



INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION  
Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL

# EL PLAN DE CONSERVACION DE ENERGIA EN SU INDUSTRIA

Instrumento gerencial para reducir costos.



Proyecto de Eficiencia Energética en la Industria Regional

• ICAITI • ROCAP

PD-AAA-422  
S. R. O. R. -  
ISP - 52632

INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION  
Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL  
- I C A I T I -

EL PLAN DE CONSERVACION DE ENERGIA  
EN SU INDUSTRIA  
UN INSTRUMENTO GERENCIAL PARA  
REDUCIR COSTOS

Proyecto de Eficiencia Energética en la Industria Regional  
1984

## I N D I C E

INTRODUCCION	1
ORGANIZACION DEL MANUAL	3
1. MEDIDAS ADMINISTRATIVAS	5
1.1 Material audiovisual	7
1.1.1 Problemas en el arranque de un programa de energía	
1.1.2 Organización de un programa de Administración de energía	
1.1.3 Experiencia requerida del Coordinador de Energía	
1.1.4 Establecimiento de una meta viable	
1.1.5 Ejecución de un plan de acción	
1.2 Lectura	19
1.2.1 "La Administración de energía en una empresa manufacturera descentralizada que usa energía en forma no intensiva" por cortesía de D. W. Priestley y la Asociación de Ingenieros de Energía.	
1.3 Información de fondo	33
1.3.1 Hoja de trabajo No. 1: Comparación del uso de la energía	35
1.3.2 Indices de utilización	36
1.3.3 Atribuciones y responsabilidades del Coordinador de Energía	37
1.3.4 Potencial de mejora del uso de la energía en instalaciones industriales	38
1.3.5 Hoja de trabajo No. 2: Consideraciones empíricas y factores de conversión	40
1.3.6 Características generales de iluminación	42

2.	EL COMITE DE CONSERVACION DE ENERGIA	43
2.1	Material audiovisual	45
2.1.1	El Comité de Energía - ¿Qué hace?	
2.1.2	Composición y desarrollo del Comité de Energía	
2.1.3	Programa de incentivos energéticos	
2.1.4	Boletín del Comité de Energía	
2.2	Lectura	57
2.2.1	"Un modelo de motivación para conservación de energía en una empresa" por cortesía de L. A. Janicke y la Asociación de Ingenieros de Energía	59
2.3	Información de fondo	71
2.3.1	Carteles promocionales	
3.	LA AUDITORIA ENERGETICA	75
3.1	Material audiovisual	77
3.1.1	Definición de una Auditoría Energética	
3.1.2	Definición de un Programa de Energía	
	Antecedentes	
	Inventario	
	Optimización	
	Mejora	
	Control	
	Planificación	
	Presupuesto	
	Motivación de personal	
	Administración	
3.1.3	Clases de auditorías de energía	
3.2	Lecturas	96
3.2.1	El valor de un programa de energía	97
	La administración de una auditoría de energía	
3.2.2	Auditorías de energía	107
3.3	Información de fondo	127
3.3.1	Formato resumido de OCE	129
3.3.2	Formato de procedimiento para una OCE	130

3.3.3	Formatos de datos de auditorías energéticas típicas	131
3.3.4	Lista de verificación de energía (con evaluación)	141
3.3.5	Información bibliográfica para manuales de auditorías de energía	148
3.3.6	Lista de Oportunidades de Conservación de Energía	148
4.	PLAN DE EJECUCION	159
4.1	Material audiovisual	161
4.1.1	Período de recuperación	
4.1.2	Tasa de retorno	
4.1.3	Costo de la vida útil	
4.1.4	Movimiento de caja	
4.1.5	Ahorros de energía contra utilidades de la empresa	
4.1.6	Evaluación y ejecución de las oportunidades de conservación de energía (OCE)	
	Diseño conceptual	
	Presupuesto (aprobación)	
	Diseño final	
	Construcción	
	Adquisición y puesta en marcha	
	Operación de las OCE	
	Seguimiento (técnico/público)	
4.2	Lecturas	177
4.2.1	Análisis del costo del ciclo de vida	179
4.2.2	Cómo estimar el costo y los ahorros que ofrecen las OCE de una auditoría energética	188
4.3	Información de fondo	201
4.3.1	Formato para resumen de las OCE (por sistema)	203
4.3.2	Formato para resumen de las OCE (general)	204
4.3.3	Plan quinquenal de financiamiento	205
5.	CASOS PRACTICOS	207
5.1	Desarrollo del Programa de Energía en INC	210
	Historia	211
	Inventario	215

	Optimización	218
	Mejoras	219
	Planeamiento	222
5.2	Auditoría Energética en una fábrica de Jabón	225
	Historia	226
	Inventario	226
	Optimización	230
	Mejoras	231
	Planeamiento	232

## INTRODUCCION

Este manual ha sido preparado como base para el desarrollo del seminario "El Plan de Conservación de Energía en la Industria" que presenta el ICAITI, con patrocinio de ROCAP, como una actividad del Proyecto de Eficiencia Energética en la Industria Regional.

Se contrató como expositor para este seminario al Ing. Carl Salas, quien es autor del contenido de este manual en su versión original en inglés.

En la actualidad nadie duda de la importancia que tiene el economizar energía en la industria. Con ello se logran reducir los costos de producción, lo que representa en muchos casos el progreso de la empresa y hasta su propia supervivencia. Los ahorros que muchas empresas han logrado mediante el uso racional de la energía les ha dado la solvencia económica que necesitaban; en otras, esos ahorros han permitido la penetración en mercados difíciles o proteger al propio mercado de la invasión de la competencia.

A nivel nacional, la administración racional del consumo energético en la industria puede significar ahorros de millones de pesos centroamericanos que en vez de ser usados para pagar el desperdicio, se pueden usar para la importación de otros insumos que también requieren divisas.

Dentro de este marco de realidades nacionales, el industrial, especialmente el Gerente General de una empresa, se mueve en un campo de decisiones difíciles porque muchas de ellas se escapan de su control, como la disponibilidad de divisas, la reducción del mercado, la falta de liquidez, etc.

El gerente moderno no puede ignorar las nuevas técnicas que, a la vez que reducen costos, refuerzan la capacidad técnica de los administradores de su planta y que, en general, hacen patente la necesidad de operar con alta eficiencia, aún en estos momentos difíciles, si tiene empeño por mantener a su personal motivado, activo y responsable.

Aunque la eficiencia energética es un enfoque industrial nuevo, en lo que se refiere al Gerente General, es de suma importancia que sin que profundice en lo puramente técnico, tenga conocimientos profundos sobre las técnicas en sí, y sobre la mejor manera de ponerlas en práctica en su empresa. Esta es la oportunidad que le brinda al industrial centroamericano el proyecto de Eficiencia Energética en la Industria Regional y en particular el seminario cuya temática está discutida en este manual.

El ICAITI espera que tanto el manual como el seminario "El Plan de Conservación de Energía en su Industria" sirva para preparar a los Gerentes de las industrias centroamericanas para enfrentar la crisis energética.

### ORGANIZACION DEL MANUAL

El propósito de este manual es proporcionar al gerente de una empresa los elementos de juicio para elaborar un programa eficaz de conservación de energía.

El tema se trata en el orden siguiente:

1. MEDIDAS ADMINISTRATIVAS
2. EL COMITE DE CONSERVACION DE ENERGIA
3. LA AUDITORIA ENERGETICA
4. EL PLAN DE EJECUCION
5. CASOS PRACTICOS

Existe, indudablemente, un enfoque múltiple de las soluciones que se requieren para el control y la reducción del consumo de energía en una planta real. Por esta razón, las primeras cuatro partes de este manual han sido organizadas en tal forma que el Coordinador de Energía pueda comprender la importancia y la metodología relacionadas con todas las etapas de la administración y el ahorro de energía. Ya con estos antecedentes, el Coordinador de Energía puede elaborar Guías de Auditorías Energéticas en su propia empresa o instalación.

Cada parte ha sido subdividida en 3 subpartes, a saber:

1. Copia del material audiovisual usado en la presentación del seminario.
2. Lecturas técnicas relativas al tema de la sección.
3. Material técnico extra de fondo relativo al tema de la sección.

La parte 5 o sea la que trata de los Casos Prácticos, es diferente de las otras secciones. En forma sencilla se dan resultados reales de casos prácticos en los Estados Unidos y Centroamérica (Guatemala). Al examinar estos casos prácticos, el Coordinador de Energía se familiarizará con algunos de los resultados y algunos de los problemas relacionados con la ejecución real de un programa de administración y conservación de energía.

## 1. MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

### 1.1 MATERIAL AUDIOVISUAL

- 1.1.1 Problemas en el arranque de un programa de energía
- 1.1.2 Organización de un programa de Administración de energía
- 1.1.3 Experiencia requerida del Coordinador de Energía
- 1.1.4 Establecimiento de una meta viable
- 1.1.5 Ejecución de un plan de acción

### 1.2 LECTURA

- 1.2.1 "La administración de energía en una empresa manufacturera descentralizada que usa energía en forma no intensiva" por corte-sía de D. W. Priestley y la Asociación de Ingenieros de Ener-gía.

### 1.3 INFORMACION DE FONDO

- 1.3.1 Hoja de trabajo No. 1: Comparación del uso de la energía
- 1.3.2 Indices de utilización
- 1.3.3 Tareas y responsabilidades del Administrador de Energía
- 1.3.4 Potencial de mejora del uso de la energía en instalaciones industriales
- 1.3.5 Hoja de trabajo No. 2: Consideraciones empíricas y factores de conversión
- 1.3.6 Características generales de iluminación

1.1 MATERIAL AUDIOVISUAL

## LAS 6 ETAPAS DEL MAL DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE ENERGIA

entusiasmo excesivo

desilusión

confusión total

búsqueda de los "culpables"

castigo de los inocentes

gratificación a los que no participaron



## RESULTADO:

aumento en el consumo  
de energía



## PROBLEMA:

La conservación de energía deberá ser incorporada a la operación **NORMAL** de la empresa



## UNA EQUIVOCACION AL INICIO PUEDE DESTRUIR EL PROGRAMA:

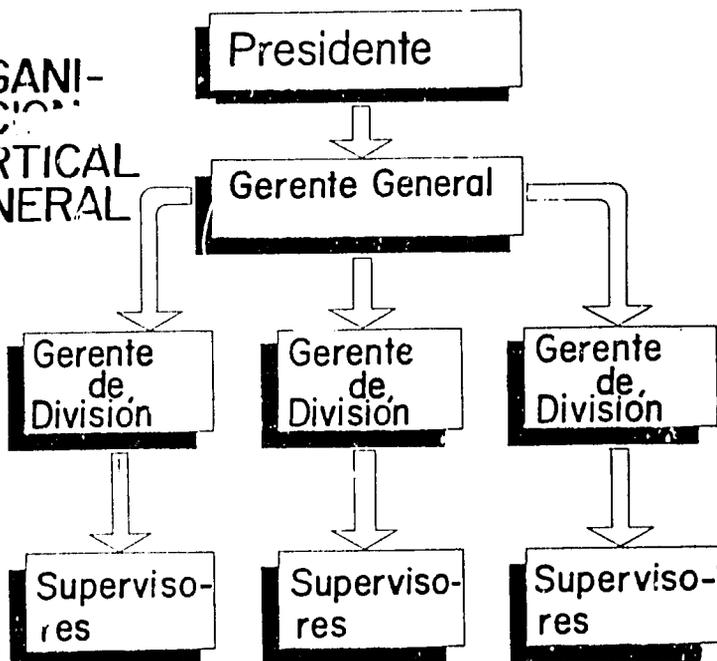
- presupuesto excesivo
- incomodidad
- resulta un consumo mayor de energía

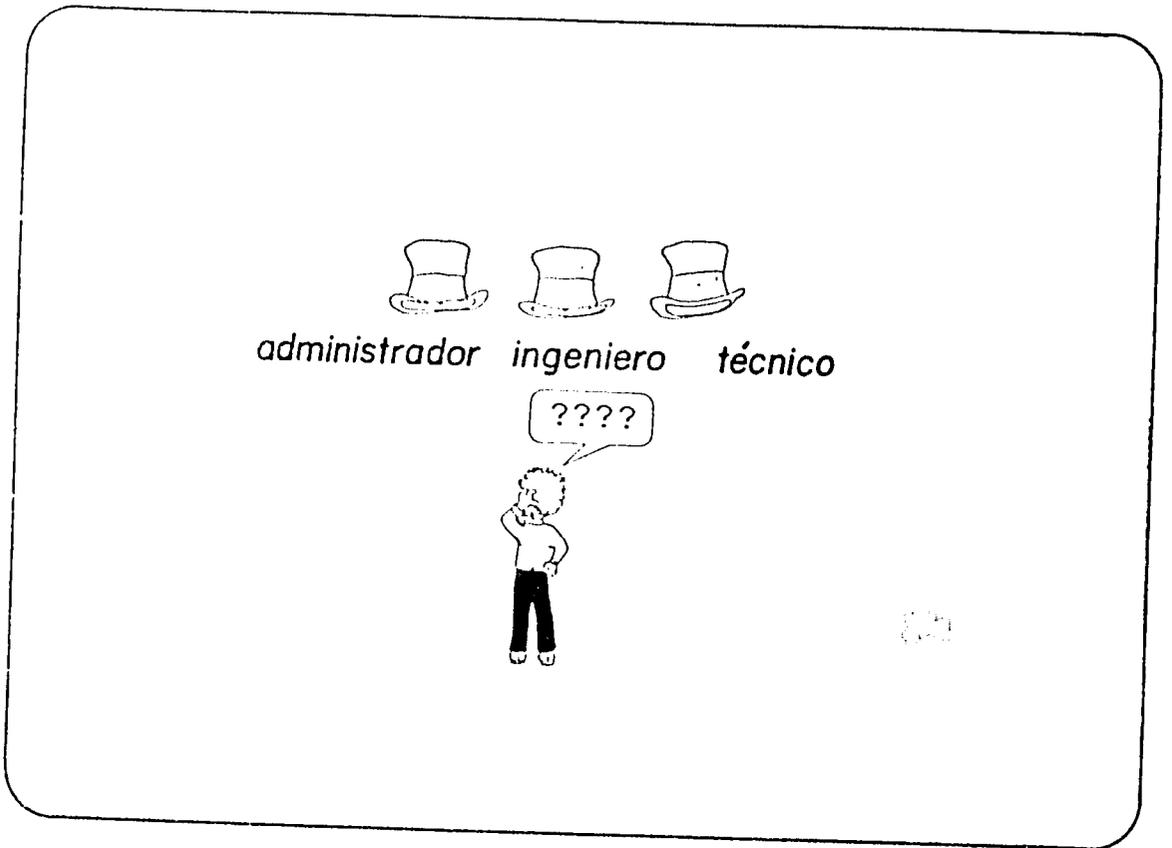
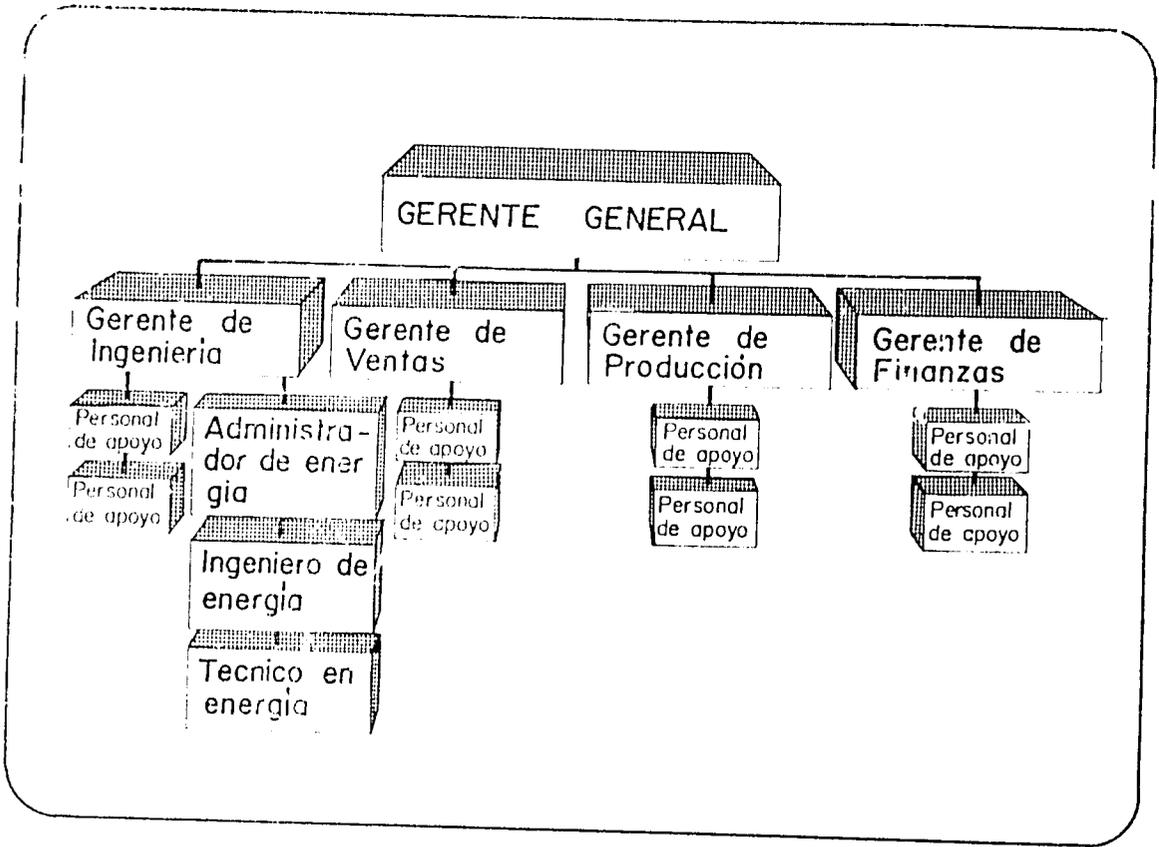


## METAS DEL ADMINISTRADOR DE ENERGIA

- desarrollar el programa de energía
- dar a conocer el programa de energía
- implantar el programa de energía

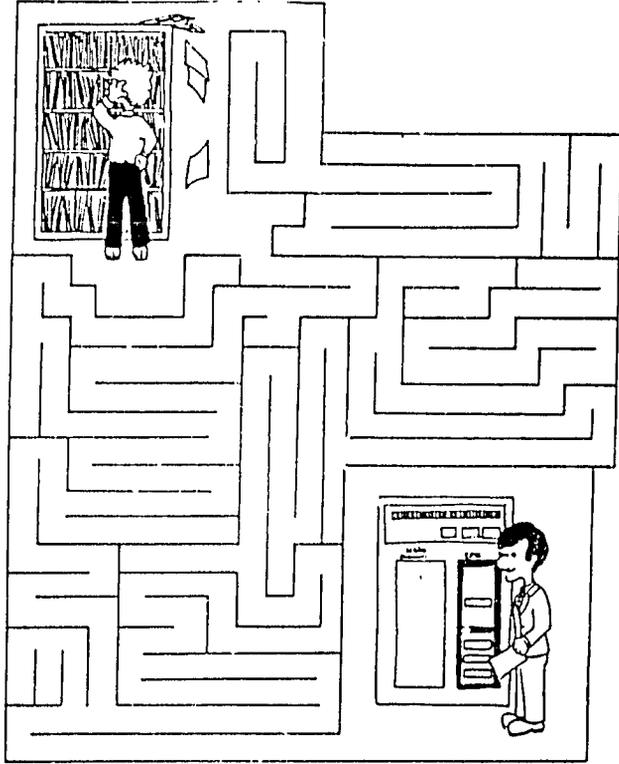
LA ORGANIZACIÓN VERTICAL GENERAL





# PLANEANDO

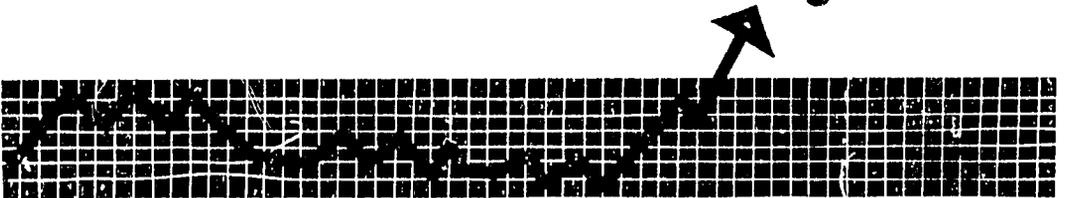
trazar  
el curso  
desde el  
estado  
actual al  
estado  
deseado



**¿COMO ESTA SU CASO  
ACTUALMENTE ?**

costo anual de energía

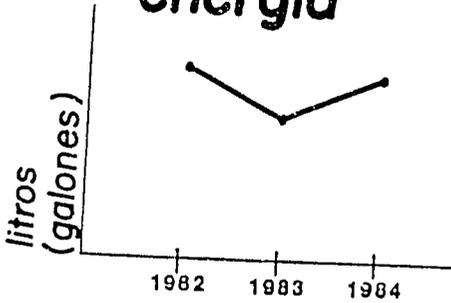
uso anual de energía



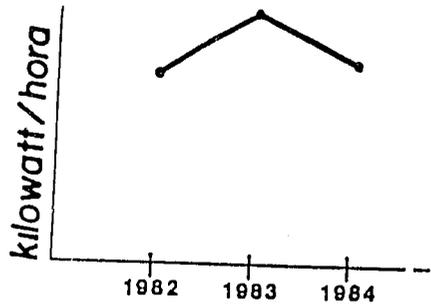


# ¿CÓMO ESTA SU CASO ACTUALMENTE?

## uso de energía



## electricidad



# ¿CÓMO ESTA SU CASO ACTUALMENTE?

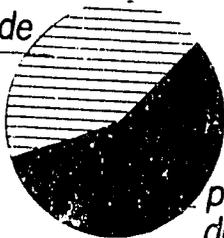


## uso de energía

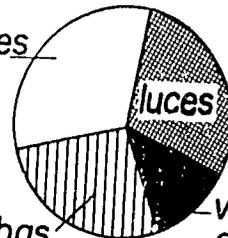
PETROLEO 13628 m<sup>3</sup>

ELECTRICIDAD 20 673,000 kWh

motores de diesel



compresores de aire

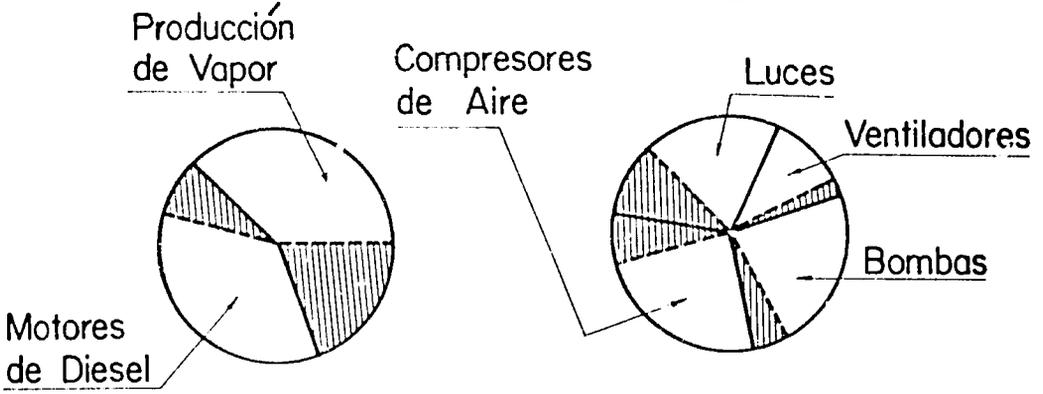


producción de vapor

bombas

ventiladores

# ¿Cuál es su meta?



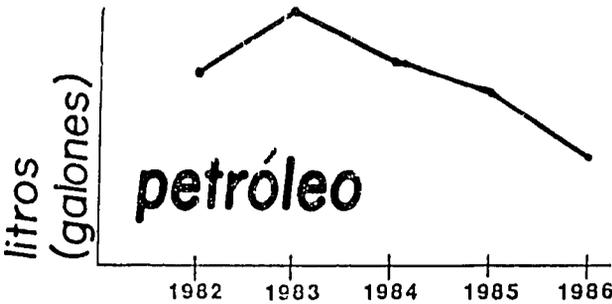
**PETROLEO**  
13 628 m<sup>3</sup>

**ELECTRICIDAD**  
20 673 000 kWh

## USO DE ENERGIA



# ¿CUAL ES SU META?



## USO DE ENERGIA



**NO OLVIDE:**

**el rubro de energía  
afecta el balance de sus  
cuentas**

## **Informe de gastos/utilidades de una corporación**

### **\* UTILIDADES**

Ventas	\$ CA	1,955,000
Intereses sobre activo	\$ CA	13,600
<b>Total de Utilidades</b>	<b>\$ CA</b>	<b>1,968,600</b>

### **\* GASTOS**

Material	\$ CA	529,000
Equipo	\$ CA	380,000
Salarios	\$ CA	660,000
Mantenimiento	\$ CA	442,000
<b>Total de Gastos</b>	<b>\$ CA</b>	<b>2 011,000</b>
Beneficios (pérdidas)	\$ CA	(42,400)

## INFORME DE GASTOS/UTILIDADES DE UNA CORPORACION (CON PROGRAMA DE ENERGIA EN MARCHA)

### \* UTILIDADES:

Ventas	\$ CA	1 955, 000
Intereses sobre activo	\$ CA	13, 600
Total de utilidades		\$ CA 1 968, 600

### \* GASTOS

Material	\$ CA	529, 000
Equipo	\$ CA	380, 000
Salarios	\$ CA	660, 000
Mantenimiento:		
Rep. y mantenimiento preventivo	\$ CA	195, 000
Energia	\$ CA	247, 000
Total de gastos		\$ CA 2 011, 000
Beneficios (pérdidas)	\$ CA	(42, 400)

## INFORME DE GASTOS/UTILIDADES DE UNA CORPORACION (CON PROGRAMA DE ENERGIA EN MARCHA)

### UTILIDADES:

Ventas	\$ CA	1 955, 000
Intereses sobre activo	\$ CA	13, 600
Total de utilidades		\$ CA 1 968, 600

### GASTOS:

Material	\$ CA	529, 000
Equipo	\$ CA	380, 000
Salarios	\$ CA	660, 000
Mantenimiento		
Rep. y mantenimiento preventivo	\$ CA	195, 000
ENERGIA	\$ CA	247, 000
Total de gastos		\$ CA 2 011, 000
Beneficios (pérdidas)	\$ CA	(42, 400)

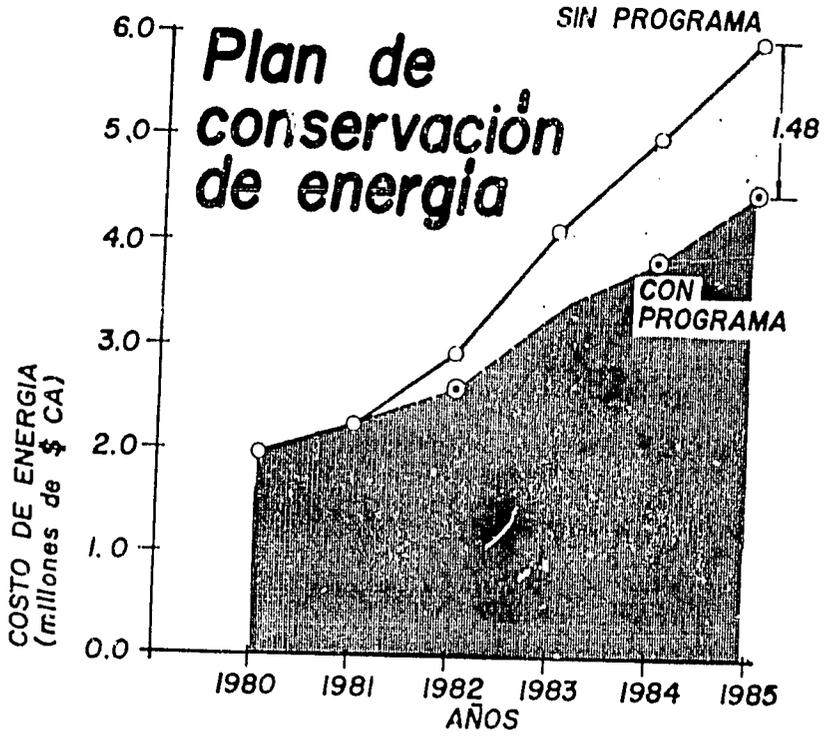
**30% de ahorro con  
mejoras de ENERGIA**

\$ CA 172, 900

\$ CA 1 936, 900

**\$ CA 31, 700**

**GANANCIA !!!**



1.2 LECTURA

### 1.2.1 La administración de energía en una empresa manufacturera descentralizada que usa energía en forma no intensiva

D. W. Priestley

Muchos negocios en los Estados Unidos son administrados en forma descentralizada. La compañía está dividida en unidades operativas según los productos y mercados. Todas las decisiones operativas y todas, salvo las decisiones de grandes inversiones, son tomadas por el director de las unidades operativas. El personal administrativo consiste, generalmente, en auditores, personal jurídico, planificadores a largo plazo, personal de impuestos y unos cuantos especialistas que prestan asesoría como consultores internos a las unidades operativas. Unos de estos especialistas es el Administrador de Energía de la empresa.

La Compañía McGraw-Edison es administrada en una forma descentralizada convencional. La compañía consiste en diez (10) divisiones dispuestas en grupos generales de productos. Los jefes de cada división toman la mayor parte de las decisiones operativas. Cada Jefe de División recibe información sobre funciones tales como fabricación, personal, comercialización, ingeniería, desarrollo de productos y compras, en cuanto respecta a su campo específico de negocios. Los Jefes de División rinden cuentas a tres Vicepresidentes Ejecutivos quienes, a su vez, son responsables ante el Presidente del Consejo Directivo. En el nivel más alto, solamente se formula la política general de operación. La mayoría del personal administrativo desempeña, en una forma u otra, funciones financieras. Existe también un Departamento Jurídico y un pequeño número de puestos permanentes que prestan asesoría a las divisiones. Unos de estos cargos es el Administrador de Asuntos Energéticos y Ambientales. McGraw-Edison es una compañía que no utiliza energía en forma intensiva. Los costos por concepto de energía son apenas el 2% de las ventas. La cuenta total por consumo de energía asciende a \$50 millones de dólares.

¿Cómo logra el Administrador de Energía mejorar la eficiencia energética en una compañía descentralizada, especialmente una en que la energía no es la mayor prioridad, ya que representa un moderado porcentaje del costo?

Primero y ante todo, el Administrador de Energía debe contar con el respaldo de los directores de la compañía. El Presidente o Director del Consejo Ejecutivo debe hacer saber a los jefes operativos y a los gerentes que la administración de energía cuenta con el pleno apoyo de la máxima Dirección. Se deben dar instrucciones para que el personal ejecutor asignado (coordinadores de energía) trabaje con el Administrador de Energía para mejorar la eficiencia energética en la unidad operativa. Aunque la administración de energía no tenga la máxima o ni siquiera una alta prioridad en la compañía, los esfuerzos del Administrador de Energía deben ser respaldados por los altos directores de la compañía.

En seguida, el Administrador de Energía debe establecer una relación positiva de trabajo y granjearse la reputación de cooperar con los jefes de división y los directores de primera jerarquía. Reconociendo que cada división tiene diferentes problemas apremiantes en cualquier momento, el Administrador de Energía debe estar a disposición de todas las divisiones en todo momento, pero en cada caso dado, debe trabajar con las que tienen el tiempo y los recursos para dedicarlos a la energía. Por ejemplo, en 1982 una de las líneas de productos de la McGraw-Edison tuvo un año sobresaliente en producción y ventas, un 40% más que cualquier año previo. Durante ese período el personal de la división no tuvo tiempo alguno ni recursos para dedicarlos a la administración de energía. La insistencia para que dedicaran tiempo a investigar proyectos de energía solamente habría creado animosidad contra la gerencia. Una vez que las transacciones comerciales retornaron a sus niveles normales, esta planta ha vuelto a poner atención a mejorar su eficiencia.

Los informes destinados a los jefes operativos y los gerentes deben redactarse en un formato que se ajuste a sus necesidades. Por regla general desean informes concisos de las condiciones existentes, y listas (a lo sumo de una página) de lo que puede realizarse, con costos y ahorros aproximados. Deben incluirse los detalles y los fundamentos de los cálculos, por si los gerentes desean ahondar el asunto. El Director de una unidad ejecutora de \$ 200 000 000 no tiene tiempo de leer extensos informes de

ingeniería de proyectos energéticos. Además hay que escribir en términos que comprenda el gerente. Nunca use joule y la Unidad Térmica Británica (Btu) o, peor aún, la segunda ley de termodinámica al tratar el tema. Expresese en términos monetarios: dólares de inversión, dólares de ahorro. Esto es lo que los gerentes desean saber.

Una regla básica al tratar con los gerentes de planta y jefes de división es no demostrarles lo mal que andan, a menos que sea un caso de extrema negligencia. Si un alto ejecutivo solicita un informe, el Administrador de Energía de la Compañía debería examinar con el jefe de la división o el gerente de planta el contenido de tal informe antes de entregarlo a su superior. Esta acción establecerá la confianza de los gerentes operativos en la confiabilidad del Administrador de Energía.

El Administrador de Energía también debe granjearse la colaboración de los ingenieros de planta y los gerentes de mantenimiento de las unidades operativas, porque éstas son las personas con las cuales tendrá que trabajar diariamente en la búsqueda y el análisis de proyectos de energía. Por regla general, el Coordinador de Energía de la planta hará una o ambas de esas tareas. Con el fin de desarrollar las relaciones de trabajo a largo plazo que se necesitan para alcanzar las metas de eficiencia energética, el Administrador de Energía no debe escatimar esfuerzo alguno para hacer más fácil el trabajo a sus colaboradores. Siempre que sea posible, debe realizar estudios para ellos, analizar proyectos, y ayudar a que las plantas obtengan la aprobación de los proyectos que desean. El Administrador de Energía jamás debe impartir órdenes al personal operativo, apremiarlos respecto a tiempo o atribuirse el mérito por los proyectos. Esto último podría parecer singular, pero es una de las formas más eficaces para combatir la temible mentalidad del "no se inventó aquí".

El Administrador de Energía debe reducir al mínimo su demanda del tiempo de los ingenieros de división. En particular, deben evitarse los formularios y las encuestas. En McGraw-Edison solamente se rinde un informe de energía al año. Cada planta indica cuántas unidades de cada forma de energía se

consumieron y cuál fue su costo, y también presentan una lista de los principales proyectos de energía que se emprendieron el año anterior. Los datos para uso de todas las plantas se recopilan y se envían a los ejecutivos de la compañía, mientras que la información del proyecto se distribuye a todos los Coordinadores de Energía. Esto permite que las plantas que desean cierto equipo para ahorrar energía consulten con otras plantas de la misma compañía que ya ha instalado tal equipo, y así logren obtener una evaluación de su eficacia.

En síntesis, el Administrador de Energía no debe olvidar nunca que está prestando sus servicios a las divisiones operativas. El Administrador de Energía no debe escatimar esfuerzo alguno para que las divisiones operativas ahorren dinero y para facilitar la tarea de los gerentes operativos y los ingenieros. Si el Administrador de Energía no reconoce esta función su permanencia en el cargo será breve.

Cambemos un poco el tema, pasemos a considerar la administración de energía en plantas que no utilizan la energía en forma intensiva. Mucho de lo que se ha escrito sobre administración de energía está orientado hacia las compañías en que la energía constituye una parte significativa de los costos de operación, tales como industrias de procesamiento y edificios de oficinas. Para estas compañías tienen mucho sentido las auditorías de energía en detalle, los documentos de planificación, el mantenimiento de registros, y la submedición de procesos y departamentos. Sin embargo, en una instalación en que la energía no se utiliza en forma intensiva se debe administrar este recurso en una forma menos detallada. Los esfuerzos de la administración de energía deben estar en consonancia con el monto de los ahorros posibles.

En primer lugar, hay que definir los términos energía intensiva y energía no intensiva. A falta de una norma ampliamente aceptada, una forma de definirlos es según el porcentaje que represente la energía en los costos totales de operación. Según la opinión del autor, si este porcentaje es

menor del 5 %, la planta no usa energía intensiva; si es mayor que el 10 %, la planta usa energía intensiva. Entre estos porcentajes se encuentra un intervalo incierto, pero si el porcentaje de energía de los costos de operación es del mismo orden de magnitud que la mano de obra directa o materiales, entonces se consideraría como una operación de energía intensiva.

Una operación también se puede catalogar según el uso de la energía. Si la mayor parte del uso de energía corresponde a costos indirectos, tal como la iluminación o aire acondicionado y calefacción, entonces una planta cuyo uso de energía está en el intervalo incierto con respecto al porcentaje de costos debe considerarse como no intensiva. Por otra parte, si la mayoría de la energía se consume en la elaboración de productos, entonces la planta debe considerarse como una operación de energía intensiva y el uso de su energía debe administrarse en la forma que corresponde.

Sea cual fuere la magnitud o el monto de la cuenta por energía de una operación, en la McGraw-Edison un programa de energía eficaz siempre sigue las mismas etapas generales.

1. Creación de respaldo proveniente de los administradores operativos.
2. Uso de la auditoría de energía
3. Análisis de los costos y los ahorros de las oportunidades de conservación de energía (OCE) paralelos.
4. Ejecución de conservación de energía de la OCE.
5. Medición e informes del uso de la energía.

Consideremos, en primer lugar, una acción de administración de energía apropiada para una planta de consumo no intensivo de energía que tiene una cuenta anual mayor de \$ 500 000. Este tipo de operación, a pesar de que no es intensiva, tiene una gran cuenta de energía debido al tamaño de la operación. Una planta de este tamaño merece un programa completo de energía en vista de los ahorros posibles. La experiencia

en McGraw-Edison indica que una planta manufacturera típica puede reducir su consumo de energía en un 30% de lo que usaba antes de 1978, mediante cambios operativos e inversiones de capital, con un período de recuperación de 3 años. Empleando esta regla empírica, cabe esperar que una fábrica con una cuenta de energía de \$ 500 000/año podría lograr un ahorro de \$ 150 000/año después de haber llevado a cabo todas las OCE viables. Este posible ahorro justifica que las etapas señaladas anteriormente sean llevadas a la práctica en la siguiente forma detallada:

1) Creación de respaldo proveniente de los administradores operativos

El apoyo entusiasta del gerente de planta es un requisito previo para un programa de éxito, ya que en un ambiente descentralizado éste será llevado a la práctica por el personal operativo. Este apoyo puede derivarse del deseo de las unidades operativas de reducir sus costos o bien de una orden de la alta gerencia para mejorar la eficiencia energética. El interés inicial debe ser mantenido por el Administrador de Energía mediante el enfoque bosquejado en la primera parte de este trabajo.

2) La auditoría de energía

En una compañía que no emplea energía en forma intensiva, no es apropiada una auditoría detallada a fondo, incluso aunque sea una instalación grande. El trabajo necesario para generar detalles sumamente precisos no dará por resultado una mejora en la eficiencia energética para este tipo de instalación. En el tipo apropiado de auditoría para este caso, se analiza el uso de los equipos principales con una precisión de más o menos 15 %, y se indentifican posibles oportunidades de conservación de energía (OCE) para posterior investigación. Casi todos los datos que se recogen provienen de las placas de características del equipo, sus especificaciones, y las conversaciones con las personas que lo manejan; la medición detallada es raramente necesaria para los propósitos de este tipo de auditoría. Además, las horas de operación previstas para un equipo se establecen casi siempre como

una estimación con un gran margen de incertidumbre; el buscar un mayor grado de exactitud a partir de otros insumos, aparte de los cálculos de consumo, sería una pérdida de tiempo.

En esta auditoría se emplean muchas reglas empíricas y atajos a fin de mantener bajos los costos de la investigación y obtener resultados dentro de un margen aceptable de precisión. Por ejemplo, el costo medio por kilovatio hora se usa para cargas tales como iluminación, aire acondicionado y calefacción, y maquinaria de producción que funciona continuamente. Asimismo, cuando se estima el consumo de las máquinas eléctricas se reduce la capacidad normal de todos los motores a un 70% del indicado en la placa de características. Aunque no son rigurosamente exactos, estos pasos son buenas aproximaciones y ahorran tiempo. Por regla general, se necesitan dos días para recabar datos en una planta con una cuenta de energía de \$ 500 000 por año y, proporcionalmente, muchos más días para una planta mayor. Por cada día que se pasa en la planta recabando datos, se requieren por lo menos dos días completos para analizar, calcular y redactar un informe en que se indique dónde y cómo se consume la energía en la planta.

### 3). Análisis de costos y ahorros de las OCE posibles

Las discusiones con personal operativo (incluso el ingeniero de planta, el ingeniero manufacturero o industrial, y el supervisor de mantenimiento, los operadores de máquinas y otros trabajadores de producción) y las observaciones hechas durante la auditoría deberían identificar casi todos las OCE y los cambios operativos que deparan un posible ahorro energético. En este momento, las estimaciones de costos y ahorros pueden ser burdos: más o menos 20% es adecuado. A estas alturas también deben señalarse los problemas evidentes de operación y mantenimiento o los beneficios marginales como, por ejemplo, la mejora de la comodidad del empleado, que se derivaría de la OCE.

Ahora ya se puede elaborar un Plan de Energía para la instalación. Este plan puede integrarse a la auditoría o puede ser un documento y una investigación separados. En el plan se clasificarían las posibles oportunidades de conservación de energía y los cambios operativos, según varios niveles de prioridades; primero los cambios operativos sin costo alguno, luego los rubros con costos, los proyectos de inversión de capital con un rápido período de recuperación (menos de 2.0 años) y, finalmente, los proyectos de capital que deparan retornos de inversión menos atractivos. Con base en estas prioridades, la administración de la planta formula un cronograma de ejecución.

#### 4) Ejecución

En seguida la planta lleva a cabo los proyectos por orden de prioridad. Es en este momento cuando podría necesitarse un análisis con más detalle de algún proyecto específico. Ya que la mayoría de las fábricas grandes tienen una capacidad de ingeniería adecuada, se deja a las plantas la realización del análisis en detalle.

Naturalmente, el Administrador de Energía está disponible para consultas. En muchos casos no se requiere un análisis en detalle. La profundidad del análisis debería reflejar el efecto que un detalle adicional tendría en la decisión de si se aprueba o no el proyecto. Por ejemplo, los proyectos cuyo costo inicial y estimaciones de ahorro indican un período de recuperación de 6 meses, con una precisión de más o menos 50%, no requieren de más análisis para evaluar su mérito. Por otra parte, cuando las estimaciones iniciales indican costos de proyecto de seis cifras y períodos de recuperación previstos de unos 2 años, deben obtenerse cotizaciones específicas de parte de los proveedores e investigar a fondo las estimaciones de ahorros.

### 5) Medición del uso de la energía

El Coordinador de Energía de la planta debe llevar un registro mensual del consumo y costos de la energía y rendir un informe al gerente de planta. El consumo debe ser ajustado, si es posible, al nivel de producción y/o al tiempo. Esto se realiza más fácilmente cuando el combustible para calefacción se puede utilizar separadamente, ya sea por medición en detalle o porque se trata de un combustible de uso exclusivo. Surgen dificultades cuando se intenta comparar el consumo de energía usada en la producción. A diferencia de las industrias de procesamiento, es difícil, muy a menudo, en industrias de fabricación, hacer mediciones coherentes de la producción. Algunas veces se puede usar un medio indirecto tal como las horas de trabajo directas, pero aún así el cálculo no es muy exacto. Aunque no se hagan ajustes, el registro del consumo bruto de energía es importante para discutir cualquier desviación significativa y mostrar la tendencia a largo plazo de la mejora de la eficiencia.

En un caso de tamaño mediano, que se define como uno en que la empresa tiene una cuenta de energía entre \$ 100 000 y \$ 500 000, el procedimiento es similar, pero con menos detalles. Una diferencia estriba en que una planta típica de tamaño mediano no cuenta con un ingeniero de planta de tiempo completo. Normalmente, las tareas de la planta se asignan a los ingenieros industriales o a la persona a cargo del mantenimiento. Debido a esto, el Administrador de Energía frecuentemente tiene que proporcionar más detalles sobre cualquier proyecto dado para ayudar al operador al terminar el trabajo. Las cinco etapas se colman en menos detalles de la manera siguiente:

#### 1) Creación del respaldo proveniente de los administradores operadores

No hay diferencia sustantiva entre las plantas medianas y las plantas grandes.

## 2) La auditoría de energía

El énfasis en la planta mediana se aparta aún más de un estudio en detalle del uso de la energía y se inclina hacia la identificación de las OCE potenciales. El consumo de la energía se desglosa en principales áreas de consumo con el mero propósito de encauzar la atención a donde existan las oportunidades de ahorro. Mediante el uso de la experiencia y las reglas empíricas, la obtención de datos puede realizarse usualmente en una visita de un día.

## 3) Análisis de costos y ahorros de OCE posibles

Al igual que para las plantas grandes, se calculan estimaciones burdas de costos y ahorros de proyectos y éstos se clasifican en orden de prioridad. Este plan se incluye generalmente en el mismo documento que la auditoría.

## 4) Ejecución

Debido a que en estas plantas medianas el Coordinador de Energía es generalmente un ingeniero industrial o manufacturero con múltiples responsabilidades, el Administrador de Energía debe proporcionar frecuentemente una amplia ayuda en la etapa de ejecución. Esto consiste usualmente en un análisis detallado de costo y de los ahorros, que se necesita para las solicitudes de inversiones de capital y para ayudar en la selección de los proveedores.

## 5) Medición del uso de la energía

Al igual que en el caso de una planta grande, el consumo de energía debe vigilarse y reportarse mensualmente al administrador de operaciones. Se recomiendan los ajustes por fluctuaciones de tiempo y producción que puedan tener un efecto importante en el consumo de energía, siempre y cuando los cálculos sean sencillos y directos.

Las instalaciones con una cuenta de energía menor de \$ 100 000 no cuentan, por lo general, con mucha capacidad de ingeniería, por lo que el trabajo detallado debe ser realizado por el Administrador de Energía. El monto de la cuenta por energía significa que el potencial de ahorro se sitúa usualmente entre \$ 20 000 y \$ 30 000. Debido a estos factores, se adopta un enfoque "muy selectivo".

1) Creación del respaldo proveniente de los administradores operativos

El apoyo activo del gerente de planta en una instalación pequeña es aún más importante que en una grande. Debido a que las instalaciones pequeñas tales como bodegas, oficinas y talleres de reparación no cuentan, por regla general, con personal de ingeniería, el Gerente de planta desempeña el cargo de Coordinador de Energía juntamente con sus otras funciones. La clave para obtener apoyo aquí consiste en reconocer estas múltiples funciones y proporcionar al gerente de planta un conciso conjunto de recomendaciones que puedan ponerse en práctica fácilmente. Afortunadamente, la experiencia indica que el gerente de una instalación pequeña está muy anuente a recibir asistencia debido a la falta de personal de ingeniería.

2) La auditoría de energía

Esta etapa se reduce a una rápida inspección para determinar dónde se utiliza la energía e identificar incluso una media docena de proyectos que podrían al parecer proveer un atrayente retorno de la inversión. No se prepara ningún documento o informe sobre el uso de la energía.

3 y 4) Análisis de costos y ahorros de la OCE. Ejecución

Debido a la falta de personal de planta para efectuar un análisis, le toca al Administrador de Energía estimar los costos y ahorros, buscar proveedores de equipo o servicios, solicitar ofertas, y evaluar las propuestas para determinar su mérito técnico. No se prepara un plan de energía sino

solamente una lista de proyectos recomendados y toda la información que necesitan el gerente de planta y sus superiores para decidir si los llevan a la práctica.

#### 5) Medición del uso de la energía

El único mantenimiento de registros que se requiere en instalaciones pequeñas es el Informe Anual al Administrador de Energía sobre el uso total de la energía y una lista de las oportunidades de conservación de energía (OCE) que llevaron a la práctica durante el año anterior. Se recomienda que el gerente de planta examine mensualmente las cuentas de energía y que solicite la ayuda del Administrador de Energía si alguna cuenta está en desacuerdo.

Los parámetros bosquejados al principio de este trabajo se reflejan en el enfoque adoptado para plantas de diferente tamaño. El Administrador de Energía está a disposición para complementar con su conocimiento especializado las capacidades del personal de planta a fin de llevar a feliz término la tarea de mejorar la eficiencia energética. La asistencia a las plantas grandes conlleva menos detalles porque, en general, cuentan con mayor capacidad técnica. Por otra parte, se proporcionan más detalles a las plantas pequeñas. En todos los casos la meta no es involucrar al personal de la compañía en la administración de la planta, sino más bien proveer la información necesaria para ayudar al personal operativo a realizar su propio trabajo.

1.3 INFORMACION DE FONDO

1.3.1 Hoja de trabajo No. 1

COMPARACION DEL USO DE LA ENERGIA

TIPO DE INSTALACION	Productos alimenticios	_____
	Refinería	_____
	Bebidas	_____
	Productos químicos	_____
	Textiles	_____
	Otros	_____

COSTO ANUAL DE LA ENERGIA  
(período de 12 meses)    \$CA \_\_\_\_\_

USO DE LA ENERGIA		TARIFA
Electricidad	_____ kilowatt-hora	_____
Aceite combustible		
Diesel	_____ litros	_____
Bunker	_____ litros	_____
Gasolina	_____ litros	_____
Propano	_____ litros	_____

AREA DE INSTALACION \_\_\_\_\_ metros cuadrados

PRODUCCION ANUAL DEL PRODUCTO:

Ventas	\$CA _____
Producto	_____

INDICES DE UTILIZACION:

ICUE		IUE	
<u>Calculado</u>	<u>Real</u>	<u>Calculado</u>	<u>Real</u>
_____	_____	_____	_____

### 1.3.2 Indices de utilización

Los INDICES DE UTILIZACION son parámetros claves para comprender la dinámica histórica de la energía en su instalación y, aún más importante, para comparar su instalación con otras semejantes.

Las diferencias entre ICUE e IUE de lugares comparables arrojan luz en el potencial a largo plazo para ahorrar energía.

- ICUE = Índice de Costo de Utilización de Energía

Este es el medio más fácil y rápido para observar el uso de energía en su instalación y compararlo con otras.

$$ICUE = \frac{\$CA}{\text{metros cuadrados}^*}$$

$$ICUE = \frac{\text{Costo anual de la energía usada en la instalación (Bunker, electricidad, propano, diesel)}}{\text{Metros cuadrados brutos del espacio de la instalación}}$$

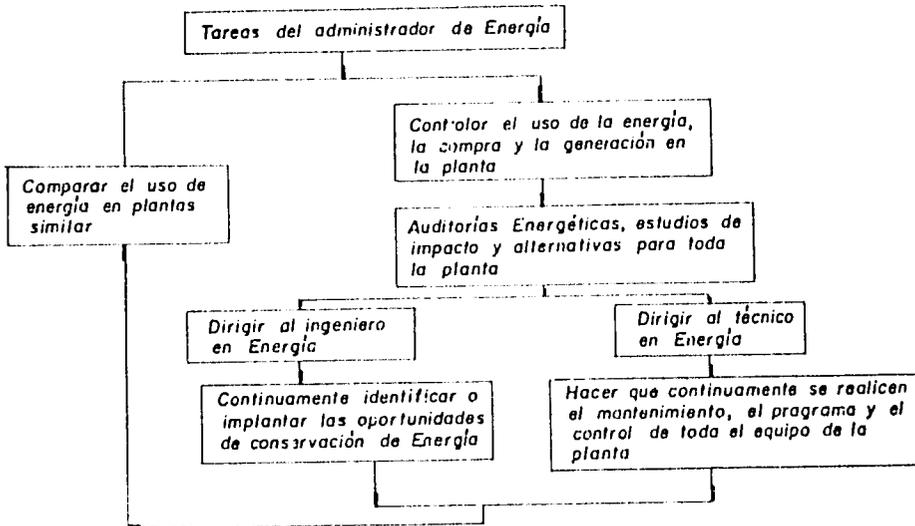
- IUE = Índice de Utilización de Energía

Este es un tanto más difícil de calcular, pero es sumamente útil en términos de comparación y cálculos de los ahorros potenciales de energía.

$$IUE = \frac{\text{Uso de energía (anual)}}{\text{metros cuadrados}^*}$$

$$IUE = \frac{\text{Bunker (litro} \times 41.81 \frac{\text{MJ}}{\text{L}}) + \text{Diesel (litro} \times 38.47 \frac{\text{MJ}}{\text{L}}) + \text{Propano (litro} \times 25.64 \frac{\text{MJ}}{\text{L}}) + \text{electricidad (kWh} \times 0.95 \frac{\text{MJ}}{\text{kWh}})}{\text{Metros cuadrados brutos de espacio de la instalación}^*}$$

\* Advierta que el denominador del cálculo IUE puede cambiarse a cualquier parámetro de datos de la instalación (como ganancias, ventas, volumen de producción, etc.)



## TAREAS Y RESPONSABILIDADES DEL ADMINISTRADOR DE ENERGIA

1.3.3

### 1.3.4 Potencial de mejora del uso de la energía en instalaciones industriales

#### - Compra de energía

Se fundamenta probablemente en las estructuras de tarifas que establecieron hace algunos años las empresas de servicio público. Debido a la complicada política de precios que ha evolucionado a lo largo de los años, los ahorros derivados de una reestructuración de las facturas de la empresa de servicios públicos variará entre el 1% y el 5% del costo actual de la energía.

#### - Generación de energía

La mayoría de las instalaciones industriales tienen un importante potencial para cogeneración (potencia generada internamente y recuperación de calor). El ahorro en el costo real de la energía puede alcanzar hasta el 20%. Lo más importante es la independencia energética derivada de este servicio descentralizado, que es propiedad de la compañía y es manejado en la instalación.

#### - Administración

El fomento y la vigilancia de la conservación de la energía en una instalación grande es una tarea muy complicada. Sin embargo, proporciona ahorros sustantivos. Se logra, por lo general, de cinco a veinte por ciento de ahorros en el consumo de energía como resultado del mantenimiento preventivo y el aumento de la atención de los empleados en la conservación.

#### - Conservación

Este campo se divide en dos partes:

- a. Se pueden identificar cambios de operación y mantenimiento que a un bajo costo pueden redundar en reducciones del 5% al 10% en el uso total de la energía de la instalación

- b. Proyectos de mejora que requieren inversión de capital, los cuales incluyen sistemas de diseño optimizados, iluminación mejorada, recuperación de calor y cambios de producción; esto podría lograr ahorros de energía entre 10% y 30%.

1.3.5 Hoja de trabajo No. 2

## CONSIDERACIONES EMPIRICAS Y FACTORES DE CONVERSION

1 INTENSIDAD LUMINOSA

21.5 joule/metro cuadrado = 2 watt/pie cuadrado

2 NIVELES DE LUMINARIAS

	lux (lx)	pie candela (fc)
Vestíbulo	53.82 - 215.28	5 - 20
Oficina	322.92 - 10176.39	30 - 100
Salón de entrada	322.92	30
Bodega	107.64	10
Montaje	322.92 - 538.20	30 - 50

3 PRESUPUESTO

10% de la cuenta total de energía

Presupuesto para el año entrante: \$CA \_\_\_\_\_

4 AHORROS

Posible ahorro: 10% a 40 \$ (ver hoja anterior)

Cálculos sencillos para "orden de magnitud"

Período de recuperación = costo/ahorros

5 FACTORES DE CONVERSION

	Para Convertir	A	Multiplique por
Electricidad	joule	kilovatio-hora	2.777 777 E-07
Aceite Combustible			
Diesel	joule/litro	Btu/galón	2.597 403 E-08
Bunker	joule/litro	Btu/galón	2.391 658 E-08
Propano	joule/litro	Btu/galón	3.899 443 E-08
Capacidad	litro	galón	0.264 201 E+00
Energía	joule	Btu	9.478 170 E-04

## 6 DEFINICIONES

### - JOULE

Un joule es el trabajo producido por una fuerza de un newton cuyo punto de aplicación se desplaza un metro en la dirección de la fuerza. (1J:  $1\text{N}\cdot\text{m}=1\text{m}^2 \text{Kg/s}^2$ ). Como unidad de energía térmica, 4.186 joules equivalen a 1 caloría.

### - Btu

La Unidad Térmica Británica (Btu) es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de una libra de agua de  $63^\circ\text{F}$  a  $68^\circ\text{F}$ .

Un Btu es equivalente a  $1.055 \times 10^3$  joule (para fines de análisis de conservación de energía).

1.3.6 Características generales de iluminación

<u>Tipo de lámpara</u>	<u>Intervalo de vataje</u>	<u>Lúmenes iniciales por watt incluye pérdidas de vataje</u>	<u>Vida útil media (horas)</u>
Sodio de baja presión	18 - 180	62 - 150	12 000 -18 000
Sodio de alta presión	35 - 1 000	51 - 130	7 500 -24 000
Haluro metálico	175 - 1 500	69 - 115	7 500 -20 000
Vapor de mercurio			
Estándar	40 - 1 000	24 - 60	12 000 -24 000
Autobalastada	160 - 1 250	14 - 30	10 000 -20 000
Fluorescente			
Estándar	20 - 215	63 - 95	9 000 -20 000
Autobalastada	8 - 44	22 - 50	7 500 -18 000
Incandescente	60 - 1 500	13 - 24	750 - 3 000

## 2. EL COMITE DE CONSERVACION DE ENERGIA

### 2.1 MATERIAL AUDIOVISUAL

- 2.1.1 El comité de Energía - ¿ Qué hace ?
- 2.1.2 Composición y desarrollo del Comité de Energía
- 2.1.3 Programa de incentivos energéticos
- 2.1.4 Boletín del Comité de Energía

### 2.2 LECTURA

- 2.2.1 "Un modelo de motivación para conservación de energía en una empresa", por cortesía de L.A. Janicke y la Asociación de Ingenieros de Energía.

### 2.3 INFORMACION DE FONDO

- 2.3.1 Carteles promocionales

2.1 MATERIAL AUDIOVISUAL

# COMITE DE ENERGIA

PROPOSITOS

OBJETIVOS

## PROPOSITO :

AYUDAR AL ADMINISTRADOR DE ENERGIA  
EN EL DESARROLLO Y EJECUCION DE  
UN PROGRAMA DE ENERGIA

## **OBJETIVOS :**

1. Despertar el interés de los empleados.
2. Promover el convencimiento de los gerentes
3. Asegurar la actividad continua de todos los departamentos.
4. Vigilar que todos los departamentos cumplan las regulaciones sobre energía .

## **COMITE DE ENERGIA**

¿ Por qué tenerlo ?

¿ Qué hace ?

¿ Cómo formar el comité ?

## ¿ POR QUÉ TENERLO ?

¡¡ Porque afecta el balance de sus cuentas !!

## ¿ QUÉ HACE ?

Motiva a la gente para que voluntariamente ahorre energía

## ¿CÓMO?

Instruyéndoles en el hecho simple de que la compañía gasta en energía :

\$CA \_\_\_\_\_ por año

## ¿CÓMO?

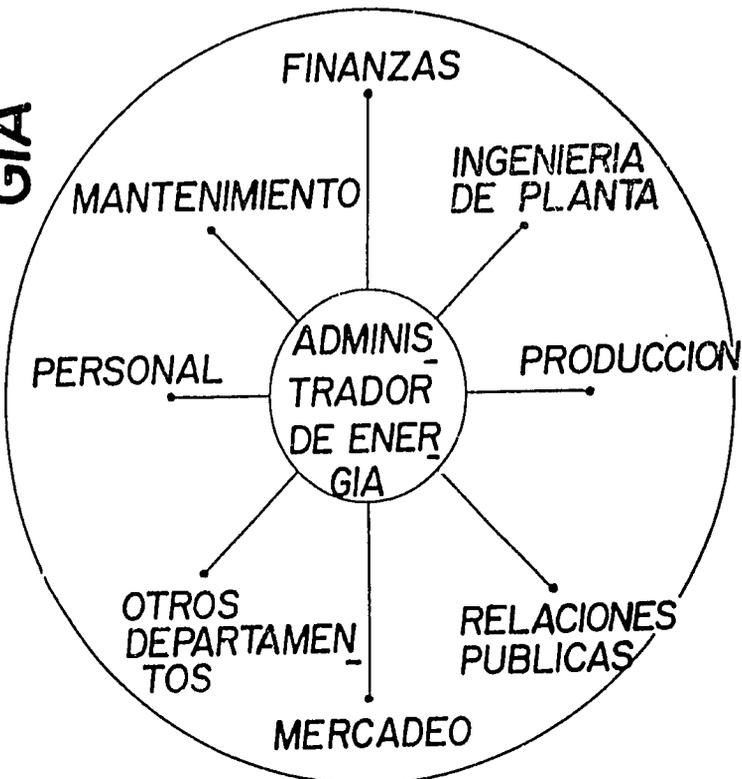
Enseñándoles a considerar la conservación de energía como un AHORRO personal , no como un SACRIFICIO personal .

## TAREA CRITICA No. I

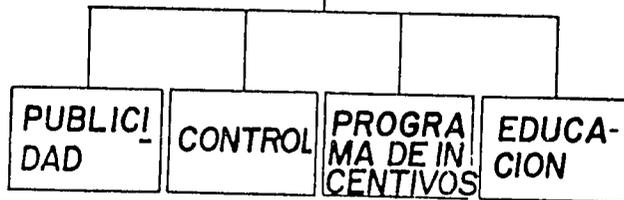
Vender la idea a la alta gerencia .

Vender la idea sobre una base de costo justificado .

**ESTRUCTURA DE  
UN COMITE DE ENER-  
GIA**



# FUNCI- NES DEL COMITE DE ENERGIA



## RECOMENDACIONES DEL PROGRAMA

Diseñar un logotipo .

Usar carteles.

Involucrar al gerente de más alto nivel .

Usar promoción educacional .

Por ejemplo: 4 boletines por año

Escoja cuidadosamente los incentivos del programa.

**EL BOLETIN DEBERA  
CUBRIR 3 TOPICOS  
IMPORTANTES :**

- *consejos para lograr ahorros de energía en el trabajo y en el hogar.*
- *monto de las facturas por energía consumida en la compañía.*
- *lista de ganadores en el programa de incentivos.*

SABIA USTED QUE LA ENERGIA PARA UN  
PERCOLADOR DE CAFE QUE HIERVE  
TODO EL DIA CUESTA

\$CA 1.15 por día  
\$CA 34.00 por mes  
\$CA 417.00 por año

## **INCENTIVOS : RELATIVOS A ENERGIA**

Bicicletas  
Calculadoras solares  
Calibradores para llantas  
Termos

Un montón de regalos pequeños es mejor que pocos regalos grandes.

## **COMITE DE ENERGIA**

**¿ POR QUÉ TENERLO ?**

Porque los individuos y departamentos pueden cambiar el consumo de energía sin que se incurra en costo de capital.

Porque los hábitos no se cambian rápidamente

y ...

La atención y la intervención de los empleados pueden generar ahorros de un 10% a un 30% .

2.2 LECTURA

### 2.2.1 Un modelo de motivación para conservación de energía en una empresa

L. A. Janicke

Entre 1973 y 1974, la época en que los precios mundiales del petróleo aumentaron enormemente, los norteamericanos recibieron un mensaje claro de que los días de energía abundante y relativamente barata habían pasado. Desde entonces, han sufrido escaseces ocasionales de petróleo y han presenciado un alza continua de los precios causante de un período largo y grave de inflación.

¿Cómo hemos reaccionado? Examinemos algunos de los hechos:

- \* El nivel de nuestras importaciones de petróleo ha permanecido prácticamente constante, expresado como porcentaje, aunque ha subido en términos absolutos.
- \* La opción de la energía nuclear, que alguna vez se consideró como una esperanza para el futuro, ha resultado muy cara e impopular, y ha predisposto contra ella a mucha gente que se preocupa por los riesgos que representa.
- \* La energía solar, que todavía está en su fase primitiva, resulta muy cara y su uso no es factible en algunas regiones del país.
- \* El empleo a gran escala de nuestros recursos de carbón, ha sido detenido por las preocupaciones sobre el daño al ambiente y por el costo de capital que se necesita.
- \* Aunque en un principio los norteamericanos se sintieron seriamente afectados por el alza rápida de los costos, en la actualidad han aprendido a considerar el costo de energía como uno de los rubros normales de sus presupuestos.
- \* La abundancia de combustible en el mercado actual está causando un efecto adverso en las costumbres de ahorro de energía. Esta abundancia se interpreta como un signo de que la crisis de energía ha pasado,

aunque en realidad la demanda y los precios han disminuido como resultado de una recesión mundial.

#### 2.2.1.1 La necesidad de un programa de motivaciones

Debido a que hemos vivido décadas de nuestra historia con energía barata y abundante, hemos llegado a considerar que es un derecho el derroche como estilo de vida. Durante el embargo del petróleo y la consecuente escasez de gasolina, muchas personas, incluso funcionarios de gobierno, aconsejaron que se ocuparan los campos petrolíferos extranjeros. No fue sino hasta que Detroit redujo el tamaño de la mayoría de los vehículos cuando, a regañadientes, cambiamos nuestros enormes autos equipados con ineficientes motores V-8.

Esta falta de voluntad para sacrificarnos, no es de sorprender. La vida en un ambiente de derroche, durante un tiempo largo, ha generalizado las costumbres de despilfarro, y ahora resulta difícil erradicarlas. Hemos disfrutado de un estilo de vida cómodo, en gran medida, como resultado de la abundancia y de la disponibilidad de energía. Y cualquier menoscabo de este tipo de vida se considera como un sacrificio.

Nuestras innovaciones tecnológicas y nuestros refinamientos de ingeniería han afrontado este problema mediante el desarrollo de diseños energéticamente eficientes y mediante el manejo por computadoras del consumo de energía. Algunas personas que consideran que el uso cada vez mayor de los computadores representa el advenimiento de las profecías de George Orwell, no ven esto con buenos ojos.

Mientras que no se manejen mediante computadores todos los aspectos del uso de la energía, la gente continuará derrochándola, unos por ignorancia y otros como protesta contra la amenaza a su forma de vida. Una consecuencia importante de esto es que mucha gente nunca creyó que realmente existiera una crisis energética, sino que todo era una confabulación de las grandes empresas para elevar los precios; estas falsas creencias han resultado justificadas por la pasajera abundancia de combustibles en el

mercado actual.

Para lograr que en los Estados Unidos exista un esfuerzo animoso y permanente de economizar energía, es necesario que previamente se alcancen algunas metas difíciles, pero alcanzables:

\* En vez de forzar a la gente a economizar energía, debemos motivarla para que lo hagan voluntariamente. Las normas forzosas, aunque sean bien intencionadas, siempre generan oposición.

\* Debe educarse a la gente respecto a los hechos verdaderos sobre los combustibles fósiles y el número reducido de opciones que tenemos. Deben comprender la naturaleza limitada de nuestros recursos y deben ser educados en los métodos que ellos pueden usar para economizarlos.

\* La economía debe verse como ahorro personal, en vez de como sacrificio personal.

\* Debemos enseñar que el uso de los recursos energéticos es un privilegio, no un derecho de nacimiento.

De nuevo: la tarea de lograr estas metas corresponde en realidad a las empresas norteamericanas. Sólo con su experiencia comercial y sus recursos, es posible diseñar e instalar con éxito los programas dirigidos a grupos manejables, dentro de los grandes sectores de la población.

Las recomendaciones siguientes dirigidas a la elaboración de tales programas no son teóricas, sino, por el contrario, el resultado de la experiencia obtenida, como asesores en la tarea de promover y lograr la cooperación voluntaria de los trabajadores. Aunque sea el caso de que las necesidades de la producción radiquen en el aumento de las ventas o el aumento de las condiciones de seguridad en el trabajo y en la salud, o en la economía de energía, se aplican los mismos principios de motivación: promover la aceptación voluntaria de metas mediante la educación; recompensar entonces el buen comportamiento mediante el uso de incentivos.

### 2.2.1.2 Hacer aceptables las ideas a la Gerencia Superior

El programa de motivación más cuidadosamente elaborado está condenado al fracaso prematuro, a menos que la Alta Gerencia acepte su necesidad y comparta sus objetivos.

El tipo más sencillo de un programa de motivación es aquel que se ha organizado para aumentar el volumen de ventas o extender el mercado. Son muy pocas las empresas que no consideren el crecimiento en términos de los ingresos que, naturalmente, se logran mediante un aumento en el volumen de las operaciones. Este tipo de programa, por lo tanto, es congruente con las metas de una empresa. Además, los resultados obtenidos en un caso así suelen ser mensurables, es decir, las ganancias se logran al alcanzar o exceder un volumen dado.

Por otra parte, el saldo contable resulta de una simple resta de los gastos y los ingresos, y el control de los gastos suele tener un efecto igual en las utilidades netas, en especial en las situaciones de competencia muy estrecha.

Dependiendo del tipo del negocio y del volumen de energía consumida, el control del uso de la energía puede representar una reducción significativa de los gastos. Aún así, la aplicación de un programa de incentivos en el campo de los gastos de un negocio, resulta una idea poco común a los ojos de los ejecutivos que, por otra parte, pueden ser muy competentes.

Según nuestra experiencia, es el Jefe Superior o el Jefe de Producción la persona que puede aceptar con mayor facilidad un programa de motivación cuyo fin sea reducir los gastos. Aunque esté muy ocupado con sus múltiples tareas, cualquiera de estas personas rápidamente reconocerá la importancia de un programa tal, siempre que esté bien concebido y que se justifique su costo.

Los beneficios indirectos derivados de un programa de motivación resultan difíciles de justificar, pero la energía es cuantificable y permite medición directa. En nuestros diseños y recomendaciones para diseño acostumbramos describir el rendimiento de los gastos en alguna manera que el cliente pueda medir directamente. De este modo es posible fijar un período de recuperación y compararlo con los de otras inversiones opcionales.

La gerencia intermedia tendrá pocas dificultades para que la Alta Gerencia tome en serio la propuesta de un programa si este está debidamente diseñado, tiene una adecuada estrategia de implantación y un programa de recuperación.

#### 2.2.1.3 La etapa del planeamiento

Resulta de mucha ayuda, durante la etapa preliminar del desarrollo de un programa, el contar con un plan escrito que tenga, como mínimo, los siguientes aspectos:

##### 1) Enuncie los objetivos

¿ Qué es lo que pretende lograr con la implantación de un programa de conservación de energía ? ¿ A quiénes se involucra ? ¿ Es apropiado emprender un programa piloto o aplicar un programa general ? Sus objetivos deben estar claramente enunciados antes de iniciar el diseño del programa.

##### 2) Establezca como desea medir los resultados obtenidos

Los resultados pueden dividirse en dos tipos: financieros (cuantificables) y no financieros (cualitativos). No debe cometer el error de instalar un programa antes de que los dispositivos de medición estén instalados en su sitio. El hecho de establecer sus metas antes de poner en marcha el programa, no sólo le permitirá saber objetivamente si se ha tenido éxito o se ha fracasado, sino que también le permitirá hacer ajustes en lo que resulte necesario, mientras que el programa esté en proceso.

3) Pida la colaboración de la Gerencia.

Suministre a todos los niveles de mando una descripción breve de sus ideas y pida que le den sus opiniones y consejos. No espere lograr unanimidad de opiniones en esta etapa. Lo que usted debe buscar es recoger ideas y enfoques valiosos que usted no ha considerado. Por otra parte, si usted solicita directamente la opinión de los ejecutivos y Gerencia, los predispone a aceptar que es necesaria su participación activa y su respaldo en el programa. Tome en cuenta, finalmente, que los ejecutivos que le dan sus ideas también están responsabilizándose en el éxito o en el fracaso del programa que se instale en última instancia.

4) Determine el conjunto de recursos de que dispone.

Los programas que tengan éxito son sumamente detallados y complejos, y es preferible dejar que los hagan los expertos que tienen antecedentes profesionales de éxito. Esto no significa que sea necesario contratar a un experto ajeno a la empresa. Muchas compañías cuentan con excelente personal experimentado en comunicaciones dentro de la empresa y en diseño gráfico. Cuando examine la posibilidad de usar los recursos internos, consiga un presupuesto de los costos. En términos contables los contratos que se hagan con los departamentos de la empresa, no deberán ser distintos de aquellos que se hicieren con empresas ajenas.

5) Haga un cálculo de la inversión necesaria.

Como en la industria moderna no se acostumbra considerar la maquinaria ni los programas de motivación como provisionales, usted no debe hacerlo, a menos que anticipadamente espere un fracaso. Un programa bien diseñado consiste en muchos elementos interrelacionados, y cada uno de ellos cuesta dinero. Si usted ha calculado un plan de retorno, habrá hallado un período tolerable durante el cual se recuperará la inversión hecha en el programa. Estos cálculos le permitirán saber cuál es el nivel de inversión.

- Recomendaciones para el programa.

A continuación se muestra un resumen del contenido característico de un programa de incentivos para un programa de economía energética. Ha sido elaborado para educar a los empleados en el uso de técnicas prácticas de economía energética, y para recompensarles por su comportamiento constructivo. En los programas diseñados para la "Brooklyn Union Gas Company y para Merck and Company", se manejaron elementos análogos a los que se describen a continuación.

1) Diseñe un logotipo y una frase característica.

Debe desarrollarse un logotipo y una frase característica, los cuales deben usarse en todos los documentos del programa. Estos elementos confieren identidad e importancia visible al programa; y dan unidad a todos los materiales que se usarán y a todas las comunicaciones que se hagan.

2) Carteles provocadores.

El propósito de un cartel provocador es crear curiosidad e interés acerca de un programa, antes de que sea anunciado. El primer cartel deberá ser muy vago y aludirá al nombre del programa y a otras pocas cosas, menos a una fecha de inicio. El segundo cartel deberá sugerir las recompensas que pueden ganarse en el programa. En ninguno de estos carteles debe darse detalles.

Ambos carteles deben tener un diseño gráfico bien definido, una impresión multicolor hecha en un papel de buena calidad. Ya que ésta es la primera presentación del programa, resulta muy importante que se dé una imagen de calidad.

Se recomienda que estos carteles provocadores sean colocados en varios lugares para que llamen la atención, por la insistencia. El tiempo también es importante. El primer cartel deberá ser colocado un mes antes de que el programa sea implantado. El segundo cartel reemplazará al primero dos semanas más tarde.

Para obtener los mejores resultados del uso de estos provocadores, pídale a los gerentes su cooperación en el sentido de no revelar anticipadamente los detalles del programa.

3) Involucre al Gerente General y al Gerente de Producción.

El involucrar a estas dos personas y recibir su respaldo, es un elemento importante en la puesta en marcha de un programa de motivación. Además de la vía que se escoja para anunciar oficialmente el programa cualquiera que sea la forma que se elija para ello, recomendamos que estos funcionarios envíen una carta breve a cada empleado con la explicación de la lógica del programa, sus objetivos, y la descripción general del contenido del mismo.

4) Organice eventos educativos.

Recomendamos que para un programa típico de un año de duración se realicen cuatro eventos educativos (uno cada trimestre). Estos eventos deberán tener la característica doble de ser de divulgación y de promoción. Los empleados recibirán una lista de sugerencias para ahorrar energía que puedan aplicar en sus casas o en sus automóviles, dirigidas a que disfruten de la satisfacción de conseguir ahorros personales mensurables mediante la economía de energía.

Por regla general, se combina un boletín con un estímulo a los empleados para que participen en alguna forma de juego o acertijo sobre el tema de la economía de energía. Se entrega un número predeterminado de premios mediante un sorteo en el que participan todos los empleados que han tomado parte y que han triunfado en la prueba en un 100%.

En este asunto en particular se intenta lograr algún fruto directamente del tercer evento educativo, en el cual se pide a los empleados proponer sus mejores ideas personales para economizar energía en el trabajo. Los premios se otorgan entonces en base a los méritos y el potencial de ahorro de las ideas, a juicio de una persona calificada que trabaje en la

compañía del cliente.

#### 5) Elija cuidadosamente los incentivos

Cuando es posible, es mejor que los incentivos tengan relación con el tema del programa. En el diseño de este asunto, se recomienda el uso de incentivos que tengan que ver directamente con el ahorro de energía o con la energía. En el primer grupo, por ejemplo se han ofrecido bicicletas, calculadoras que funcionan con energía solar, y calibradores para llantas; en el segundo se han ofrecido termos, parrillas portátiles operadas por gas y gorras tejidas de lana.

A continuación se presentan otras tres recomendaciones tocantes a los incentivos.

##### a. Mida el grado de popularidad

A través de investigaciones y de consultas informales, se analiza la popularidad de un grupo de premios comparado con grupos similares. Los artículos que resultan poco populares se sustituyen de inmediato.

##### b. Compre calidad

Los incentivos de marca desconocida y de baja calidad sólo provocarán comentarios negativos y un grado deficiente de cooperación entre los participantes.

##### c. Use premios de dos categorías de valor.

En cada promoción, se ofrecen unos pocos premios de alto precio y muchos premios de bajo precio. Aunque se entregan sólo pocos "Premios Mayores" en cada concurso, actúan como un cebo que provoca la máxima participación.

Sobre el mismo tema, es necesario dejar claro no recomendar el uso de dinero como incentivo. Aunque no se explica con detalles en este documento,

la experiencia indica que el dinero no funciona tan bien como los artículos.

6) De inmediato, publique la lista de ganadores

Para el éxito del programa es esencial crear y conservar la credibilidad. Así que, inmediatamente que se haya terminado el sorteo, debe anunciarse la lista de ganadores. Es mejor que esto se haga mediante un documento impreso y en carteles colocados en lugares visibles con los nombres de esas personas.

#### 2.2.1.4 Valuación y mantenimiento

Antes de dar por terminado el programa, debe usted hacer una valuación objetiva de los resultados reales logrados, en comparación con lo que se esperaba. Una valuación financiera resulta sencilla, en tanto que una valuación cualitativa suele ser muy difícil.

En el caso de la "Brooklyn Union Gas", se recogió información de todos los participantes, mediante una encuesta formal. Se diseñó el cuestionario para medir el valor y la popularidad de la mayoría de los elementos del programa. Las preguntas fueron revisadas y modificadas por un Psicólogo Docente calificado, para eliminar ambigüedades. Además, los cuestionarios tenían un código secreto que permitiría valorar la información de cada uno de los varios departamentos.

Los datos de la encuesta se sometieron a tratamiento estadístico que incluyó pruebas "t" para compararlos, y con base en esto se preparó un informe para la compañía.

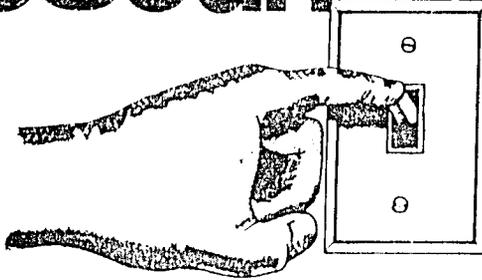
En gran medida, como resultado de la encuesta, se hicieron muchas modificaciones durante un segundo programa puesto en marcha durante el año siguiente, el cual todavía está en operación. El nuevo programa ya está superando lo que se esperaba de él en el campo financiero, una tendencia que tanto nosotros como los funcionarios de la empresa esperamos que se conserve.

Las costumbres no se modifican y cambian con rapidez. Aunque el costo de un programa de un año puede resultar justificado, es un error creer que provocará cambios permanentes. Deben diseñarse e instalarse programas de mantenimiento para continuar con el proceso de atención constante y de ahorros.

Los programas de incentivos requieren tiempo, meditación y una inversión, pero se hacen para modificar la conducta de los seres humanos. Solamente si se convence a los empleados de que hay que economizar energía, será posible asegurar el suministro adecuado para cumplir con los retos del mañana.

### 2.3 INFORMACION DE FONDO

# en la oscuridad



**apague las luces cuando salga  
de una habitación**

*las paredes no temen a la oscuridad*  
**ahorrando energía, ahorra dinero**

# ¡ HAGALO HOY !

Usted sabe cómo  
ahorrar energía :

**SOLO USE MENOS**  
**EMPIECE**  
**AHORA**



Ahorrando energía tendrá más reservas  
disponibles para la producción.

11

### 3. LA AUDITORIA ENERGETICA

### 3. LA AUDITORIA ENERGETICA

- 3.1 Material audiovisual
  - 3.1.1 Definición de una Auditoría Energética
  - 3.1.2 Definición de un Programa de energía
    - Antecedentes
    - Inventario
    - Optimización
    - Mejora
    - Control
    - Planificación
    - Presupuesto
    - Motivación de personal
    - Administración
  - 3.1.3 Clases de auditorías de energía
- 3.2 Lecturas
  - 3.2.1 El valor de un programa de energía
    - La administración de una auditoría de energía
  - 3.2.2 Auditorías de energía
- 3.3 Información de fondo
  - 3.3.1 Formato resumido de OCE
  - 3.3.2 Formato de procedimiento para una OCE
  - 3.3.3 Formatos de datos de auditorías energéticas típicas
  - 3.3.4 Lista de verificación de energía (con evaluación)
  - 3.3.5 Información bibliográfica para manuales de auditorías de energía
  - 3.3.6 Lista de Oportunidades de Conservación de Energía

3.1 MATERIAL AUDIOVISUAL

# LA AUDITORIA ENERGETICA

- ¿ Qué es una auditoría energética ?
- ¿ Qué es un programa de energía ?

Diferentes tipos de auditorías  
Formularios para registros de una  
Auditoría Energética :

Inventarios  
Oportunidad de Conservar Energía (OCE)

# AUDITORIA ENERGETICA

## DEFINICION :

Una auditoría energética es un análisis progresivo que revela dónde y cómo se usa la energía en las instalaciones de la fábrica.

# PROGRAMA DE ENERGIA

## DEFINICION :

Un programa de energía es la ejecución de una auditoría energética que cubre nueve campos separados.

El resultado final de un programa de energía es la reducción en el consumo de energía en la totalidad de las instalaciones.

## CAMPOS QUE DEBEN CONSIDERARSE EN UN PROGRAMA DE ENERGIA

Antecedentes	Inventario
Optimización	Mejoras
Control	Planeamiento
Presupuesto	Motivación del Personal
Administración	

## **ANTECEDENTES**

Establecer patrones de uso

Establecer un punto de partida

## **INVENTARIO**

Es lo más tedioso del programa .

Se busca promover la comprensión del uso  
de la energía y

Promover bases para todos los cálculos futuros .

## **OPTIMIZACION**

Identificar cuáles tienen costo bajo y cuáles no tienen costo.

El administrador deberá formular el problema.

Por lo general se logran ahorros del 10% a 20%

## **MEJORAS**

No deben emprenderse sino hasta que el programa esté organizado. Tenga cuidado con problemas en:

Mantenimiento  
Producción  
Funcionamiento

Examine el funcionamiento anterior

## **CONTROL**

Es de inicio simple .

Deben vigilarse los cambios hechos .

Esto no es rentable, pero es la realidad .

## **PLANEAMIENTO**

Tenga cuidado con las construcciones nuevas .

Discutir con TODO el personal de la planta .

Desarrolle un plan razonable .

## PRESUPUESTO

Hacer una proyección anual con las facturas de energía mensuales.

Determine un presupuesto realista (10 % del año pasado) de la energía

## MOTIVACION DEL PERSONAL

Muy difícil de cuantificar su importancia en el programa.

Potencialmente podrían representar hasta un 20 % del total de energía .

Es la tarea clave del administrador .

## **ADMINISTRACION**

Resuelva todas las dudas que le planteen .

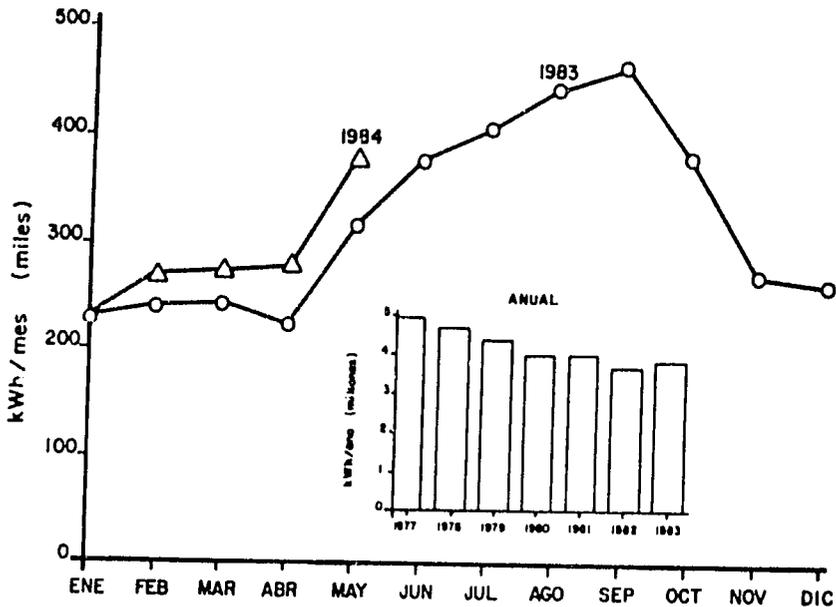
Planifique continuamente .

Divulge continuamente sus planes .

Tenga paciencia .

## **EL VALOR DE UN PROGRAMA DE ENERGIA**

Usted puede definir el valor del suyo con base en los ahorros potenciales de energía .

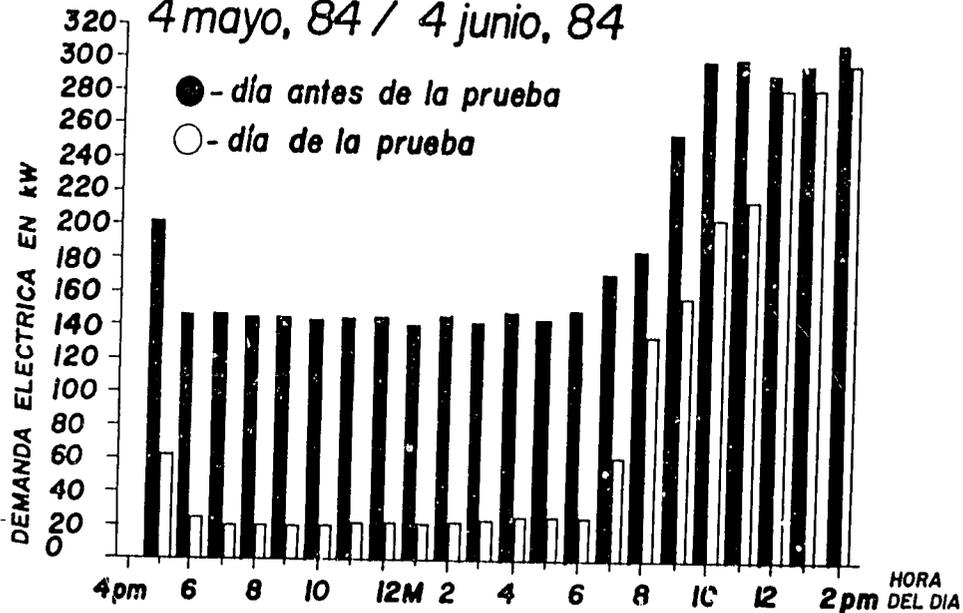


### INLAND CENTER MALL

CONSUMO DE ELECTRICIDAD POR MES

### SAN DIEGO MUSEUM OF ART

comparación de demanda  
4 mayo, 84 / 4 junio, 84



# **DIFERENTES TIPOS DE AUDITORIAS ENERGETICAS**

**antecedentes**

**diferentes tipos**

# **AUDITORIA ENERGETICA antecedentes**

**calidad**

**tiempo**

**precio**

## **CALIDAD**

***bien escrita***

***bien documentada***

***basada en hechos de la  
planta***

## **TIEMPO**

***1 día***

***1 semana***

***1 año***

## **PRECIO**

**No más del 10% del monto  
de la factura por energía**

**\$ CA 0.33 a \$ CA 2.75 por  
metro cuadrado**

**USTED DEBE CONOCER LO  
QUE ESTA COMPRANDO**

## **LOS DIFERENTES TIPOS DE AUDITORIAS ENERGETICAS**

1) AUDITORIA DE BASE

1.1 Proyecto simple

1.2 Auditoria dirigida

2) AUDITORIA DE RUTINA

2.1 Nivel 1, 2

2.2 Clase A, B, C

3) Auditoria energética/Auditoria técnica

4) Auditoria de programa

# AUDITORIA ENERGETICA DE RUTINA (nivel 1,2; Clase A, B, C)

## PARA ESCOGER

proyecto	costo	ahorros	período de recu- peración
1			
2			
etc.			

## I. AUDITORIA DE BASE I.1 PROYECTO SIMPLE

determine una fuente específica de energía y evalúe el potencial del proyecto

Ventaja: barato/rápido

Desventaja: consideraciones  
relativas a la  
planta

# I. AUDITORIA DE BASE

## I.2 AUDITORIA DIRIGIDA

determina tres o más puntos de pérdida de energía/consumo y evalúa el potencial del proyecto.

Ventaja: rápido, identifica las pérdidas mayores.

Desventaja: puede no generar ahorros de largo alcance.

## AUDITORIA ENERGETICA AUDITORIA TECNICA

### «» AUDITORIA ENERGETICA (AE)

- provee un inventario confiable
- similar a una auditoría contable

### «» AUDITORIA TECNICA (AT)

- origina proyectos realistas basados en las condiciones reales de la planta.
- similar a una asesoría financiera

## AUDITORIA DE PROGRAMA

ESTE ES UN PROGRAMA DE ENERGIA  
COMPLETAMENTE PLANEADO Y  
EJECUTADO. GARANTIZA EL AHORRO  
DE ENERGIA.

Antecedentes  
Optimización  
Control  
Presupuesto  
Administración

Inventario... (AE)  
Mejoramientos... (AT)  
Planeamiento  
Motivación del Personal

EL PRODUCTO FINAL DE CUALQUIER  
TIPO DE AUDITORIA ENERGETICA ES  
UNA LISTA PARA ESCOGER:

La Mejor Base  
La Mejor Estimación de Costos  
La Mejor Oportunidad para Ahorrar Energía

LISTA DE OCEs (OPORTUNIDADES DE CONSERVACION DE ENERGIA)

<u>PROYECTO No.</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>COSTO \$</u>	<u>AHORROS ANUALES \$</u>	<u>PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)</u>
L-1	REEMPLAZAR LÁMPARAS POR TRAGALUCES	1 200	300	4
L-2	REDUCIR DEMANDA PICO	3 800	2 500	1,5
P-1	RECUPERAR CALOR DEL CONDENSADO	16 600	8 300	2
P-2	AISLAR HORNOS	8 700	2 600	3

**3.2 LECTURAS**

### 3.2.1 El Valor de un programa de energía

Los ingenieros de planta, los ingenieros consultores, los funcionarios gubernamentales y los propietarios de edificios han acuñado, al parecer, diferentes definiciones del término Auditoría Energética. En esta época, to dos podemos sentirnos seguros con las definiciones borrosas que han sido a cuñadas. Cabe señalar, sin embargo, que los resultados de un Programa de Energía en términos de ahorros monetarios reales son tan importantes como los ahorros que se derivan de un programa de mejoramiento de energía con cuantiosa inversión de capital.

A estas alturas, es importante dar una definición genérica que permita que 1) los ahorros de energía de joules (Btu) y circulante (\$CA) sean maximiza dos para todas las instalaciones; 2) el personal pertinente pueda desarrollar los "instrumentos" necesarios para la comprobación y el control de ta les ahorros, y 3) el personal pertinente reciba el mérito por estos ahorros.

#### - El contraste

Es raro que al visitar una instalación industrial y hablar con el ingeniero de planta, no diga lo siguiente: "Ya hemos instalado todos los artefactos asociados con el ahorro de energía". Una investigación posterior indica que la planta ha adquirido un economizador para su caldera o un regulador de la temperatura del agua de enfriamiento o, peor aún, un sistema de control y de monitoreo de energía (Energy Management and Control System - EMCS). Rara vez se encuentra que se hayan sentado las bases para una justificación histórica de estos proyectos, a fin de poder evaluar los ahorros reales de tales instalaciones.

Una experiencia semejante se tiene con gerentes de instalaciones a quienes se les ha preparado una Auditoría Energética en su empresa. Suelen decir: "Ya hemos preparado una auditoría, vea el tamaño de este informe". Algunas veces se tiene la impresión de que el tamaño de un informe o la inversión

de capital implica automáticamente que se ha optimizado la utilización de la energía en la planta. Según se hizo ver en la referencia 1), hay muchas clases de auditorías energéticas, todas las cuales son útiles. Sin embargo, es solamente la Auditoría Energética que da razón de ahorros a largo plazo la que puede considerarse como un programa de energía eficaz.

- Definiciones

\* Auditoría Energética

La definición más práctica de una Auditoría Energética es la siguiente: "Una auditoría energética es un análisis progresivo que revela dónde y cómo se usa la energía en las instalaciones de la planta".

\* Programa de energía

Un Programa de Energía sigue a la definición de una auditoría de energía, si la definición de la auditoría se desglosa en nueve campos, sobre los cuales se pueden hacer preguntas y desarrollar conocimientos.

Cada campo de análisis o comprensión permite llevar un mejor control de la situación, y así cada uno de ellos abre interrogantes que conducen a nuevos proyectos y a nuevas posibilidades de ahorrar crecientes cantidades de energía.

Cabe reiterar que una auditoría energética es un análisis progresivo o comprensión progresiva de los patrones de energía que se utilizan en una instalación. En ese sentido, el Programa de Energía es una auditoría energética planificada y organizada que garantiza que la utilización de la energía sea óptima. Comprende nueve campos diferentes:

ANTECEDENTES HISTORICOS	MEJORAS	PRESUPUESTO
INVENTARIO	CONTROL	MOTIVACION DE PERSONAL
OPTIMIZACION	PLANIFICACION	ADMINISTRACION

- PRIMER NIVEL: Antecedentes Históricos

Con el fin de superar, a la postre, sus problemas de energía, la primera pregunta que debe hacerse es: "¿Qué ha venido haciendo esta planta con respecto a la energía en los últimos cinco años?" Hasta que se establezca este patrón, es poco sensato apresurarse a instalar cualquier dispositivo de ahorro de energía por sencillo que fuere. Se ahorrará energía, indudablemente, pero se desviará la línea de base hasta el grado en que no se podrán emplear los antecedentes históricos para implantar un programa completo de conservación de energía.

Los índices de comparación sobre el uso o el costo de la energía son parámetros importantes de la instalación y en este caso cobran más trascendencia.

En el caso de que el tiempo o los registros a disposición no permitan establecer antecedentes por cinco años, es necesario emplear los antecedentes de los años recientes. El uso y el costo de la energía y los Índices de Utilización de la Energía (ver Sección 1.3.2) deben registrarse en una base mensual durante el año anterior. ¿Está aumentando el consumo de energía? ¿Por qué?

¿Por qué son tan importantes los antecedentes históricos?

- 1) Porque proporcionan la base a partir de la cual se evalúan los ahorros de energía en el futuro.
- 2) Porque permiten la evaluación (y predicción) de las tendencias mensuales y anuales del uso de la energía.

Cabe señalar, asimismo, que la información histórica del consumo de energía se puede obtener, por lo general, de parte del representante de la empresa eléctrica o la empresa proveedora de combustible.

Un notable ejemplo del valor de una auditoría energética sencilla (una que comprende solamente los Índices del Costo de Utilización de Energía: ver

Sección 1.3.2), se advierte en el Análisis de Resumen de Energía del "Cupertino Union School District". Al clasificar por categorías los edificios de las escuelas del distrito, según los IUE y los ICUE (uso de energía y costo de energía, respectivamente) se hace evidente la prioridad de los problemas energéticos de diferentes edificios del distrito. Con base en estas prioridades se toman las decisiones primordiales relativas al reemplazo de instalaciones, mejora de instalaciones o abandono de las instalaciones. Este resumen energético se presenta en el Apéndice A.

- SEGUNDO NIVEL: Inventario

Una vez más, aunque uno crea que sabe exactamente cómo está constituida una planta, se llega a un "entendimiento energético" solamente después de haber hecho, en forma organizada, un inventario de TODO el equipo que consume energía. Se puede encontrar, por ejemplo, que los equipos principales consumen poca energía, mientras que otros equipos, sorpresivamente, son grandes consumidores de energía. Este nivel es la parte más tediosa de la auditoría energética, pero, al igual que en la vida, son trascendentes las recompensas derivadas de un esfuerzo organizado.

No es necesario que el inventario sea sumamente complicado. Es más importante que incluya todo a que sea complicado. Por ejemplo, no es obligatorio consignar las características de placa del equipo.

Es sumamente importante que el equipo sea clasificado en categorías, como por ejemplo, las siguientes.

- |              |                |                        |
|--------------|----------------|------------------------|
| * Hornos     | * Ventiladores | * Calderas             |
| * Prensas    | * Bombas       | * Calentadores de agua |
| * Ascensores | * Enfriadores  | * Iluminación          |

Además, deben obtenerse estimaciones de la siguiente información para cada categoría:

- \* Demanda kilovatios/watts (para iluminación, motores)
- \* Uso o producción de energía (para enfriadores, calderas)
- \* Horas de funcionamiento (¿Cuenta el equipo con control de tiempo?)

Los beneficios específicos del inventario son:

- 1) Proporcionar una fuente de información conveniente cuando se están evaluando nuevos proyectos (relacionados o no con la energía).
- 2) Proporcionar una base para decidir qué categorías deparan el mejor potencial de período de recuperación para el ahorro de energía.

El producto final del mejor inventario es un "Perfil de Energía". En este diagrama se toma cada categoría consumidora de energía como un porcentaje del consumo total de energía de la planta multiplicando la demanda en kilovatios (kW) por las horas de operación de todo el año. Un Perfil de Energía de un centro universitario "no muy típico" se presenta en el Apéndice B. Se suponía que este centro universitario usaba muy poca energía para calefacción. El inventario del equipo juntamente con un programa de monitoreo de calefacción demostró que la energía térmica constituía el problema energético más importante del centro. El punto crítico aquí no es un Perfil de Energía bonito, sino tener una idea real de a donde van los fondos para consumo de energía.

- TERCER NIVEL: Optimización

Aquí hay que considerar el equipo existente. ¿Es realmente tan malo un sistema de recalentamiento a volumen constante? Quizás sí o quizás no... pero antes de exigir un reemplazo, es esencial para el plan general de conservación de energía llevar el sistema a su funcionamiento "óptimo", de modo que opere a su máxima eficiencia.

Los llamados cambios de Operación y Mantenimiento (O & M) se identifican aquí y son de cardinal importancia. Ahorros de 10 - 20 % son corrientes. Este porcentaje es soslayado por los ingenieros de planta que aún no conocen bien su instalación, pero los que sí la conocen siempre lo tienen en cuenta. Un buen programa de mantenimiento y calibración va mano a mano con las modificaciones de O & M. En la Universidad Golden West, por ejemplo,

Los sistemas de calefacción y de acondicionamiento de aire estaban siempre en pugna. Los costos por la falta de calibración eran del orden de \$ 10 000 por mes.

Los ahorros obtenidos en virtud de los cambios de O & M no sólo le infundirán confianza, sino que también le proveerán fondos que pueden emplearse para llevar a cabo proyectos mayores.

Existen, por cierto, miles de páginas que contienen información sobre cada componente de un equipo. Los motores de velocidad variable o la instalación de una polea acanalada con algunos de los diferentes esquemas para que el equipo esté en consonancia con la situación. Usted no tiene que ser un experto con respecto a todo su equipo, más bien a usted le incumbe hacer preguntas. "¿Qué se ha hecho, qué se está haciendo, qué debe hacerse para mejorarlo? ¿Cuándo debe usarse el equipo y durante cuánto tiempo? ... ¿Cuál es su carga real y qué sucede cuando está parado?" Estas preguntas exigen respuestas para cada componente del equipo consumidor de energía como, por ejemplo, el siguiente:

- \* Iluminación
- \* Calefacción, ventilación, acondicionamiento de aire
- \* Procesos especiales  
(componentes del equipo industrial que consumen mucha energía)

A estas alturas de su auditoría energética, podría tener un verdadero interés en consultar a un especialista para que responda a sus preguntas. El resultado clave de este procedimiento de auditoría es que le imparte suficientes conocimientos para hacer preguntas a un especialista que le puede ayudar en el campo de su especialidad.

- CUARTO NIVEL: Mejoras

Solamente después de haber terminado las etapas anteriores, llega el momento de considerar proyectos de mejoras que conllevan inversiones de capital.

Cabe preguntar: ¿qué es lo que tiene sentido y qué es lo que realmente permite recuperar la inversión? Siempre que se considera un nuevo proyecto, se debe retornar continuamente a revisar los primeros tres niveles. Se pueden presentar muchas soluciones, algunas de las cuales dan un ahorro de energía, pero, aunque parezca sorprendente, no encajan en el plan general de energía. Esto puede ocurrir por dos razones:

1) Algunos de los proyectos, aunque proporcionan de por sí importantes ahorros de energía, darán menos ahorros energéticos cuando se combinan con otros proyectos en el plan general de conservación. Si no se tiene presente esto (mediante comparaciones de los ahorros de energía previstos con el uso previo según se registró en el primer nivel de la auditoría), entonces los ahorros energéticos proyectados podrían ser mayores que el uso de la energía.

2) Si bien el ahorro es alto, el mantenimiento también aumenta. Por ejemplo, un "Management and Energy Control System" (Sistema de Administración y Control de Energía) proporciona el control final de muchas plantas: sin embargo, se necesita ayuda externa de programadores y expertos en "software".

Existe una ingente cantidad de dispositivos para ahorro de energía en el mercado. Debido a que la conservación de la energía es un nuevo campo en desarrollo, muchos de estos productos no han demostrado su eficacia. Todavía estamos descubriendo proveedores locales cuyos productos tienen sentido. También estamos descubriendo compañías grandes de "renombre" que están comercializando equipo de "conservación de energía" que no contribuye particularmente al ahorro de energía en muchas situaciones.

Por consiguiente, examine todos los productos, esquemas y equipo en el mercado. Consulte a las plantas en que se han instalado. Averigüe qué problemas han surgido y qué ahorros reales se han obtenido gracias a la instalación. Entonces empiece a formular su plan de conservación de energía a largo plazo. ¿Qué proyectos deparan un período de recuperación más rápido? ¿Qué proyecto parece prometedor, pero requiere más desarrollo? Y lo más importante, ¿a dónde se encamina y cuál será su primer proyecto?

- QUINTO NIVEL: Control

El control o monitoreo de la siempre evolucionante historia energética es una parte importante de un programa de conservación de energía. Los cambios en las operaciones de la planta pueden dar importantes penetraciones en los patrones de ahorro de energía para proyectos futuros. Al mismo tiempo, los resultados de los proyectos de ahorro de energía y los cambios actuales se pueden cuantificar fácilmente y emplearse para justificar futuros proyectos, y despertar la conciencia y el interés en la conservación de energía. Otra ventaja de un programa consecuente de monitoreo es que le permite descubrir pronto el problema de "un sistema". Un marcado aumento de consumo de energía en un mes dado puede ser resultado de una errónea calibración del control.

Desafortunadamente, no es fácil justificar un programa de monitoreo cuando la mayoría de los departamentos de mantenimiento no disponen de suficiente personal. Lo que importa aquí es que usted, el coordinador de energía responsable, conozca los beneficios del programa de monitoreo. Esta es el área principal en que usted puede justificar su existencia más que cualquier otro puesto en el departamento de mantenimiento. Usted, el coordinador de energía, tiene ahora un período de recuperación.

Un programa de monitoreo puede ser sumamente complicado, pero un programa complicado no es necesario a menos que se estén vigilando con mucha precisión los costos de energía y el consumo de energía en forma mensual. Al igual que la auditoría de energía, el proceso de desarrollo del programa es más importante que contar con un programa de monitoreo muy sofisticado y con todos los adelantos modernos.

- SEXTO NIVEL: Planificación

La ampliación continua actual del crecimiento y los cambios en los negocios son los pilares de la economía. Cada nuevo cambio en la instalación debe ser evaluado para una larga duración por parte del PERSONAL DE PLANTA COMPETENTE que trabajará con el equipo y pagará la cuenta por energía.

Un ejemplo notorio de mal planeamiento energético en un programa de expansión de una planta se destaca en la Planta de Tratamiento de Contaminación de Agua de San José - Santa Clara, California. Con la adición de una recuperación terciaria, los costos de energía de la planta aumentaron de 1.0 millón a 2.5 millones en un año a resultas de una decisión de instalar motores de sopladores eléctricos sin recuperación de calor. Una evaluación preliminar de la expansión planeada con respecto al uso de energía, hubiera arrojado un ahorro de \$ 10 000 a \$ 100 000 por año en costos energéticos.

- SEPTIMO NIVEL: Presupuesto

La identificación del lugar real y la magnitud de la partida para conservación de energía en el presupuesto anual de la empresa podría ser el paso más importante para garantizar que se logrará el uso eficiente de la energía, a largo plazo, en la planta. En general, se encuentra que los costos de energéticos están agrupados en el presupuesto de los departamentos de mantenimiento y, por lo tanto, la Administración de la planta los toma como gastos indirectos.

El valor estratégico de un programa de energía no es obvio para el personal administrativo porque su principal preocupación reside en las ganancias. Sin embargo, al desglosar una partida para actividades de conservación de energía y colocarla adyacente a servicios relacionados con energía, la administración superior puede empezar a notar una relación entre los fondos invertidos y los costos de servicios públicos.

Debido a la dificultad de establecer una cifra anual de presupuesto para el primer año, se recomienda que se incluya una estimación del 5% al 10% de los costos anuales por concepto de energía. La experiencia asegura que ahorros del 10% se pueden conseguir fácilmente y que, al menos, el programa se autofinancia en el primer año.

- OCTAVO NIVEL: Motivación de personal

Quizá el área más importante, aunque sutil, de potencial de conservación de energía sea el elemento humano. El personal de cualquier empresa puede

afectar el consumo total de energía en un 15% o más.

El definir una metodología para captar los ahorros asociados con este elemento humano implica que aquí hay ahorro. Los ahorros de energía no pueden calcularse y controlarse en esta área crítica. Sin embargo, los ahorros pueden concretarse fácilmente mediante un pequeño esfuerzo.

Los programas de incentivos en cada división o departamento han surtido excelentes efectos. La propaganda, en forma de carteles y proyectos relativos a la conservación de energía, también han dado buenos resultados. Por ejemplo, hágase saber a todos los empleados el monto de las cuentas mensuales por energía (Bunker, electricidad, etc.). Una vez que el personal que usa la energía tenga conciencia de la magnitud de los gastos, tendrán más responsabilidad respecto a su uso.

Las sugerencias previas se fundamentan en la experiencia del consultor. Incumbe al coordinador de energía de la empresa llevar a la práctica y experimentar con los programas de motivación que mejor resultado puedan dar en su empresa.

- NOVENO NIVEL: Administración

La administración de un programa de energía o una auditoría energética no es diferente de administrar un proyecto o un departamento. El planeamiento de su programa reviste suma importancia. ¿Cuánta energía desea ahorrar? ¿Cuán rápidamente desea ahorrarla? ¿Cuántos fondos tendrá que invertir en el programa? ¿Cuál es el monto de la cuenta de la empresa de servicios públicos que está prevista para los próximos años? Una vez establecidas estas metas, se ha iniciado el proceso de administración.

Otro ingrediente vital que complementa, naturalmente, el proceso de planeamiento es PACIENCIA. El Coordinador de Energía debe darse cuenta de que, a fin de controlar el uso de energía en su empresa, debe tener paciencia. Al igual que en la vida, las cosas buenas llegan lentamente. En el Apéndice A se ha incluido una gráfica de un patrón de consumo de energía para un

distrito escolar. Advierta que la estabilización llega rápidamente, pero dos años más tarde, se ha suministrado capital para empezar los proyectos sugeridos en la auditoría original. El programa está en marcha completamente y las tarifas han aumentado el doble desde su inicio.

- El valor de un programa de energía

El superar todos los problemas energéticos de su empresa es imposible. Aún en los casos en que la energía se genera internamente mediante el uso de incineradores de desechos, el mantenimiento aumenta diez veces más y se requiere un proceso continuo de optimización del uso de la energía. La superación es, por lo tanto, un asunto de entender, respetar y planear el consumo de la energía. Se han observado empresas mejor administradas que cuentan con un "coordinador de energía" que solamente examina las cuntas energéticas una vez al mes, en comparación con otras que tienen una complicada administración de energía y un sistema de control computarizado. No cabe duda de que el Sistema de Administración y Control de Energía (Energy Management and Control System) le pueden dar un "período de recuperación" en ahorros de energía. El computador, sin embargo, tiene limitaciones; mientras que usted está limitado únicamente por su habilidad de entender y ser más responsable con la energía de su empresa.

La importancia suya reside en la ventaja de poder proporcionar a su gerente un cuadro general del uso de energía en su empresa y dar al consultor de energía la información de fondo que necesita para recomendar proyectos prácticos que satisfagan las necesidades reales de la empresa.

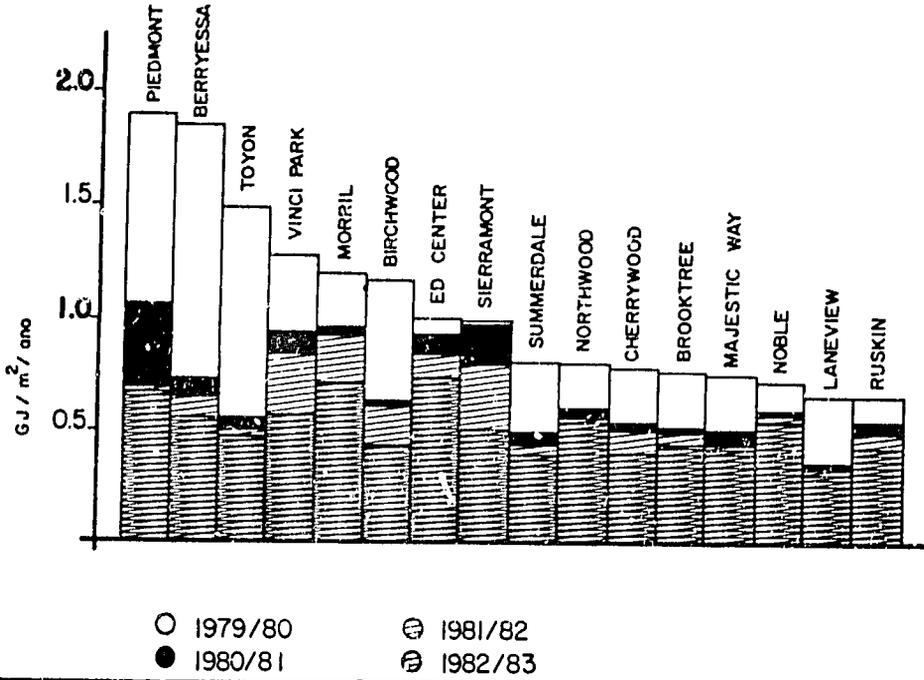
¿Cuánto vale realmente? Piense por un segundo. ¿Sabe usted el monto de su cuenta de energía actual? ¿A cuánto llegaba el mes pasado... el año pasado? ¿Es aceptable el 1% de ahorro anual en la cuenta energética cuando usted puede ahorrar 10%? Con su auditoría a mano usted puede responder a estas preguntas. Si ningún otro beneficio se puede deducir de este documento, le insto a que pase todo el día evaluando su empresa con respecto a cada una de las nueve categorías. Una vez que haya determinado el uso actual, fije una meta sencilla para el consumo del año entrante.

Obtener un ahorro del 5 % es fácil. Diez a veinte por ciento de ahorro puede lograrse con la inversión de poco capital. Así que pregúntese.... "¿Cuánto valgo?" Si tiene las agallas de hacerse esta pregunta, entonces determinará rápidamente el verdadero valor de un programa de conservación de energía.

APENDICE A

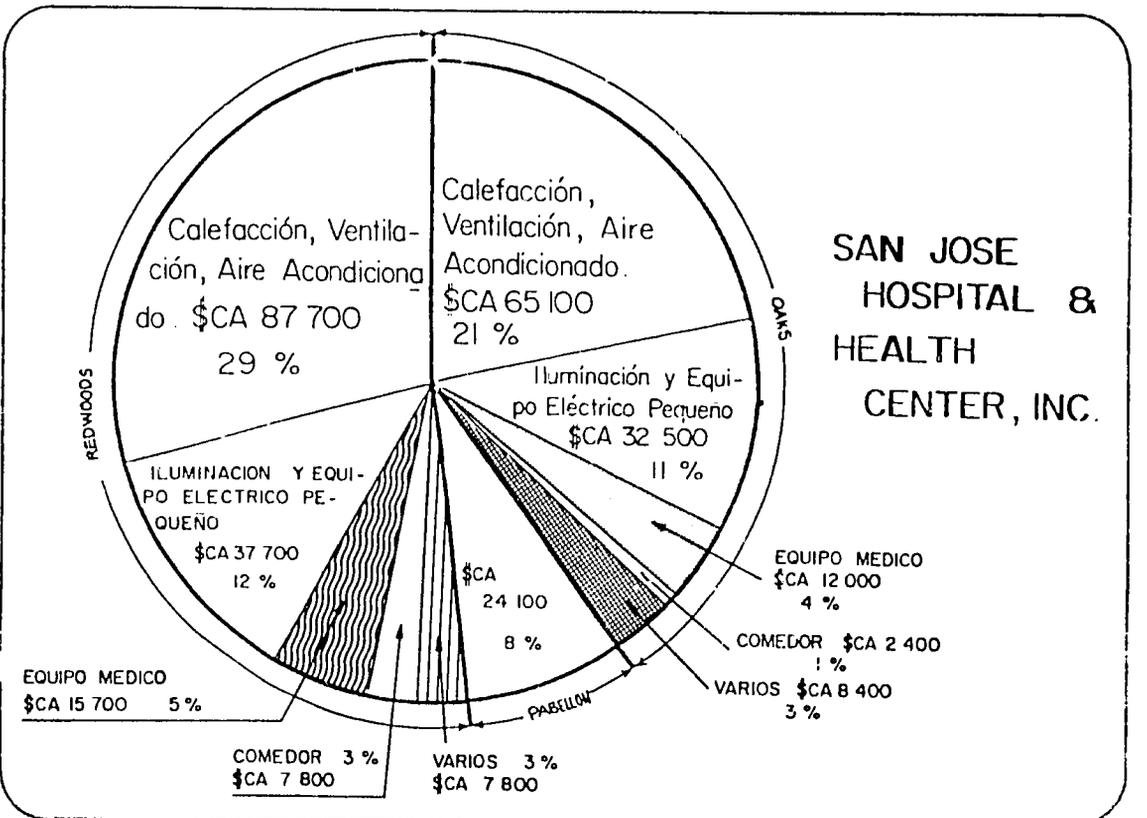
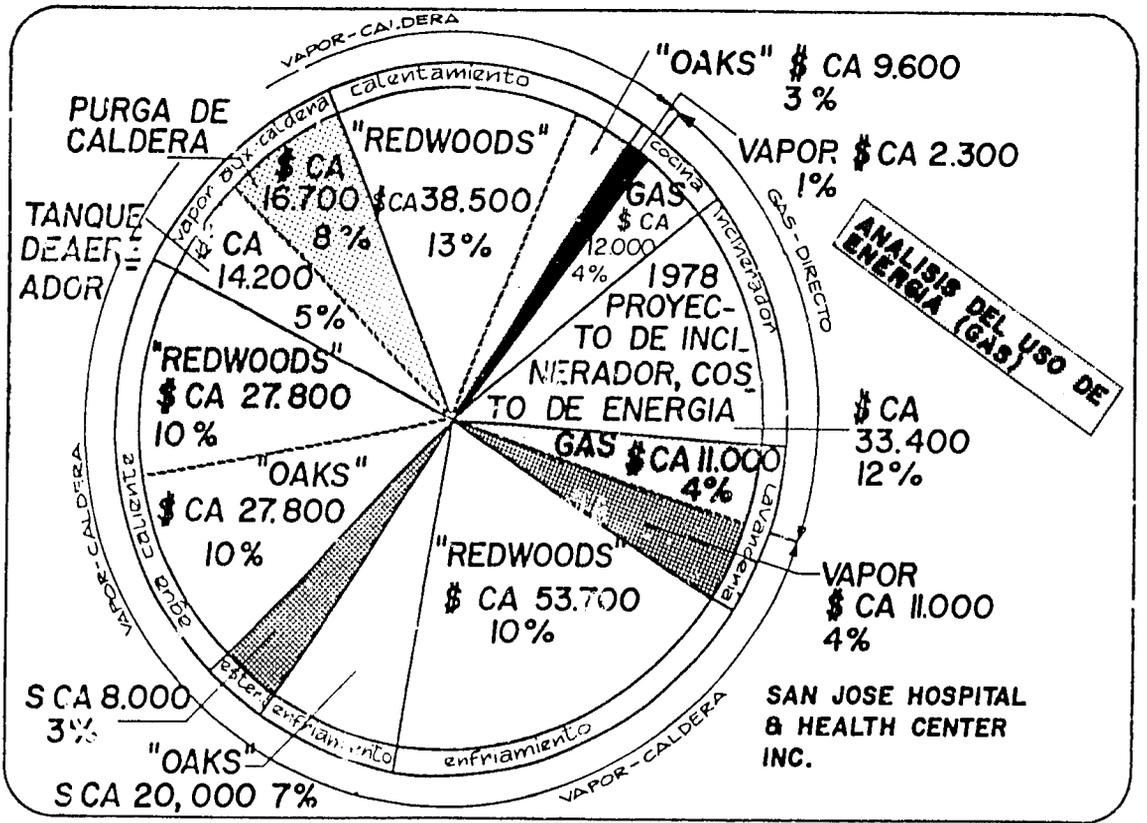
Categorías de utilización de energía de un distrito escolar

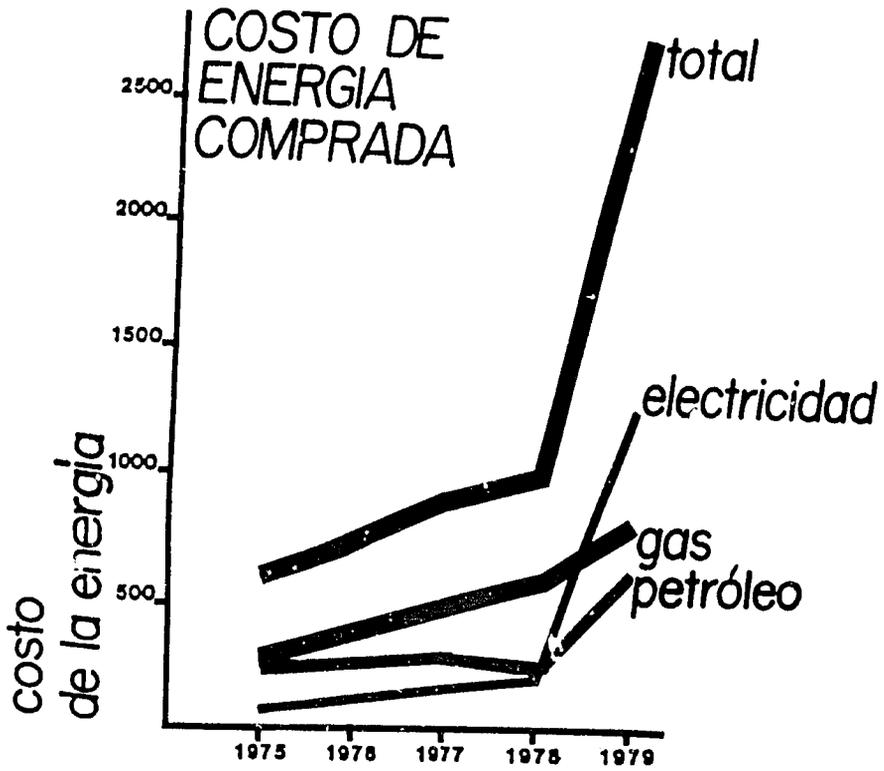
# COMPARACION DEL USO DE ENERGIA



APENDICE B

Perfil de uso de energía de  
una empresa





### 3.2.2 Auditorías de Energía

La tarea de administrar una auditoría es aún más difícil que la definición de una "Auditoría Energética". Después de haber realizado auditorías y administración de auditorías y de programas energéticos en más de 300 empresas (plantas industriales, edificios, etc.), se ha comenzado a ver claramente la forma de definir el método mediante el cual puede desarrollarse, llevarse a cabo y administrarse una auditoría energética.

Las definiciones, aunque son de carácter limitativo, tienen importancia cuando se trata de definir la metodología para auditorías energéticas y la administración energética. En este documento se presentan definiciones que son críticas para la administración de una auditoría energética. Cada definición se presentará en forma individual, en orden cronológico según su importancia dentro del esquema general de administración. El resumen final reunirá todas estas definiciones, las combinará con un toque de magia -que siempre es necesaria para el éxito- y suministrará al administrador técnico un recurso mediante el cual podrá comprender el proceso de la conservación de energía.

#### 1) La Auditoría Energética. Una definición general

Se han dado tantas definiciones, y hay tantos artículos y libros que definen el término auditoría energética, que ha considerado importante presentar una definición general y flexible para él.

Una auditoría energética consiste en la comprensión progresiva de los patrones específicos según los cuales se usa la energía en una instalación en particular.

Adviértase que la palabra progresiva se ha subrayado. Es una tarea imposible, el conocer todo lo que debe saberse sobre cómo ahorrar energía en una instalación dada. El mismo día en que usted deja de formularse interrogantes, es el día en que comienza a perder el control de su trabajo.

Una auditoría energética puede y debe proporcionar una base firme para un programa energético amplio y de larga duración. Un método comprobado para empezar la auditoría y la investigación que se necesita, es examinar con atención nueve áreas específicas:

Antecedentes históricos	Mejoras	Presupuesto
Inventario	Control	Motivación de personal
Optimización	Planeamiento	Administración

El limitarse uno a involucrarse directamente obligándose a manejar miles de formularios y rígidos requisitos de informes es una manera agobiante de comenzar un proceso de auditoría.

Del mismo modo, resulta ahora claro que la administración de una auditoría y el programa energético resultante son tan importantes como el logro de las oportunidades de conservación de energía (OCE) que se identifiquen en la auditoría energética convencional.

## 2) Métodos convencionales de auditoría

Es importante que el administrador de energía comprenda los diferentes tipos de auditorías energéticas de que puede disponer. Sólo mediante la comprensión de estos podrá el administrador desarrollar efectivamente el programa energético de sus instalaciones.

### - La auditoría de base

La auditoría de base es el proceso de auditoría energética en su sentido más elemental. Se han hallado tres tipos específicos de estas "auditorías de base" y se describirán a continuación las experiencias que se han tenido en proyectos relacionados con ellas.

\* Primer tipo: El proyecto simple o "Lo único que sé es que estamos derrochando una gran cantidad de energía en ese lugar".

Un ejemplo del primer tipo de auditoría es el trabajo que se hizo en un hospital para veteranos donde no se había realizado ninguna auditoría ge-

nérica y en el que no existía ningún plan de largo alcance. En este caso había un punto en el que el hospital estaba dejando escapar a la atmósfera 38 m<sup>3</sup>/s de aire acondicionado. Bastó un cálculo sencillo, y un presupuesto de la Administración Central de Veteranos (Washington D. C.) para que el diseño proyectado se cotizara. Se le llamó "Recirculación del Aire Acondicionado". Luego de realizar un análisis de factibilidad completo de los diversos métodos aplicables (tubos de calor vrs. ruedas calientes vrs. separación y recirculación directa), de hacer un juego completo de planos y especificaciones, y de calcular un período de recuperación de 35 años, el proyecto fue engavetado.

El resultado final no debe considerarse tan grave como podría parecer. El diseño es excelente y en el curso de pocos años (luego de llevar a cabo una auditoría energética y los proyectos de recuperación rápida este mismo diseño puede merecer una nueva evaluación.

\* Segundo tipo: La auditoría dirigida o "Veamos cuántos grandes proyectos podemos reconocer".

Un ejemplo del segundo tipo de auditoría es el trabajo que se hizo en una instalación del Departamento de Defensa (E.E.U.U.). Se inició como "auditoría energética en unas instalaciones manejadas por el gobierno"; y después de las negociaciones, quedó finalmente restringida a una "búsqueda del huevo de Pascua" en cinco campos que, para el ojo entrenado, valía la pena examinar para desarrollar proyectos de conservación de energía con costo mayor de \$ CA 100 000 y con período de recuperación menor de cuatro años.

La búsqueda fue sencilla, fácilmente se descubrieron los siguientes proyectos.

- Recuperación del calor desperdiciado en el condensador
- Modificaciones en las paredes y cubiertas del edificio
- Mejoras en la iluminación
- Modificaciones en las calderas
- Sistema de derivación en los enfriadores

Cuatro de los cinco proyectos resultaron rentables. Estos cuatro proyectos costarían un poco más de \$ CA 100 000 con un período de recuperación por debajo de los tres años.

Todos quedaron satisfechos. El Departamento de Defensa tenía que conseguir la aprobación de las Oficinas Centrales para licitar, y se aprendió muchísimo sobre la forma de trabajar en una instalación industrial grande. Cuando un año después se hizo una llamada telefónica de verificación se supo que los proyectos también habían sido engavetados.

\* Tercer tipo: La auditoría energética ordinaria o "si yo fuera ingeniero y tuviera que entregar a mi cliente un producto terminado, con un presupuesto fijo ¿cómo sería el producto?".

Se llama a esta forma de auditoría energética "ordinaria" porque parece que es el tipo característico de auditorías que ofrecen la mayor parte de las firmas de ingeniería. Luego de que reciben carta blanca para actuar, el equipo de ingenieros produce una lista completa de proyectos, con sus costos, la recuperación y el ahorro en términos de energía, lista que el cliente puede incorporar a su presupuesto a largo plazo.

Este método, cuando se le ha dado prioridad, ha tenido mucho éxito en la reducción del consumo general de energía en la planta.

\* Una observación general sobre la filosofía de la auditoría de base.

La metodología de la auditoría de base aunque todavía es muy aceptado y usado, tiene una deficiencia en el sentido de que requiere la disponibilidad grande de dinero para economizar energía. Implica que la dinámica en la fábrica (el personal, el equipo, y sus respectivas necesidades) no cambian a lo largo del tiempo. Por otro lado no crea un mecanismo (instrumento gerencial) mediante el cual se puedan aglutinar todos los ingredientes de un programa energético, es decir personal, equipo, su régimen, necesidades, mantenimiento preventivo, y todos los demás aspectos que se discuten en la Referencia 1.

### 3) El enfoque mediante un programa

El tipo más amplio de auditoría energética es aquél que produzca ahorros inmediatos y sostenidos, y beneficios estratégicos para las instalaciones. Es una auditoría que se desarrolla cubriendo los nueve aspectos ya mencionados:

Antecedentes históricos	Mejoras	Presupuesto
Inventario	Control	Motivación de personal
Optimización	Planeamiento	Administración

\* Existe un enfoque mixto de auditoría técnica y auditoría de energía.

Cuando comenzó el Programa de Energía para Escuelas y Hospitales, la Comisión de Energía de California (CEC) elaboró y emitió una multitud desorganizada de formularios llamados "formularios AE". Se había firmado un contrato con un distrito escolar para llenar estos formularios que, según ellos, "...pueden ser llenados fácilmente por un empleado de mantenimiento". Se discutió con el CEC respecto al contenido de los formularios, pero en vano. Se enviaron formularios a 50 escuelas durante el Primer Ciclo, y fue en ese proceso que se conoció la definición que el CEC da a una auditoría energética.

"Un auditor de energía es una persona que ha recibido entrenamiento para hacerse cargo de llenar formularios normalizados para inventario de energía. En este sentido es responsable de averiguar la máxima demanda de energía (gas, electricidad, petróleo) que se consume en una instalación, así como su utilización. Su meta general es suministrar al auditor técnico un inventario de energía preciso, e identificar los puntos seguros que pueden permitir un ahorro de energía inmediato y con bajo costo".

Esta definición nos condujo a la de Auditoría Técnica. (La auditoría técnica es lo que aquí se llama una Auditoría Energética).

Una Auditoría Técnica consiste en la identificación de proyectos bien definidos (incluso estimación de costos y de los ahorros posibles de energía)

que resulten promisorios como actividades para conservar energía en el futuro. El Auditor Técnico también es responsable de identificar otros puntos en los que se pueda lograr cambios rápidos y de bajo costo en la operación o el mantenimiento.

Este enfoque mixto de auditoría técnica y auditoría de energía no considera los aspectos de control, planeamiento, presupuestos o administración, sino que su sentido clave radica en los inventarios de energía y la optimización de éstos. Pero aún así con el enfoque mixto se pueden lograr fácilmente ahorros hasta del 20% con una inversión mínima de capital.

Estudiando el enfoque mixto, la principal conclusión a que se llega es que este enfoque exige que mediante la auditoría energética se conozca cada unidad del equipo y su operación. El procedimiento de inventario de energía permite identificar con rapidez los proyectos de optimización del uso de la energía que sean realmente prácticos, y lo que es más importante, permite tener un modo de optimizar el equipo existente, sus regímenes y el uso de la energía.

En este punto hay que darse cuenta de que el inconveniente de este enfoque mixto radica en los formularios. No hay ocupación más tediosa y confundiadora que el inventario de energía de una instalación. Para el caso particular de los formularios AE del CEC muchos operarios de mantenimiento son incapaces de llenarlos, por su complejidad. POR LO TANTO, ES DE SUMA IMPORTANCIA QUE EL ADMINISTRADOR DE ENERGIA CONOZCA BIEN LOS REQUISITOS DE LOS FORMULARIOS QUE SU PERSONAL TENDRA QUE LLENAR.

#### 4) La Auditoría Programada

La Auditoría programada es una auditoría de energía en la que cada paso ha sido planificado y puesto en ejecución por el coordinador de Energía. Esta idea de un programa global es la que hace indispensable un plan, que es tan importante como la puesta en marcha de los proyectos. Para esto la base es el empleo de formularios normalizados para las auditorías energéticas. Es necesario insistir en que los formularios innecesariamente complicados sólo

rinden pequeños aumentos en la información útil mientras que desalientan a los auditores de energía que tengan algún entusiasmo.

La planificación permite visualizar la necesidad de darle al tiempo su carácter de variable predominante en el desarrollo de un programa de energía.

\* Un caso real

Una experiencia real del autor con una auditoría programada proviene del trabajo en un hospital. El plan general no se desarrolló en la forma en que el autor lo haría actualmente, pero si se analiza el historial de este programa hospitalario se encontrarán en él todos los aspectos de un programa de energía completo. Conviene que el lector examine los nueve campos que deben atenderse y que ya se describieron en otra parte de este trabajo.

- Antecedentes

En 1975 se fijó un valor de referencia para la energía en hospitales, y en esa época se fijó el Índice de Uso de Energía en aproximadamente  $4.77 \text{ j/m}^2$  al año (420 000 Btu por pie cuadrado al año).

La importancia de este valor de referencia ha sido ya comprendida a la fecha por el Director de Finanzas y el Director de Planificación del hospital. Actualmente se exige que el personal administrativo lea los informes trimestrales de consumo y de conservación de energía.

- Inventario

Se desarrolló un inventario de energía como resultado de que la Comisión de Energía de California otorgó subsidios. Este inventario ha resultado útil cuando se han abordado proyectos nuevos de conservación y cuando se han tratado de identificar nuevos cambios de bajo costo. Se ha establecido un sistema rutinario mediante el cual el inventario se actualiza constantemente según ocurren cambios en el hospital.

- Optimización

Se ha logrado optimizar principalmente el uso del equipo existente en vez de optimizar el equipo mismo. El personal de mantenimiento está cada día más convencido de que es capaz de controlar el consumo de energía simplemente con desconectar el equipo cuando esto es posible. Sin embargo, debido a la escasez de personal, que es característica de las entidades hospitalarias e institucionales, hay todavía mucho por hacer para lograr mejoras en este rubro. A la fecha, no se han establecido procedimientos aplicables a la energía y al mantenimiento preventivo.

- Mejoras

A causa de los tres años que duró el período de arranque del programa de energía, el hospital ha establecido un programa con presupuesto de tres fases para las mejoras que requieren inversiones de capital. La fase 1 cubre mejoras importantes en la caldera ya existente y en los sistemas de iluminación de las instalaciones. La fase 2 incluye cambios en el sistema de enfriamiento y en el sistema de distribución de aire. La fase 3 incluirá las fases 1 y 2, y también incluirá proyectos de conservación aplicables a toda ampliación que se haga en las instalaciones.

- Control

Como paso previo al diseño de proyectos de conservación de la fase 1, se han instalado medidores adicionales en las tuberías de la lavandería y en la caldera que funciona con calor recuperado. En la actualidad, las mediciones adicionales que se necesitan han sido postpuestas hasta que se conozca si el programa de conservación de energía ya instalado tiene éxito o no.

- Planeamiento

Se están estableciendo nuevas condiciones que hacen obligatorio el análisis del uso de la energía para todas las mejoras importantes que se hagan en el hospital, antes de emprender la construcción. Una omisión importante ocurrió en la construcción de un laboratorio de radiología cuyo costo

fue de \$ 4 000 000, donde en lugar de instalar tubos fluorescentes de alta eficiencia energética, se usaron tubos fluorescentes comunes. Lo complicado de los trámites y el monto de los gastos necesarios para lograr un cambio, resultó que no se consiguió que las especificaciones para un sistema más eficiente se incluyera en este caso. A pesar de eso, el hecho de haber reconocido el error fue un avance importante en el logro de un programa equilibrado de energía.

- Presupuesto

Se han logrado avances importantes durante el último año en el plan del programa quinquenal de energía del hospital. Por vez primera, han asignado una partida presupuestaria para servicios de administración de energía y, asimismo, para proyectos de mejoras importantes relacionadas con la energía. A causa del establecimiento de estas políticas se volverá común el tratar asuntos de energía durante las sesiones para elaborar el presupuesto.

- Motivación del personal

El descubrimiento clave más reciente sobre el éxito de un programa de conservación de energía reside en las leyes de la inercia y en cuál es la mejor forma de vencer la "inercia del reposo". Los técnicos y aún los gerentes técnicos admiten muy lentamente el papel importante de la personalidad de cada uno de los miembros de su personal.

Sobre todo, cada empresa es única, tanto en lo que se refiere al personal que en él trabaja como a sus instalaciones. Por esta causa, se han observado grandes avances en el ahorro de energía y en el grado de convencimiento cuando se involucran las personalidades de las personas participantes. Una vez que la inercia del reposo ha sido vencida, los asuntos energéticos avanzan con prontitud y sencillez.

En el caso de este hospital, un ayudante administrativo de mantenimiento, nuevo en la institución, se interesó en el programa de energía y facilitó la tramitación de los proyectos y políticas relacionados con la energía.

También se sometió a consideración del personal de mantenimiento un programa preliminar de incentivos. Se les pidió proponer ideas para ahorrar energía que rindieran por lo menos \$ 500 por año, y como recompensa el participante sería invitado a una cena para dos personas en un restaurante del lugar. Como resultado de este estímulo se están aplicando muchas soluciones de bajo costo y se está generalizando en el hospital un mayor grado de convencimiento respecto a la conservación de energía.

- Administración

Se dan las consideraciones más importantes sobre este aspecto en la siguiente sección.

### 3.3 INFORMACION DE FONDO

## 3.3.1 FORMATO RESUMIDO DE OCEs

ANALISIS Y JUSTIFICACION DE OCEs OCE# _____				
Edificio/Lugar:				
Descripción de OCE:		Ahorros anuales proyectados		
		Electricidad	KWH	
			BTU x 10 <sup>6</sup>	
			\$	
		Bunker C	Galones	
			BTU x 10 <sup>6</sup>	
			\$	
		Propano	Galones	
			BTU x 10 <sup>6</sup>	
			\$	
Vida útil estimada _____ años		Otro _____	Unidades	
Valor de rescate \$ _____			BTU x 10 <sup>6</sup>	
Costos por operación y mantenimiento			\$	
[ ] Aumentarán [ ] Disminuirán		Ahorro total (BTUs)		
por \$ _____ año		Ahorro total (\$)		
Retorno de inversión _____ %		Costo total de OCE		
Tasa de interés _____ %	Período simple de recuperación _____ años			
Período descontado de recuperación _____ años				
Análisis del costo del OCE:				
Mano de obra	\$	Inspección	\$	
Ingeniería	\$	Demolición	\$	
Construcción	\$	Remoción	\$	
Material	\$	Instalar/Alquilar equipo	\$	
Equipo	\$	TOTAL	\$	

## 3.3.2 FORMATO DE PROCEDIMIENTO PARA UNA OCE

Descripción y metodología de la OCE	OCE# _____
Descripción:	
Condición actual:	
Acción sugerida:	
Metodología:	

## 3.3.3 ICAITI - FORMATO PARA AUDITORIAS ENERGETICAS

## 1. DATOS GENERALES

Nombre de la empresa \_\_\_\_\_  
 Dirección \_\_\_\_\_  
 Teléfono \_\_\_\_\_ Télex \_\_\_\_\_ País \_\_\_\_\_  
 Gerente General \_\_\_\_\_ Profesión \_\_\_\_\_  
 Gerente de planta \_\_\_\_\_ Profesión \_\_\_\_\_  
 Actividad \_\_\_\_\_ No. empleados \_\_\_\_\_  
 Inicio operaciones \_\_\_\_\_ 19\_\_ Planes expansión? \_\_\_\_\_  
 Turnos \_\_\_\_\_ Horas/semana \_\_\_\_\_ Horas extras \_\_\_\_\_  
 Existe programa ahorro energético? \_\_\_\_ Inicio \_\_\_\_\_ 19\_\_  
 Nombre del encargado \_\_\_\_\_ Profesión \_\_\_\_\_  
 Costo estimado consumo energía sobre producción \$CA \_\_\_\_\_  
 Qué operaciones consumen más energía? a) \_\_\_\_\_  
 b) \_\_\_\_\_ c) \_\_\_\_\_

## 2. CONSUMO ENERGETICO MENSUAL

Electricidad: kWh \_\_\_\_\_ Costo kWh \_\_\_\_\_ Max \_\_\_\_\_  
 Voltajes \_\_\_\_\_  
 F.P. \_\_\_\_\_ Demanda kW Min \_\_\_\_\_ Max \_\_\_\_\_  
 Potencia instalada \_\_\_\_\_

## 3. COMBUSTIBLES

Tipo \_\_\_\_\_ Consumo \_\_\_\_\_ Costo \$CA \_\_\_\_\_ Unidad \_\_\_\_\_  
 Tipo \_\_\_\_\_ Consumo \_\_\_\_\_ Costo \$CA \_\_\_\_\_ Unidad \_\_\_\_\_

## 4. AIRE COMPRIMIDO No. de compresores \_\_\_\_\_

	Tipo	Presión	Capacidad	Flujo	Carga %
No. 1	_____	_____	_____	_____	_____
No. 2	_____	_____	_____	_____	_____
No. 3	_____	_____	_____	_____	_____

VACIO No. de bombas \_\_\_\_\_

	Tipo	Presión	Flujo	HP
No. 1	_____	_____	_____	_____
No. 2	_____	_____	_____	_____
No. 3	_____	_____	_____	_____

AGUA Consumo/mes \_\_\_\_\_ Costo/mes \$CA \_\_\_\_\_

Municipal \_\_\_\_\_

Pozo mecánico \_\_\_\_\_

Dureza \_\_\_\_\_

5. MOTORES ELECTRICOS PRINCIPALES

	kW	Volt.	FP	rpm	h op/año
1.	_____	_____	_____	_____	_____
2.	_____	_____	_____	_____	_____
3.	_____	_____	_____	_____	_____
4.	_____	_____	_____	_____	_____
5.	_____	_____	_____	_____	_____

6. VAPOR - Calderas

No. \_\_\_\_\_ Tipo \_\_\_\_\_ Capacidad BHP \_\_\_\_\_ Combustible \_\_\_\_\_

No. \_\_\_\_\_ Tipo \_\_\_\_\_ Capacidad BHP \_\_\_\_\_ Combustible \_\_\_\_\_

Presión \_\_\_\_\_ Psig - Temp \_\_\_\_\_ Temp salida gases \_\_\_\_\_

Carga lb vapor/hora \_\_\_\_\_ Flujo \_\_\_\_\_

Aire combustión, exceso \_\_\_\_\_ % Composición \_\_\_\_\_

Aislante \_\_\_\_\_ Recuperación condensado \_\_\_\_\_ % Temp \_\_\_\_\_

Mayores usos de vapor \_\_\_\_\_ Porcentaje del \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Total \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. TRAMPAS DE VAPOR Tipo \_\_\_\_\_

Cant \_\_\_\_\_

## 8. RECUPERACION DE CALOR

<u>Fuente</u>	<u>Flujo</u>	<u>Temp</u>	<u>Hrs op</u>	<u>Comentarios</u>
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

9. AISLAMIENTO Líneas de vaporTubería:

Longitud aproximada \_\_\_\_\_

Diámetros: \_\_\_\_\_

Presión de vapor en tubería \_\_\_\_\_

Aislamiento:

Tipo \_\_\_\_\_ Espesor \_\_\_\_\_

Color \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

## 10. CONDENSADO

Tubería:

Longitud aproximada \_\_\_\_\_

Diámetros \_\_\_\_\_ Temperatura \_\_\_\_\_

Aislamiento:

Tipo \_\_\_\_\_ Espesor \_\_\_\_\_

Color \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Tanque de condensado:

Dimensiones \_\_\_\_\_

Altura: \_\_\_\_\_ Diámetro \_\_\_\_\_

Tipo de aislamiento \_\_\_\_\_ Color \_\_\_\_\_

Estado \_\_\_\_\_ Espesor \_\_\_\_\_

## 11. REFRIGERACION y AIRE ACONDICIONADO

Ambientes refrigerados

No. ambientes \_\_\_\_\_ Temp. por ambiente \_\_\_\_\_

Horas de operación \_\_\_\_\_

kW/Compresores \_\_\_\_\_

Tipo de aislamiento \_\_\_\_\_ Espesor \_\_\_\_\_

Aislamiento tuberías: \_\_\_\_\_

Estado general del sistema: \_\_\_\_\_

Refrigerantes utilizados:

\_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

12. AISLAMIENTOS EN EQUIPOS

Tanques aislados \_\_\_\_\_ Tipo de aislamiento \_\_\_\_\_

Otros equipos \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

13. ILUMINACION

Clase de luminaria: Incandescente  No. lámpara \_\_\_\_\_ Watts \_\_\_\_\_

Volts \_\_\_\_\_ Tipo \_\_\_\_\_ Fluorescente  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Halógeno  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Sodio  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Otros  \_\_\_\_\_

Horas de operación \_\_\_\_\_ por día

Días de operación por año \_\_\_\_\_

Niveles de iluminación:

Sección: 1. \_\_\_\_\_ Luxes \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

Dimensiones de las secciones:

1. Altura \_\_\_\_\_ Largo \_\_\_\_\_ Ancho \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

Color y tipo de paredes: \_\_\_\_\_

Altura de montaje de lámparas: (m) \_\_\_\_\_

Tipo de pantalla: \_\_\_\_\_

Tipo de balastos: \_\_\_\_\_

Nivel de iluminación natural:

1. \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_ 4. \_\_\_\_\_

#### 14. FUGAS

De vapor en trampas, tuberías, accesorios, válvulas, reguladores, equipo: \_\_\_\_\_

De agua: Caliente o fría; condensado, válvulas, bombas, tuberías, accesorios: \_\_\_\_\_

De aire comprimido: tuberías, válvulas, reguladores, accesorios: \_\_\_\_\_

De combustible: \_\_\_\_\_

De fluidos de proceso: producto, materias primas: \_\_\_\_\_

#### 15. OBSERVACIONES GENERALES

Posibilidad de fuentes alternas; ciclos de producción misceláneos

\_\_\_\_\_  
Ingeniero responsable - ICAITI

\_\_\_\_\_  
Fecha de visita



8. Agua de calderas

Dureza del agua antes de tratamiento \_\_\_\_\_ ppm

Dureza del agua después de tratamiento \_\_\_\_\_ ppm

Tipo de tratamiento \_\_\_\_\_

9. Aislamiento térmico

de tubería de vapor

Tipo \_\_\_\_\_ Espesor \_\_\_\_\_

de tubería de agua caliente

Tipo \_\_\_\_\_ Espesor \_\_\_\_\_

<u>Equipo de Proceso</u>	<u>Tipo Aislante</u>	<u>Espesor de Aislante</u>
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

10. Equipo de medición de flujo

de vapor \_\_\_\_\_

de combustible \_\_\_\_\_

11. Purga de calderas

Nº de purgas/día

INFORMACION DE MOTORES ELECTRICOS

Localización	Equipo función	Datos	Potencia KW	V	A	cos $\phi$	RPM	clase de servicio	horas de operación	Consumo Kwh	OBSERVACIONES
		Placa									
		Real									
		Placa									
		Real									
		Placa									
		Real									
		Placa									
		Real									
		Placa									
		Real									
		Placa									
		Real									
		Placa									
		Real									
		Placa									
		Real									
		Placa									
		Real									
		Placa									
		Real									



INFORMACION: CONSUMO Y COSTO DE ENERGETICOS ULTIMOS 12 MESES

	<u>Mes</u>											
<u>Energético</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<u>Electricidad</u>												
Consumo (kWh)												
Demanda (kW)												
Costo (Q)												
<u>Bunker</u>												
Consumo (gal)												
Costo (Q)												
<u>Diesel</u>												
Consumo (gal)												
Costo (Q)												
<u>Gas propano</u>												
Consumo (lb)												
Costo (Q)												
<u>Otros</u>												
Consumo												
Costo (Q)												















### 3.3.5 Información bibliográfica para manuales de Auditorías Energéticas.

Los siguientes son dos instructivos que complementan los manuales y han sido elaborados para que sirvan de guía a los auditores en el trabajo de asesorar a los propietarios, los gerentes y operadores de edificios y fábricas cuando efectúen auditorías energéticas.

DOE/CS-0041/12 Instructions for Energy Auditors, Vol. I.  
Sept. 1978, 235 p., NTIS, PC \$ 11.75; MF \$ 3.00.

DOE/CS-0041/13 Instructions for Energy Auditors, Vol. II.  
Sept. 1978, 321 p., NTIS, PC \$ 11.75; MF \$ 3.00.

NTIS: National Technical Information Service, U. S. Department of Commerce, 5385 Port Royal Road, Springfield, Virginia 22161.

### 3.3.6 Lista de oportunidades de Conservación de Energía

#### 3.3.6.1 Operación de equipo

##### A. CALDERA

1. Mantener temperatura apropiada para la atomización del aceite combustible.
2. Recuperar el calor de los gases de chimenea para precalentar agua de alimentación, aire de combustión y el agua del proceso.
3. Vigilar la eficiencia de la caldera y mejorar controles, o instalar controles automáticos ( $O_2$ -trim).
4. Usar el aire lo más caliente posible para aire de combustión.
5. Reemplazar quemadores viejos con nuevos de más eficiencia.
6. Instalar un turbulador.

7. Mejorar el tratamiento del agua de alimentación para reducir al mínimo la purga de caldera.
8. Reemplazar la caldera vieja.
9. Recuperar el calor del proceso, para precalentar el agua de alimentación.
10. Recuperar el calor del proceso, para precalentar el aire de combustión.
11. Recuperar calor de la purga de caldera para precalentar el agua de alimentación

#### B. SISTEMA DE VAPOR

1. Bajar la presión del sistema de vapor al nivel mínimo necesario.
2. Instalar, mejorar o reparar el aislamiento en líneas de vapor.
3. Instalar, mejorar o reparar el aislamiento en las líneas de condensado.
4. Reparar fugas en líneas y válvulas del sistema de vapor.
5. Instalar trampas de vapor.
6. Utilizar trampas de vapor de capacidad apropiada.
7. Cerrar las válvulas antes de las trampas en la línea de vapor cuando ésta no esté en uso.
8. Regresar el condensado al tanque de condensado.
9. Cubrir y aislar tanques de condensado.
10. Inflamar instantáneamente el condensado para producir vapor de baja presión.
11. Sustituir el agua caliente del proceso u otro líquido caliente por vapor.

12. Aislar tanques, marmitas, líneas calientes, y equipo de proceso.
13. Aumentar el espesor del aislamiento en tanques, marmitas, líneas calientes, y equipo de proceso.
14. Cubrir los tanques abiertos con aislamiento flotante.
15. Cubrir y sellar los tanques abiertos.

#### C. RECUPERACION DE CALOR

1. Utilizar los efluentes de procesos de calor o de sistemas de enfriamiento para precalentar los fluidos entrantes de los procesos o para otro calor de proceso.
2. Recuperar el calor del agua caliente de desecho.
3. Reciclar el aire de escape del proceso de calor o intercambiar el calor con el aire que entra.
4. Usar el vapor de escape para el calor del proceso.
5. Calentar el agua de servicio por medio del escape de la refrigeración o acondicionador de aire.
6. Utilizar el calor de escape del motor para obtener vapor.
7. Recuperar el calor del compresor de aire.
8. Recuperar el calor de los secadores de aire comprimido.
9. Recuperar el calor de los condensadores de refrigeración.
10. Recuperar el calor de subproducto de los transformadores para calentar el agua de servicio.

#### D. ILUMINACION

1. Apagar luces cuando el edificio o parte de él esté desocupado.

2. Reducir iluminación para disminuir carga eléctrica.
3. Usar tubos y balastos de alta eficiencia.
4. Reducir niveles de iluminación en lugares de estacionamiento.
5. Remover lámparas innecesarias donde sea posible.
6. Instalar controles automáticos para iluminación exterior.
7. Reducir lámparas decorativas a 15 ó 25 watts.
8. Establecer un programa de encendido y apagado de luces.
9. Reducir niveles de iluminación inferior de acuerdo a las tareas realizadas.
10. Reemplazar lámparas incandescentes por fluorescentes u otras de mayor eficiencia.
11. Instalar lámparas de sodio de baja presión en el exterior.
12. Instalar lámparas de sodio de alta presión en el interior.
13. Utilizar fotoceldas para la iluminación donde sea posible.
14. Instalar tragaluces donde sea posible, aprovechando la luz natural.
15. Individualizar interruptores en áreas con denso número de luminarias, dividiendo en sectores de trabajo.
16. Bajas luminarias para permitir el uso de tubos de menor voltaje.

#### E. ENERGIA ELECTRICA

1. Reducir el consumo de energía eléctrica de equipo y maquinaria por medio de equipo eficiente.
2. Reducir cargas pico, mediante cambios operacionales.

3. Reducir el tiempo de operación y aplicación de maquinaria eléctrica, hasta donde lo permita el proceso.
4. No utilizar los motores eléctricos sin necesidad.
5. Asegurarse de que los conductores eléctricos estén dimensionados para la carga que soportan.
6. Desconectar máquinas de escribir, cafeteras, radios, estufas, etc., cuando no estén en uso.
7. Utilizar motores de alta eficiencia.
8. Optimizar factor de potencia en la planta.
9. Utilizar motores de tamaño adecuado para una eficiente operación y carga óptima.
10. Considerar la instalación de un controlador de demanda.
11. Desexcitar la capacidad de exceso del transformador para evitar carga por electricidad.
12. Verificar la exactitud del contador de potencia.
13. Reestructurar los programas de tarifas.
14. Utilizar motores de velocidad múltiple o impulsores de velocidad variable para cargas variables de la bomba, el soplador y el compresor.

#### F. AIRE COMPRIMIDO

1. Bajar la presión de compresión de aire al nivel mínimo necesario.
2. Eliminar las fugas en la línea de aire comprimido.
3. Instalar la entrada del aire de succión del compresor en localizaciones frescas.

4. Reducir al mínimo el aire comprimido para el enfriamiento de productos, equipo o agitación de líquidos.
5. Sustituir el enfriamiento por aire comprimido con enfriamiento con agua.
6. Suprimir o cerrar las líneas de aire comprimido que no se necesitan a fin de eliminar potencial.
7. Usar transmisiones de velocidad variable.

#### G. EN TRANSPORTE

1. Establecer un programa regular para el mantenimiento de vehículos, con énfasis particular en el motor.
2. Use neumáticos radiales en todos los vehículos.
3. Evalúe los beneficios de utilizar deflectores de viento en camiones.
4. Revise todas las opciones al comprar motores nuevos para obtener una eficiencia máxima en el recorrido de los vehículos.
5. Seleccione el vehículo de acuerdo a la carga y trayecto necesarios.
6. En vehículos con rutas asignadas, optimice los programas de recorrido para minimizar el consumo de combustible.
7. Considere otras fuentes como combustibles, por ejemplo, gas propano.
8. Analice todo el equipo que soporta el vehículo para minimizar el uso de energía.

#### 3.3.6.2 Mantenimiento preventivo de equipo

Se pueden lograr importantes oportunidades de conservación de energía (OCE) y ahorros, mediante el mantenimiento de la maquinaria de proceso y de los equipos auxiliares.

Un programa apropiado de mantenimiento es una manera importante y cómoda de obtener ahorros importantes de energía en todo tipo de maquinaria de proceso. Se estima que en una planta, si se aplica el mantenimiento programado, y el Comité de Energía vigila su aplicación, se obtendría un ahorro de energía equivalente de un 2 a un 5 por ciento de costo total de la energía usada. Más adelante, se presenta una lista de OCE en el mantenimiento de calderas, motores, sistemas de iluminación, aire comprimido y energía eléctrica.

Para cada equipo debe elaborarse un programa de mantenimiento preventivo, y luego adaptar a éste el programa de revisiones y el control escrito de su realización diaria, semanal, quincenal, mensual, semestral o anual, según sea el caso.

Con este programa de mantenimiento, el encargado puede contribuir a la reducción de los costos de mantenimiento y a la reducción de los períodos de paro forzoso para hacer mantenimiento correctivo. Mediante este control, el encargado de mantenimiento puede predecir las fallas que pudieran ocurrir en el equipo a su cargo, y planificar reparaciones durante períodos que no afectan la producción.

La mayoría de los paros en la producción son causados por un mantenimiento inadecuado del equipo. El mantenimiento preventivo realizado según un programa, reduce la frecuencia, los costos y la duración de los trabajos de mantenimiento correctivo, aumentando así la vida útil del equipo, lo que representa un ahorro.

Las siguientes son las OCE que pueden recomendarse en primera instancia.

#### A. CALDERAS Y SISTEMAS DE VAPOR

1. Instalación de medidores de flujo de condensado y de flujo de agua de alimentación de las calderas.
2. Reparación o cambio de los controles que no sean confiables y que estén instalados en las calderas.

3. Control estricto de la frecuencia óptima de las purgas, para evitar pérdidas excesivas de agua de alta calidad y costo.
4. Reparación inmediata de las fugas en el sistema de vapor vivo.
5. Reparación del aislante de los sistemas de vapor vivo y de vapor condensado.
6. Reparación inmediata de las fugas en el sistema de retorno de condensado.
7. Adquisición de un equipo de prueba para ayudar en el control de la eficiencia de las calderas.
8. Planificación de un horario especial para aprovechar los períodos de baja producción o los paros temporales, para hacer uso eficiente del vapor sobrante.
9. Programación anticipada del mantenimiento de las calderas, para aprovechar paros prolongados en la producción.
10. Desarrollo de un programa consistente para el mantenimiento, dirigido a prevenir deterioro del equipo, de las válvulas, las trampas de vapor y las tuberías.
11. Limpieza constante de los tubos de la caldera (agua y fuego).
12. Reparación o sustitución de las trampas de vapor defectuosas.
13. Ajuste de los quemadores para lograr la proporción óptima de aire/combustible.
14. Reparación de los aislantes defectuosos de las calderas, de los hornos, etc.
15. Instalación de aislante en la caldera, o reparaciones para restaurar el espesor apropiado del existente.
16. Limpieza de los serpentines de los tanques de procesamiento.

## B. MOTORES EN GENERAL

1. Instalar un programa de mantenimiento periódico para revisar y limpiar: rodamientos, devanados, lubricación, ventilación, tolvas, acoplamientos, arrancadores, rotor y estator.
2. Balanceo dinámico de los rotores de los motores de más de 15 Hp, cuando se realicen las revisiones descritas en el punto anterior, pero con menor frecuencia que ellas.
3. Adquisición de nuevos equipos y reposición de los ya existentes, para mejorar la eficiencia general del sistema.
4. Establecimiento de un programa de mantenimiento eficiente y regular para los motores, los filtros y otros elementos del sistema de acondicionamiento de aire, ventilación y refrigeración.

## C. AIRE COMPRIMIDO

1. Inspección periódica de las tuberías de aire comprimido, para hallar y corregir fugas de aire.
2. Examen de los ajustes de aire en controles de arranque y paro de los compresores, para evitar excesivo ciclaje.
3. Limpieza continua de los filtros.

## D. ENERGIA ELECTRICA

1. Revisión de los siguientes elementos, para evitar fluctuaciones de voltaje:
  - conexiones flojas en cualquier parte de la línea
  - conexiones corroídas
  - interruptores de disparo ("flipones") con defectos internos
  - pernos flojos en los interruptores de disparo ("flipones")
  - conexiones flojas en barras de distribución
  - cables alimentadores que estén sobrecargados para su calibre.

2. Desconexión de todo equipo eléctrico cuando no esté en uso.
3. Mantenimiento preventivo para todo el equipo.

E. ILUMINACION

1. Pintado de los techos, paredes, pisos y acabados, con colores claros, como parte del mantenimiento general del edificio.
2. Retiro de las pantallas difusoras, siempre que sea posible.
3. Limpieza constante y cuidadosa de todos los elementos de iluminación, para conservarlos en estado óptimo.

#### 4. PLAN DE EJECUCION

#### 4. PLAN DE EJECUCION

- 4.1 Material audiovisual
  - 4.1.1 Período de recuperación
  - 4.1.2 Tasa de retorno
  - 4.1.3 Costo de la vida útil
  - 4.1.4 Movimiento de caja
  - 4.1.5 Ahorros de energía contra utilidades de la empresa
  - 4.1.6 Evaluación y ejecución de las oportunidades de conservación de energía (OCE)
    - Diseño conceptual
    - Presupuesto (aprobación)
    - Diseño final
    - Construcción
    - Adquisición y puesta en marcha
    - Operación de las OCE
    - Seguimiento (técnico/público)
- 4.2 Lecturas
  - 4.2.1 Análisis del costo de ciclo de vida
  - 4.2.2 Cómo estimar el costo y los ahorros que ofrecen las OCE de una auditoría energética
- 4.3 Información de fondo
  - 4.3.1 Formato para resumen de las OCE (por sistema)
  - 4.3.2 Formato para resumen de las OCE (general)
  - 4.3.3 Plan quincenal de financiamiento

4.1 MATERIAL AUDIOVISUAL

# PLAN DE EJECUCION

Antecedentes  
Análisis Económico  
Evaluación  
Implantación  
Seguimiento



**\$ SCA COMPRES  
ENERGIA**

*Cualquier cosa que el  
administrador de Energía  
hace está basada en el  
costo total de Energía por  
año*

**SI COMPRA, USE LA  
TERMINOLOGIA SIGUIENTE:**

**ELECTRICIDAD**

para consumo kWh (kilowatt hora)

para demanda kW (kilowatt)

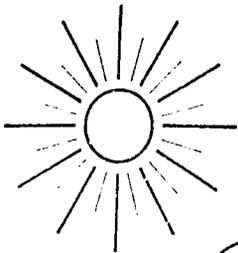
para factor de pot. % (por ciento)

aceite

gasolina / propano

para consumo

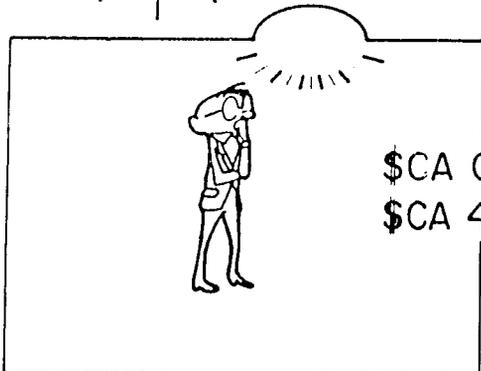
m<sup>3</sup> o litros



Consumo de Energía = 0 kWh

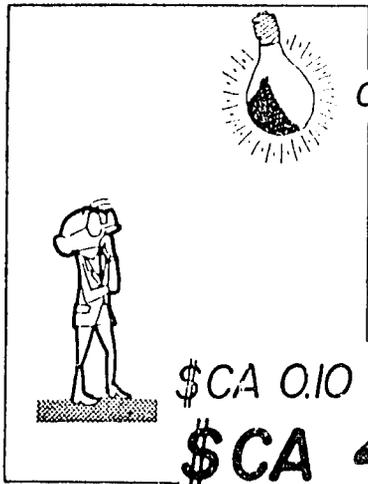
Demanda de Energía = 0 kWh

Costo de Energía = \$CA 0



\$CA 0.10 por kWh

\$CA 4.00 por kW/mes



consumo de  
energía 1460 kWh

demanda de  
energía 0.5 kW

costo de  
energía \$CA 146  
+ 24  
\$CA 170

\$CA 0.10 POR kWh

**\$CA 4.00 por kW/mes**

PERIODO DE RECUPERACION

RECUPERACION DE LA INVERSION (R.I.)

COSTO DEL CICLO DE VIDA

EL PERIODO DE RECUPERACION ESTA EN AÑOS

$$\frac{\text{Costo del Proyecto}}{\text{Ahorros por el Proyecto}} = \frac{\$ \text{CA}}{\$ \text{CA/AÑO}}$$

Recuperación:  $\$ \text{CA} / \$ \text{CA/AÑO}$

## OCE No. 1

	COSTO	AHORRO ANUAL
Precalentar Aire de Combustión	\$CA 35 000	\$CA 14 000

$$\text{Recuperación} = \frac{\$ \text{CA } 35 \text{ 000}}{\$ \text{CA } 14 \text{ 000}} = 2.5 \text{ años}$$

## LA RECUPERACION DE LA INVERSION (R. I.)

Es parecido al Interés en el Banco

### **ANALISIS ECONOMICO**

Interés Bancario . . . . .	15 %
Depósito . . . . .	\$CA 1000
Después de un año . . . . .	\$CA 1150

R. I. = 15 %

**TAMBIEN :**

tasa de R.I. =  $1/\text{Período de Recuperación}$

**ES DECIR:**

$$R.I. = \frac{\text{Ahorros}}{\text{Costo}}$$

### OCE No. 1

	COSTO	AHORRO ANUAL
Precalear Aire de Combustión	\$CA 35 000	\$CA 14 000

Período de Recuperación = 2.5 años

$$\text{Recuperación de la Inversión} = \frac{\$CA 14 000}{\$CA 35 000} = \frac{1}{2.5} = 40\%$$

## **EL COSTO DEL CICLO DE VIDA (CCV)**

Permite un alto grado de detalle en el análisis financiero de las OCE .

Un OCE deberá ser " Incuestionablemente" rentable .

Sin embargo , el CCV permite un enfoque importante .

## **EL CCV ESTA JUSTIFICADO CUANDO:**

- ✦ La inversión es grande
- ✦ La vida del equipo es larga
- ✦ Los costos de energía son grandes
- ✦ Los costos de mantenimiento y operación o los ahorros son significativos
- ✦ Están siendo consideradas dos opciones para el mismo problema

## **SIN CCV**

### **Período simple de recuperación:**

- ahorros
- costos
- período de recuperación

Con CCV

	AROS:	1	2	3	4	5	20
<b>AHORROS</b>							
BÁSICOS		x	x	x	x	x	
INCREMENTO DE LA TASA			x	x	x	x	
AHORROS EN MANTENIMIENTO			x	x	x	x	
REDUCCIÓN EN IMPUESTOS		x					
REVENTA							x
<b>COSTOS</b>							
COSTO DE CONSTRUCCIÓN		x					
IMPUESTOS		x	x	x	x	x	
COSTO DE DINERO			x	x	x	x	
DEPRECIACIÓN							
COSTOS MANTENIMIENTO		x	x	x	x	x	
APOYO ADMINISTRATIVO			x		x		

## EVALUACION E IMPLANTACION DE OCE

Excesos en presupuesto excedido .

Conflicto

Diseño complicado **innecesariamente**

Mejoras de OCE contra construcción nueva .

Categorías de OCE.

Impacto en programas en marcha .

Metodología de costos .

## **EXCESO DE PRESUPUESTO**

No se desilusione o sorprenda cuando el costo real de su primer diseño para OCE resulte ser mucho más alto que el costo estimado durante la auditoría energética .

## **MANTENGA LA CALMA**

El trabajo del administrador de energía es solamente ahorrar energía .

Si el costo de un proyecto es muy caro; Reconsidérelo.

## EJEMPLO DE EXCESOS EN PRESUPUESTO

Presupuesto: \$ CA 7 500

Período de recuperación: 2.5 años

Costo Real: \$ CA 14 200

Período de Recuperación: 4.7 años

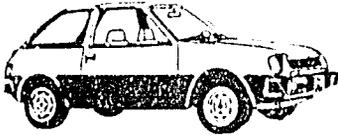
### EJEMPLO DE EXCESOS DE PRESUPUESTO

(DETALLE)

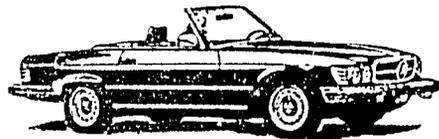
#### LISTA DE EXCESOS

<u>PROYECTO No.</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>COSTO \$</u>	<u>AHORROS ANUALES \$</u>	<u>PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)</u>
P-1	REEMPLAZAR MÁQUINA REMOVEDORA DE HILOS	7 500	3 000	2.5
<u>..... DE LA AUDITORIA</u>		<u>\$</u>	<u>..... INSTALACION FINAL</u>	
MANO DE OBRA	3 500	MANO DE OBRA	3 500	
MATERIAL	4 000	MATERIAL	4 000	
		DEMOLICIÓN	3 000	
		ESTRUCTURA	2 000	
		NUEVA LÍNEA DE DRENAJE	1 700	
	<u>7 500</u>			<u>14 200</u>

## COMPLICACION DEL DISEÑO



**CONTRA**



## MEJORAS DE OCE contra NUEVA CONSTRUCCION

Requiere previo **ESTUDIO  
DE ENERGIA** para cualquier  
nueva construcción

El medio más simple pero  
el más olvidado para  
controlar fácilmente el  
consumo de **ENERGIA**

## **CATEGORIAS DE OCE**

**algunos son más  
FACILES que otros**

## **CATEGORIAS DE OCE**

- **Encendido - apagado**
- **Sistemas de recuperación de calor**
- **Mejoramiento de eficiencias**
- **Equipo nuevo**
- **Incineración / cogeneración**

## EL PROCESO DE EJECUCION DE LAS OCE

1. Se identifica durante la auditoría
2. Se hace un presupuesto PRELIMINAR aproximado
3. Se pide el diseño general (5% del costo total de la construcción)
4. Se pide el diseño final (15% del costo total de la construcción)
5. Se solicita el costo final estimado
6. Se da la aprobación del presup. final

## RESUMEN EVALUACION Y EJECUCION

---

- el reacondicionamiento está lleno de sorpresas
- las OCE son un mal necesario en el ahorro de energía
- los proyectos deberán ser diseñados antes de construirlos (estimar 20% del costo de construcción para el diseño.)

## 4.2 LECTURAS

## 4.2 LECTURAS

### 4.2.1 Análisis del Costo del Ciclo de Vida

#### Antecedentes

El grado de detalle del análisis financiero que se requiere depende, indudablemente, de que tan cerca esté una Oportunidad de Conservación de Energía (OCE) de ser provechosa para la compañía que la aplica. En otras palabras, una mejora que es indiscutiblemente provechosa no requiere de un análisis tan detallado como una que es incierta.

La opinión de este ingeniero es que cualquier oportunidad de conservación de energía que sea aplicada a una instalación industrial debe ser provechosa sin lugar a dudas. La tasa de retorno sobre la inversión (TRI) debe ser de 30% como mínimo. Esta tasa de retorno de 30% sobre la inversión corresponde a un período de recuperación de aproximadamente 3.3 años.

#### Recuperación TRI

<u>(años)</u>	<u>(%)</u>	<u>Comentarios</u>
1/2	200	Solicite fondos para poner en práctica la OCE
1	100	Solicite fondos para poner en práctica la OCE
2	50	Solicite fondos para poner en práctica la OCE
3	33	Se justifican análisis detallados de costo/ahorro
4	25	Se justifican análisis detallados de costo/ahorro
5	20	Verifique cuidadosamente los costos del proyecto, cálculo del Costo del Ciclo de Vida (CCV)
8	12	Es necesario el cálculo del costo del ciclo de vida
10	10	Considérelo solamente para mejoras de ejecución
15	7	No considere este proyecto

Suponiendo que la estimación de costos para la OCE sea exacta, la recuperación del proyecto debería ser TAN alta que generalmente sería suficiente un cálculo aproximado del retorno.

Las medidas de segundo nivel del beneficio económico incorporan una estimación para el costo del dinero y la vida útil del equipo. Aunque no se recomienda el análisis económico más complejo, un estudio del análisis básico del Costo del Ciclo de Vida proporciona al coordinador de energía una penetración importante.

El cálculo del costo del ciclo de vida (CCV) es un método para calcular el costo total que implica la posesión de un activo durante su vida útil. El análisis CCV se justifica cuando:

1. La inversión es cuantiosa
2. La vida del equipo es prolongada
3. Los costos de energía son altos
4. La eficiencia en mantenimiento y en operación puede originar ahorros considerables
5. Se tienen en consideración dos o más sistemas opcionales, CON RECUPERACION INDISCUTIBLEMENTE ALTAS.

Los análisis CCV son complicados y generalmente se requiere de una persona entrenada en esta técnica. El análisis se inicia en forma similar a un análisis simple de recuperación, pero difiere en muchas otras variables que intervienen en la vida del equipo. A continuación se presenta una breve comparación:

Recuperación Simple:

Ahorro	_____
Costo	_____
Recuperación	_____

Costo del Ciclo de Vida

	AÑO	1	2	3	4	5	. . . . .	20
<b>AHORROS</b>								
Básico . . . . .		x	x	x	x	x		
Aumento en tarifas energéticas			x	x	x	x		
Mantenimiento. . . . .			x	x	x	x		
Beneficios en impuestos. . . .		x						
Valor Rechazo. . . . .								x
<b>COSTOS</b>								
Construcción . . . . .		x						
Impuestos. . . . .		x	x	x	x	x		
Tasa de interés. . . . .			x	x	x	x		
Depreciación . . . . .								
Mantenimiento. . . . .		x	x	x	x	x		
Apoyo administrativo . . . . .			x		x			

Como se puede notar en la tabla anterior, el análisis del costo del ciclo de vida origina un nuevo énfasis en la identificación completa de todos los costos relacionados con un sistema. Estos incluyen tanto los costos del primer año como los costos periódicos. Los que más comúnmente se incluyen son el costo inicial de instalación, el costo de operación, el costo de mantenimiento y el interés sobre la inversión. Dos factores intervienen al evaluar la vida del sistema, a saber: la vida física esperada de la OCE y el período necesario para que caiga en desuso. El factor menor rige la selección del período de tiempo de la evaluación. Entonces se puede calcular el efecto del interés utilizando alguna de las diversas fórmulas que toman en cuenta la tasa de interés.

Al comparar soluciones opcionales para un problema en particular, generalmente se preferirá el sistema que muestre el costo más bajo de ciclo de vida (los requisitos de ejecución se consideran como de igual valor).

El cálculo del costo del ciclo de vida es un instrumento para la ingeniería de evaluación. Otros aspectos, tales como el tiempo de instalación, los efectos de la contaminación, las consideraciones sobre estética, el tiempo de entrega y la preferencia del propietario, suavizarán la regla de escoger siempre el sistema con el menor costo de ciclo de vida.

El análisis del costo del ciclo de vida contiene, sin embargo, factores de juicio relacionados con tasas de interés, vida útil, tasas de inflación y los crecientes costos de la energía. Aún con este "factor de criterio", el cálculo del costo del ciclo de vida es un instrumento importante en la ingeniería de evaluación, ya que los resultados se cuantifican monetariamente.

Sobre todo, un BUEN JUICIO GENERAL puede afectar enormemente el análisis final. Por tanto, se anima al administrador de energía para que considere todas las premisas tomadas en cuenta en cualquier análisis del costo del ciclo de vida.

El uso de un análisis del costo del ciclo de vida resulta claro mediante una comparación de el retorno con el análisis del costo del ciclo de vida para dos proyectos distintos. Estos proyectos son:

- 1) Reemplazar 2 500 bombillas incandescentes de 150 watts cada una por 200 lámparas de sodio a alta presión.  
Costo: \$CA 83 960  
Ahorros: \$CA 22 190  
Período de recuperación: 3.8 años

Adviértase que la vida de las lámparas de sodio a alta presión es 15 a 20 veces más que la vida de las lámparas incandescentes. Por lo tanto los costos de substitución resultan marcadamente disminuidos.

- 2) Añada un economizador en la chimenea de la caldera, la cual es de 3 921 kW.  
Costo: \$CA 83 960  
Ahorros: \$CA 18 190  
Período de recuperación: 4.6 años

Advierta que el economizador generará ahorros de U.S. \$22 690 por año en el consumo de petróleo, pero que por otro lado requerirá una inversión anual de U.S. \$4 500 de energía eléctrica (para hacer funcionar un soplador que fuerza los gases a través del economizador. Este ventilador y el sistema del economizador también requerirán mantenimiento).

Los análisis del proyecto de iluminación y del economizador se muestran en la Tabla 1 y en la Tabla 2, respectivamente. Del análisis hecho se deduce que del proyecto de iluminación resulta más económico que si se calculara sobre la base de un período de recuperación simple. De igual manera, el análisis de costos del economizador toma en cuenta los costos adicionales debidos al aumento de los precios de la electricidad y del gas (diferentes para cada caso) y también toma en cuenta el mantenimiento adicional necesario.

La figura 1 revela que el período de recuperación basado en el costo del ciclo de vida del proyecto de iluminación es en realidad más costoso que el período de recuperación simple; por otro lado, la figura 2 muestra que el valor del proyecto del economizador se recuperará después de 7.1 años.

	Recuperación con el costo del ciclo de vida	Período de recuperación simple
Proyecto de iluminación	2.7 años	3.8 años
Proyecto del economizador	7.1 años	4.6 años

---

**Bibliografía:**

"Energy Conservation with Comfort"; tercera impresión; The Honeywell Company, Minneapolis, Minnesota, USA; página 23.

"Energy Management"; Ottaviano, Victor B.; Ottaviano Technical Services Inc.; 150 Broad Hollow Road, Melville, New York 11747, USA; página 7.3-6.

"Plant Engineers and Management Guide to Energy Conservation"; segunda edición; Thumann, Albert, P.E.; Van Nostrand Reinhold Company, 135 West 50th Street, New York, New York 10020, USA; página 20,21.

TABLA 1

	Costo	Ahorro	Periodo de recuperación simple							
REEMPLAZO DE BOMBILLAS INCANDESCENTES POR LAMPARAS A ALTA PRESION	*									
	\$83 960	\$22 190	3.6							
Sobre Costo del ciclo de vida										
AHORROS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Base	\$22 190	\$22 190	\$22 190	\$22 190	\$22 190	\$22 190	\$22 190	\$22 190	\$22 190	\$22 190
Aumento en tarifas energéticas 5%	0	1 110	2 220	3 330	4 440	5 550	6 660	7 770	8 880	9 990
Exoneración de Imp. 10%	4 619	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor Rechazo 10%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento	4 419	4 661	5 347	5 882	6 470	7 117	7 829	8 611	9 473	10 420
SUBTOTAL	\$31 228	\$59 388	\$87 145	\$120 547	\$153 647	\$188 504	\$225 183	\$263 754	\$304 297	\$346 897
COSTOS										
Construcción	\$83 960	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energía 5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL	\$83 960	\$83 950	\$83 960	\$83 960	\$83 960	\$83 960	\$83 960	\$83 960	\$83 960	\$83 960
TOTAL BRUTO POR AÑO	(\$52 732)	(\$24 572)	\$ 5 185	\$36 587	\$69 687	\$104 544	\$141 223	\$179 794	\$220 337	\$262 937

\* \$ = SCA

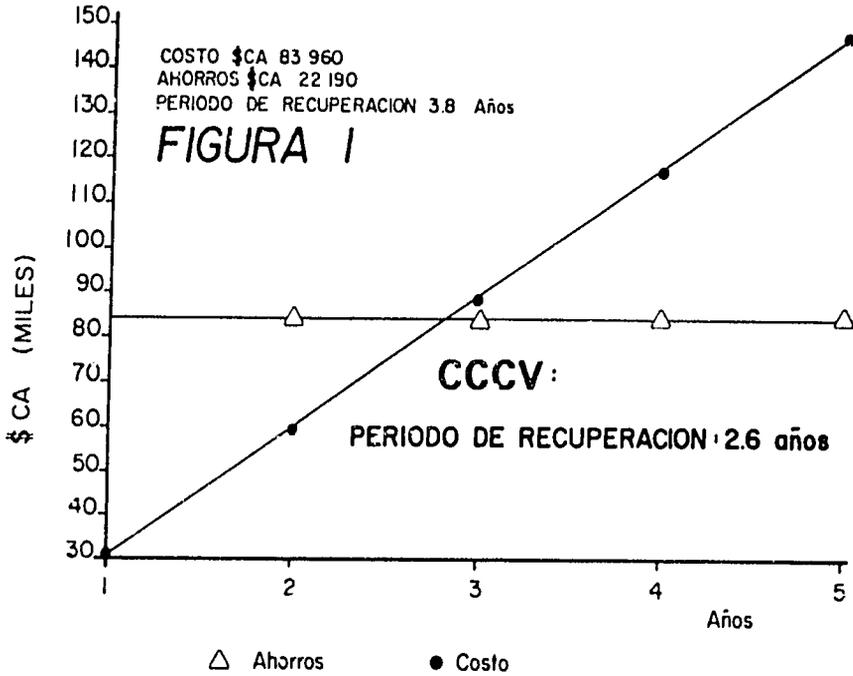
TABLA 2

	Costo	Ahorros	Periodo de recu- pera- ción simple							
ICOMIZADOR DE LA CHIMENEA DE CALDERA	*									
	\$83 960	\$ 15 180	4,6							
Sobre costo del ciclo de vida	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>AHORROS</b>										
Base	\$22 690	\$ 22 690	\$ 22 690	\$ 22 690	\$ 22 690	\$ 22 690	\$ 22 690	\$ 22 690	\$ 22 690	\$ 22 690
Aumento en tarifas energéticas	5% \$ 0	\$ 1 136	\$ 2 270	\$ 3 405	\$ 4 540	\$ 5 675	\$ 6 810	\$ 7 945	\$ 9 080	\$ 10 215
Exoneración de Imp.	\$ 4 619	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Valor rechazado	10% \$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Mantenimiento	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$27 309</b>	<b>\$ 51 134</b>	<b>\$ 78 094</b>	<b>\$102 189</b>	<b>\$129 419</b>	<b>\$157 774</b>	<b>\$187 284</b>	<b>\$217 919</b>	<b>\$249 689</b>	<b>\$282 594</b>
<b>COSTOS</b>										
Construcción	\$83 960	\$ 8 816	\$ 9 257	\$ 9 719	\$ 10 208	\$ 10 715	\$ 11 251	\$ 11 814	\$ 12 404	\$ 13 024
Mantenimiento	5% \$ 3 386									
Energía	5% \$ 4 500	\$ 4 725	\$ 4 961	\$ 5 209	\$ 5 470	\$ 5 743	\$ 6 030	\$ 6 332	6 648	6 981
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$96 856</b>	<b>\$110 397</b>	<b>\$124 615</b>	<b>\$139 543</b>	<b>\$155 218</b>	<b>\$171 676</b>	<b>\$188 957</b>	<b>\$207 102</b>	<b>\$226 155</b>	<b>\$246 160</b>
<b>TOTAL BRUTO POR AÑO</b>		<b>(\$59 253)</b>	<b>(\$48 521)</b>	<b>(\$37 354)</b>	<b>(\$26 799)</b>	<b>(\$13 892)</b>	<b>(\$ 1 673)</b>	<b>\$ 10 816</b>	<b>\$ 23 534</b>	<b>\$ 36 434</b>

\* S = SCA

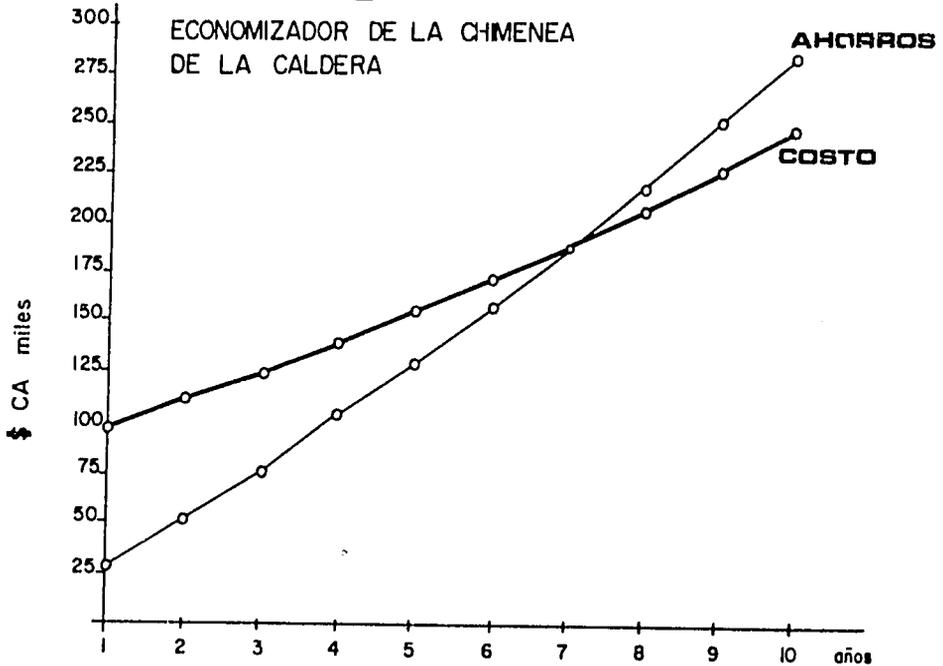
## PUNTO DE BALANCE

Reemplazar Lámparas Incandescentes por Lámparas de Sodio de Alta Presión



## FIGURA 2

ECONOMIZADOR DE LA CHIMENEA DE LA CALDERA



#### 4.2.2 Cómo Estimar el Ahorro y el Costo de las Oportunidades de Conservación de Energía Derivadas de una Auditoría Energética.

##### RESUMEN

El éxito de un programa eficaz de energía depende de la credibilidad de la Auditoría Energética. Similar importancia tienen las estimaciones de costo y ahorro para las Oportunidades de Conservación de Energía (OCE) que formarán el núcleo del programa general sobre energía.

Aquí se comentarán los métodos empleados para estimar el costo de la auditoría y de la OCE. Se comentará sobre los métodos empíricos y los procedimientos recomendados para la evaluación de estimaciones preliminares y finales.

Un resumen del programa proporcionará el enfoque genérico para todas las formas de estimación del costo de conservación de energía.

Se pretende proporcionar al administrador de energía cuidados o algunos medios razonables para estimar eficazmente el costo instalado de una Oportunidad de Conservación de Energía (OCE). Tan importante como es la metodología, lo serán la filosofía y el enfoque requeridos para estimar el efecto de la OCE sobre el ahorro real de energía en la instalación.

##### 1) Panorama

La auditoría, estimación y planeamiento de la energía forman un "proceso". El objetivo de este proceso es simplemente ahorrar energía. Ninguna cantidad de capital ni de buenas intenciones salvará un proyecto si no se alcanza su objetivo. Al respecto, se han dividido los criterios de estimación de las OCE en varias áreas de interés que siempre aparecerán en el proceso de planeamiento y construcción de OCE.

- EXCESOS SOBRE EL PRESUPUESTO
- CONFLICTOS

- ESTIMACIONES DE AHORRO
- REALIZACION DE LAS OCE/vs NUEVA CONTRUCCION
- COMPLEJIDAD DE DISEÑO
- CATEGORIAS OCE
- EFECTO DE PROGRAMAS EN CURSO
- METODOLOGIA PARA CALCULAR EL COSTO

Todas estas áreas conducen a una metodología final para calcular el costo y, lo que es más importante, a un medio para llevar a cabo el trabajo.

## 2) Excesos sobre el presupuesto

REGLA NUMERO 1: "No se moleste, desanime o sorprenda si su primer plan de una OCE resulta tener el doble del costo que usted estimó". Llámelo la REGLA DE ORO DE LA ADMINISTRACION DE ENERGIA.

Se sabe cuán difícil es enfrentar a su administración con los resultados de un proceso de licitaciones concluido, en el cual la oferta más baja es el doble de la cantidad que usted le aseguró que tendría que asignar. Usted tendrá que reconocer que éste es un paso en el "proceso" de construcción de las OCE. El mayor error se comete al no afrontar la situación con serenidad.

Como al inicio de un libreto, la mayoría de nosotros entraría en la oficina de nuestro gerente con una mirada tímida de fracaso y desesperanza. A esto seguiría una voz humilde y plañidera que expondría los resultados con una recomendación igualmente humilde de aceptar la oferta baja e iniciar la construcción inmediatamente.

Después de todo, su empleo por completo depende de su habilidad para construir el proyecto, ¿no es así?. ¡No! Depende de su habilidad para construir proyectos efectivos dentro de presupuestos dados y, principalmente, para controlar y predecir el consumo de energía.

## 3) Conflictos

Los que son auditores de energía serios han enfrentado el conflicto entre el ahorro y el costo. Al realizar una auditoría detallada de energía, a menudo parece que usted tuviera que vengarse a su propia costa. El problema específico es que, cuando se examina con detenimiento la viabilidad de una OCE, encontrará que hay muchas incógnitas relacionadas con el diseño que pueden, ya menudo lo hacen, incrementar mucho los costos de la misma.

La auditoría generalmente se asocia con un precio fijo. El dinero asignado se debe gastar en localizar, comprender y conceptuar oportunidades de conservación de energía. Sin embargo, para estimar eficazmente la recuperación real, es necesario examinar TODOS los problemas que se encontrarán.

Un ejemplo muy bueno y sencillo es el caso del reemplazo de un quemador de mota en una lavandería comercial. El quemador destruía toda la mota que se producía en el ciclo de secado. La auditoría de energía requirió el reemplazo del quemador de mota por un sistema de filtro de aspersion húmeda ("wet-spray filter system").

La estimación original era la siguiente:

MANO DE OBRA . . . . .	\$CA 3 500
MATERIALES . . . . .	\$CA 4 000
DEMOLICION . . . . .	0
EQUIPO PERIFERICO. . . . .	0
T O T A L : . . . . .	\$CA 7 500

Dos años después, el reemplazo del quemador de mota pasó al tablero de dibujo. Al presentar los planos finales, las ofertas fueron las siguientes:

MANO DE OBRA . . . . .	\$CA 4 500
MATERIALES . . . . .	\$CA 5 500
DEMOLICION . . . . .	\$CA 1 200
EQUIPO PERIFERICO. . . .	<u>\$CA 3 000</u>
T O T A L : . . . . .	\$CA14 200

Por supuesto, la diferencia se debía:

1. Al costo del dinero
2. A la necesidad de una línea de drenaje para el nuevo sistema de filtro húmedo. (La lavandería existente no tenía drenaje y había que zanjar el piso y después remendarlo).
3. Había que agregar riostras para el nuevo sistema de filtro de mota después de remover el sistema existente.
4. Se requerían 61 m (200 pies) adicionales de cables eléctricos para cumplir con los requisitos reglamentarios.

Es fácil pasar por alto este tipo de problemas, especialmente en vista de la "necesidad" de descubrir proyectos de rápida recuperación. El conflicto es evidente: ¿Puedo realmente prever todos los problemas que se presentarán? Si descubro un problema, probablemente empeorará la recuperación!

#### 4) Estimaciones de ahorro

Por supuesto, lo esencial en una auditoría energética es localizar áreas primordiales de oportunidades de ahorro. Pero, de nuevo, con la necesidad de presentar muchos proyectos de "rápida recuperación" y debido a la dificultad de separar el ahorro de una OCE de la siguiente, es bastante fácil inflar las estimaciones de ahorro.

El ejemplo clásico es el del Sistema de Administración de Energía, (Energy Management System, EMS) sobre iluminación. Si un "auditor titulado" entra en una oficina grande durante la noche y encuentra todas las

Luces encendidas, naturalmente supone que estas luces permanecen encendidas 365 noches al año. En realidad, puede ser que solamente se queden encendidas ocasionalmente. Por supuesto, puede ser que se justifique un sistema EMS de iluminación, pero ¿por qué no solamente poner un letrero grande que indique que se apague la luz? De acuerdo, cada uno tiene sus desventajas (costo vs pérdida de control).

Otros ejemplos clásicos se encuentran en las modificaciones de sistemas de aire acondicionado. Se especifican las siguientes opciones:

- OPCION A: Termostatos de banda muerta
- OPCION B: Economizadores
- OPCION C: Sistema de enfriador con desvío
- OPCION D: Modificaciones de iluminación
- OPCION E: Película solar para ventanas

Todas estas opciones influyen en las otras en lo que se refiere al ahorro. Sin embargo, una auditoría energética de éxito es aquella que localiza muchos proyectos de rápida recuperación, por lo que existe la tendencia de traslapar ahorros.

No olvide que el área de ahorro generalmente se localiza primero, sin consideración alguna al costo o a la recuperación.

Antes de escoger su primer proyecto o proyectos, usted debe darse cuenta de que habrá un mejor proyecto, y de que PUEDE O NO SER EL QUE LA AUDITORIA ENERGETICA IDENTIFIQUE COMO EL DE MAS RAPIDA RECUPERACION.

#### 5) Realización de OCE/vs nueva construcción

Quizás el medio más simple, pero que más se pasa por alto, para controlar el consumo de energía de una instalación es requerir un "EXAMEN DE ENERGIA" para todos los planos y especificaciones, antes de que salgan a licitación. Este tema se trata aquí porque es una buena idea y porque es importante comprender la diferencia del costo entre una OCE de nueva construcción y una OCE de reacondicionamiento.

En el caso más simple, consideremos a un arquitecto que diseña un edificio en California. El diseño mecánico está terminado y requiere un enfriador de 400 toneladas que aliviará el edificio aún durante los días más calurosos de agosto.

El arquitecto termina los planos con una atmósfera totalmente cerrada (ventanas fijas), y entonces los envía a la Revisión de Energía. El equipo de Revisión de Energía nota que al especificar ventanas con bisagras y pasadores se permitirá al edificio operar en una forma "pasiva" durante los meses templados del año. Los costos relacionados con este cambio son menores del 1/10 de 1%.

Los edificios simples, pasivos, en California, generalmente operan a un nivel de consumo de energía 40% menor que los edificios totalmente cerrados. Sin embargo, cualquiera de ustedes que haya considerado alguna vez reemplazar ventanas fijas por ventanas que se pueden abrir, en una situación de reacondicionamiento, encontrará que el período de recuperación es "enorme". Peor aún, es difícil calcular el ahorro.

En las construcciones nuevas casi cualquier cosa es provechosa. En el reacondicionamiento de construcción, el provecho real está más en función de problemas periféricos (período de interrupción, violaciones al reglamento, drenaje, cañerías, equipo de acoplamiento que está gastado).

#### 6) Complejidad de diseño

Tanto un Cadillac como un Volkswagen lo llevan del punto A al punto B. Por supuesto, el Cadillac es más cómodo y es mejor para los negocios (parece embarazoso recoger a un cliente importante en un Volkswagen). El Volkswagen obtiene alto kilometraje, requiere poco mantenimiento, es barato.

¿Qué se puede decir sobre una OCE? Un "sistema economizador" ahorra bastante energía en algunas circunstancias. Pero ¿qué tipo de sistema de control pone usted en el sistema de registro de la chimenea? Le da usted

a la oficina de mantenimiento un tablero de control con la temperatura de entrada, de salida y de la chimenea? ¿Construye usted una plataforma alrededor de los puntos de acceso al economizador para facilitar su mantenimiento?

Todas estas consideraciones forman parte de su decisión, pero todas están limitadas por su estimación original de "recuperación". Si usted no facilita el acceso para mantenimiento, probablemente el sistema no funcionará eficientemente por más de un año aproximadamente. Sin embargo, ese acceso puede costar hasta 10% más, dependiendo de los problemas específicos del lugar.

Lo que se quiere decir es que existe un número ilimitado de opciones disponibles para cualquier diseño de una OCE. Desafortunadamente, estas opciones están limitadas casi completamente por las estimaciones originales efectuadas por alguien que no es diseñador.

#### 7) Categoría de las OCE

Se desea comentar ahora sobre las diversas categorías de las OCE que forman un patrón en casi cualquier auditoría energética. Se describirán y luego se comentarán con relación a su capacidad para realizar una OCE eficaz.

##### A. Conexión-desconexión:

La OCE de "conexión y desconexión" quizás sea la mejor forma de oportunidad de conservación de energía. No solamente ahorra más energía que cualquiera otra forma de OCE, sino que también es para la que se calculan con mayor facilidad los costos y ahorros. El motivo por el que los sistemas EMS tuvieron tanto auge el año pasado es que tenían y tienen sentido. Afrontémoslo, la mayoría de los ahorros logrados por EMS son ahorros relacionados simplemente con la desconexión de los aparatos cuando se supone que deben estar desconectados. En general es una tarea bastante fácil, pero en la vida real, la persona encargada del mantenimiento, con exceso

de trabajo, generalmente encuentra que es difícil y que toma mucho tiempo desconectar cada cosa cuando no es necesaria. De ahí el EMS y su fabuloso éxito en la industria.

Con relación a estos dispositivos es que se les dio demasiada importancia. Muchas compañías seleccionan sistemas grandes que son demasiado complicados y muy difíciles de mantener y programar. Todo lo que se necesita durante las primeras etapas de un programa de energía (los primeros tres años) es un contador de tiempo ("timer box") aceptable. A menos que usted tenga mucho dinero, bastante personal y un excelente departamento de mantenimiento, estará gastando su tiempo, energía y credibilidad si compra cualquier otra cosa que no sea un contador básico para los programas básicos de conexión y desconexión.

#### B. Sistemas de recuperación de calor:

Esta forma de OCE ha sido la más decepcionante durante mi corta experiencia como administrador de energía. Estoy convencido de que, en general, los sistemas de recuperación de calor por reacondicionamiento son demasiado caros para que valgan la pena.

Se que ésta es una declaración fuerte, pero reacondicionar un sistema de recuperación de calor generalmente es una tarea muy difícil de diseño y construcción. Si los problemas de estructura no lo vencen, entonces el período de interrupción de la instalación lo hará.

Se sabe que es fácil calcular los ahorros para un sistema de escape, pero recuperar eficazmente el calor es un proceso engorroso y caro.

Una regla práctica es que la aplicación para la recuperación de calor tiene que ser tan obvia que la gerencia tiene que pedirle que la justifique. Si trata de promover un proyecto de recuperación usted sólo, se verá en problemas.

### C. Mejoramiento de la eficiencia:

Los sistemas de aire acondicionado con frecuencia pueden ser mejorados con relación a su control u operación actual. La operación más representativa es la de reemplazar un sistema de volumen constante por un sistema de volumen variable. Se ha encontrado que los costos reales de reacondicionamiento para un cambio como éste son exorbitantes cuando se les compara con los ahorros de energía. De nuevo, si el sistema está operando tan mal y está utilizando tanta energía que tiene que ser cambiado, entonces lo haría. De otra manera, deje en paz el sistema y continúe con un programa de mantenimiento preventivo del equipo existente.

Asimismo, los cambios en los controles son buenos, pero deben ser llevados a cabo por un experto y deben ser comprendidos por el personal de mantenimiento.

Aún la instalación de los economizadores, aunque éstos ahorran grandes cantidades de energía, generalmente es cara. En una oportunidad se observó a un cliente que instaló economizadores, pero agregó 27 caballos de fuerza en ventiladores extractores para que el edificio no tuviera exceso de presión durante el ciclo de economía. Aunque se redujo el consumo de energía, el costo de la instalación y el incremento en la utilización de energía por el ventilador dio como resultado un proyecto con una recuperación totalmente diferente de la que se propuso originalmente.

### D. Nuevo equipo:

Es sorprendente cuánto se puede hacer con nuevo equipo. La mayoría de calderas, hornos, enfriadores y equipos de aire acondicionado en los edificios viejos son demasiado grandes y operan mal. El ahorro que se obtiene al reemplazar este equipo por otro más pequeño pero más eficiente es significativo. Considero que ésta es un área primordial de trabajo que da como resultado un aumento en el ahorro, disminución de mantenimiento e incremento en la eficiencia de la planta en general. Sin embargo, no olvide que ninguna cantidad de ahorro de energía puede reemplazar a una pieza de equipo seguro!

### E. Incineración y cogeneración:

De nuevo, estos proyectos tienen sentido, pero aumentan mucho los problemas de mantenimiento. En el caso de un incinerador, el ahorro en los costos de transporte de la basura aumenta mucho la recuperación. El ahorro real de energía de una caldera de calor por incineración de desechos ("incinerator waste heat boiler") es pequeño pero significativo.

En el caso de un incinerador en el hospital de "Bay Area", los ahorros por energía ascienden a \$CA6 000 anuales, mientras que los ahorros por transporte ascienden a \$CA56 000.

Asimismo, la cogeneración tiene mucho sentido, especialmente en una escala global. Cualquier instalación que tiene una carga térmica constante y local y un aceptable departamento de mantenimiento la debe tomar en consideración. La eficiencia del equipo (60% o más) podría devolver a los Estados Unidos su independencia con relación a la energía. Sin embargo, las compañías de servicio público todavía nos derrotan con su economía de escala y a menos que haya muy buenos incentivos financieros (créditos y subsidios), el cogenerador no se puede pagar solo.

### F. Iluminación:

Los cambios de luz son los más fáciles de cuantificar y los más evidentes que se pueden efectuar en cualquier instalación. Sin embargo, aparte de los cambios de bombilla, generalmente estos cambios son caros y difíciles de diseñar en gran escala.

En el caso de un hospital —programa de cambio de bombillas por "tubos ahorradores de energía (lámparas o bombillas más eficientes)"— tomó más de 6 meses recibir aprobación de la guardería para cambiar las bombillas. El problema se originó debido a que los padres no estaban acostumbrados a ver a sus niños recién nacidos bajo un tipo diferente de luz.

Los proyectos de iluminación que tienen sentido generalmente son problemas evidentes de iluminación. Si usted no puede ver fácilmente el problema, entonces probablemente no se pagará solo.

Adjunta se encuentra la Tabla 1 del éxito relativo de estos diversos grupos de proyectos. Se recomienda consultar esa tabla antes de seleccionar su primer proyecto.

#### 8) Efecto de programas en curso

Usted debe comprender que a menos que haya seleccionado un proyecto que ahorre energía, tendrá muy poca oportunidad de llevar a cabo un programa con éxito.

El diseño y ejecución de un proyecto toma una gran cantidad de tiempo en la coordinación de cantidades de trabajo y en la toma de decisiones para sus ingenieros de diseño. Durante este tiempo, usted debe tener en curso un programa por medio del cual se controle y administre el consumo de energía.

El efecto de un programa en curso exitoso agrega credibilidad ilimitada a su eventual plan para construcción de proyectos. Si usted se puede mantener al corriente de las tendencias actuales de aplicación y del consumo actual de energía, podrá programar sus proyectos y solicitudes de asignación de presupuesto de manera conveniente.

En el caso de un distrito escolar con el que trabajamos, tomamos el tiempo necesario para realizar una auditoría energética lenta y minuciosa. En el transcurso de la auditoría instruimos al administrador hasta el punto en que el consumo general de energía del distrito escolar completo disminuyó en 42%. Fue nuestro triunfo más extraordinario hasta esa fecha, y sin embargo el administrador no hizo más que consolidar las actividades nocturnas y asegurarse de que el equipo estuviera apagado cuando se suponía que lo debía estar.

GRUPOS DE UCES DE AUDITORIA ENERGÉTICA  
CUADRO GENERAL DE CLASIFICACION DEL PROGRAMA

TABLA I

	CONEXION/ DESCONEXION	MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA	NUEVO EQUIPO	COGEN/ INCINERACION	ILUMINACION	RECUPERACION DE CALOR
CAPACIDAD PARA AHORRAR ENERGIA	9	7	9	7	8	5
FACILIDAD DE DISEÑO	7	2	6	5	8	4
OPORTUNIDAD DE NO SOBREPASAR EL PRESUPUESTO	8	5	7	6	5	5
POSIBILIDAD DE PEQUEROS CAMBIOS	8	6	7	6	6	5
MANTENIMIENTO A LARGO PLAZO	7	6	9	5	9	7
RECUPERACION GENERAL	9	8	9	7	6	5
DESEMBOLSO MINIMO DE CAPITAL	8	6	7	5	5	4
PROMEDIO GENERAL	8	5.4	7.7	5.8	6.7	5.0

199

ESCALA DE CLASIFICACION 0 → 5 → 10  
 inaceptable    mediano    excelente

Obtuvimos una auditoría técnica final con recuperaciones mayores de las que se podía haber esperado. Además, nuestra credibilidad era tal que se nos dio el visto bueno para rediseñar el distrito completo.

9) Resumen

A continuación se presentan los pasos para calcular los costos y ahorros de las OCE derivadas de una auditoría energética:

1. Localice un área específica de consumo obvio de energía.
2. Enumere técnicas de conservación posibles.
3. Si una técnica proporciona 10% ó más de ahorro, elabore un plan simple para una Oportunidad de Conservación de Energía.
4. Vuelva a calcular los ahorros de energía disponibles en el plan.
5. Calcule los costos y ahorros del proyecto.
6. Averigüe con los proveedores el costo de las principales piezas del equipo.
7. Sume el costo de todas las piezas importantes del equipo.
8. Multiplique el costo total del equipo por 3.5 - 4.5, dependiendo de la complejidad aparente del proyecto (vea la Tabla 1).
9. Calcule la recuperación en el paso 5 y en el paso 8.

#### 4.3 INFORMACION DE FONDO

## 4.3.1 Formato para resumen de las OCE (por sistema)

<u>Número de Proyecto</u>	<u>Descripción</u>	<u>Costo (\$)</u>	<u>Ahorro (\$)</u>	<u>Recuperación (años)</u>
Proyectos de iluminación				
I - 1	_____	_____	_____	_____
I - 2	_____	_____	_____	_____
I - 3	_____	_____	_____	_____
Proyectos de Manufactura				
M - 1	_____	_____	_____	_____
M - 2	_____	_____	_____	_____
M - 3	_____	_____	_____	_____
M - 4	_____	_____	_____	_____
Proyectos de calefacción y aire acondicionado				
C - 1	_____	_____	_____	_____
C - 2	_____	_____	_____	_____
Proyectos de mejoramiento de proceso				
MP - 1	_____	_____	_____	_____
MP - 2	_____	_____	_____	_____
MP - 3	_____	_____	_____	_____
MP - 4	_____	_____	_____	_____
MP - 5	_____	_____	_____	_____
MP - 6	_____	_____	_____	_____
MP - 7	_____	_____	_____	_____
MP - 8	_____	_____	_____	_____



PROGRAMA DE CONSERVACION DE ENERGIA

4.3.3 Plan Quincenal de Financiamiento

Costos y Ahorros Anuales - En miles,

Erogaciones del Programa	1985		1986		1987		1988		1989	
	Costos	Ahorros								
Administración										
Conservación										
TOTALES										

Erogaciones de Capital del Proyecto										
Proyectos de Capital										
Desarrollo Adicional del Proyecto										
TOTALES										

EROGACIONES TOTALES POR ENERGIA										
AHORROS DEL PROYECTO POR ENERGIA										

## 5. CASOS PRACTICOS

5. CASOS PRACTICOS

5.1 Desarrollo del Programa de Energía en INC

Historia

Inventario

Optimización

Mejoras

Planeamiento

Antecedentes históricos

5.2 Auditoría energética en una fábrica de Jabón

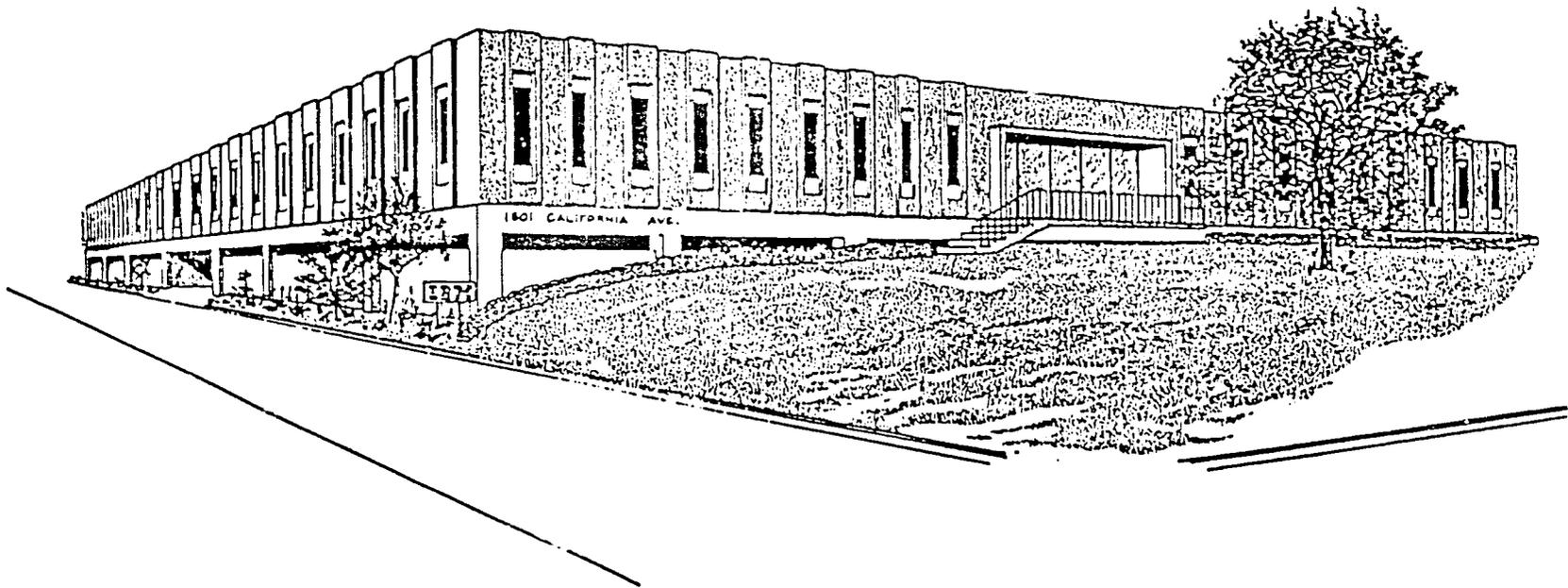
Historia

Inventario

Optimización

Mejoras

Plan de Ejecución



## 5.1 CASO No. 1

DESARROLLO DEL PROGRAMA DE ENERGIA EN INC

Una instalación de mercadeo/fabricación está situada en Palo Alto, California, E.E. UU. El siguiente es un resumen de los resultados de una Auditoría energética que fue conducida en la instalación entre febrero y agosto de 1983.

La instalación fue ubicada en Palo Alto debido a una pequeña necesidad de enfriamiento (por las brisas marinas predominantes). En la instalación de 10 684 m<sup>2</sup> (115 000 pies cuadrados) hay un área grande de fabricación en la cual los motores pequeños son los que consumen más energía. Además, hay una pequeña instalación para tratamiento térmico.

Después de observar continuos aumentos en las tarifas por servicios (de gas y electricidad) y un AUMENTO de 10% anual en la cantidad de electricidad consumida por la instalación, se decidió solicitar propuestas por servicios a empresas consultoras sobre energía. La empresa elegida debería completar una auditoría energética detallada de la instalación.

El costo de energía del año fiscal 1985-83 se utilizó como medio para incluir la auditoría en el presupuesto. La compañía asignó 10% de la factura energética anual de \$CA 460 000. En febrero, después de solicitar propuestas a las empresas consultoras de energía se concedió un contrato a una empresa que acordó proporcionar un informe con los antecedentes completos para las siguientes áreas:

- Historia

Proporcionar una relación detallada de la historia de los últimos tres años, de todo el consumo y costo de energía.

- Inventario

Proporcionar una relación detallada de cada pieza de equipo. Proporcionar un análisis exacto de los programas de operación del equipo y de la eficiencia del equipo. Proporcionar análisis de ingeniería sobre el consumo de energía de cada sistema en la instalación y proporcionar un resumen de este consumo de energía.

- Optimización

Identificar los proyectos para mejoramiento, de costo bajo o nulo, que podrían ser incorporados en los procedimientos de mantenimiento del día.

- Mejoras

Identificar los proyectos de inversión de capital que reducirán el consumo de energía del equipo o sistema.

- Planeamiento

Proporcionar un plan de tres años para la ejecución de los proyectos recomendados.

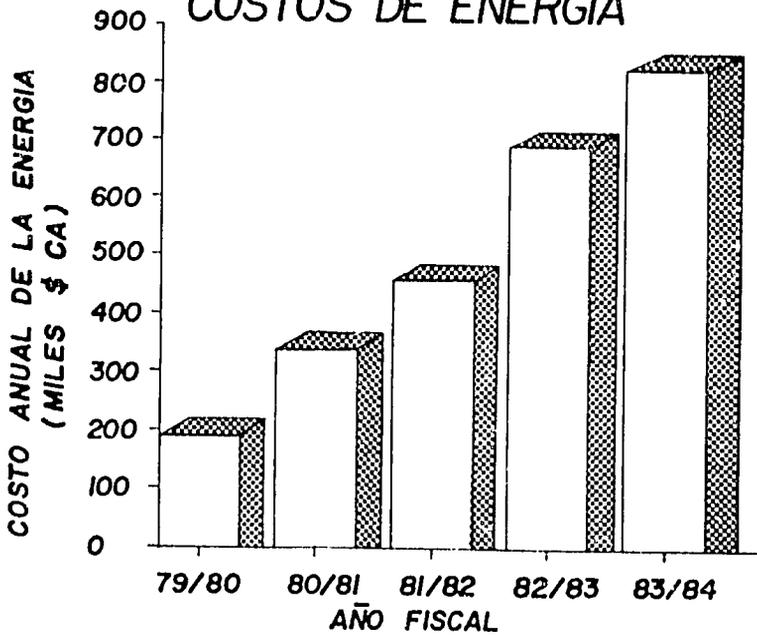
- Antecedentes históricos

Una gráfica sobre los incrementos anuales del costo de la energía mostró un gran aumento en el costo cada año. Ya que INC estaba comprando energía a dos empresas separadas, también se elaboró una gráfica de tarifas de energía pasadas y futuras (para electricidad). Como se puede notar en las gráficas, ambas empresas seguían patrones similares en los incrementos anuales de tarifas.

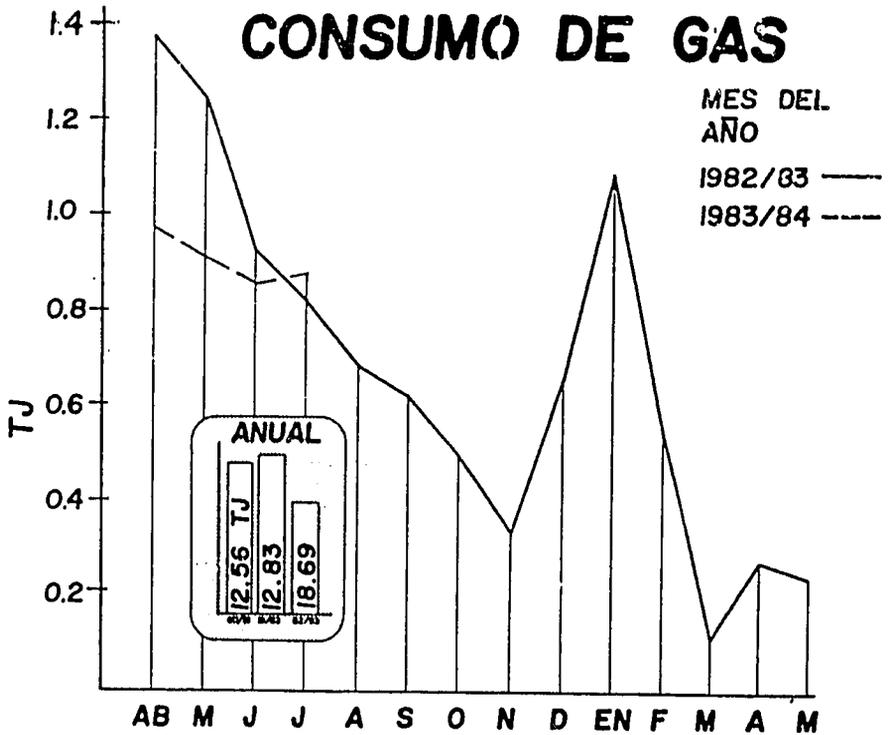
También se elaboraron gráficas adicionales de consumo de gas y de consumo de electricidad. Durante la auditoría se actualizaron mensualmente las gráficas, de manera que se pudieran observar los resultados de las actividades diarias.

Estas gráficas se presentan a continuación.

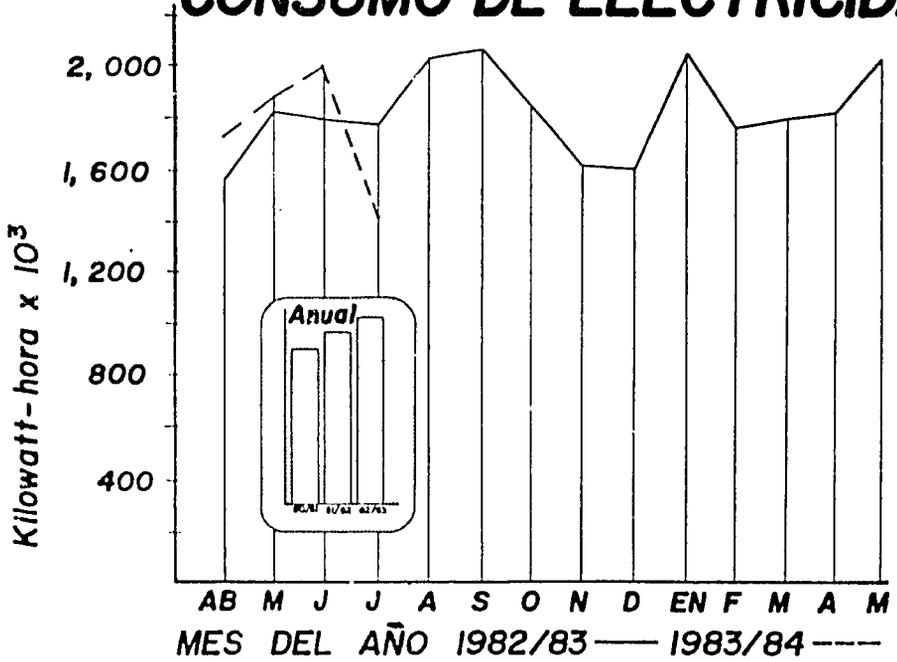
### HISTORIAL DE LOS COSTOS DE ENERGIA



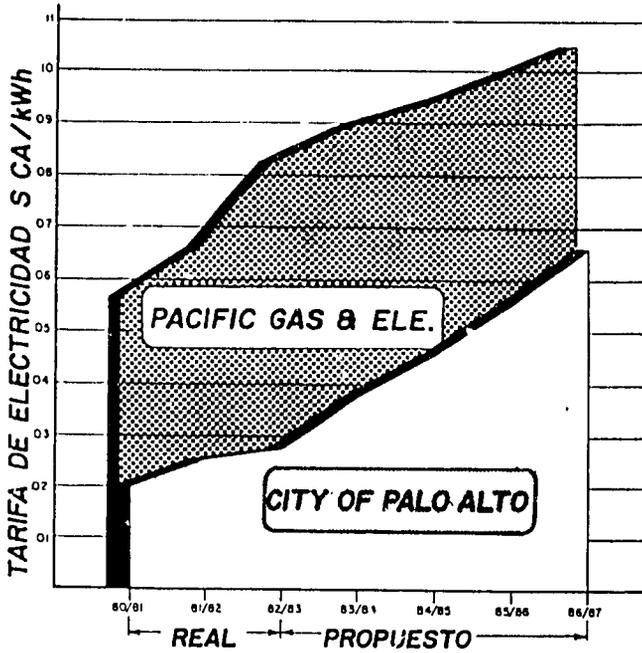
### CONSUMO DE GAS



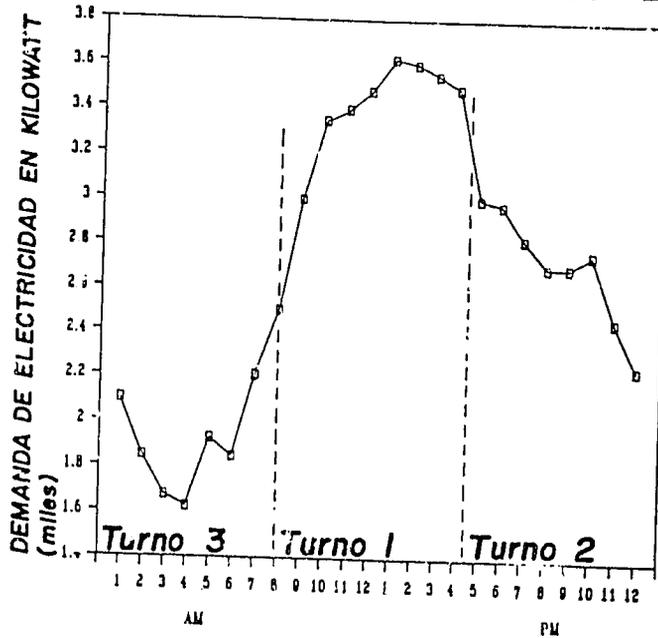
# CONSUMO DE ELECTRICIDAD



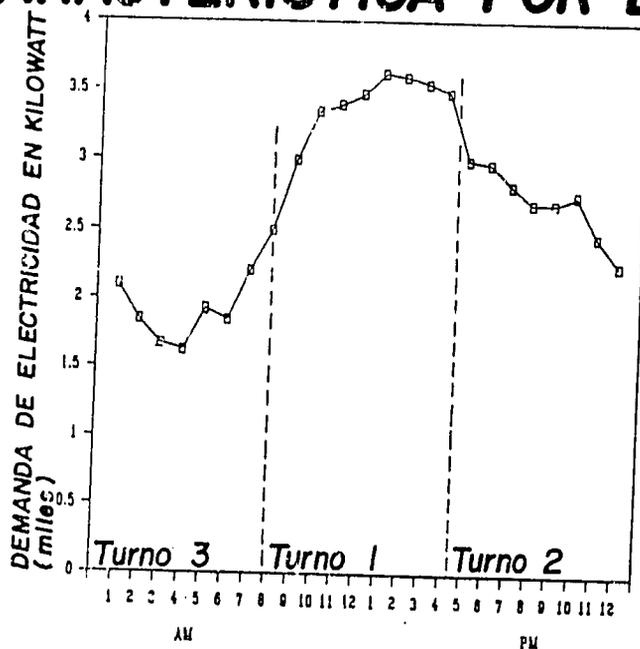
## California del Norte tarifas eléctricas



## DEMANDA ELECTRICA CARACTERISTICA POR DIA



## DEMANDA ELECTRICA CARACTERISTICA POR DIA



- Inventario

En el contador principal se colocó un Registro de demanda de electricidad de manera que se pudiera observar la demanda diaria de electricidad. Aunque 80% de los empleados se relacionaban con el primer turno, se encontró que había un consumo de energía sorprendentemente alto durante el segundo y tercer turnos. Esta gráfica de alta demanda en horas fuera de servicio indicó que gran parte del equipo y de las luces se dejaba encendida durante la tarde y la noche.

Se realizó una investigación detallada sobre iluminación. Para resumir la investigación, se coloreó una copia heliográfica que indicaba los diversos niveles de iluminación a lo largo de la instalación.

Las categorías de iluminación se dividieron de la siguiente manera:

- Menos de 1 W por 0.78 m<sup>2</sup> (watt/pie cuadrado)
- 1 a 2 W por 0.078 m<sup>2</sup> ( watt/pie cuadrado)
- 3 a 4 W por 0.078 m<sup>2</sup> ( watt/pie cuadrado)
- 4 a 5 W por 0.078 m<sup>2</sup> ( watt/pie cuadrado)
- 5 o más W por 0.078 m<sup>2</sup> ( watt/pie cuadrado)

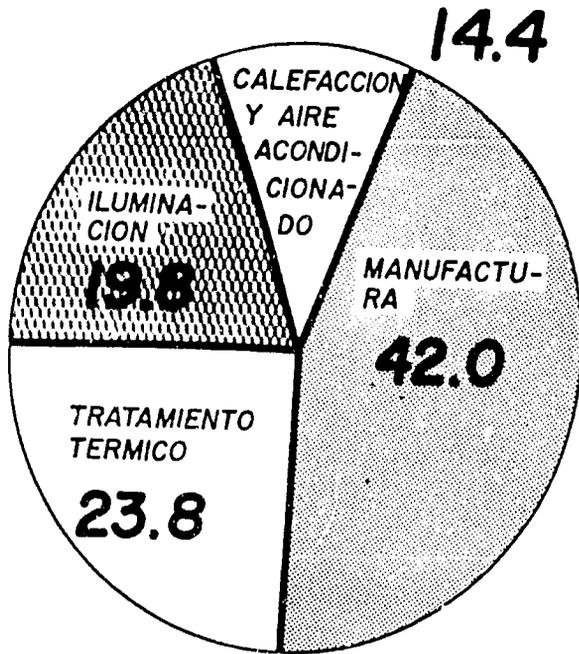
Debido a que la iluminación normal en un edificio no debe exceder de 2 W, la copia heliográfica coloreada facilitó la identificación de las OCE en la iluminación.

Se tomaron inventarios del equipo y de cada sistema. Estos inventarios mostraron la siguiente división de sistemas:

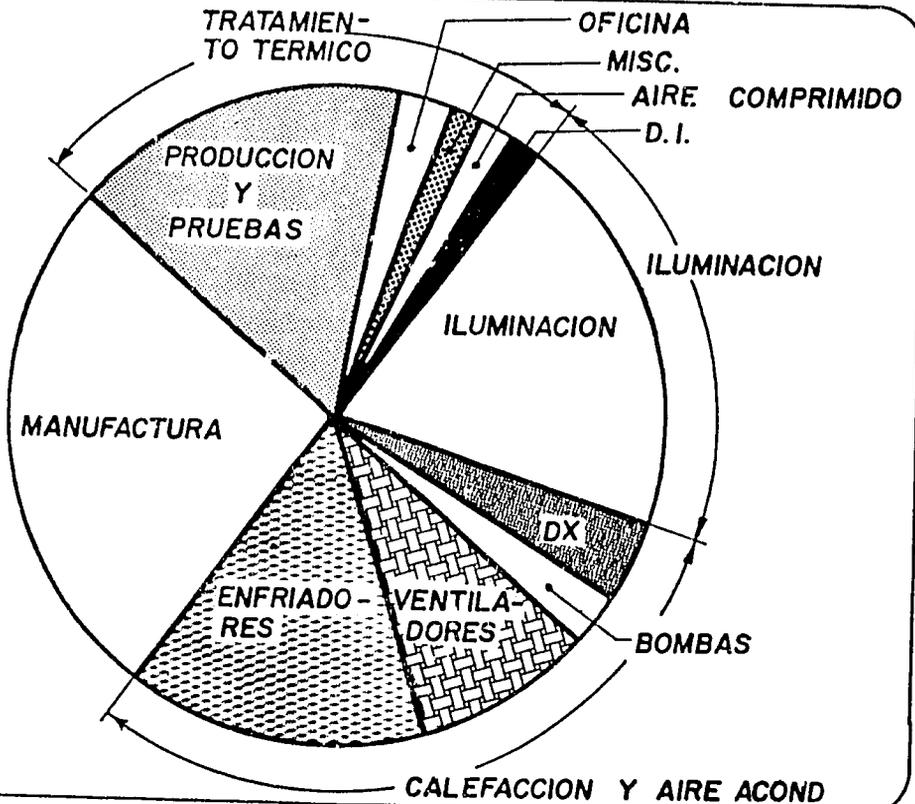
- Iluminación 19.8% del costo total de energía: \$ CA 136 600 al año
- Instalación de tratamiento térmico 23.8%  
del costo total: \$ CA 164 200 al año
- Instalaciones de fabricación 42% del total: \$ CA 289 800 al año
- Acondicionamiento del aire 14.4% del total: \$ CA 99 400 al año

También se disponía de un análisis más detallado, con subcategorías de cada tipo de sistema, definido en una gráfica circular.

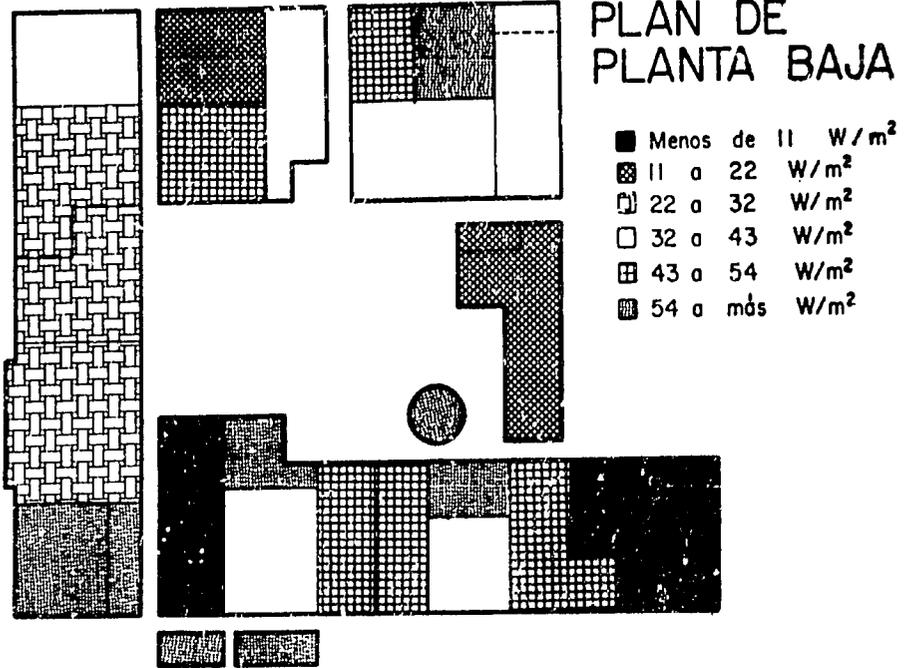
**PERFIL DE ENERGIA**  
**Enfoque general**



**PERFIL DE ENERGIA**  
**(detalles)**



# PLAN DE PLANTA BAJA



- Optimización

Con base en la investigación sobre iluminación, el inventario de equipo, la gráfica de demanda y un recorrido nocturno de la instalación, se identificaron los siguientes cambios de bajo o costo nulo:

1) Remoción de luces incandescentes

Aunque se instalaron tragaluces, muchas áreas estaban situadas donde las luces permanecían ENCENDIDAS durante las horas del día. Los ahorros de este proyecto ascendieron a más de \$CA 1 500 al año.

2) Desconexión del compresor B-3 durante la noche:

Se encontró que un compresor de 29.83 kW (40 caballos de fuerza) permanecía conectado TODA LA NOCHE a pesar de que no se utilizaba durante el segundo y tercer turnos. La colocación de un cronointerruptor ("time clock") en este compresor dió como resultado un ahorro de más de \$CA 12 800 al año.

3) Reparación de las trampas de vapor del tanque de tratamiento térmico.

Se encontró que las trampas de vapor relacionadas con los Intercambiadores de calor para los tanques de tratamiento tenían filtraciones continuas. La reparación de dos trampas de vapor dió lugar a un ahorro de más de \$CA 16 000 al año.

4) Desconexión del equipo inactivo de fabricación

Durante el recorrido nocturno se encontró equipo (incluyendo prensas, soldadores y computadores) que permanecía conectado toda la noche. Aunque parte de este equipo se utilizaba en el turno de la noche, se identificaron más de 20 kW de energía desperdiciada. El ahorro ascendió a más de \$CA 6 800.

Por todo, se identificaron ahorros de más de \$CA 37 000 en modificaciones de bajo costo como resultado de la auditoría. Dado el costo de \$CA 46 000 de la auditoría, la recuperación de estos proyectos de bajo costo ascendió a un poco más de 1 año:

Proyectos de bajo costo identificados: ahorro de \$CA 37 100  
 Costo de implantación de los proyectos: \$CA 336  
 Costo de la Auditoría: \$CA 46 000

$$\text{Recuperación} = \frac{\$CA 46\ 000 + \$CA 336}{\$CA 37\ 100} = 1.2 \text{ años}$$

#### - Mejoras

Durante esta auditoría se identificaron cinco Oportunidades de Conservación de Energía (OCE). Juntas podrían proporcionar a INC casi \$CA 100 000 anuales en ahorros. Los proyectos eran:

Número de Proyecto	Descripción	Costo (\$CA)	Ahorro (\$CA)	Recuperación (años)
I - 1	Lámparas de sodio del estacionamiento	17 400	6 800	2.6
I - 2	Iluminación interior con celda fotoeléctrica	735	379	2.0
M - 1	Reemplazo del tanque de tratamiento térmico	4 500	1 450	3.1
M - 2	Compresor de transmisión de velocidad variable	13 600	6 340	2.1
P - 1	Economizador para caldera	83 960	44 190	1.9
P - 2	Cogeneración	390 000	48 950	7.9

Este estudio del caso no entrará a la descripción de cada proyecto. Más bien es importante para el coordinador de energía reconocer que solamente se puede implantar un proyecto a la vez. Es más, es importante que se les asigne prioridades para poderlos implantar de manera planeada.

La anterior lista de proyectos muestra 6 proyectos separados que afectan a 3 sistemas de la planta. Al considerar los proyectos el coordinador de energía debe, primeramente, asignar prioridades a todos los proyectos, con relación a su recuperación. Esta signación de prioridades es la siguiente:

Número de Proyecto	Descripción	Costo (\$CA)	Ahorro (\$CA)	Recuperación (años)
P - 1	Economizador para caldera	83 960	44 190	1.9
I - 2	Iluminación interior con celda fotoeléctrica	735	379	2.0
M - 2	Compresor de transmisión de velocidad variable	13 600	6 340	2.1
I - 1	Lámparas de sodio del estacionamiento	17 400	6 800	2.6
M - 1	Reemplazo del tanque de tratamiento térmico	4 500	1 450	3.1
P - 2	Cogeneración	no se recomienda		7.9

Note que el período de recuperación de cada proyecto es progresivamente mayor. El resultado es que parece que el economizador para caldera sería el proyecto más provechoso.

Note, sin embargo, que el costo de capital del economizador es de \$CA 83 960. Agregue a esto el hecho de que requerirá un gran esfuerzo de diseño (\$CA 200 diseño del concepto: 5%; y \$CA 12 600 diseño detallado: 15%) Además, este es un proyecto de recuperación de calor que se ha determinado que tiene un factor de sencillez de solamente 5.0 (vea la tabla 2 en la sección III, del artículo titulado "Como Estimar el Costo y el Ahorro de las Oportunidades de Conservación de Energía de una Auditoría Energética").

Ya que el plan a LARGO PLAZO cobrará impulso conforme se implanten más y más proyectos, se recomienda que los proyectos caros con factores altos de sencillez se implanten DESPUES de haber construido algunos de los proyectos más fáciles. Por esta razón, el coordinador de energía

debe aplicar en este momento los factores de sencillez de la tabla 2 a cada uno de los proyectos:

Columna		1	2	3	4
Número de Proyecto	Descripción	Costo (\$CA)	Recup. (años)	Factor	Total (2X3)
M - 2	Economizador para caldera	83 960	1.9	5	9.5
I - 2	Iluminación interior con celda fotoeléctrica	735	2.0	6.7	13.4
M - 3	Compresor de transmisión de velocidad variable	13 600	2.1	5.4	11.4
I - 1	Lámparas de sodio del estacionamiento	17 400	2.6	6.7	17.4
M - 1	Reemplazo del tanque de tratamiento térmico	4 500	3.1	7.7	23.9
M - 4	Cogeneración	no se recomienda			

Ahora se reordenan los proyectos con relación a su sencillez (tomando como el proyecto más ventajoso el de mayor sencillez):

Número de Proyecto	Descripción	Costo (\$CA)	Recup. (años)	Factor	Total (2X3)
I - 2	Iluminación interior con celda fotoeléctrica	735	2.0	6.7	13.4
M - 1	Reemplazo del tanque de tratamiento térmico	4 500	3.1	7.7	23.9
I - 1	Lámparas de sodio del estacionamiento	17 400	2.6	6.7	17.4
M - 3	Compresor de transmisión de velocidad variable	13 600	2.1	5.4	11.4
M - 2	Economizador para caldera	83 960	1.9	5	9.5

Finalmente, se dividen los proyectos con base en las limitaciones de tiempo y presupuesto con las cuales está familiarizado el administrador

de energía. Su plan es ejecutar los proyectos de bajo costo el primer año, seguir con los proyectos de alta sencillez el segundo año, y terminar su programa con los proyectos de altos ahorros (de menor sencillez) durante el tercer año.

A continuación se muestra el programa final para el plan. Note que en la tabla final solamente aparece información pertinente. Además se sugiere un programa.

### Instalación Fabril INC

Palo Alto, California

#### PROGRAMA PARA EL PLAN SOBRE ENERGIA

Número de proyecto	Descripción	Costo \$CA	Programa de ejecución
O & M	Toda operación y mantenimiento	336	Primer año
I - 2	Iluminación interior con celda fotoeléctrica	735	Segundo año
M - 1	Reemplazo del tanque de tratamiento térmico	4 500	
I - 1	Lámparas de sodio del estacionamiento	17 400	
M - 3	Compresor de transmisión de velocidad variable	13 600	Tercer año
M - 2	Economizador para caldera	83 960	

- Planeamiento

Dado el plan final, el coordinador de energía pudo calcular el efecto a largo plazo de los proyectos sobre el consumo general de energía de la instalación. Utilizó su gráfica final para convencer a la Gerencia General del beneficio de un programa de energía para la planta.

Adviértase que el plan final proporciona tres cursos separados para los costos futuros por energía de la planta:

- Con incremento de tarifa y de uso

Esta proyección se basa en que la planta continúe aumentando el consumo anual (como ha estado aumentando durante los últimos 3 años). Además, el coordinador de energía tomó en cuenta los aumentos de tarifa que están previstos por la compañía proveedora.

- Solamente con aumento de tarifa

Esta proyección supone que el consumo de energía no continuará aumentando, sino que en vez de ello permanecerá constante durante los próximos años. En este curso solamente se aplican los aumentos que está previendo la compañía proveedora.

- Con los proyectos recomendados de bajo costo y fase 1 y fase 2

En este curso, el coordinador de energía aplicó los ahorros de cada uno de los proyectos que él encontró provechosos en la auditoría de energía. Siguió el programa proporcionado en su plan final, tomando en cuenta los proyectos para tres años.

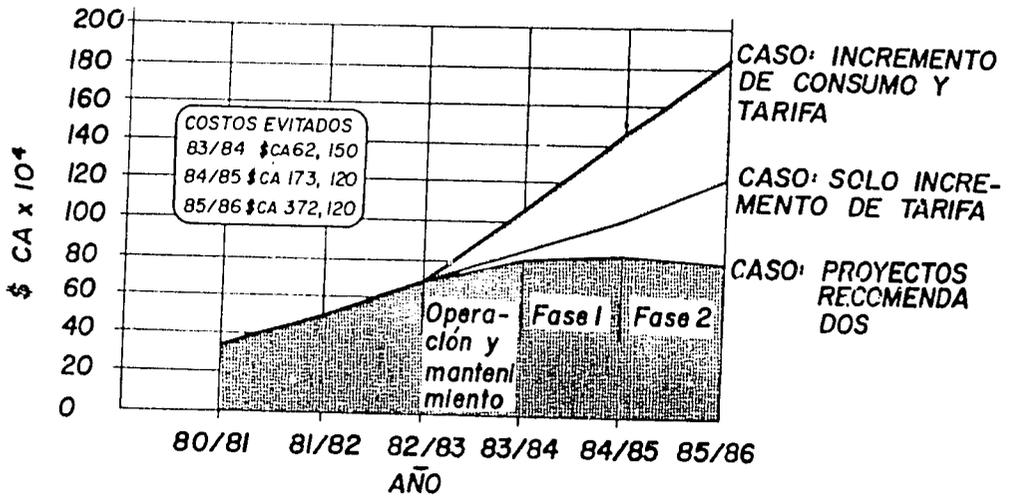
Adviértase que aún con la implantación de todos los proyectos de costo eficiente, solamente puede esperar mantener constante el costo de energía de la planta. Esto ocurre debido a los aumentos anuales en la estructura de la tarifa de electricidad. En el caso de que las tarifas de electricidad se estabilizaran, sus costos por energía en realidad disminuirían durante el período de tres años.

De la mayor importancia es el hecho de que los costos totales evitados ascenderán a más de \$CA 370 000 de ahorro para la planta al final del tercer año. Estos ahorros pueden ocurrir solamente si el coordinador de energía puede continuar su programa:

- 1) Implantando todos los proyectos de bajo costo

- 2) Recibiendo asignaciones de presupuesto para proyectos de capital
- 3) Identificando el consumo y los costos de energía
- 4) Motivando la atención de los empleados y de la administración hacia el considerable efecto de la energía sobre el potencial lucrativo de la planta.

## Resumen de los pronósticos del costo de energía



## 5.2 CASO No. 2

AUDITORIA ENERGETICA EN UNA FABRICA DE JABON

La fábrica de jabón "Jabones Olorosos, S.A.", está ubicada en las faldas del Volcán de Agua en Guatemala. En seguida se presenta un resumen de los resultados de una auditoría energética ejecutada por el PEEIR del ICAITI en el último trimestre de 1983.

Los productos elaborados por la fábrica mencionada son jabón, detergentes y otros productos similares. La planta fabrica todos sus empaques y envases plásticos, pero los empaques de papel y cartón son comprados a otras empresas.

En la fábrica trabajan 400 personas como máximo cuando se operan todas las plantas simultáneamente. Por su naturaleza algunas plantas operan durante ocho horas y otras veinticuatro horas al día.

La fábrica consiste de once plantas de proceso, casa de calderas, bodegas y oficinas. La localización y la forma de construcción de la fábrica hacen que la temperatura de trabajo sea agradable, evitando así la necesidad de utilizar acondicionamiento de aire y calefacción. Los mayores consumidores de energía son: Termocompresores, planta de sulfonación y quemado de azufre, tanques caldeados, autoclaves, compresores de aire y molinos.

Jabones Olorosos contrató al ICAITI para ejecutar una auditoría energética por \$CA 2 500.00 (la tarifa es  $\frac{1}{3}$  por ciento de la cuenta energética anual con un mínimo de costo de \$CA 500.00 y máximo de \$CA 2 500.00

Se va a seguir el siguiente formato para este informe:

- Historia

El consumo de energéticos durante el año pasado.

- Inventario

El consumo de energía en porcentaje, por sección de la fábrica y/o por sistema.

- Optimización

Identificación de proyectos de mejoramiento sin costo o de un bajo costo, que podrían ser incorporados en los procedimientos de mantenimiento.

- Mejoras

Identificación de proyectos de inversión en equipos o sistemas para reducir el consumo energético.

- Plan de ejecución

La provisión de un plan de ejecución de los proyectos de mejoramiento.

- Historia

En el Cuadro 1 se presenta el consumo y la demanda mensual de electricidad para el período julio 82 - junio 83, registrada por los tres contadores instalados en la fábrica. El consumo eléctrico se muestra en forma gráfica en el Cuadro 2. El consumo de combustibles en el mismo período aparece en el Cuadro 3. En total, Jabones Olorosos gastó más de \$CA 1 000.00 en compras de energéticos en este período.

Durante el período mencionado, el costo de los energéticos fue de \$CA 0.175/galón para Bunker, \$CA 1.08/galón para Diesel y \$CA 0.1.333 kWh para electricidad

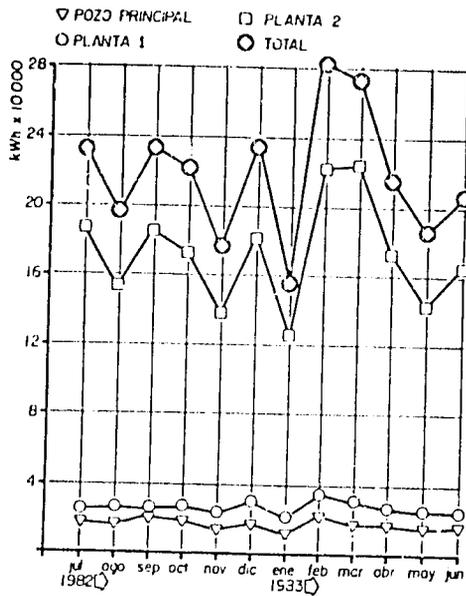
- Inventario

El Cuadro 4 muestra la distribución del uso de los energéticos por área.

Cuadro 1

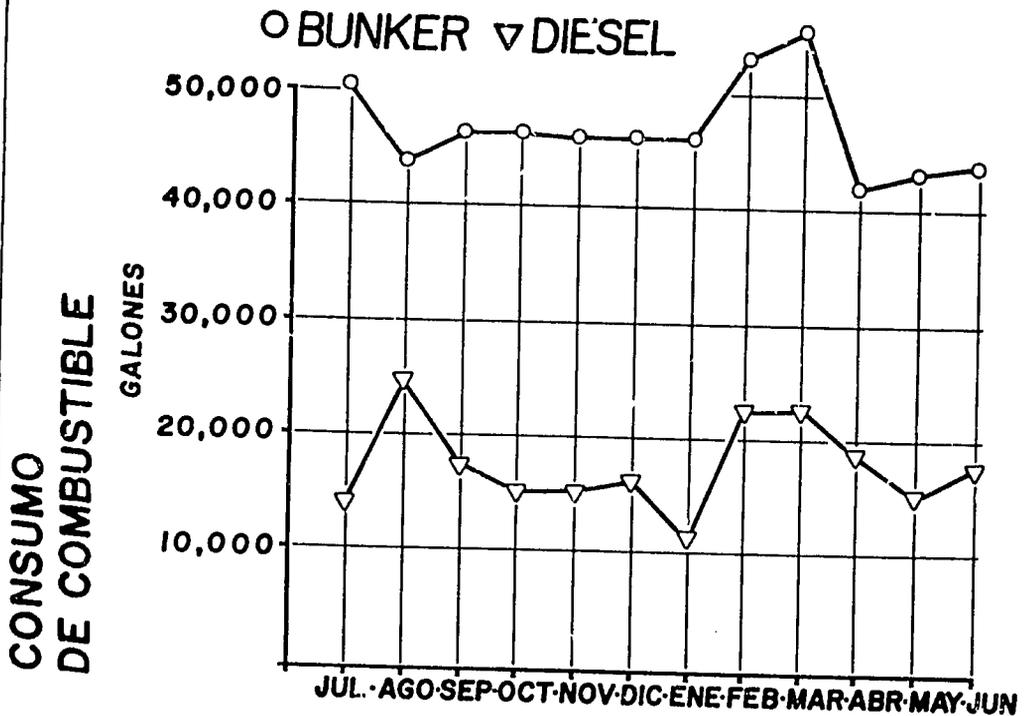
Demanda y consumos mensuales de energía eléctrica  
Para el período julio 82 - junio 83 registrada  
por los tres contadores instalados en la fábrica

Mes	Planta 1		Pozo Principal		Planta 2		Consumo total kW
	Demanda kW	Consumo kW	Demanda kW	Consumo kW	Demanda kW	Consumo kW	
Julio 82	100	24 320	51	19 571	490	186 900	230 791
Agosto 82	96	26 640	50	18 350	469	154 000	198 990
Septiembre 82	98	25 280	50	20 960	504	185 500	231 740
Octubre 82	93	28 240	51	19 714	483	173 500	221 554
Noviembre 82	93	23 120	50	14 310	490	138 500	176 030
Diciembre 82	98	30 960	50	19 314	511	182 000	232 274
Enero 83	96	20 640	51	11 896	497	125 300	157 836
Febrero 83	85	35 440	50	23 610	525	223 300	282 350
Marzo 83	114	30 400	49	18 446	532	226 800	275 646
Abril 83	118	27 520	49	17 287	503	173 218	218 025
Mayo 83	106	27 120	49	16 386	539	143 500	187 006
Junio 83	100	26 320	49	17 634	497	165 900	209 854
Consumo Total		326 000		217 478		2 078 628	2 622 090
Consumo promedio mensual		27 167		18 123		173 219	218 509



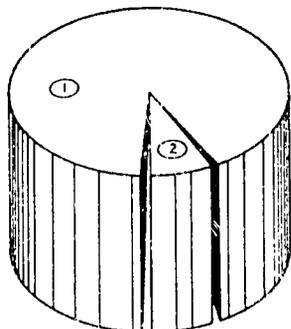
CUADRO 2

**CONSUMO DE ELECTRICIDAD**

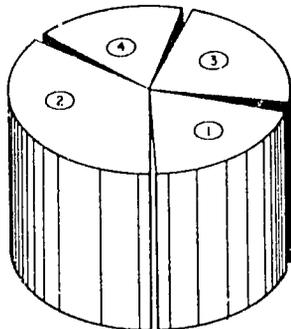


CUADRO 3

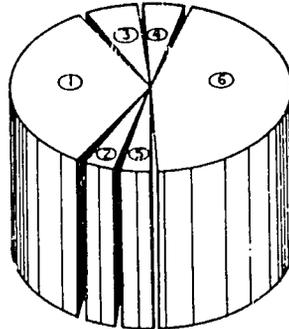
DISTRIBUCION DEL USO DE LOS ENERGETICOS  
DE MAYOR CONSUMO POR AREAS

BUNKER

1. CASA DE CALDERAS	86.80 %
2. REFAGRA	11.20 %

DIESEL

1. OS - 500	24.90 %
2. OS - 1000	32.60 %
3. REFAGRA	18.70 %
4. TRANSPORTE	23.80 %

ELECTRICIDAD

1. QUEMADO DE AZUFRE Y SULFONACION	26.00 %
2. REFAGRA	10.00 %
3. POZO	9.00 %
4. CALDERAS	7.00 %
5. ILUMINACION	5.00 %
6. PRODUCCION	43.00 %

CUADRO 4

### - Optimización

Las siguientes oportunidades de Conservación de Energía (OCE) fueron identificadas por medio de la auditoría, que se pueden ejecutar sin costo o a un costo bajo.

- 1) Reducción de exceso de aire en calderas centrales.

Esta OCE es un ajuste a los controles de las calderas. El ahorro es de \$CA 13 000.00 por año y no representa ningún costo para ejecutarla.

- 2) Reducción de exceso de aire en caldera de Bunker en refinación.

El ahorro aquí es de \$CA 5 700.00 por año.

- 3) Limitar purga en caldera de destilación.

Así como las OCE mencionadas arriba, ésta es un ajuste de flujo de la purga. Se ahorran casi \$CA 1 300.00 anuales con esta OCE.

- 4) Limpiar los tubos de calderas por el lado del agua.

El costo de esta OCE se estima en \$CA 2 400.00, con ahorros de más de \$CA 4 300.00 por año.

- 5) Substitución e inspección de trampas de vapor.

Se encontraron algunas trampas pegadas y con fugas, cuya reparación costaría \$CA 2 000.00 con un ahorro estimado de \$CA 8 500.00 anuales.

En total se identificaron ahorros de \$CA 32 800.00/año en OCE sin costo o con un costo bajo, dado el costo de la auditoría de \$CA 2 500.00 y un costo de ejecución de \$CA 4 400.00, el período de recuperación es:

$$\begin{aligned} \text{Período de Recuperación} &= \text{Costo/Ahorros} \\ &= (\$CA 2500.00 + \$CA4 400.00) / \$CA 32 800.00/\text{año} \\ &= 0.21 \text{ año (12.5 meses)} \end{aligned}$$

- Mejoras

Ocho OCE de mejoramiento fueron identificadas por la auditoría energética. En forma similar al ejemplo de la auditoría hecha para IBC, las OCE se presentan a continuación; las mismas fueron evaluadas en base al costo de ejecución, período de recuperación y factor de sencillez con lo que se estableció el siguiente orden de ejecución:

OCE	Costo (\$CA)	P. R. (meses)	F. S.	Total (P.R. x F.S.)
Retirar tanque de alimentación	100	0.9	7.7	7.0
Tapar tanque dosificador	150	1.2	5.4	6.5
Reducir consumo de combustible en quemador de secado	300	0.4	5.4	2.2
Precalentar agua de alimentación	200	1.8	5.0	9.0
Cambio de quemador Diesel a Bunker	6000	3.5	7.7	27
Incrementar recuperación de condensado	5800	3.6	5.0	18
Tapar tanque de aguas glicéricas	1000	7.3	5.4	40
Aislamiento y tapado de tanque de condensado	2000	8.6	5.4	46

Se advierte claramente que hay dos clases distintas de OCE, una contiene las primeras cuatro OCE con bajos períodos de recuperación y costos de ejecución; y la otra consiste de las últimas cuatro OCE con altos períodos de recuperación y costos de ejecución. Desgraciadamente, no hay distintas clases de factores de sencillez porque las diferencias entre los costos y períodos son tan grandes que se encubren los efectos de los factores de sencillez.

## Plan de ejecución

Se recomienda la ejecución de las OCE en el orden siguiente:

<u>OCE</u>	<u>Costo</u>	<u>Horario</u>
Las que pertenecen a optimización	4 400	1o. trimestre
Retirar tanque de alimentación de agua	100	2o. trimestre
Tapar tanque dosificador	150	
Reducir consumo de combustible en quemador	300	
Precalentar agua de alimentación	200	
Cambio de quemador Diesel a Bunker	6 000	
Incrementar recuperación de condensado	5 800	3o. trimestre
Tapar tanque de aguas glicéricas	1 000	
Aislamiento y tapado de tanque de condensado	2 000	