	8.79	0.43	0.4	0.46
61	P-7304	132.9	132.9	131.8	11.3	10.47	10.14	3.7	4.23	0.88	0.84	0.90
62	BL-9013	133.1	134.1	133.4	39.3	31.4	30.8	9.5	13.5	0.72	0.59	0.80
63	P-9018	132	132	133	13.8	14.3	14.4	5.11	5.63	0.90	0.91	0.91
64	MP-7709s	294	255	264	208	181	211	132	163	0.81	0.84	0.77
65	BV-9403	132.9	132.7	132.6	82.5	82.4	80.5	30	32.6	0.93	0.91	0.92
66	P-4041s	267	286	258	0.34	0.62	0.27	2.1	3.35	0.20	0.80	0.72

Ejemplo de Motores Eléctricos

Datos de placa del motor actual

Motor	Marca	Potencia (HP)	Polos	Velocidad (RPM)	Frecuencia	Volts (V)	Corriente (A)
Ventilador de circulación del horno de color 2	US motors.	15	4	1765	60 Hz	460	11.19

Evaluación De Cargas:

El presente estudio se realizó considerando los siguientes parámetros de evaluación:

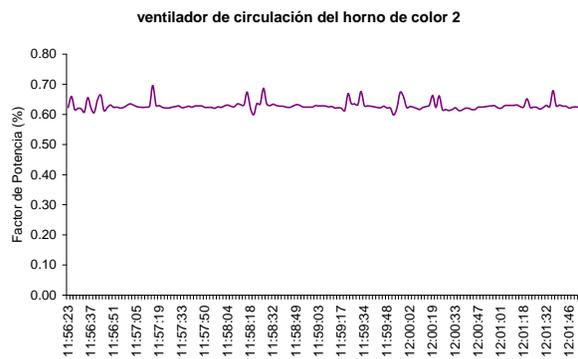
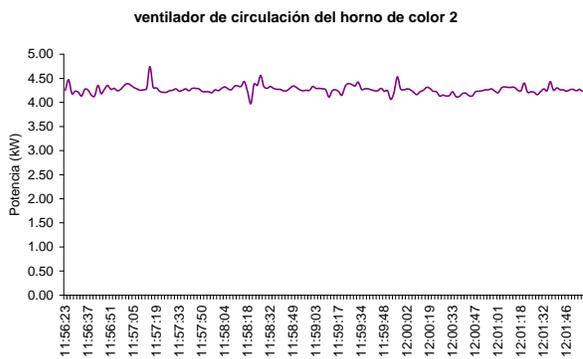
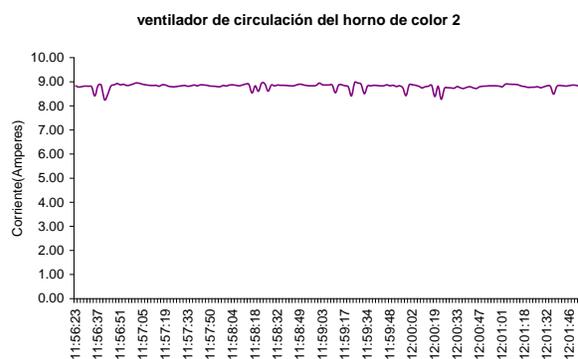
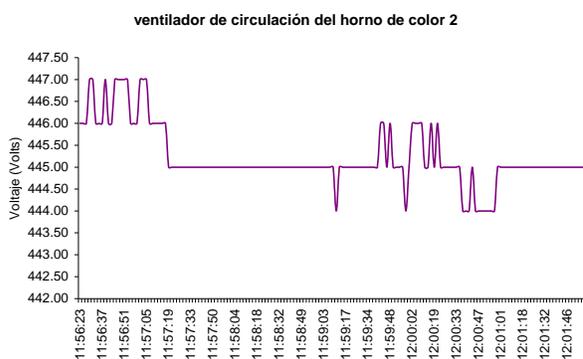
- Se midió la corriente del motor, cuando estaba en operación.
- Se midió el voltaje del motor, en operación.
- Se siguió la metodología de evaluación del motor.



Mediciones

Mediciones promedio de los parámetros del motor

Mediciones eléctricas		
Voltaje (V) L-L Promedio	Corriente (A)	Factor de Potencia %
444	8.8	0.63



Ejemplo Iluminación



Nombre de Local	Tipo de lámpara	Tipo de Luminaria	Número Luminarias o Arreglos	Potencia Luminaria (W)	Horas Mes Oper. Base	Horas Mes Oper. Interm	Horas Mes Oper. Punta
HONDA							
Planta Motos y Autopartes							
Cuarto Compresores	Fluorescente T-12 2x39W	Industrial	16	96	48	48	48
Bending	Fluorescente T-12 2x39W	Gavilán	5	96	24	240	4
	Fluorescente T-12 2x75W	Industrial	1	130	24	240	4
	Aditivos Metálicos 400W	Campana Industrial de Alto montaje	9	460	24	240	4
	Aditivos Metálicos 1000W	Campana Industrial de Alto montaje	2	1080	24	240	4
Soldadura PCM	Fluorescente T-12 2x39W	Industrial	6	96	24	240	4
	Fluorescente T-12 1x39W	Industrial	1	54	24	240	4
	Aditivos Metálicos 400W	Campana Industrial de Alto montaje	18	460	24	240	4
Soldadura Mofle y Tanque	Fluorescente T-12 2x39W	Gavilán	12	96	24	240	4
Soldadura Chasis y Partes	Fluorescente T-12 2x39W	Gavilán	33	96	24	240	4
	Aditivos Metálicos 400W	Campana Industrial de Alto montaje	18	460	24	240	4
Soldadura LS	Aditivos Metálicos 400W	Campana Industrial de Alto montaje	7	460	72	288	84
Inspección Inicial	Fluorescente T-12 2x75W	Gavilán	4	130	72	288	84
Area de Grua	Aditivos Metálicos 400W	Campana Industrial de Alto montaje	14	460	72	288	84
Area Soldadoras	Fluorescente T-12 2x39W	Gavilán	14	96	72	288	84
	Aditivos Metálicos 400W	Campana Industrial de Alto montaje	10	460	72	288	84
	Fluorescente T-12 2x75W	Gavilán	1	130	72	288	84

Equipos de Medición

En los diagnósticos energéticos se requiere de diversos instrumentos y equipos de medición, a continuación se lista una muestra de los que pueden ser utilizados.

Analizadores de Redes Eléctricas.



Estos instrumentos de medición de redes eléctricas son programables, los cuales miden los siguientes parámetros:

- Corriente por fase: I1, I2, I3 y se calcula la corriente trifásica I1-2-3
- Voltaje entre fases: V1-2, V1-3, V2-3 y se calcula el voltaje trifásico V1-2-3
- Factor de potencia trifásico (F.P. trifásico)
- Aportación de corrientes armónicas
- Potencia Eléctrica Activa Total o trifásica (kW totales).
- Potencia Eléctrica Reactiva Total o trifásica (kVAR).

Además registran en memoria (y/o impresora) estos parámetros en sistemas monofásicos y/o trifásicos. La programación puede realizarse para que las mediciones se realicen cada minuto, 5 minutos, 15 minutos durante un periodo de 24 horas, 48 horas, 72 horas, etc., e inclusive algunos de estos equipos pueden registrar cada 125 milisegundos esto puede de gran utilidad para determinar el comportamiento en el arranque de algún equipo en particular.

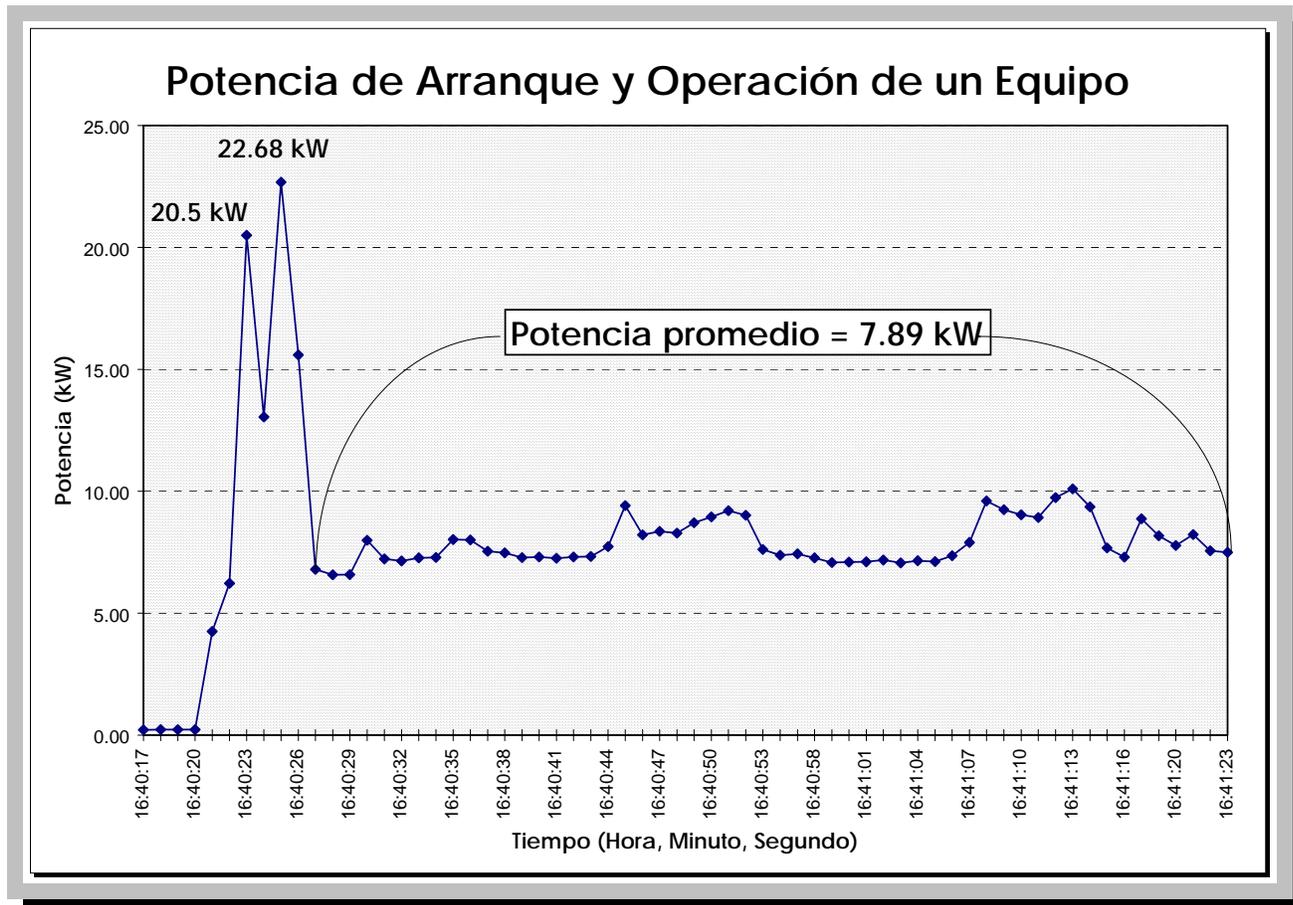
Los analizadores de redes son una herramienta de medición muy importante para el análisis de la energía eléctrica, tal como en los siguientes puntos:

- Analizar como es usada la energía y el costo que esta representa
- Análisis de la demanda máxima
- Análisis de la calidad de la energía
- Análisis de armónicos
- Problemas de distribución y equipos eléctricos
- Índice de carga de transformadores
- Análisis de motores eléctricos
- Para la localización de fallos, antes de que éstos se vuelvan costosos o perjudiciales. Los problemas de difícil localización la causa de transformador sobrecalentado, un conductor neutro sobrecargado, un tablero eléctrico vibrante.
- El analizador de redes es idóneo para análisis y la optimización del rendimiento de los sistemas de potencia.

A continuación, se presenta una gráfica con la medición del arranque de un equipo y su operación típica.



Figura, Medición de Arranque de un Motor de Inducción





Tabla, Información Registrada por un Analizador de Redes Eléctricas

Fecha	Tiempo	Tensión L1 - L2	Tensión L2 - L3	Tensión L3 - L1	Tensión/Trifásica	Corriente L1	Corriente L2	Corriente L3	Corriente Trifásica	P. Activa/L1	P. Activa/L2	P. Activa/L3	P. Activa Trifásica	Fac. Pot. Trifásica	P. Aparente Trifásica
17/01/2007	14:11:46	448.00	447.00	448.00	447.00	796.00	806.00	797.00	799.00	195.00	196.00	193.00	584.00	0.93	671.00
17/01/2007	14:11:59	449.00	451.00	452.00	450.00	685.00	687.00	718.00	696.00	174.00	178.00	185.00	537.00	0.98	545.00
17/01/2007	14:12:00	448.00	448.00	448.00	448.00	799.00	766.00	812.00	792.00	195.00	192.00	203.00	590.00	0.95	728.00
17/01/2007	14:15:00	448.00	448.00	448.00	448.00	785.00	761.00	815.00	787.00	195.00	195.00	206.00	596.00	0.97	690.00
17/01/2007	14:18:00	450.00	451.00	450.00	450.00	749.00	736.00	759.00	748.00	187.00	187.00	192.00	566.00	0.96	735.00
17/01/2007	14:21:00	454.00	454.00	454.00	454.00	660.00	646.00	657.00	654.00	172.00	170.00	173.00	515.00	0.99	523.00
17/01/2007	14:24:00	453.00	453.00	454.00	453.00	657.00	642.00	656.00	651.00	172.00	169.00	173.00	514.00	0.99	518.00
17/01/2007	14:27:00	453.00	454.00	454.00	453.00	622.00	605.00	618.00	615.00	163.00	159.00	162.00	484.00	0.99	520.00
17/01/2007	14:30:00	452.00	453.00	453.00	452.00	629.00	609.00	629.00	622.00	163.00	160.00	165.00	488.00	0.99	595.00
17/01/2007	14:33:00	449.00	449.00	450.00	449.00	734.00	727.00	760.00	740.00	182.00	184.00	190.00	556.00	0.95	716.00
17/01/2007	14:36:00	447.00	447.00	448.00	447.00	779.00	765.00	790.00	778.00	189.00	189.00	194.00	572.00	0.94	733.00
17/01/2007	14:39:00	448.00	448.00	448.00	448.00	822.00	818.00	832.00	824.00	202.00	204.00	206.00	612.00	0.95	780.00
17/01/2007	14:42:00	447.00	446.00	447.00	446.00	835.00	815.00	838.00	829.00	204.00	202.00	207.00	613.00	0.95	812.00
17/01/2007	14:45:00	446.00	446.00	447.00	446.00	833.00	834.00	832.00	833.00	206.00	207.00	205.00	618.00	0.95	795.00
17/01/2007	14:48:00	449.00	449.00	450.00	449.00	826.00	834.00	793.00	817.00	209.00	207.00	197.00	613.00	0.95	783.00
17/01/2007	14:51:00	451.00	451.00	452.00	451.00	794.00	785.00	773.00	784.00	204.00	200.00	198.00	602.00	0.97	724.00
17/01/2007	14:54:00	450.00	450.00	450.00	450.00	787.00	805.00	776.00	789.00	202.00	205.00	195.00	602.00	0.97	730.00
17/01/2007	14:57:00	450.00	450.00	451.00	450.00	797.00	808.00	766.00	790.00	202.00	201.00	191.00	594.00	0.96	758.00
17/01/2007	15:00:00	450.00	450.00	450.00	450.00	766.00	775.00	733.00	758.00	194.00	193.00	182.00	569.00	0.96	721.00
17/01/2007	15:03:00	450.00	449.00	450.00	449.00	770.00	792.00	751.00	771.00	196.00	199.00	186.00	581.00	0.96	786.00
17/01/2007	15:06:00	448.00	449.00	449.00	448.00	847.00	846.00	813.00	835.00	210.00	207.00	200.00	617.00	0.94	798.00
17/01/2007	15:09:00	449.00	450.00	449.00	449.00	823.00	828.00	810.00	820.00	207.00	207.00	202.00	616.00	0.96	747.00
17/01/2007	15:12:00	450.00	449.00	450.00	449.00	738.00	762.00	744.00	748.00	186.00	192.00	183.00	561.00	0.95	721.00
17/01/2007	15:15:00	449.00	450.00	450.00	449.00	811.00	805.00	792.00	802.00	202.00	200.00	197.00	599.00	0.95	748.00
17/01/2007	15:18:00	451.00	451.00	452.00	451.00	806.00	807.00	776.00	796.00	204.00	201.00	195.00	600.00	0.96	780.00
17/01/2007	15:21:00	451.00	452.00	452.00	451.00	791.00	779.00	775.00	781.00	200.00	196.00	196.00	592.00	0.96	761.00
17/01/2007	15:24:00	450.00	450.00	451.00	450.00	749.00	753.00	752.00	751.00	188.00	191.00	188.00	567.00	0.96	702.00
17/01/2007	15:27:00	449.00	448.00	449.00	448.00	781.00	795.00	778.00	784.00	195.00	198.00	191.00	584.00	0.95	756.00
17/01/2007	15:30:00	449.00	448.00	449.00	448.00	769.00	777.00	770.00	772.00	191.00	194.00	190.00	575.00	0.95	734.00
17/01/2007	15:33:00	448.00	449.00	448.00	448.00	741.00	730.00	733.00	734.00	183.00	181.00	182.00	546.00	0.95	688.00
17/01/2007	15:36:00	448.00	448.00	449.00	448.00	694.00	695.00	682.00	690.00	175.00	174.00	170.00	519.00	0.96	648.00
17/01/2007	15:39:00	448.00	447.00	448.00	447.00	793.00	779.00	786.00	786.00	199.00	196.00	198.00	593.00	0.97	758.00
17/01/2007	15:42:00	448.00	448.00	448.00	448.00	797.00	801.00	791.00	796.00	201.00	201.00	198.00	600.00	0.96	727.00
17/01/2007	15:45:00	448.00	447.00	449.00	448.00	822.00	819.00	811.00	817.00	206.00	204.00	203.00	613.00	0.96	749.00
17/01/2007	15:48:00	447.00	447.00	448.00	447.00	832.00	831.00	821.00	828.00	207.00	206.00	203.00	616.00	0.95	793.00
17/01/2007	15:51:00	447.00	447.00	448.00	447.00	821.00	796.00	802.00	806.00	205.00	198.00	202.00	605.00	0.96	767.00
17/01/2007	15:54:00	447.00	448.00	448.00	447.00	762.00	754.00	758.00	758.00	192.00	191.00	192.00	575.00	0.97	696.00
17/01/2007	15:57:00	447.00	448.00	448.00	447.00	780.00	756.00	777.00	771.00	195.00	191.00	197.00	583.00	0.97	718.00
17/01/2007	16:00:00	449.00	449.00	450.00	449.00	796.00	780.00	802.00	792.00	200.00	199.00	204.00	603.00	0.97	758.00
17/01/2007	16:03:00	451.00	452.00	452.00	451.00	790.00	783.00	802.00	791.00	200.00	201.00	205.00	606.00	0.97	708.00
17/01/2007	16:06:00	450.00	451.00	451.00	450.00	791.00	780.00	779.00	783.00	202.00	199.00	199.00	600.00	0.97	774.00
17/01/2007	16:09:00	450.00	450.00	451.00	450.00	788.00	766.00	765.00	773.00	202.00	196.00	197.00	595.00	0.98	673.00
17/01/2007	16:12:00	451.00	451.00	451.00	451.00	779.00	767.00	773.00	773.00	198.00	196.00	197.00	591.00	0.97	716.00
17/01/2007	16:15:00	452.00	452.00	453.00	452.00	725.00	722.00	702.00	716.00	187.00	184.00	180.00	551.00	0.97	671.00
17/01/2007	16:18:00	451.00	451.00	452.00	451.00	727.00	729.00	718.00	724.00	185.00	185.00	182.00	552.00	0.97	665.00
17/01/2007	16:21:00	451.00	452.00	452.00	451.00	691.00	702.00	686.00	693.00	177.00	180.00	174.00	531.00	0.97	726.00
17/01/2007	16:24:00	452.00	453.00	453.00	452.00	632.00	624.00	625.00	627.00	163.00	162.00	162.00	487.00	0.98	562.00
17/01/2007	16:27:00	453.00	454.00	453.00	453.00	700.00	689.00	698.00	695.00	182.00	181.00	182.00	545.00	0.99	608.00
17/01/2007	16:30:00	453.00	454.00	454.00	453.00	696.00	680.00	689.00	688.00	181.00	178.00	180.00	539.00	0.99	627.00
17/01/2007	16:33:00	452.00	452.00	452.00	452.00	699.00	681.00	685.00	688.00	181.00	176.00	178.00	535.00	0.98	616.00
17/01/2007	16:36:00	452.00	453.00	453.00	452.00	665.00	658.00	649.00	657.00	172.00	169.00	168.00	509.00	0.98	614.00
17/01/2007	16:39:00	453.00	454.00	454.00	453.00	670.00	656.00	652.00	659.00	173.00	169.00	169.00	511.00	0.98	593.00
17/01/2007	16:42:00	454.00	454.00	454.00	454.00	710.00	700.00	699.00	703.00	184.00	182.00	181.00	547.00	0.98	657.00
17/01/2007	16:45:00	453.00	454.00	454.00	453.00	699.00	697.00	695.00	697.00	181.00	181.00	180.00	542.00	0.98	629.00
17/01/2007	16:48:00	455.00	455.00	455.00	455.00	628.00	623.00	618.00	623.00	163.00	161.00	160.00	484.00	0.98	600.00
17/01/2007	16:51:00	455.00	455.00	455.00	455.00	675.00	662.00	674.00	670.00	176.00	174.00	177.00	527.00	0.99	583.00



Ejemplos de Analizadores de Redes.

Analizador de redes marca Algodue



Donas flexibles para corriente

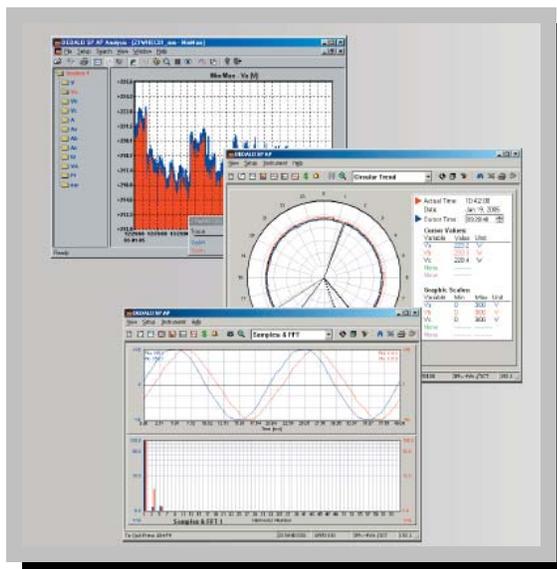


Características generales:

- Analizador de redes
- 4 entradas de voltaje (A, B, C y Neutro)
- 4 entradas de corriente (A, B, C y Neutro)
- Detecta fugas a tierra
- Factor de potencia
- Potencia (Activa, Reactiva y Aparente)
- Frecuencia
- Registra Valores Medios Mínimos y Máximos
- Batería interna y recargable
- Analizador de armónicos total THD e individual en corriente y voltaje
- Determina el periodo y magnitud de la demanda máxima
- Temperatura ambiental
- Intervalos de medición
- Puerto de comunicación Serial
- Diagrama de fase
- Osciloscopio
- Espectro armónico
- Consumo energético diario



Software DEDALO de gestión de energía interna



Analizador de redes marca Amprobe



Analizador Amprobe



Características generales:

- Analizador de redes
- 4 entradas de voltaje (A, B, C y Neutro)
- 4 entradas de corriente
- Sistemas monofásicos y trifásicos
- Lecturas, valores reales
- Factor de potencia
- Potencia (Activa, Reactiva y Aparente)
- Frecuencia
- Batería interna y recargable
- Analizador de armónicos total THD
- Intervalos de medición
- Puerto de comunicación
- Lecturas gráficas en pantalla
- Software para analizar y programar

Pinzas Amperimétricas



Características generales:

- Rangos de 50 mA a 7500A
- Modelos disponibles para AC y DC
- Disponibles con varias salidas para cualquier tipo de instrumentación



Analizador de Redes de Registros Instantáneos o Potenciómetro.

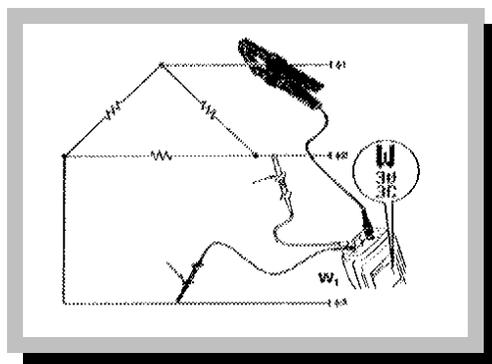
Este equipo mide directamente potencia es decir, Watts o kiloWatts, también potencia aparente (kVA), además de los parámetros eléctricos básicos: Voltaje, Corriente, Factor de Potencia y los más completos también registran Corrientes Armónicas.

Pueden efectuarse las mediciones a sistemas monofásico y trifásicos. Usualmente estos equipos cuentan únicamente con una pinza amperimétrica y un par de cables para medir el voltaje entre fases o fase y neutro dependiendo de la conexión deseada.

En el caso de medir sistemas trifásicos, se mide la potencia por cada una de las fases y posteriormente se determina la potencia total de la red eléctrica mediante la sumatoria de las potencias por línea eléctrica, es decir:

$$\text{Potencia Total (kW)} = \text{kW}_A + \text{kW}_B + \text{kW}_C$$

NanoVip



Características Generales:

- Voltaje (V rms), Corriente (A rms),
- P.F. CosØ,
- Potencia activa (W), Potencia reactiva (var), Potencia aparente (VA),
- Frecuencia (Hz), Desplazamientos de V, I, W, de los valores memorizados (función MEM), valores congelados de las mediciones principales respecto del valor máx. de A ó de W ó del valor mínimo de V (función PEAK), mediciones DC
- Pinzas efecto Hall
- 7 funciones de medición Voltaje (RMS), Corriente (RMS), P.F., kW, kVA, kVAr, Hz, y valores pico
- Pinzas de corriente de 200Amperes, 1000Amperes y para corriente DC
- Pantalla LCD,
- Alta precisión,
- Manejo muy amigable



Fluke

Características Generales:

- Lectura directa de la potencia trifásica a partir de la medida de una fase simple.
- Corriente en verdadero valor eficaz desde 5.0V a 600V.
- Corriente en valor eficaz hasta 500^a (1000^a con sonda opcional).
- Corriente continua, de pico y factor de pico
- Distorsión total de armónicas (%THDF y THDR)
- Potencia Activa de 10W a 300kW (600kW opcional)
- Potencia Aparente (VA) y potencia reactiva (VAR)
- Factor de Potencia Total (FP)
- Desplazamiento del Factor de Potencia
- Frecuencia de 6Hz a 100Hz (onda fundamental)
- Armónicos hasta el trigésimo primero
- Angulo de fase de la onda fundamental y de los armónicos.
- Pantallas con formas de onda, texto e imágenes.
- Modo registro – Valores medio, mínimo y máximo.
- En modo Zoom, diagrama de barras de armónicos.



Aplicaciones: Voltaje. Ciclo de la forma de onda fundamental y su frecuencia. Valor de la tensión instantánea en la posición del cursor. **Aplicación:** Detección de aplanamientos de la parte alta de la onda causados por armónicos y cortes causados por conmutación de SCR.

Corriente. Onda fundamental en %, valor eficaz en %, valor eficaz, frecuencia, ángulo de fase de onda fundamental ó de ondas armónicas hasta la 31^a, que se seleccionan con el cursor en el diagrama de barras. **Aplicación:** Identificar fuentes de corrientes armónicas. Obtener datos para el diseño, especificaciones o dimensionamiento de transformadores, rectificadores y otros.

Potencia. Watts o kW, VA o kVA, factor de potencia total y de desplazamiento de la potencia trifásica o de una fase. Watts o kW, VA o kVA, factor de potencia total. **Aplicaciones:** Evaluar los motores eléctricos de su planta determinando (kW consumido, factor de carga, factor de potencia, eficiencia, etc.). Identificar desbalances de cargas en tableros, transformadores y determinar la distribución de cargas actual.



AR 5 de CIRCUTOR



Características Generales

Analiza todas las magnitudes eléctricas de la red (corriente, tensión, potencia, energía, armónicos, factor de potencia etc.).

4 canales de tensión y cuatro de corriente

Visualización de 30 parámetros eléctricos en pantalla

Formas de onda mostradas en el display

Visualización de la descomposición armónica

Cálculo de THD % en tensión y corriente

Ficheros independientes para cada medida

Software de análisis POWERVISION

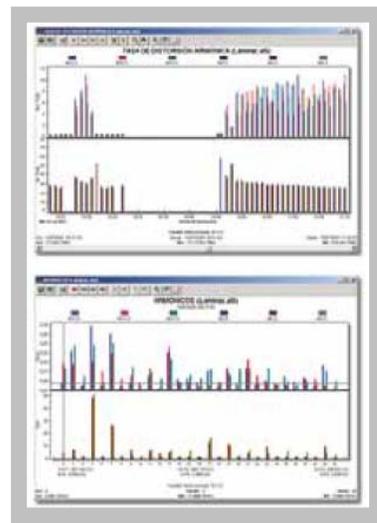
Aplicaciones

Estudio para aplicaciones de filtrado de armónicos

Estudio energético y de tarifas

Estudio de consumos

Análisis de potencia reactiva a compensar

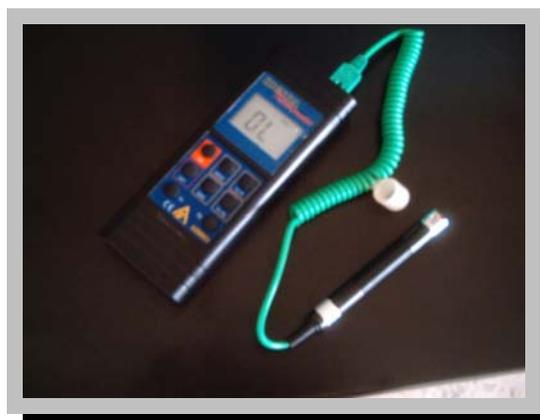




Equipos adicionales utilizados para realizar los diagnósticos



Termómetro Infrarrojo



Termómetro de contacto



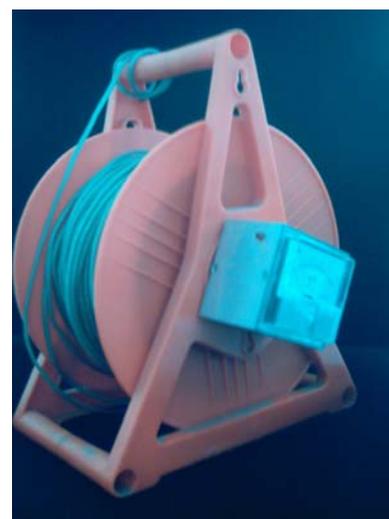
Luxómetro



Anemómetro



Higrómetro



Sonda de nivel dinámico



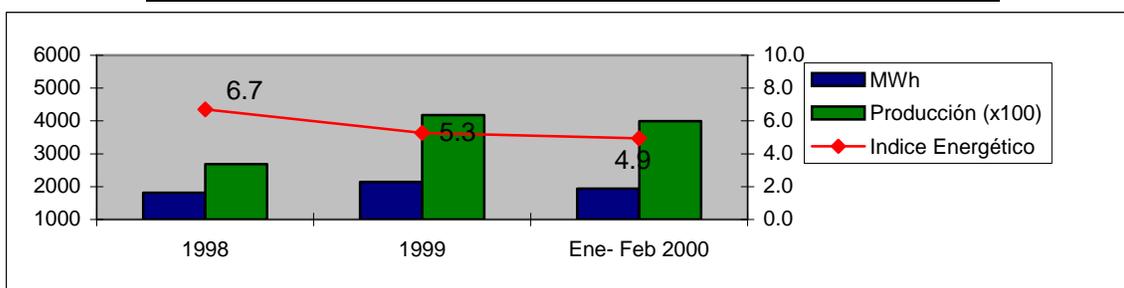
3.3. Evaluación del estado energético

Con la información obtenida de las etapas I y II, y los métodos de balance seleccionados en la etapa I se procederá a realizar la evaluación del funcionamiento energético de los sistemas y equipos,

En una primera etapa se analizará el comportamiento histórico del consumo de energía de la empresa y su relación con la producción de la misma. Así se determinarán los índices energéticos actuales de la empresa.

Ejemplo: Estos son los índices energéticos después de aplicar medidas en una empresa electrónica. Durante 1999 se implantaron y se consolidaron una gran cantidad de medidas de ahorro de energía. Esto se ve reflejado en la tendencia que tiene el índice energético, ya que durante 1999 se tuvo un índice promedio de 5.3 kW por producto manufacturado, lo cual representa una disminución con respecto del año anterior, como se muestra en la tabla siguiente:

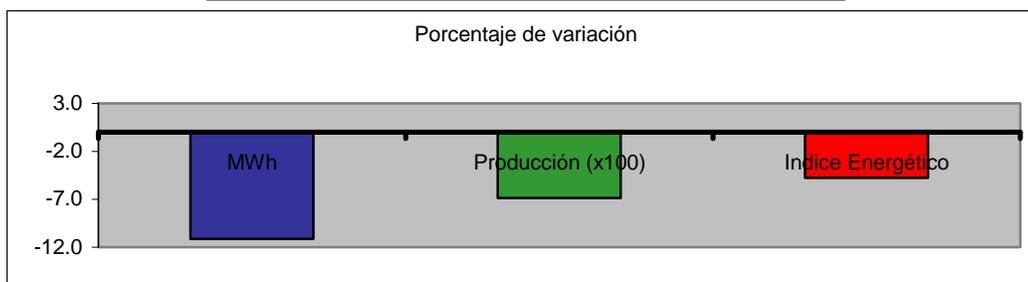
	1998	1999	Ene- Feb 2000
MWh	1814.843	2145.43125	1943.36
Producción (x100)	2688.42	4174.188333	3989.84
Indice Energético	6.7	5.3	4.9



Haciendo un análisis de resultados obtenidos durante 1999 en la planta Delphi, se tuvo una disminución en los volúmenes de producción del 6.9%, lo cual comprometía a esta planta a disminuir sus consumos eléctricos, esto se logró a través de las medidas de ahorro de energía logrando disminuir en un 11.1% del consumo. Estos resultados nos muestran una disminución de 4.8 % en el índice energético de Delphi, como se muestra en la siguiente tabla.

De acuerdo con estos resultados, se comprueba una vez mas que las medidas de ahorro de energía implantadas en Delphi son de verdadero impacto en el costo de manufactura de los productos y además son un aliciente más para seguir en el proceso de implantación de mas proyectos de ahorro de energía.

	Porcentaje de variación
MWh	-11.1
Producción (x100)	-6.9
Indice Energético	-4.8



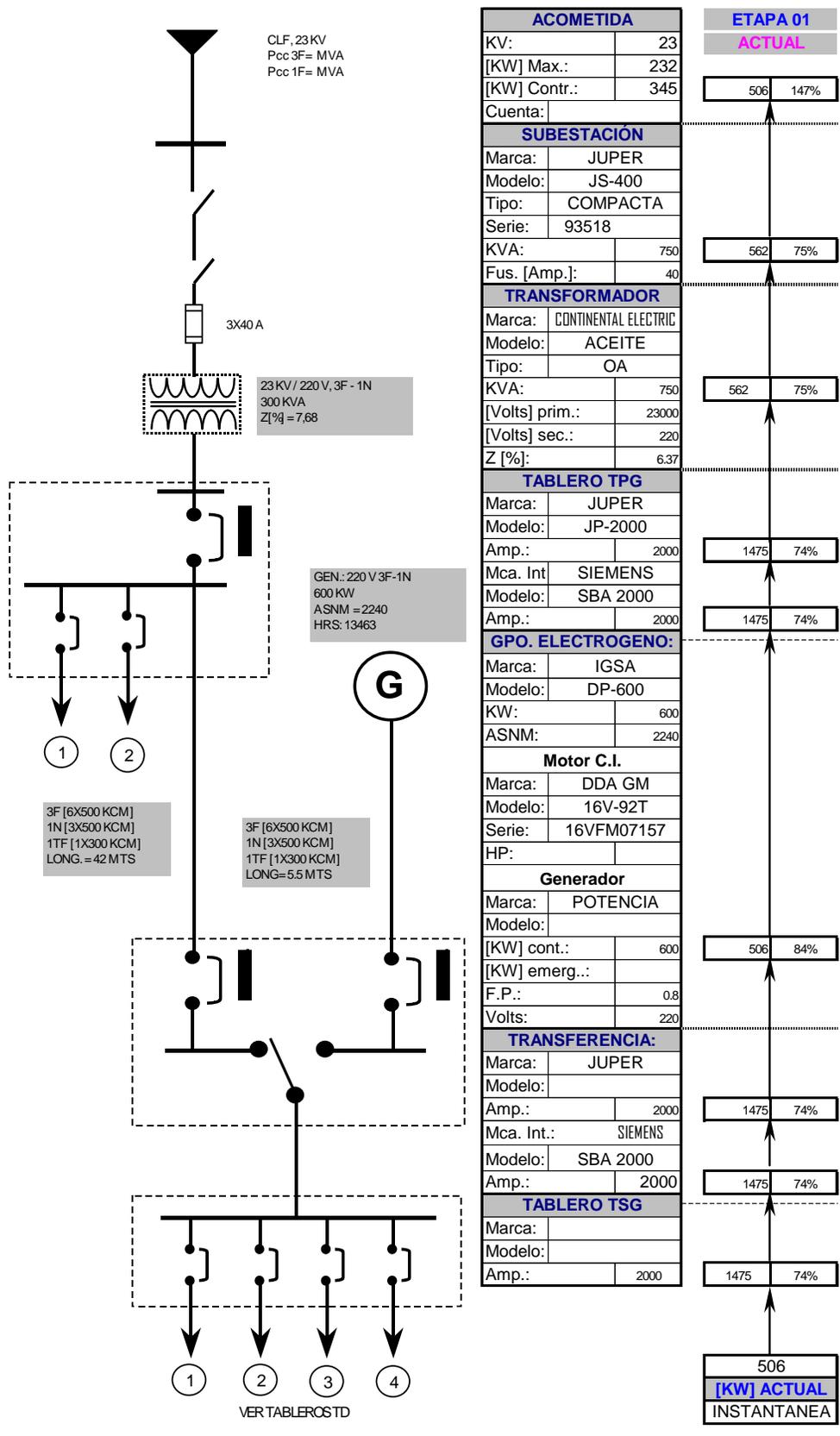
En una segunda fase se hará el diagnóstico de las rutinas de operación y mantenimiento, y su relación con el uso de energía. Serán señaladas todas aquellas acciones en que se observe posibilidad de ahorro de energía.



Ejemplo: Del total de equipos y operaciones energéticas en una empresa, se determino que las cargas que pueden desplazar su operación, sin perjudicar el proceso productivo son las siguientes:

AREA: OPERACIONES III MOLDEO				
EQUIPO	TONELADAS	HORARIO	TOTAL HORAS	DEMANDA (kW)
Máquina inyectora # 101	100	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	17.7	17.15
Máquina inyectora # 103	250	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	19.2	57.31
Máquina inyectora # 104	150	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	22.3	38.99
Máquina inyectora # 105	150	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	0	
Máquina inyectora # 106	250	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	6.1	57.31
Máquina inyectora # 107	150	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	22.8	38.99
Máquina inyectora # 201	150	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	0	
Máquina inyectora # 202	150	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	18.9	38.99
Máquina inyectora # 203	150	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	19.4	38.99
Máquina inyectora # 204	150	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	7.3	38.99
Máquina inyectora # 205	150	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	13.6	38.99
Máquina inyectora # 206	150	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	17.6	38.99
Máquina inyectora # 207	100	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	13.9	17.15
Máquina inyectora # 301	55	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	0	
Máquina inyectora # 302	55	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	0	
Máquina inyectora # 303	55	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	10.7	21.84
Máquina inyectora # 304	55	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	8	21.84
Máquina inyectora # 305	55	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	11.6	21.84
Máquina inyectora # 306	85	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	17.3	19.09
Máquina inyectora # 307	85	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	18.1	19.09
Máquina inyectora # 308	85	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	19.7	19.09
Máquina inyectora # 403	250	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	8.3	57.31
Máquina inyectora # 404	250	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	16.4	57.31
Máquina inyectora # 405	250	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	18.3	57.31
Máquina inyectora # 406	250	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	17.3	57.31
Máquina inyectora # 503	200	11:00 - 23:00 23:00 - 11:00	5.5	

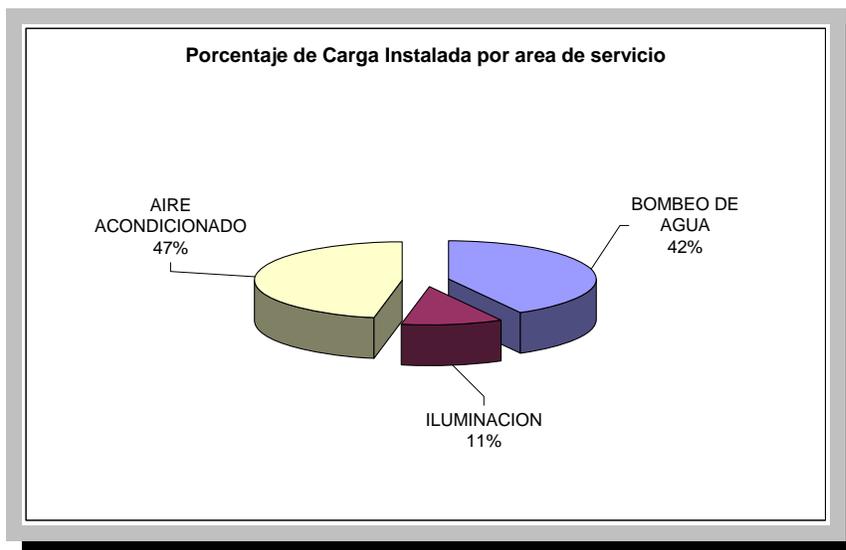
Dentro de una tercera etapa se realizará el balance de materia y energía por sistema y procesos en la planta o inmueble, con el objetivo de conocer el tipo y cantidad de energía requerida, así como la eficiencia de utilización. Se evaluarán las entradas, salidas y pérdidas de energía, identificándolas por sistema. En los balances de energía por sistema se identificarán los puntos del diagrama de flujo de mayor pérdida de energía, haciendo resaltar aquellos donde es posible generar ahorros. Además se determinará la cantidad de energía real utilizada por producto generado, y se identificarán posibles ajustes o cambios a los sistemas.



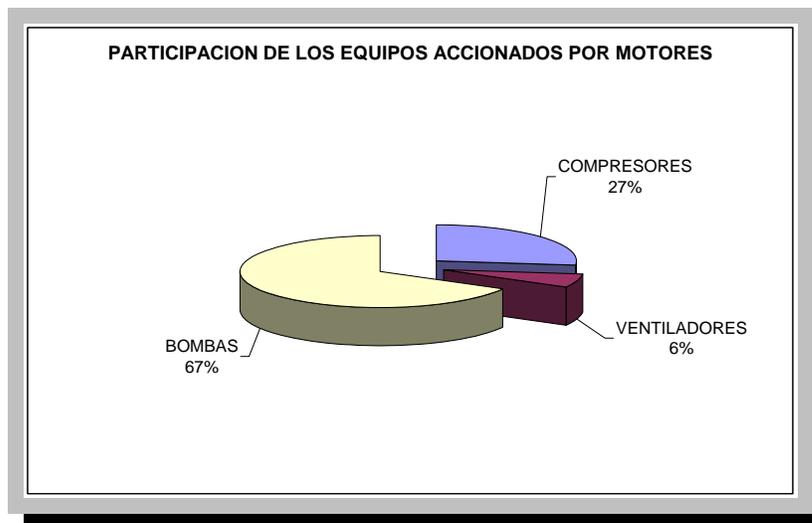
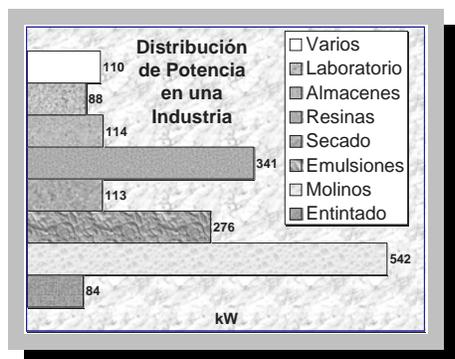


Una vez identificadas las áreas, procesos y equipos de mayor consumo energético en la planta o inmueble, dichas secciones quedaran como prioritarias para la identificación y obtención de ahorros de energía, ya que el disminuir el consumo de energía en estas áreas será de mayor impacto para la empresa y se vera reflejada directamente en las facturaciones de energéticos (electricidad, combustibles, etc.). En las siguientes gráficas se muestra la distribución de carga eléctrica instalada en un hotel y una planta química.

Gráfica 3-6 Se muestra la distribución de la potencia eléctrica instalada.



Gráfica 3-6 Distribución de potencia eléctrica en dos industrias.



Como se observa en la gráfica 3-6. para un hotel la carga instalada con mayor participación es el aire acondicionado y sistema de bombeo, mientras que para la planta química los equipos con mayor aportación son el sistema de bombeo y compresores. Cabe señalar que la participación en porcentaje puede ser similar o muy cercana pero en realidad en kW es mucho mayor en la planta química que en el hotel.



3.4. Determinación del potencial de ahorro de energía.

De acuerdo a la tarea realizada en el rubro anterior, quedarán determinados los rubros de pérdidas de mayor contribución a escala energética. Para minimizar el consumo de energía se evaluarán los potenciales de ahorro de energía, primero por la aplicación de medidas administrativas y prácticas operacionales. Segundo por prácticas eficientes y programas de mantenimiento. Se detectarán aquellas actividades que por ajuste a los sistemas y equipos, tiendan a aprovechar adecuadamente la energía y por la aplicación de alternativas tecnológicas. En este último, se buscará además una optimización energética de los sistemas y procesos, a través de la implantación de sistemas automáticos de control, esto siempre y cuando sea factible desde el punto de vista técnico y económico.

En esta etapa se determinaran los ahorros en cantidades energéticas, para visualizar este concepto se presentan ejemplos.

Ejemplo:

En una planta industrial se tiene un horno de resistencias para el cual se tienen dos propuestas de ahorro de energía: sustitución por un horno de combustión o por un horno infrarrojo.

Tabla 3-5 Ahorro de energía por la sustitución de un horno de resistencias.

Condiciones Iniciales	
Demanda Máxima (kW)	62
Consumo de Energía Base (kWh/mes)	11,160
Consumo de Energía Intermedia (kWh/mes)	26,040
Consumo de Energía Punta (kWh/mes)	7,440
Consumo de Energía Total (kWh/mes)	44,640

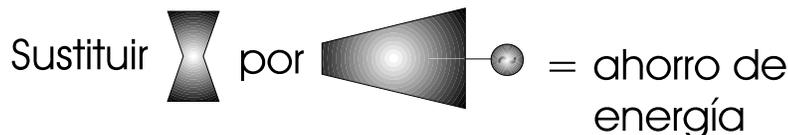
Condiciones Propuestas	Horno de Combustión	Horno Infrarrojo
Demanda Máxima (kW)	1	52
Consumo de Energía Base (kWh/mes)	180	6,120
Consumo de Energía Intermedia (kWh/mes)	420	14,280
Consumo de Energía Punta (kWh/mes)	720	4,080
Consumo de Energía Total (kWh/mes)	1,320	24,480
Potenciales de Ahorro		
Demanda Máxima (kW)	61	10
Consumo de Energía Base (kWh/mes)	10,980	5,040
Consumo de Energía Intermedia (kWh/mes)	25,620	11,760
Consumo de Energía Punta (kWh/mes)	6,720	3,360
Consumo de Energía Total (kWh/mes)	43,320	20,160
Energía Adicional		
Consumo de Combustibles (litros/mes)	7,200	0

Como se observa en la tabla, el equipo que muestra los mayores beneficios aparentes es el horno con tecnología de combustión.



Ejemplo:

En otra planta, se emplean 22 toneladas de vapor saturado en un proceso, este vapor es generado inicialmente como sobrecalentado y posteriormente estrangulado en una válvula reductora, al sustituir esta válvula por una turbina se podrán generar 880 kW aprovechables en forma de energía eléctrica ó mecánica.



3.5. Análisis de factibilidad técnica para la realización de las propuestas de ahorro de energía.

Una vez identificados los potenciales de ahorro, así como las acciones necesarias para llevarlos a cabo, se procederá al análisis técnico, en conjunto con el personal técnico (o comité formado) que para este fin designe la empresa. Con la finalidad de verificar que las acciones anteriormente mencionadas pueden llevarse a cabo sin afectar ni la calidad ni la producción o confort.

Ejemplo: De Oportunidad de Ahorro que debe someterse a un análisis de factibilidad técnica.

Disminución a la temperatura de pasteurización en un productor de lácteos. Como se menciona en la NOM-091-SSA1-1994 punto 3.2 la temperatura para una pasteurización rápida puede ser de 76°C con un periodo de sostenimiento de 16 segundos.

Tiempos de sostenimiento de temperatura para la eliminación de algunas bacterias presentes en a leche.

Bacteria	Temperaturas en grados Celcius °C			
	65	70	75	80
Microbacterium Tuberculosis	17-32	10-17	5 - 8	2-3
Brucela Melitensis (Fiebre de Malta)	32-55	22-29	10 - 12	2-4
Corynenacterium Diphtheriae (Difteria)	9 -10	3	2	2
Solmonella Typhosa (Fiebre Tifoidea)	17-19	6-7	2-3	2
Streptococcus Pyogenes (intoxicación)	58-63	12-15	5-7	3-4
Escherichla Coli	18	-----	2	2

En la empresa ejemplo la pasteurización se hace a 86°C, esto representa un potencial de ahorro energético tanto térmico como eléctrico, desde el punto de vista eléctrico la manifestación es representada por los requerimiento adicionales de enfriamiento.



En la empresa ejemplo la pasteurización se utiliza en el proceso de leche pasteurizada y ultra pasteurizada, ahora se presenta un cuadro comparativo en cuanto al aspecto eléctrico que representa pasteurizar a 86°C y hacerlo a 75°C.

Pasteurización		75	86°C	Ahorros	Ultrapasteurización		75	86°C	Ahorros
cantidad	litros/hr	4000	4000	0	cantidad	litros/hr	14000	14000	0
C_p Leche	kJ/(kg K)	3.90	3.90	0.00	C_p Leche	kJ/(kg K)	3.90	3.90	0.00
T_{ent}	C	35.00	35.00	0.00	T_{ent}	C	35.00	35.00	0.00
T_{int}	C	75.00	86.00	11.00	T_{int}	C	75.00	86.00	11.00
q	kJ/hr	624,000	795,600	171,600	q	kJ/hr	2,184,000	2,784,600	600,600
q	kcal/hr	149,040	190,026	40,986	q	kcal/hr	521,639.44	665,090.28	143450.85
q	TR	49.28	62.84	13.55	q	TR	172.49	219.92	47.43
REE	kW/TR	1.90	1.90	0.00	REE	kW/TR	1.90	1.90	0.00
q	kW	93.64	119.39	25.75	q	kW	327.73	417.85	90.13
Tiempo	horas base	0	0	0.00	Tiempo	horas base	120	120	0.00
	horas intermedia	260	260	0.00		horas intermedia	260	260	0.00
	horas punta	0	0	0.00		horas punta	78	78	0.00
q	kWh base	0.00	0.00	0.00	q	kWh base	39,327.36	50,142.38	10815.02
	kWh inter	24,345.51	31,040.52	6,695.01		kWh inter	85,209.27	108,641.82	23,432.55
	kWh punta	0.00	0.00	0.00		kWh punta	25,562.78	32,592.55	7029.76
	kWh total	24,345.51	31,040.52	6,695.01		kWh total	150,099.41	191,376.75	41,277.34
q	\$/base	\$0.00	\$0.00	\$0.00	q	\$/base	\$19,651.88	\$25,056.15	\$5,404.27
	\$/inter	\$14,636.52	\$18,661.56	\$4,025.04		\$/inter	\$51,227.81	\$65,315.46	\$14,087.65
	\$/punta	\$0.00	\$0.00	\$0.00		\$/punta	\$49,205.80	\$62,737.39	\$13,531.59
q	\$/mes	\$14,636.52	\$18,661.56	\$4,025.04	q	\$/año	\$120,085.49	\$153,109.00	\$33,023.51

Ahorros económicos al año.

Ahorros económicos posibles

Pasteurización	\$4,025.04
Ultrapasteurización	\$33,023.51
Total mes	\$37,048.55
Al año	\$444,582.64



3.6. Evaluación económica de las medidas de ahorro.

Esta etapa se realizara mediante las siguientes actividades:

Se realizará la conversión de las cantidades determinadas como ahorros de energía a su equivalente económico en pesos y centavos.

En la primera fase de este punto se contemplan exclusivamente medidas de ajuste y corrección a los sistemas (por ejemplo, aire acondicionado, iluminación, bombeo, etc.) de las instalaciones, ya que su instrumentación representa erogaciones económicas relativamente bajas y los resultados son importantes en el inmediato y corto plazo.

En una segunda fase evaluarán económicamente los ahorros derivados por la incorporación de aditamentos para el ahorro de energía.

En la tercera fase se determinarán los ahorros económicos procedentes de la sustitución de equipos actuales por los de mejor eficiencia energética.

Finalmente en la cuarta fase, se cuantificarán económicamente los ahorros derivados de la modernización tecnológica de los inmuebles.

Ejemplo:

Regresando al ejemplo de sustitución de un horno de resistencias, a continuación se presentan los ahorros económicos por el cambio de equipos:

Tabla 3-6 Ahorros de energía y económicos por la sustitución de un horno de resistencias.

Ahorros Económicos	Horno de Combustión	Horno Infrarrojo
Costo por Demanda	\$2,920	\$479
Costo por Consumo de Energía Base	\$2,653	\$1,218
Costo por Consumo de Energía Intermedia	\$7,412	\$3,402
Costo por Consumo de Energía Punta	\$6,076	\$3,038
Costo Mensual por Demanda y Energía	\$19,061	\$8,137
Costos Adicionales		
Costo por Cocombustible a Consumir	\$11,520	\$0
Ahorros Netos		
Costo Mensual	\$7,541	\$8,137
Costo Anual	\$90,491	\$97,640

Es importante señalar que los ahorros económicos que muestran mayor beneficio es la sustitución por la tecnología infrarroja.



Ejemplo:

Los ahorros económicos y energéticos de la sustitución de la válvula de estrangulación por una turbina de vapor son los siguientes.

Tabla 3-7 Ahorros por instalar una turbina en sustitución de una válvula de estrangulación.

Ahorros	Valor Mensual	Costo Mensual	Costo Anual
por Demanda	880	\$42,125	\$505,497
por Consumo de Energía Base	158,400	\$38,273	\$459,271
por Consumo de Energía Intermedia	369,600	\$106,925	\$1,283,103
por Consumo de Energía Punta	105,600	\$95,481	\$1,145,777
Total		\$282,804	\$3,393,648

Cuantificar económicamente de otros ahorros y beneficios.

Se debe evaluar los ahorros económicos originados por la mejor calidad de equipos, mayor durabilidad de los mismos y reducción de las operaciones de mantenimiento, estos puntos son importantes en la selección de la tecnología a utilizar.

Evaluación económica.

Finalmente se desarrollará la evaluación económica de los proyectos, para determinar:

- El tiempo de recuperación simple, por ahorros de energía.
 - El tiempo de recuperación compuesto, por ahorros totales.
 - El flujo de dinero de los proyectos de acuerdo a la vida de los equipos, incluyendo ahorros e inversiones.
 - La Tasa Interna de Retorno (TIR) de las inversiones de cada proyecto.
- La Relación Beneficio - Costo (B/C) de los proyectos.

3.7. Selección de las medidas a implementar.

En esta etapa se realizará la clasificación jerárquica de los proyectos sobre la base del Tiempo de Recuperación y Tasa Interna de Retorno. El tiempo de recuperación es una medida de liquidez que no vislumbra la verdadera rentabilidad de los proyectos. La Tasa Interna de Retorno mide la rentabilidad de los proyectos, que puede ser comparada contra la tasa mínima atractiva de la misma empresa, la tasa que generan otros proyectos de inversión, y el valor del dinero de los mercados financieros.

Un proyecto con un tiempo de retorno de un año, puede ser muy malo si el equipo que se instala dura alrededor de un año, pero si el equipo dura 4 años es mucho mejor. En tanto si la tasa interna de rentabilidad de un proyecto es de 69% como la del ejemplo citado arriba, puede ser muy bueno aunque tiempo de recuperación fuese de 4 años.

Con relación al tiempo de recuperación (simple y compuesto), se distingue entre proyectos de recuperación:

Inmediatos: aquellos que no requieren inversiones.

- Eliminación de desperdicios como producto de cambio de hábitos y similares.
 - Reducción del tiempo de acondicionamiento del aire en una hora y media, para algunas zonas.
 - Aprovechamiento de la luz natural al máximo, apagando los sistemas de iluminación que la reciban.
 - Reubicación de fotocopiadoras y equipos generadores de calor a zonas separadas de la alta concentración de personal.
 - Limpieza de serpentines, turbinas y filtros de manejadoras de aire.
 - Ajuste de las presiones de succión y descarga de compresores.
 - Adopción de un método de mantenimiento permanente que sea predictivo y preventivo.
 - Ajuste del funcionamiento de válvulas de control de capacidad en compresores refrigerantes.
- A corto plazo.* Son aquellas cuya inversión es mínima y se recupera en menos de dos años.



Por ejemplo:

- Corrección del factor de potencia.
- Eliminación de pérdidas y fugas de aire.
- Instalación de persianas, cortinas o películas altamente reflejantes en cristales.
- Instalación de un sistema de control eficaz en la distribución de aire acondicionado.
- Regulación de temperatura del agua de enfriamiento de condensadores.
- Optimización de la torre de enfriamiento.
- Separación de circuitos eléctricos para el control de sistemas de iluminación.
- Redimensionamiento del sistema de bombeo.

Mediano plazo. Son acciones en las cuales la inversión es tal que los beneficios con ahorro de energía permiten un tiempo de recuperación no mayor a 3 años.

Por ejemplo:

- Cambio de la tarifa eléctrica.
- Instalación de Compresores Tornillo en Aire comprimido
- Aplicación de Motores Eléctricos de Alta Eficiencia
- Acoplamiento de equipos de iluminación ahorradores de energía.
- Control y automatización de los sistemas de iluminación.
- Rediseño de la iluminación.
- Instalación de convertidores de frecuencia en las bombas.
- Automatización de los sistemas de control y tracción de elevadores.

Largo plazo. Son acciones en las cuales el beneficio por ahorro de energía es importante, sin embargo, la inversión es de una magnitud que ocasiona tiempos de recuperación no menores a 4 años.

Por ejemplo:

- Cambio de la tarifa eléctrica.
- Modificación de las computadoras actuales a Energy Star o adquisición de nuevos equipos con esta característica.
- Sustitución de los motores actuales por equipos de alta eficiencia en bombas y elevadores.
- Modernización tecnológica del equipo generador de aire acondicionado.
- Implementación de Bancos de Hielo para aire acondicionado.

La tasa Interna de Retorno de las Inversiones. Se utilizará para señalar los proyectos más rentables, sin importar el tiempo de recuperación.

3.8. Aplicación de acciones.

Finalmente ya determinados los potenciales de ahorro y evaluado desde el punto de vista energético y monetario, es decir, ahorro de energía y económico estimado por medida de ahorro y la inversión requerida para llevar a cabo dicha acción. El paso que sigue es implementar las medidas que sean más atractivas y que cumplan con las expectativas y políticas de la empresa.

Sin embargo las medidas de ahorro pueden implementarse de manera paulatina de acuerdo a la cartera de proyectos previamente establecida e inclusive si el industrial o empresario esta decidido a modernizarse tecnológicamente las acciones pueden aun ser de largo plazo, desde luego la planta o proceso productivo será mucho más eficiente y podrá competir en mejor forma ante el mercado nacional e inclusive internacional.

El FIDE proporciona el financiamiento necesario para que las empresas realicen este tipo de proyectos de sustitución de motores eléctricos, las empresas al recibir este apoyo hacen que sus proyectos sean aun mas atractivos, pues en lugar de invertir al principio una buena cantidad de dinero, difieren el costo del proyecto en pagos iguales, mismos que se pagaran en muy buena parte con el dinero que produce el ahorro de energía.

Ejemplo de cuadro de medidas que decidió aplicar una industria papelera.



No. De Medida	Acción	Equipos	Sistema Inicial	Sistema Ahorrador
1	Optimización del Sistema de Bombeo Central de Pastas	Sistema de Bombeo en central de pastas (11 Bombas).	Las condiciones de proceso (flujos y presiones) son variables y dependen del tipo de fabricación de papel, inicialmente se controlaban estos parámetros mediante recirculación y estrangulamiento.	Mediante la aplicación de Variadores de velocidad se controlan las presiones y flujos requeridos mediante la variación de velocidad, de esta manera los equipos entregan solamente lo que se requiere en proceso. Adicionalmente al ahorro de energía, los equipos tienen menor desgaste y se incremento el factor de potencia en estos equipos y en la empresa.
2	Mejora en el Control del Suministro de Aire y Agua en la Caldera 1	Ventiladores de Tiro Inducido y Forzado y Bomba Caldera 1 (2 Ventiladores y 1 Bomba)	Se suministra aire a la caldera mediante dos ventiladores y se controlaba el flujo mediante compuertas para incrementar o reducir los requerimientos de aire. El flujo de agua se controlaba mediante recirculación.	Actualmente se suministra el aire y agua a la caldera modificando la velocidad de ventiladores y bomba por medio de Variadores de velocidad, de esta manera solamente se entrega el aire y agua que requiere la caldera en función de la demanda de vapor que solicite el proceso. Adicionalmente al ahorro de energía, los equipos tienen menor desgaste y se incremento el factor de potencia en estos equipos y en la empresa.
3	Optimización en el Suministro Pasta en la Maquina de Papel	Bombas de Alimentación de Pasta (8 Bombas Fan) y Bomba de Suministro a Caja de Distribución	El flujo de pasta en la maquina de papel depende del tipo de fabricación de papel, inicialmente se controlaba mediante válvulas de estrangulamiento.	La alimentación de pasta a la maquina de papel se realiza sin incrementar las perdidas de presión, es decir, mediante Variadores de velocidad los cuales están suministrando únicamente lo necesario en función del tipo de papel que se este fabricando.
4	Administración del Consumo de Energía	Equipos Ubicados en el Area de Central de Pastas	Operación continua del proceso durante las 24 horas, tres turnos de trabajo.	Se apagan estos equipos durante el horario punta en función del tipo de fabricación, es decir, con papel delgado se tienen menos requerimientos de flujo de pasta de papel.
5	Sustitución por Motores de Alta Eficiencia	Motores entre 15 y 200 Hp	Motores con Eficiencia Estándar, Reparados y Antiguos	Se han venido sustituyendo motores ya desgastados y con baja eficiencia por motores con características de alta eficiencia
6	Reemplazado Motores Sobredimensionados	Motores entre 40 y 500 Hp	Motores Sobredimensionados	Se han reemplazado algunos motores que trabajaban a muy baja carga y ahora trabajen en un factor de carga adecuado
7	Sustitución por Motores de CA (Corriente Alterna)	Motores en Transmisión de Maquina de Papel, Impresora y Corrugadora en Area de Cajas	Motores de Corriente Directa con Control de Velocidad	Se han sustituido por motores de corriente alterna con varidores de velocidad
8	Sistema de Iluminación	Iluminación en diversas áreas de la planta	Sistemas de Iluminación Convencionales: Luz Mixta de 250 y 400 Watts, Fluorescentes de 2x39 Watts y 2x75 Watts	Sistema de Iluminación de Alta Eficiencia: Aditivos Metálicos de 250 Watts, Fluorescentes de 2x32 Watts y 2x59 Watts Con Balastro Ahorrador.
9	Control de la Iluminación	95% de la Iluminación	El encendido y apagado del sistema de iluminación era manual.	Actualmente se controla el 95% de la Iluminación mediante temporizadores.