

Capítulo 2: Organizando la Administración de Energía

2.1 Introducción

Para comprender los patrones de energía en una instalación es importante comprender las aplicaciones de proceso de energía. Las aplicaciones de energía están agrupadas en seis tipos principales.

2.1.1 Tipos de aplicaciones de energía

- a) *Acondicionamiento de espacio*: Energía usada para calentamiento o enfriamiento de un área.
- b) *Combustible para caldera*: Esta aplicación está subdividida en acondicionamiento de espacios y energía para procesos, dependiendo de como se utiliza el vapor o agua caliente de la caldera.
- c) *Calentamiento de procesos*. Energía usada para calentamiento de los productos siendo procesados, por ejemplo para hornos, etc., excluyendo la energía usada en calderas. Combustible usado como ingrediente en el proceso.
- d) *Iluminación*.
- e) *Accionamiento mecánico*. Motores usados para sistemas de ventilación, bombas, líneas de producción, etc. poseen este accionamiento mecánico

Los ahorros de energía se pueden conseguir por medio de mejoras en la eficiencia de los procesos de conversión de energía, ya sea por reciclaje de la energía desperdiciada o materiales de desechos. Cualquier proceso requiere un cierto consumo de energía. Las adiciones de energía (o equipo) más allá de este mínimo requieren de una evaluación del incremento en costo de técnicas más eficientes en comparación a los ahorros o costos de energía resultantes. Algunos de los usuarios de energía, incluyendo química, papel, y refinamiento de petróleo han encontrado durante largo tiempo que es ventajosamente competitivo diseñar para la conservación. Virtualmente todas las instalaciones nuevas consideran la conservación de energía en alguna forma.

Existen dos incentivos económicos para el desarrollo de un programa de administración de energía sobre la base de instalación por instalación:

- a) Ahorros realizados por reducción del consumo de energía; y
- b) Prevención de pérdidas económicas por minimización de la probabilidad del corte de combustible.

Con los costos ascendentes de la energía, cada instalación se puede beneficiar por buscar la reducción en el consumo de energía.

2.1.2 Métodos de ahorro energía

Las cuatro categorías principales en las cuales los ahorros de energía pueden ser agrupadas son las siguientes:

- a) *Medidas domésticas.* Los ahorros de energía se pueden conseguir por medio de un mejor mantenimiento y operación. Tales medidas incluyen apagar equipo que no esta siendo usado; mejorar el manejo de la demanda de electricidad; apagar luces; y eliminar fugas. La lubricación adecuada de equipo, limpieza apropiada y reemplazo de filtros en equipos, y la limpieza periódica y reemplazo de lámparas en sistemas de iluminación darán como resultado el uso optimo de la energía en las instalaciones existentes.
- b) *Modificaciones de equipos y procesos.* Estos pueden ser aplicados ya sea a equipo existente (*retrofitting*) o incorporados en el diseño de nuevos equipos. Ejemplos incluyen el uso de componentes más durables o más eficientes, la implementación de conceptos de diseños novedosos, más eficientes, o el reemplazo de un proceso existente con uno usando menos energía.
- c) *Mejor utilización de equipo.* Esto puede ser alcanzado por medio de un examen cuidadoso de procesos de producción, horarios, y prácticas operativas. Típicamente, las plantas industriales son instalaciones multiunidad, multiproducto que han evolucionado como una serie de operaciones independientes con consideraciones mínimas acerca de la eficiencia energética de toda la planta. Las mejoras en eficiencia de la planta pueden ser alcanzadas por medio de una secuenciación de las operaciones de proceso, modificando los horarios para utilizar equipo de procesos para períodos continuos de operación durante períodos fuera de punta para nivelar la demanda de energía eléctrica, y conservando el uso de energía durante períodos de demanda de punta. Las instalaciones comerciales típicamente lograrán ahorros de energía instalando variadores de velocidad, reubicando las lámparas, y considerando los efectos solares, etc.
- d) *Reducción de pérdidas en la cubierta externa del edificio.* La reducción de las pérdidas de calor se logra por medio de añadir más aislamiento, cerrando puertas, utilizando calor de procesos, etc.

Los gestores deberían brindar motivación efectiva, planeación, y administración al personal para lograr ahorros significativos de energía. El establecimiento de una responsabilidad formal por la administración de energía es altamente deseable para darle al esfuerzo el enfoque y la dirección requeridos. Una función de administración de energía le proporciona al gerente de línea las herramientas que necesita para conseguir que el trabajo sea hecho. Los gerentes de línea necesitan saber cuanta energía se usa y lo que cuesta, la disponibilidad futura de suministro de energía y su costo, los problemas y oportunidades asociados a las situaciones de la energía, y aquellas soluciones alternativas que ameritan ser buscadas.

2.2 Organizando el Programa

En cualquier nivel de la estructura corporativa, un individuo debería comprender los incentivos y motivaciones de la alta dirigencia. Un ingeniero alerta estará atento a las líneas ocultas de autoridad y de las personas clave que toman las decisiones importantes. Estas personas clave deberían estar convencidas de los méritos positivos de un programa de administración de energía antes de que este pueda ser exitoso. Por lo tanto, es trabajo del ingeniero, ver que los hechos apropiados sean presentados a través de los canales apropiados para convencer a la dirección superior de que ellos deberían comprometerse con el programa de energía. Algunas veces la estructura organizativa informal es una herramienta efectiva.

Los cinco factores críticos para organizar un programa de administración de energía eficiente son los siguientes:

- a) *Obtener compromiso con la administración de energía al más alto nivel.* Este compromiso consiste de una dedicación comunicada de manera formal, apoyada financieramente para reducir el consumo de energía a la vez que se mantiene o se mejora la funcionalidad de una instalación. Este compromiso debería ser activa y claramente comunicado a todos los niveles de la organización en términos de acciones y palabras de parte de la alta dirigencia.
- b) *Obtener el compromiso de la gente.* La gente en todos los niveles de la organización debería estar involucrada en el programa. Las ideas deben ser estimuladas con reconocimientos para las contribuciones significativas al programa de administración de energía. La gente debe saber por qué su ayuda es necesaria, y una metodología de trabajo en equipo debería evolucionar. Los programas más exitosos pueden ser devastados por una sola persona que intenta sabotearlo.
- c) *Establecer un canal de comunicación.* El propósito de este canal es reportar a la organización los resultados de sus esfuerzos, reconocer a los que logran objetivos, y para identificar a quién otorgar reconocimientos.
- d) *Cambiar o modificar la organización para dar autoridad y conmensurar responsabilidad para el esfuerzo de conservación y para desarrollar un programa de administración de energía.*
- e) *Establecer un medio para supervisar y controlar el programa*

Un plan organizativo, usando los criterios anteriores, debe ser desarrollado a continuación tanto para implementar, como para supervisar programas específicos de administración de energía. Este plan debería definir también; las responsabilidades del coordinador o del comité de administración de energía, describir un sistema de comunicación entre el coordinador y las divisiones principales, departamentos y empleados; establecer un sistema de contabilidad y supervisión de energía; brindar un medio para educar y motivar a los empleados.

Deben establecerse metas realistas que sean específicas tanto en tiempo como en dinero. Las metas deben tomar en cuenta el efecto de retornos decrecientes.

El equipo de energía debería estar constituido por lo menos con representantes de cada instalación principal, ingeniería, operaciones, etc. Otros miembros pueden incluir personal de compras, contabilidad, y finanzas. El equipo de trabajo debería tener autoridad adecuada para investigar el suministro de energía prevaleciente y situaciones de demanda y para implementar recomendaciones de política energética. A sus tareas se les debe asignar prioridad consistente con la importancia actual potencial de los problemas de energía en la operación de la institución. Ellos deben utilizar los talentos disponibles dentro de la empresa para hacer el análisis e implementar el programa.

2.3 Monitoreando usos y pérdidas de energía

El primer paso para el equipo de energía es usar una auditoria de energía para determinar la cantidad de energía que entra y sale de una planta. Esta determinación será una aproximación al principio, pero la exactitud mejorará con la experiencia. La auditoria consistirá de un estudio de sistemas de energía en varios niveles de detalle.

Existe una relación directa entre la extensión de la colección y consolidación de datos, y la evaluación resultante de oportunidades de conservación de energía. Por una parte, una base de datos insuficiente puede impedir la identificación de muchas oportunidades de ahorro de energía; mientras que un estudio con una línea base demasiado extensa puede demostrarse innecesario y derrochador, por desviar recursos y tiempo de otras oportunidades más valiosas. Mientras que los mejores resultados pueden ser obtenidos utilizando un estudio robusto, y analizando todos los sitios de energía y sistemas de la compañía de distribución, el tiempo y las limitaciones presupuestarias pueden imponer limitaciones a la extensión del estudio para varios sistemas de energía.

Ciertos ítems deberían ser cubiertos. Las facturas de electricidad deben ser revisadas considerando por lo menos las variables anotadas a continuación, en la sección 2.3.1. Por lo menos una auditoria preliminar (*walk-through*) debería ser realizada, y de preferencia se debe avanzar hasta a llegar a una auditoría detallada. La auditoría debe descubrir ítems tales como operación innecesaria de equipo, niveles de iluminación innecesariamente elevada, falta de personal asignado para apagar luces y equipos innecesarios, ajuste inapropiado de termostatos, ventilación innecesaria o excesiva, y desperdicios obvios. Un recorrido cuidadoso incluye la toma de datos de placa de equipos, motores y cargas de iluminación, y otros detalles del sistema.

2.3.1 Estableciendo la relación de energía y la factura de electricidad

Es importante desde muchos puntos de vista establecer el patrón o tendencia existente de uso de la electricidad e identificar aquellas áreas en donde el consumo de energía puede ser reducido. El historial del uso de electricidad sobre una base mes-a-mes se puede obtener de las empresas distribuidoras, y este uso debería ser registrado cuidadosamente en un formato (preferiblemente gráfico) que facilite en el futuro la referencia, evaluación y análisis.

La lista siguiente de ítems (en donde resulte apropiado) debería ser registrada en el historial de uso de electricidad:

- Mes de facturación
- Fecha de lectura
- Días en el ciclo de facturación
- Kilowatts-hora
- Demanda facturada en kilowatt
- Demanda medida en kilowatt
- Demanda facturada en kilovars
- Demanda medida en kilovars
- Factor de potencia
- Factura de potencia (descompuesta en las categorías anteriores más costo de combustible)
- Nivel de producción
- Columnas adicionales para observaciones

2.3.2 Listas de Proyectos

Este método utiliza una lista de proyectos específicos para reducir energía y costos. El ingeniero escoge un proyecto de una lista sin estudio ni evaluación. El proyecto es implementado sin una auditoría del sistema eléctrico para descubrir y clasificar áreas que requieren mejorar. Una referencia excelente es una guía “hágalo usted mismo” llamada *Identifying Retrofit Projects for Buildings* (Report 116) publicada por el Federal Energy Management Program (FEMP). Ver información adicional en www.eren.doe.gov/femp/.

Las normas orientadas a nivel nacional en los Estados Unidos, también pueden ser de utilidad. Algunas han sido publicadas por the American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc. (www.ashrae.org) como parte de la norma ASHRAE /IEEE 90A-1 1988, otras fuentes incluyen los documentos de IESNA (The Illumination Engineering Society of North America, Building Performance Standards (BEPS) publicado por NIST (National Standards and Technology Institute), y *Total Energy Management*, desarrollado conjuntamente por National Electrical Contractors Association y National Electrical Manufacturers Association, en cooperación con el DOE.

2.3.3 La Auditoría de energía

La cantidad de atención depende del tipo de auditoría. Una auditoría preliminar requiere solamente una descripción general del desempeño; mientras que una auditoría detallada requerirá información específica.

Una auditoría detallada requiere el desarrollo de una auditoría completa de energía listando los equipos principales por uso de energía con datos de placa relacionados a la energía, cualquier prueba de eficiencia, y estimados u horas medidas de operación por mes. Esto incluirá datos mensuales de la distribuidora, montos, y costos totales. La parte crucial es una toma inteligente del uso de la energía, que se hace con la energía a medida que fluye por los procesos y en la instalación, y como se compara con las normas conocidas

aceptadas. El estudio puede llevar al desarrollo de una lista priorizada de proyectos con una tasa de retorno muy elevada.

Una auditoría preliminar consiste de una observación cuidadosa de las operaciones mientras se camina por la instalación con el propósito expreso de descubrir oportunidades de ahorro de energía (ECOs por sus iniciales en inglés). Estas ECOs se registran en algún medio adecuado durante el recorrido realizado por la instalación. Seis categorías para uso de energía deben ser analizadas a medida que se realiza el recorrido:

- a) Iluminación
- b) Sistemas de calentamiento, ventilación, y aire acondicionado (HVAC por sus iniciales en inglés) y los efectos de calentamiento, y enfriamiento de la conducción, radiación y convección.
- c) Motores y accionamientos
- d) Procesos
- e) Otros equipos eléctricos
- f) Cubierta externa del edificio

2.3.4 Estableciendo el tipo de carga para control de demanda

Una parte importante del proceso de auditoría es la identificación de cada proceso o pieza de equipo que puede ser desconectado. Cada pieza de equipo debe ser identificado por lo menos con una de las siguientes categorías de control:

- a) *Crítica*. Equipos/Procesos críticos son aquellos cuyo corte de energía provocará un detrimento en la operación de la instalación. El equipo que es requerido por razones de seguridad y/o por su alto valor para la instalación se encuentra en esta categoría, y debe permanecer energizado. Esas cargas no deben ser incluidas como parte del esquema de control de demanda, ni deben ser apagadas indiscriminadamente.
- b) *Necesaria*. Los equipos/procesos necesarios son aquellos cuya continua energización es importante para la operación de la instalación. Por lo tanto esos ítems pueden ser desenergizados con algunas pérdidas específicas para la instalación. Modelos económicos pueden ser desarrollados para determinar la relación costo-beneficio de desenergizar cargas necesarias. La desconexión de estas cargas no debe violar necesidades de salud, seguridad, o ambientales de la instalación, y su operación.
- c) *Diferible*. Carga diferible es aquel equipo o proceso que puede ser desenergizado durante un tiempo dado sin causar pérdidas financieras, de producción, o de cualquier otro tipo. Sin embargo, se deben tomar precauciones para asegurar que

los equipos/procesos: 1) puedan ser desconectados y reconectados de manera segura; 2) puedan soportar la frecuencia y duración de los arranques y paros anticipados; 3) no involucre directamente el ambiente de salud, o la seguridad y/o el nivel de producción de la instalación.

- d) *Innecesaria*. Este equipo no debería estar en operación, así que debe ser desconectado tan pronto como sea posible. Adicionalmente, se deben proveer los medios para asegurar que esta carga es desenergizada cuando no es requerida.

2.4 Las seis categorías de auditoría de equipo

2.4.1 Iluminación

Antes de hacer cambios debe profundizarse sobre el tema. Los esfuerzos clave para analizar y considerar la iluminación desde una perspectiva conservacionista son anotados a continuación. Es sabio hacer revisiones tanto en el día como en la noche.

- ¿Es la intensidad luminosa suficiente para la tarea? [15-40 fc (160-450 lx) para salones; 70-100 fc (750-1100 lx) para trabajo detallado]
- ¿Es la luminaria adecuada para dirigir la luz donde sea necesario?
- ¿Es buena la reflexión?
- ¿Es correcto el color para la tarea?
- ¿Se encuentra la luminaria demasiado alta o demasiado baja?
- ¿Se pueden usar efectivamente luminarias de tarea?
- ¿Se hace buen uso de la luz natural existente?
- ¿Se pueden agrupar los escritorios o máquinas por luz de tarea requerida?
- ¿Son limpiadas periódicamente las lámparas y luminarias?
- ¿Son apagadas las lámparas cuando no están en uso?
- ¿Cuántas luminarias pueden ser apagadas por un solo interruptor?
- ¿Quién apaga las luces?
- ¿Quién usa el espacio y que tan a menudo?
- ¿Se puede usar una lámpara diferente de menor potencia en la luminaria?
- ¿Las superficies absorben o reflejan luz?

- ¿Están colocadas estratégicamente las luminarias?
- ¿Se pueden usar fuentes de luz más eficientes?
- ¿Pueden ser usados eficientemente *timers* y fotoceldas?
- ¿Provoca deslumbramiento la ubicación de la luminaria?

2.4.2 Calentamiento, ventilación y aire acondicionado (HVAC)

Los factores claves para evaluar y utilizar mejor el sistema HVAC son los siguientes:

- a) ¿Existen obstrucciones en el sistema de ventilación?
- b) ¿Se suministra una cantidad errónea de aire a diferentes horas?
- c) ¿Se puede apagar el sistema durante la noche?
- d) ¿Es correcta la temperatura para la aplicación del área (una temperatura de 5 a 10°C puede ser aceptable para almacenamiento)?
- e) ¿Se puede usar el reajuste de temperatura efectivamente?
- f) ¿Será más eficiente un variador de velocidad?
- g) ¿Cuántos aparatos pueden ser apagados por el interruptor?
- h) ¿Esta siendo efectivamente utilizada la energía solar?
- i) ¿Están las fajas tensionadas apropiadamente?
- j) ¿Se encuentran las poleas y accionamientos en buen estado de mantenimiento y lubricación?
- k) ¿Es apropiado el refrigerante?
- l) ¿Se usa el sistema apropiado?
- m) ¿Existe demasiada o muy poca ventilación?
- n) ¿Se puede usar más eficientemente el ambiente natural?
- o) ¿Provocan fugas las puertas, ventanas u otras aperturas?
- p) ¿Se pueden reparar las fugas?
- q) ¿Se puede justificar el aislamiento adicional?
- r) ¿Funciona por ciclos o continuamente el ventilador?

2.4.3 Motores y accionamientos

Puesto que los motores usan casi el 70% de la energía eléctrica consumida en países como los Estados Unidos, los motores brindan una gran oportunidad de reducir el desperdicio de energía. Las preguntas siguientes apuntan hacia clases muy comunes de desperdicio:

- a) ¿Es apropiado el motor para la carga?
- b) ¿Se puede detener el motor y luego re-arrancar en lugar de bloquear?
- c) ¿Es completamente necesario el proceso motorizado? ¿Se puede hacer manualmente?
- d) ¿Quién lubrica el motor y los accionamientos asociados? ¿Se hace esto a intervalos apropiados?
- e) ¿Se puede reciclar el calor del motor?

- f) ¿Qué tipo de accionamiento es usado? ¿Es el más eficiente?
- g) ¿Cuál es el voltaje? ¿Está balanceado?
- h) ¿Se puede limpiar el motor para reducir la acumulación de calor?
- i) ¿Cómo se ajusta la carga?
- j) ¿Trabajarán mejor dos o más motores con acoplamiento mecánico (*tandem*)?
- k) ¿Recibe buen mantenimiento el motor y se encuentra en buenas condiciones?
¿Existen fugas a tierra? ¿Se encuentra el motor en un ambiente con humedad?
- l) ¿Quién apaga y enciende el motor? ¿Qué tan a menudo?
- m) ¿Qué tan eficiente es el motor?

2.4.4 Procesos

Normalmente los procesos dependen fuertemente de los motores, pero existen otras partes eléctricas. El calentamiento de procesos es probablemente la carga de proceso más común que no usa motores. Las siguientes preguntas señalan áreas en donde se pueden hacer mejoras en la eficiencia:

- a) ¿Se pueden agrupar los equipos o procesos para eliminar el transporte de los equipos o materiales en el proceso?
- b) ¿Es demasiado alta la temperatura?
- c) ¿Escapa calor?
- d) ¿Se puede hacer recircular la energía calentada para confort, calentamiento de procesos o cogeneración?
- e) ¿Se requiere precalentamiento?
- f) ¿Son lubricados correctamente los accionamientos, etc.?
- g) ¿Se pueden aislar las áreas calientes de las áreas frías?
- h) ¿Es mejor usar un motor grande o muchos motores pequeños?
- i) ¿Qué equipo puede ser apagado durante la noche?
- j) ¿Serían más eficientes dos o tres turnos?
- k) ¿Se limpian las pantallas para la operación apropiada de controles de contaminación, reciben el mantenimiento correcto, etc.?

2.4.5 Otros equipos eléctricos

Existe una cantidad significativa de equipo eléctrico que pasa desapercibido. La lista mostrada a continuación contiene algunas preguntas claves que tienen que ver con la eficiencia.

- a) ¿Son necesarios los transformadores?
- b) ¿Se encuentra demasiado caliente el transformador?
- c) ¿Se puede apagar el transformador cuando no está en uso?
- d) ¿Se encuentran firmes las conexiones del alambrado (voltaje inapropiado, desbalance de voltaje, y calor excesivo pueden ser provocados por una mala conexión)?
- e) ¿Se puede utilizar el calor de la sala de control?
- f) ¿Se encuentran los *taps* de voltaje en la posición apropiada?
- g) ¿Se encuentran los contactores en el orden de trabajo correcto?

- h) ¿Se encuentra el equipo puesto a tierra apropiadamente?
- i) ¿Están dimensionados apropiadamente los conductores para la carga?
- j) ¿Es demasiado bajo el factor de potencia?

2.4.6 Cubierta externa del edificio

La lista mostrada a continuación es aplicable a edificios en donde se usan fuentes de energía para controlar la temperatura eléctricamente.

- a) ¿Se toman previsiones para la transición de áreas frías hacia áreas calientes y viceversa, con una cortina de aire o vestíbulo?
- b) ¿Se puede reducir la infiltración de aire con una cortina de viento?
- c) ¿Se aplica el nivel apropiado de aislamiento?
- d) ¿Es apropiado el cierre de puertas automáticas?
- e) ¿Es posible aislar térmicamente las ventanas?
- f) ¿Se puede usar vidrio con aislamiento doble o triple?

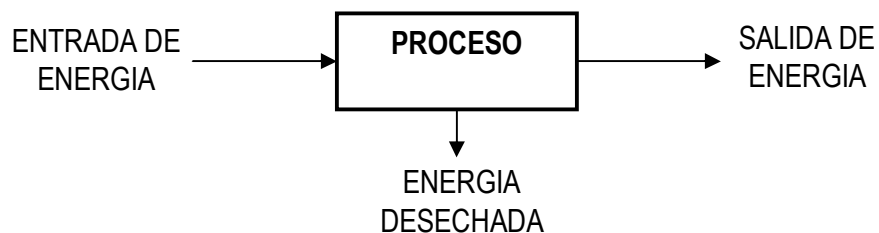
2.4.7 Consideraciones generales

Todos los cambios para conservación de energía serán hechos considerando el funcionamiento global de la planta. Aunque este capítulo brinda ideas para mejorar la eficiencia, un análisis detallado y diseño de ingeniería adecuado hecho por un consultor competente será requerido. El diseño final incluirá la consideración de códigos apropiados (seguridad eléctrica, seguridad y salud ocupacional, protección contra el fuego, y protección ambiental, etc.)

2.4.8 Balance de energía

Un paso importante para evaluar oportunidades es el desarrollo y análisis de los balances de energía principales. Un balance de energía es un poco más complicado que un estudio de energía y está basado en mediciones y cálculos.

Un balance de energía básico se muestra en la Figura 2.1. La energía entra a un sistema y se convierte en un producto. Existe una cierta cantidad de energía absorbida en el proceso. La diferencia entre la energía a la entrada y la energía a la salida es el desperdicio. Los balances de energía deberían ser desarrollados en cada proceso para definir el detalle, la entrada de energía, materia prima, energía consumida en disposición de desperdicios, cargos netos de energía al producto, crédito de energía para productos colaterales, y energía disipada o desperdiciada.



Todos los balances de energía de procesos deberían ser analizados a profundidad. Varias preguntas deberían ser hechas y contestadas, incluyendo:

- a) ¿Se puede recuperar el calor de desperdicio para generar vapor o para calentar agua o materia prima?
- b) ¿Se puede eliminar o modificar un paso del proceso de alguna manera para reducir el uso de energía?
- c) ¿Se puede usar materia prima alternativa con requerimientos de energía menores para el proceso?
- d) ¿Existe una forma de mejorar el rendimiento?
- e) ¿Existe justificación para reemplazar equipo viejo con equipo nuevo que requiere menos energía?

El estudio de energía y el balance de energía identifican situaciones de desperdicio de energía; y diferencian entre aquellas que pueden ser corregidas por acciones de mantenimiento y acciones operativas; y aquellas que requieren gasto de capital. Las primeras pueden ser corregidas en un tiempo corto y los resultados son casi inmediatos: ahorros con poco esfuerzo y poco retardo. La última categoría requerirá de algunas inversiones y tiempos de entrega para materiales y equipos.

El estudio puede ser realizado por un individuo, un equipo, o un consultor externo. El trabajo puede ser segregado de acuerdo a áreas o departamentos de la planta. Sin embargo, los que realizan el estudio deberán estar conscientes de la importancia de detectar desperdicios, determinar los costos involucrados, y reducir los costos de energía. El estudio inicial recibirá seguimiento periódico por medio de estudios adicionales para evitar nuevos problemas.

2.5 Oportunidades de conservación de energía

Un elemento clave del proceso de administración de energía es la identificación y análisis de oportunidades de conservación de energía (ECO's). Estas oportunidades involucran el espectro previamente listado de actividades, el cual va desde el simple cambio de procedimientos, o apagar las luces, hasta el uso de nuevas tecnologías.

Después de desarrollar el balance de energía y listar todos los proyectos de conservación de energía, cada proyecto debe ser evaluado para implementación usando el procedimiento siguiente:

- a) Calcular ahorros de energía anuales para cada proyecto
- b) Proyectar costos futuros de energía y calcular ahorros anuales en dólares
- c) Estimar el costo del proyecto, incluyendo ítems de capital y gastos
- d) Evaluar el merito de inversión de proyectos usando medidas tales como el retorno sobre inversiones, etc.
- e) Asignar prioridades a los proyectos

- f) Seleccionar proyectos de conservación para implementación y solicitar autorización para proceder
- g) Implementar proyectos autorizados

2.6 Supervisión y predicción de energía

La administración de energía es más que simplemente implementar las oportunidades de conservación de energía. Puesto que la administración de energía es un proceso continuo, es importante supervisar el uso de la energía y usar los resultados para calibrar acciones futuras.

En algunas aplicaciones, la medición o control (o ambas) en cada punto de la aplicación puede ser necesaria para garantizar el uso eficiente de la energía. Los métodos de medición que mejor describen el proceso son necesarios para controlar, evaluar, y administrar esfuerzos para conservar energía. Es importante también presupuestar el uso de energía anticipado de manera que el desempeño pueda ser evaluado y se puedan hacer planes. Una medición en términos del presupuesto también produce una indicación para determinar si se requieren acciones adicionales.

2.6.1 Reportes de administración de energía

Para el diseño de nuevas instalaciones, la conservación potencial es supervisada usando ya sea el método de la reducción porcentual de tasa de energía o el reporte de ahorros de energía de diseño. Para instalaciones existentes, la conservación de energía se puede supervisar usando el método de actividades, el método de la tasa de energía, el método de la tasa de energía variable o cartas de rastreo.

2.6.1.1 Método de reducción porcentual de tasa de energía

Esta reducción se determina comparando la tasa de energía del producto del proyecto, expresada en Btu/lb (kJ/kg), con la tasa de energía de producto de la planta. Un ejemplo se muestra en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Tasa de energía de producto

Tasa de producción actual	= 1,950 Btu/lb
Tasa de producción proyectada	= 1,480 Btu/lb
Reducción porcentual en tasa de energía de producto = $\frac{1950 - 1480}{1950} \times 100 = 24\%$	

2.6.1.2 Reporte de ahorro de energía de diseño

El reporte de ahorros de energía de diseño cubre una idea de ahorros de energía que es incorporada en el diseño de un proyecto. El reporte cumple a tres propósitos:

- a) Es un medio de intercambio de información sobre ideas de ahorro energía
- b) Brinda una oportunidad para supervisar los requerimientos de capital de la conservación de energía contra los ahorros de energía en los proyectos
- c) Asiste en un programa de sensibilización de los problemas de energía en el departamento de ingeniería

Este reporte es preparado por un participante en el proyecto cuando ese participante incorpora una idea de ahorro de energía. La guía para una idea de ahorro de energía es que se desvíe del diseño actual o de las prácticas de la planta para la línea de productos. Si es un producto nuevo, el punto de referencia es la planta piloto o el reporte de definición del proyecto.

2.6.1.3 Método de actividad

El método de actividad compara la energía ahorrada anticipada con la energía comprada. Los ahorros de energía porcentuales están basados en los ahorros de energía anuales, expresados en Btu, comparados con la energía total comprada por la planta.

Un reporte trimestral típico para una compañía usando el método de actividad es mostrado en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2. Reporte típico usando el método de actividad

Resultados de conservación de energía de XYZ Manufacturing Company, Usando el método de actividad (Ahorros de energía %)					
Planta	3 Trimestres	4º Trimestre	Total del año cero	Actividades Planeadas	
				Año 1	Año 2
Fulton	2.0	0.2	2.2	2.1	1.0
Grace	1.8	0.1	1.9	0.8	0.4
Nixon	1.5	0.2	1.7	2.3	0.3
St. James	0.8	0.4	1.2	0.1	0
Total de la Compañía	1.7	0.3	2.0	1.8	0.4

El método de actividad produce un buen reporte visual de actividades que han sido completadas y planeadas para ahorrar energía. Sin embargo, no refleja la reducción real en la tasa de energía (Btu/lb de producto) ya que los ahorros son anuales.

2.6.1.4 Método de tasa de energía

La Asociación Manufacturera Química (CMA por sus iniciales en inglés) desarrolló el método de la tasa de energía de la industria química para reportar resultados de conservación de energía. Un ejemplo de los cálculos es mostrado en la Tabla 2-3. La tasa del periodo base Año Cero es calculada usando las libras de producto totales fabricadas en

el Año Cero y la energía comprada equivalente consumida por el departamento que fabrica el producto.

La energía equivalente incluye energía consumida por la línea específica más una proporción de energía compartida que no puede ser asignada a ninguna área. Para cualquier año reportado, la reducción porcentual en tasa de consumo de energía se calcula comparando la energía del periodo base con la energía total comprada por la planta. La energía del periodo base de comparación se calcula usando la energía del producto en el año base multiplicado por el volumen de producto fabricado en el año actual.

Tabla 2-3. Método de tasa de energía

Productos manufacturados en la planta	Año 0 (período base)			Año 3		
	Producción Total (x 10 ⁶ lb)	Energía Total (x 10 ⁶ Btu)	Tasa de energía base (Btu/lb)	Producción Total (x 10 ⁶ lb)	Energía Total (x 10 ⁶ Btu)	Energía en comparación a período base
	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6
A	200	10 000	50	300		15 000
B	10 000	30 000	3	12 000		36 000
C	2 000	20 000	10	3 000		30 000
D	3 000	60 000	20	6 000		120 000
	15 200	120 000		21 3000		201 000
Ajustes a la base: Nuevos productos						
E (año 1)	1 000	10 000	10	2 000		20 000
F (año 2)	1 000	5 000	5	1 000		5 000
	2 000	15 000		3 000		25 000
Total	17 200	135 000		24 300	208 000	226 000
Tasa de reducción % de consumo de energía = [(Columna 6 – Columna 5)/Columna 5] x 100 = 7.5 %						

2.6.2 Metodología de administración y predicción de energía

El seguimiento de la energía sobre una base trimestral o anual no permite al ingeniero la oportunidad de reaccionar rápidamente a los problemas de energía. También es importante utilizar información de las auditorías para establecer un presupuesto de energía. El uso de un presupuesto, y/o un uso proyectado permiten la evaluación de esfuerzos de energía y mide apropiadamente la porción de energía del costo de hacer negocios.

Desde un punto de vista predictivo, el uso de energía será clasificado en dos grupos. La energía base es el componente de energía que es constante a lo largo del periodo de medición y no experimenta cambios con niveles de producción, clima, etc. La energía variable es el componente que cambia con la producción, clima, el nivel de ocupación, etc.

El primer paso para presupuestar la energía es la realización de una auditoría de uso. Es preferible revisar resultados de los 12 meses anteriores. Tanto el uso, como la producción deberían ser revisados. Con medidores instalados apropiadamente cuyas lecturas fueron tabuladas de manera diligente, los resultados son muy fáciles de obtener.

Esta sección discutirá solamente la porción eléctrica. El estimado de producción se recibe de la gente de producción en varios formatos (por ejemplo la Figura 2-2). La producción anticipada mensualmente puede ser usada como total y luego se puede calcular un valor diario promedio usando el kilowatt-hora/lb promedio de producto diario. La predicción también puede ser calculada usando las horas anticipadas de uso de maquina para el mes y/o día. El cálculo puede ser hecho en un formato similar al mostrado en la Figura 2-2.

Predicción de Producción de _____				
Departamento _____	Para _____ es _____		MGP	
I	_____ / MGP	_____ = Días en Mes	_____ = MGP/Día	
II	_____ / MGP/Día	_____ = MGP/Días Máquina	_____ = Nivel promedio de Máquina	
III	_____ X Nivel promedio de Máquina	_____ = Días en el Mes	_____ = Días- Máquina en Mes	

Nota: MGP es Miles de galones de producto por minuto

Figura 2-2. Formato de predicción de producción

La información resultante, también como los valores base pueden ser puestos en un formato sumario, un ejemplo del cual se muestra en la Figura 2-3. Tanto el valor estimado y el real pueden ser anotados convenientemente. Si se encuentran disponibles, tanto el estimado de producción y el estimado de uso en maquinas deberían ser usados para determinar la porción variable del uso eléctrico. Los resultados de usar los dos estimados deberían converger a medida que progresan las horas a menos que uno u otro no es una buena medida del uso de kWh.

Análisis de energía para Departamento _____

Tipo de Máquina: _____

	Std	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom Anual
Días máquina														
Miles de libras de bienes de producto														
Miles de kWh por día máquina														
kWh por libras de bienes de producto neto														
MSCF aire-día máquina														
SCF aire-NGP														

Nota: MSCF = Miles de pies cúbicos Standard; SCF = pies cúbicos Standard; NGP = libras netas de producto

Figura 2-3. Formato de uso de energía

El consumo eléctrico real total es trazado en un gráfico. Dos tipos de gráficos se muestran en las Figuras 2-4 y 2-5. Aunque esos gráficos son mensuales, es importante mantener un seguimiento de la energía para periodos más cortos por departamento y/o actividad. Una revisión de la información frecuentemente revelará una manera más eficiente de fabricar un producto o servicio.

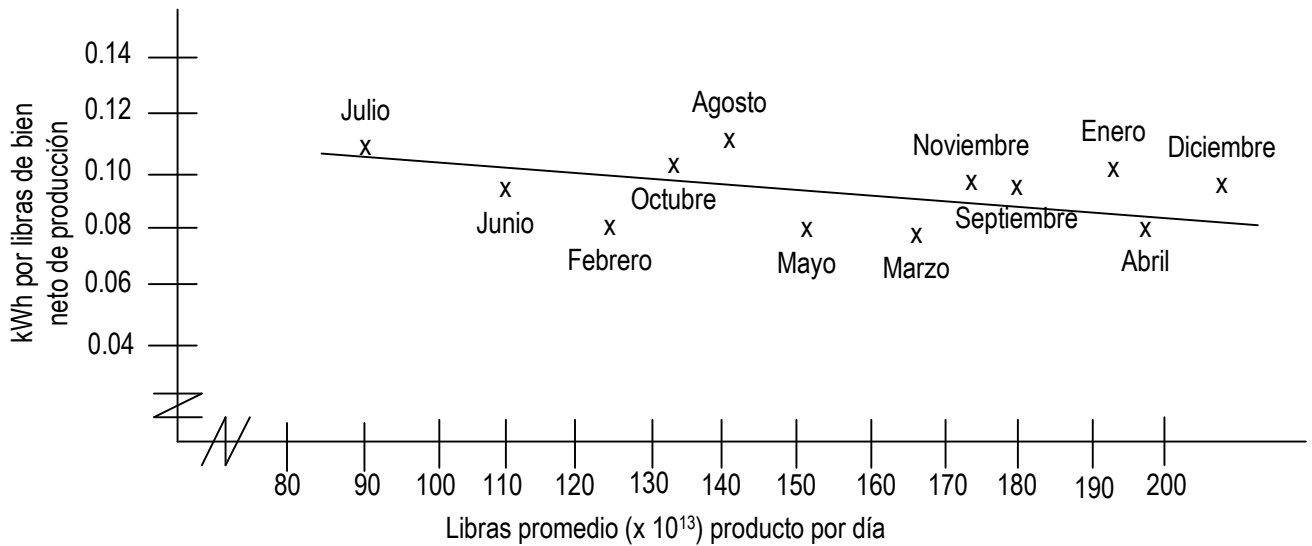


Figura 2-4 Consumo en kWh en por unidad

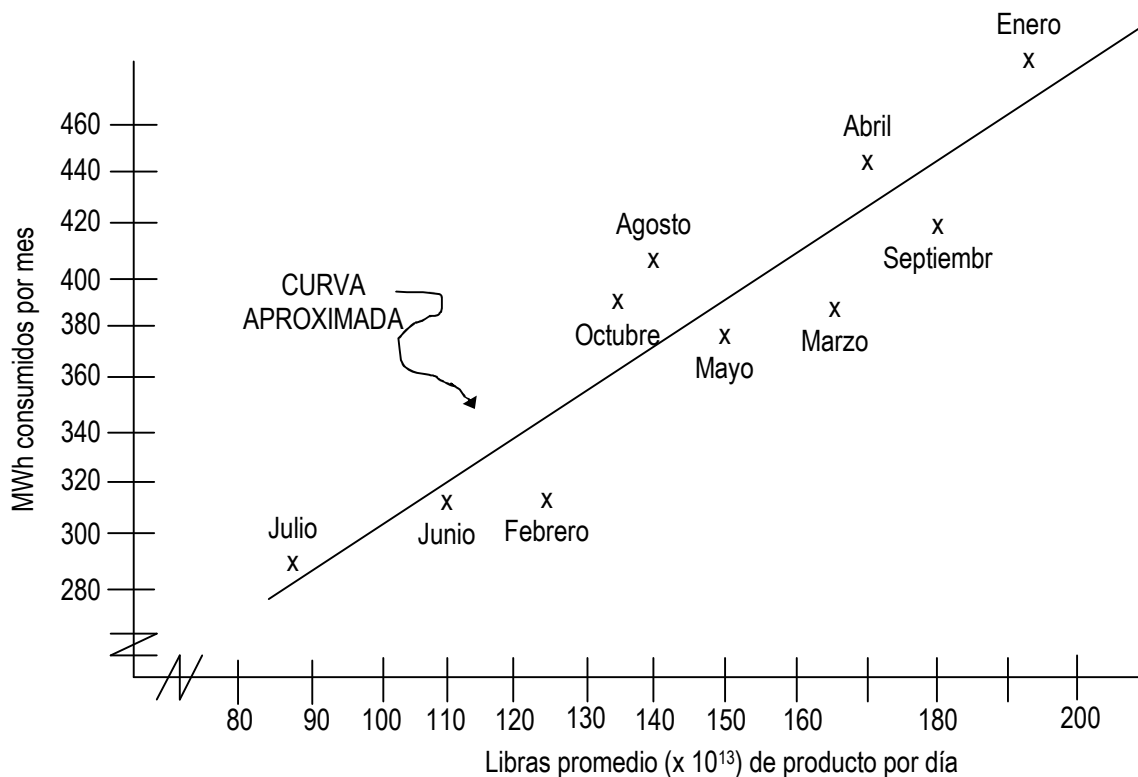


Figura 2-5 Consumo mensual en MWh

Un gráfico de producción contra uso de energía puede ser usado para desarrollar una formula para predecir uso de la energía. El análisis de regresión de mínimos cuadrados puede ser usado para establecer una formula que se ajusta a los puntos de datos.

La Figura 2-5 muestra una curva que ajusta los datos, la curva es una línea recta con una pendiente de 1705 y un intercepto en 139,500 kWh por mes. La ecuación sería la siguiente:

$$1,750 \times M + 139,500 = \text{kWh por mes}$$

Donde:

M = Miles de libras de bienes netos de productos por día, en donde la planta produce 24 horas por día durante 31 días.

Este análisis demuestra que la porción de base de la factura de energía es 139,500 kWh por mes. La base es esencialmente fija, pero esto no significa que una auditoria energética de la porción de base no es un lugar para reducir uso de energía eléctrica. En este ejemplo, la energía base representa el 31% del uso de energía a plena producción (180,000 lb de bienes de producto por día).

2.7 Participación de los empleados

Un programa de conservación de la energía puede ser exitoso solo si despierta y mantiene el interés participativo de los empleados.

La comunicación con los empleados en el tema de la energía puede ser realizada de muchas maneras diferentes: discusiones cara a cara, seminarios y talleres, distribución de literatura informativa y descriptiva, presentaciones de diapositivas y películas, y lo más importante, la practica sincera de conservación de parte de la administración todo el tiempo.

El uso de boletines, pizarras, o *posters* para visualizar los objetivos y realizaciones de conservación de la energía ayudará a los empleados a tomar conciencia acerca de la importancia de tales temas.

2.8 Resumen

La administración de energía es un concepto más amplio que la conservación de energía. En la administración de energía, uno intenta alcanzar el mismo nivel de productividad con un gasto menor de energía, un suministro de energía adecuado, y el costo más bajo posible.

La responsabilidad de administración de energía requiere una reorientación significativa de los gerentes hacia la conservación de energía.

Ahora nos damos cuenta que es necesario que la administración acepte la realidad de que el futuro requiere una reorientación importante, ya que la entrada de energía va a ser costosa. Para asegurarse el suministro de energía y para reducir los costos de energía, la industria tendrá que actuar en conjunción con diferentes sectores.

El logro de ahorros de energía significativos en procesos existentes es una función de la administración comprometiéndose a sí misma a hacer el trabajo por medio de una motivación del personal, planificación, y administración efectiva. El establecimiento de una responsabilidad de administración de energía formalizada es muy deseable para darle al esfuerzo tanto el enfoque, como la dirección requerida. Una función de administración de energía brinda a los gerentes de línea las herramientas para hacer su trabajo.