

# EFICIENCIA TÉRMICA Y ENERGÉTICA

**POR: RICARDO LEÓN MÁRQUEZ M.**

---

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>BARRERAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>COSTOS RELACIONADOS CON EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA</b>	<b>4</b>
<b>4.1</b>	<b>Formas de usar eficientemente la energía</b>	<b>4</b>
<b>4.2</b>	<b>Programas para el uso eficiente de la energía</b>	<b>5</b>
<b>4.3</b>	<b>Actividades para el uso eficiente de la energía</b>	<b>6</b>
4.3.1	Buenas prácticas	6
4.3.2	Iluminación	7
4.3.3	Refrigeración y aire acondicionado	10
4.3.4	Aire comprimido	12
4.3.5	Calentamiento y enfriamiento del agua	13
4.3.6	Motores	13
4.3.7	Producción de vapor y cogeneración.	14
<b>5</b>	<b>RECOMENDACIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	<b>14</b>
<b>5.1</b>	<b>Iluminación</b>	<b>14</b>
<b>5.2</b>	<b>Calderas</b>	<b>17</b>
<b>5.3</b>	<b>Equipos eléctricos</b>	<b>18</b>
<b>5.4</b>	<b>Aire comprimido</b>	<b>19</b>
<b>5.5</b>	<b>Vehículos</b>	<b>22</b>

## **1 INTRODUCCIÓN**

Un sistema sostenible está caracterizado por su habilidad de proporcionar los servicios requeridos sin agotar los recursos, por lo tanto el uso eficiente de los mismos tanto desde una perspectiva económica como social es el primer paso para lograrlo.

Al usar la energía ineficientemente se crean residuos en todas las etapas de su ciclo de vida y se generan impactos con implicaciones locales, regionales y globales, dado que la energía es esencial tanto como medio de producción y como un contribuyente a la mejor calidad de vida.

Los pasos para crear un sistema energéticamente sostenible comienza con un uso responsable de los recursos y continúa con el incremento en el uso de recursos renovables y el uso controlado de los no renovables mediante tecnologías avanzadas.

## **2 BARRERAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA**

Ciertos eventos como la crisis financiera de muchos de los servicios públicos en los países en desarrollo, competencia creciente en los sectores energéticos y la percepción creciente en el mundo desarrollado de la importancia de los temas ambientales globales, han incentivado el interés y nuevas oportunidades para la eficiencia energética en el mundo. Se han identificado cerca de mil organizaciones que llevan a cabo actividades de eficiencia energética, e incluso un número mayor de empresas privadas han entrado al mercado de bienes y servicios que ofrecen dicho servicio.

Mucho se ha escrito y hablado de las barreras técnicas y financieras para la eficiencia energética, pero el consenso dentro de la comunidad económica es que falta compartir las experiencias y buenas prácticas entre las empresas, al igual que una información clara acerca de cómo se pueden aplicar mejor los principios de eficiencia energética en varios sectores de la economía.

La experiencia de muchas compañías manufactureras ha concluido que la industria tiene gran cantidad de oportunidades para mejorar mediante la gestión de la energía y el uso de proyectos de mejoramiento, a través del monitoreo de sus consumos. Principalmente, se recomienda que el monitoreo se realice en áreas tales como de conversión de energía, distribución y uso como también a través de la recuperación de calor residual, tal como se muestra en la figura 1.

Con el fin de determinar opciones de mejoramiento en cuanto a la eficiencia energética, es necesario recolectar información concerniente a:

- Tipo, número y características de la maquinaria
- Fuentes de energía y consumo

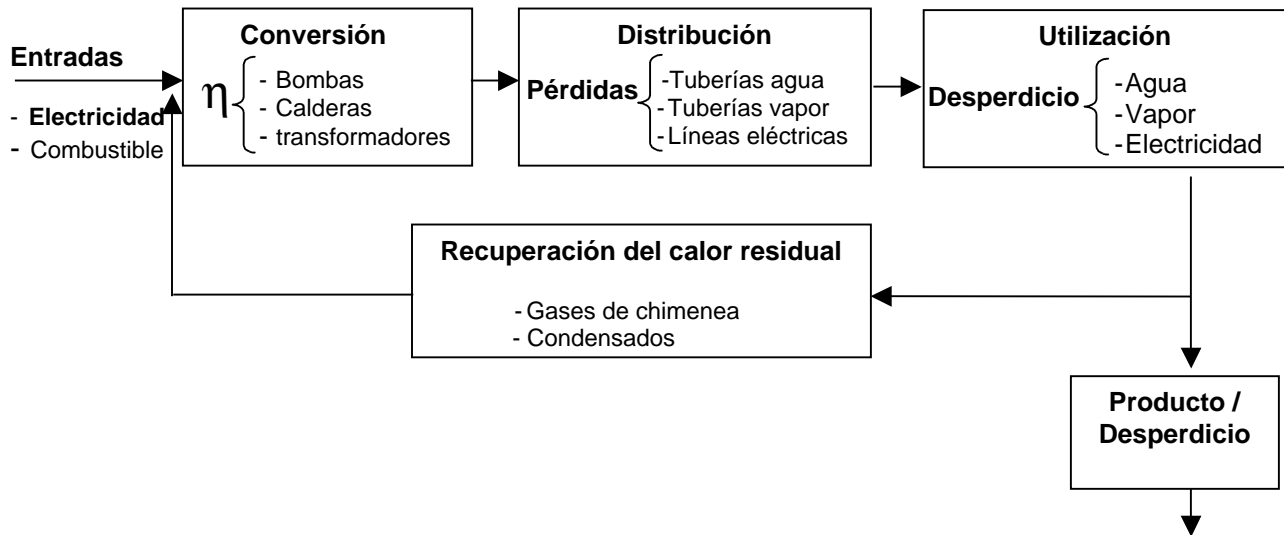
## **3 COSTOS RELACIONADOS CON EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA**

Es claro que la rentabilidad de una empresa se mide, entre otras variables, por los ingresos y los costos que implica su operación, siendo necesario diferenciar estos últimos

(especialmente los derivados del consumo de energía), con el fin de permitir determinar dónde se encuentran las posibilidades de incremento de la rentabilidad. La tabla 1 presenta un ejemplo de costos.

Sin embargo, para muchas organizaciones la energía es un gasto general pagado por el departamento financiero y sólo toma importancia si los costos se incrementan, o si se buscan ahorros. Cuando se encuentra con una situación de este tipo, generalmente las iniciativas de eficiencia energética no se generan a partir de un programa bien pensado y que apoye el mejoramiento continuo.

Figura 1 Sistema de energía típico de una empresa

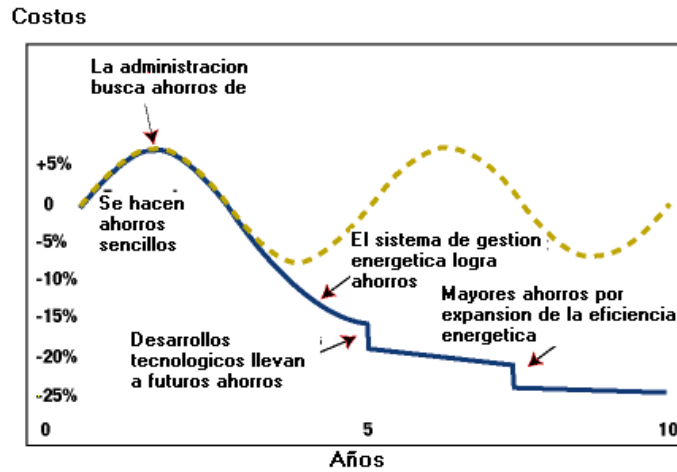


El no tener el apoyo de un programa, provoca que una vez las acciones sencillas se hacen y se logran los primeros ahorros, el entusiasmo para reducir el consumo energético se disminuye y los ahorros obtenidos cada vez se hacen más difíciles de sostener. En el tiempo, el consumo de energía se incrementa de nuevo y luego de algunos años, los costos se pueden convertir en un punto importante nuevamente y se lleva a cabo otra auditoría y el ciclo continúa, tal como se muestra gráficamente en la Figura 2.

En conclusión, el mejoramiento de la energía puede ofrecer el alcance simultáneo de metas que contribuyen al mejoramiento del desempeño de la empresa, tales como:

- Incremento de la productividad.
- Menores costos de producción.
- Creación un ambiente de trabajo más seguro.
- Reducción de las emisiones ambientales.
- Reducción de los riesgos ambientales.

Figura 2 Comportamiento de los costos de la energía de un sistema cíclico en comparación con un programa de gestión energética.



#### 4 USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

El uso eficiente de la energía tiene implicaciones en la competitividad de las compañías, en la estabilidad y vulnerabilidad de la economía y también en el empleo y en el medio ambiente. Los mejoramientos en la eficiencia energética generan ganancias para todos en donde los beneficios ambientales y económicos pueden ser observados simultáneamente.

La eficiencia energética se refiere a la relación entre la energía consumida por un producto y la energía que le fue aplicada. Para un motor, se expresa como el porcentaje de energía de entrada convertida en potencia útil de salida

Actualmente se pueden lograr reducciones en el consumo de la energía de hasta 50% en algunos casos, por ejemplo los sistemas de iluminación instalados hace más de 10 años tienen grandes posibilidades de lograr ahorros importantes si son actualizados.

##### 4.1 FORMAS DE USAR EFICIENTEMENTE LA ENERGÍA

Hay muchas tecnologías y prácticas disponibles o en desarrollo para el consumo que pueden ahorrar energía si son adoptadas en la industria. Entre ellas se encuentran:

- a) Buenas prácticas generales y programas de mantenimiento
- b) Gestión de la energía
- c) Mejoramiento de equipos y procedimientos para métodos de producción existentes
- d) Nuevos y mejores métodos de producción

Gran parte de los equipos y las ampliaciones de los procesos en la categoría (c), y prácticamente todos los mejoramientos en los métodos de producción en la (d) son específicos para ciertas industrias y actividades, sin embargo muchos otros (tecnologías de recuperación de calor, motores de alta eficiencia, variadores de velocidad, sensores,

controles, cogeneración, aire comprimido, calderas) tienen aplicaciones en muchos tipos de industrias. Estas tecnologías genéricas son particularmente metas atractivas para su promoción por parte de los gobiernos.

Por otro lado, los costos y beneficios de los mejoramientos en la eficiencia energética varían bastante. Cambios operacionales pequeños tales como buenas prácticas de limpieza y mantenimiento son los más baratos, fáciles de implementar y de menor riesgo, mientras que cambios en los equipos de producción y tecnologías de conservación de energía involucran mayores inversiones al igual que los grandes cambios en el proceso generalmente requieren la construcción de nuevas instalaciones. Estas inversiones sólo se justifican por razones de estrategia o desarrollo de mercado, pues incluso los ahorros energéticos raramente son lo suficiente para justificar inversiones de esta magnitud.

En general se ha establecido que el potencial para incrementar la eficiencia energética en el largo plazo en países en desarrollo es del 25 al 50%.

### 4.2 PROGRAMAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Algunos ahorros energéticos se pueden lograr inmediatamente y sin invertir grandes cantidades de dinero. Sin embargo, mantener e incrementar estos ahorros requiere el desarrollo de un programa o sistema de manejo energético y el compromiso de la gerencia. Estos programas son el conjunto de acciones que tienen por objeto lograr el uso racional de este insumo sin detrimento en el volumen de producción.

Gran parte de las actividades de ahorro energético dependen de las personas, desde la gerencia hasta la planta de producción necesitan estar comprometidas con el programa. Tal programa involucra liderazgo, medición y reporte, entrenamiento y revisión de los procedimientos estandarizados. Para que la gestión energética se vuelva parte de la forma como la empresa hace los negocios, es importante que esté integrada a sistemas de gestión existentes tales como de calidad, ambiente y salud y seguridad.

Normalmente un programa tendiente al uso eficiente de la energía desemboca y conlleva a un uso eficiente de todos los recursos, es decir, la situación dinámica del problema energético necesariamente lleva a contemplar mejoras que implícitamente dan lugar a mayores grados de conversión de la materia prima y a menores grados de desecho y de deterioro del ambiente.

Adicionalmente el uso racional de los recursos energéticos, no solamente involucra el consumo de dichos insumos sino también la demanda, la disponibilidad y la adaptabilidad de los mismos.

El adoptar un sistema de gestión energético permite basar el sistema en un marco consistente con las prácticas actuales de manejo de la empresa. Es importante que el sistema sea dinámico y no estático de modo que pueda cambiar a medida que la empresa se desarrolla y madura.

Este tipo de programas, que buscan conservar todas las formas de energía mediante la eliminación de residuos y el estímulo hacia un uso eficiente de la energía, involucran:

- Recolección de información a cerca de los usos de la energía.
- Establecimiento de metas y prioridades para reducir.

- Identificación de oportunidades,
- Consideración de las soluciones e iniciativas disponibles e innovadoras.
- Organización de los recursos para implementar los cambios.
- Evaluación de los resultados.

Para llevar a cabo un programa de uso eficiente de la energía se deben seguir diferentes pasos, en los cuales una vez tomada la decisión de llevar a cabo el programa, se efectúan visitas técnicas donde se fija el alcance, el grado de profundidad con el cual se realizará el programa y se planea la ejecución del mismo con su respectivo cronograma y sus costos.

Cuando se requieran recolectar datos, es necesario hacerlo individualmente para cada fuente de energía: la corriente eléctrica (abastecedores de corriente eléctrica), plantas de energía internas (planta de agua, foto voltajes); gas natural, combustible (pesado, liviano, ultra liviano), combustible para motores (diesel, petróleo), biomasa, energía solar, calefacción urbana.

Una vez los datos necesarios son conocidos, se requiere describir la situación energética actual de la empresa, definir indicadores y otros instrumentos de control, para finalmente identificar las opciones de ahorro de energía.

En general, la forma más usual de ahorrar energía es mediante una auditoría energética en la cual identificará un número de oportunidades para lograrlo. A partir de la auditoría se pueden implementar algunos ahorros a corto plazo y de bajo costo, logrando reducciones en el consumo energético de entre 5 y 10% y estableciendo las prioridades al momento de llevar a cabo el programa de eficiencia energética.

### **4.3 ACTIVIDADES PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA**

Las actividades en donde se pueden aplicar controles para un uso eficiente de la energía en una industria son principalmente:

- Buenas prácticas de limpieza, mantenimiento y contabilidad
- Iluminación.
- Aire acondicionado
- Aire comprimido.
- Calentamiento y enfriamiento de agua
- Motores
- Producción de vapor y cogeneración.
- Refrigeración

#### **4.3.1 Buenas prácticas**

El primer paso para mejorar la eficiencia energética en una industria es mediante buenas prácticas, las cuales involucran:

- § Inspecciones para promover la conservación.
- § Programas de entrenamiento en la operación de equipos de alto consumo energético.
- § Programación de actividades en equipos de alto consumo energético.
- § Apagado de equipos cuando no se encuentren en uso.
- § Mayor control de procesos de calentamiento y enfriamiento.
- § Instalación de equipos de monitoreo de energía.
- § Proteger tanques y tuberías con material aislante y
- § Reparación de fugas.

Las buenas prácticas generalmente pueden ahorrar grandes cantidades de energía especialmente en plantas viejas. Sin embargo, para lograr estos ahorros es necesario tener un equipo de personas calificadas para llevar a cabo las actividades de conservación de la energía, al igual que requiere el apoyo y liderazgo de la gerencia.

El mantenimiento de los equipos es otra medida importante para mejorar la eficiencia, pues aquellos reciben un pobre mantenimiento no siguen estas especificaciones y generan grandes pérdidas de eficiencia.

Un buen ejemplo de este caso son las bombas y ventiladores, los cuales generalmente no reciben un buen mantenimiento y sus eficiencias se ven disminuidas marcadamente en el tiempo debido al uso. Un estudio en 84 sistemas de bombeo, principalmente en la industria de la pulpa y papel en Suecia y Finlandia, encontró que sólo el uso ha reducido las eficiencias de las bombas en un 14% en promedio, comparados con su desempeño original.

Los sistemas contables también pueden ser usados para motivar las actividades de ahorro energético. En muchas plantas, los costos de la energía van a cuentas generales y no por los departamentos que utilizan la energía, lo que proporciona pocos incentivos a los jefes de departamento para buscar ahorros energéticos. Por lo tanto, los mejoramientos en la eficiencia pueden ser promovidos por sistemas contables que puedan determinar detalladamente los costos energéticos en las plantas.

### 4.3.2 Iluminación

La iluminación corresponde generalmente del 10 al 20% del consumo total de electricidad en la industria y en general del 20 al 25% de la electricidad total consumida en un país. En una instalación comercial típica el 50% o más de la energía se gasta por la operación de equipos obsoletos, un mantenimiento inadecuado o el uso ineficiente del recurso.

Ahorrar energía en la iluminación requiere la reducción de la electricidad consumida en la fuente o la reducción del tiempo en que la fuente de iluminación se encuentra encendida. Esto se puede lograr mediante:

- Disminución de la potencia, lo cual involucra reemplazar las lámparas o accesorios.
- Reducción del tiempo que las luces están encendidas, esto es mejorar los controles de iluminación y educar a los usuarios en cuanto al apagado de luces innecesarias.

- Uso de la luz solar, lo cual reduce el consumo de la energía mediante el reemplazo de luces eléctricas por luz natural, esto puede representar ahorros de un 40 a 60% del uso de electricidad para iluminación.
- Realización de mantenimientos simples, lo que preserva la calidad de la iluminación y permite menores niveles iniciales de iluminación.

Las técnicas y tecnologías aplicables para disminuir el consumo de energía en la iluminación incluyen:

a) Controles de iluminación: La energía extra consumida por las luces cuando se encienden es despreciable y la única consideración que se debe tener en cuanto a las veces en que las luces deben encenderse y apagarse, es la reducción en su vida útil debido a los encendidos frecuentes. La reducción en el consumo puede lograrse simplemente mediante la promoción entre las personas de apagar las luces innecesarias o mediante el uso de equipos de control tales como:

- **Controles de reinicio**: Se utilizan para apagar las luces a determinadas horas del día y su encendido se hace manualmente. Para que estos sistemas sean efectivos se deben definir claramente las áreas en donde se aplicarán.
- **Sensores de presencia**: Pueden funcionar por ultrasonido o por infrarrojo pasivo. Estos dispositivos captan el movimiento y apagan las luces cuando no se ha generado ninguno en un área por un tiempo predeterminado. Cuando se desea instalar este tipo de sistemas se debe considerar claramente el tiempo de demora y el área donde será aplicado.

Con la instalación de este tipo de sensores se pueden lograr ahorros del 25 al 50% en oficinas, del 30 al 75% en baños, del 45 al 65% en salas de conferencias y del 50 al 75% en bodegas.

- **Controles de reconocimiento de luz solar**: son aplicables para disminuir o apagar las luces en respuesta a los niveles de luz solar.
- **Temporizadores de presión**: Comúnmente utilizados en áreas ocupadas brevemente como escaleras. Se presiona una vez para encender las luces, las cuales se apagan automáticamente luego de un tiempo predeterminado.
- **Encendido según la hora**: Mediante relojes para encender y apagar las luces a determinadas horas.

b) Niveles apropiados de iluminación.

c) Uso de bombillas apropiadas: Las bombillas incandescentes consumen un 75% más de electricidad que las bombillas eficientes, por lo tanto lo primero que se debe hacer es reemplazar las primeras por las segundas, especialmente en establecimientos comerciales, pues menos del 5% de la energía que se consume se utiliza como iluminación útil.

Dentro de las opciones de iluminación eficiente se encuentran las bombillas compactas fluorescentes (4 veces más eficientes), lámparas halógenas (2 veces más eficientes), tubulares fluorescentes y de descargas de alta intensidad.

Tabla 1 Opciones para reemplazar bombillas incandescentes

Halógenas	Para iluminar productos.
Compactas fluorescentes	Para evitar cambiar los plafones. Útiles en corredores de hoteles.
Tubulares fluorescentes	Para iluminación general
Alta presión - sodio	Para uso en exteriores o donde la luz blanca no sea problema, por ejemplo para seguridad.
Lámparas LED <sup>1</sup>	Para señales de salida

El mejorar la eficiencia energética en la iluminación no solo permite lograr ahorros económicos, también permite mejorar el confort y desempeño de los empleados, mejorar las ventas (atraen más a los consumidores) y mejorar la imagen de la compañía como un integrante de la comunidad ambientalmente responsable.

NOTA: Los balastos electrónicos para luces fluorescentes permiten, mediante el uso de semiconductores, incrementar la frecuencia eléctrica de 60 hertz (Hz) a niveles mucho mayores (20.000 a 40.000 Hz), logrando que la lámpara opere virtualmente sin parpadear y consuma de 12 a 25% menor potencia que con balastos estándar.

Tabla 2 Oportunidades de ahorro.

Antiguas	Nuevas	Ahorros (US\$/año/lámpara)	Retorno en menos de...
Incandescentes	Fluorescentes compactas	\$12 energía + \$3 OyM*	1 año
4 o más plafones para incandescentes o fluorescentes en un mismo circuito	Sensores de presencia	\$4 a \$16 energía + \$4 OyM*	6 meses
Iluminación para seguridad incandescente o vapor mercurio	Metal halide (blancas) o sodio (amarillas)	\$40	2 años
Lámparas fluorescentes y balastos de más de 8 años	Lámparas T8 con balastos electrónicos	\$5	1 año

\*Operación y mantenimiento

<sup>1</sup> Light-Emitting Diode.

Tabla 3 Algunas lámparas ahorradoras del mercado

Nombre del producto	Vatios	Tiempo de vida (Hrs)	Temperatura de color	CRI	THD %	Factor de potencia
<b>GE FLE20TBX/HPF/SPX27</b>	<b>20</b>	<b>10.000</b>	<b>2700</b>	<b>82</b>	<b>20</b>	<b>0.95</b>
<b>GE FLE30QBX/HPF/SPX27</b>	<b>30</b>	<b>10.000</b>	<b>2700</b>	<b>82</b>	<b>20</b>	<b>0.95</b>
<b>LOA 2620 Circline</b>	20	12.000	2800	84	33	0.95
<b>MaxLite SKM311EA/EB</b>	11	10.000	2700-6500	84	15	0.97
<b>MaxLite SK122 ER</b>	22	40.000	2700-6500	84	15	0.97
<b>MaxLite SK SK130 ER</b>	30	40.000	2700-6500	84	15	0.97
<b>Panasonic EFT15E28.UHD</b>	15	10.000	2800-5000	84-88	25	0.90
<b>Panasonic EFT20E28.UHD</b>	20	10.000	2800-5000	84-88	30	0.90
<b>Prolight EH18W (EH18WL)</b>	19	<b>70.000</b>	3000	84	33	0.9
<b>Prolight CL20H</b>	20	10.000	3000	84	33	0.9
<b>Prolight HR40/32/RJ</b>	34	<b>70.000</b>	3000	85	33	0.95

**NOTAS:**

**THD=** Distorsión armónica total

**CRI=** Índice de interpretación del color

**PRODUCTOS RECOMENDADOS:**

Factor de potencia mayor o igual a 0.90

THD menor al 33%

Tiempo de vida de al menos 8.000 horas

CRI de 80 o más

**FUENTE: GREEN SEAL'S. Choose GREEN REPORT. November-December 1998**

**4.3.3 Refrigeración y aire acondicionado**

El aire acondicionado emplea los mismos principios de operación y componentes básicos de un sistema de refrigeración. Su objetivo es enfriar los lugares con un intercambiador llamado evaporador, el cual absorbe energía del medio haciendo pasar un fluido que a unas condiciones de presión, se evapora a una temperatura por debajo de la del ambiente del lugar. El condensador, un intercambiador externo, libera el calor recolectado hacia el exterior al cambiarse la presión del fluido y permitiendo que se pueda condensar a una temperatura por encima del ambiente. Los sistemas más conocidos de refrigeración son los de compresión de vapor y absorción.

**Compresión de vapor:** Se utiliza un fluido refrigerante que bajo unas condiciones dadas de presión, se evapora (absorbe energía) a una temperatura por debajo de la del ambiente a refrigerar y se condensa (libera energía) a una temperatura por encima del ambiente exterior. Los refrigerantes usados en estos sistemas son los clorofluorocarbonos (CFCs), los cuales por el efecto que tienen sobre la capa de ozono sus moléculas de cloro están siendo sustituidos por los hidrofluorocarbonos (HFCs), hidrocarburos lineales de cadena corta halogenados sólo con flúor (no contienen cloro) que no afectan la capa de ozono pero son en cambio gases generadores del efecto invernadero.

**Compresión por absorción:** En este sistema el refrigerante se disuelve en un líquido absorbente que es bombeado a un depósito en el cual al recibir energía se evapora separándose del absorbente y siguiendo las mismas etapas del sistema de compresión de vapor hasta que se disuelve de nuevo. Algunas características son:

- Tiene más equipos (mayor inversión inicial) pero consume menos electricidad, ya que se reemplaza un compresor por una bomba.
- Son los más utilizados a nivel industrial por su tamaño, menor consumo de electricidad y bajas temperaturas de enfriamiento.
- Los pares refrigerante/absorbente más usados son agua/bromuro de litio y amoníaco/agua, de los cuales se presentan sus características más importantes en la tabla 4.

Tabla 4 Comparación de las plantas de absorción

Plantas con Bromuro de litio y agua	Plantas con Amoníaco y agua
El agua es un refrigerante óptimo por su alta energía de evaporación (2500 kJ/kg) y el bromuro de litio no es venenoso, inflamable y es inodoro.	El amoníaco es un refrigerante óptimo pero es un gas venenoso, con un fuerte olor de efecto alarmante que suele evitar daños físicos.
Las temperaturas de refrigeración están por encima de 5°C por lo que su aplicación más usual es la climatización de edificios.	Se pueden obtener temperaturas de evaporación de hasta -60°C, por lo que se usa en la refrigeración industrial.
El Bromuro de Litio no tiene presión de vapor propia, por lo que es fácil separar el refrigerante del absorbente.	El absorbente (agua) tiene una presión parcial alta, por lo que es necesaria una torre de destilación para separarlos.
La presión en los intercambiadores es subatmosférica, por lo que sus componentes son de fácil fabricación.	Las presiones son elevadas y cuentan con un sistema de destilación, por lo que son más costosas que las de LiBr/H <sub>2</sub> O.

Cada sistema de enfriamiento tiene una tasa de eficiencia energética que especifica cuánta energía es removida por cada vatio de energía utilizado, el cual se denomina el coeficiente de operación (COP) y que se busca que sea alto para lograr una mayor eficiencia. En sistemas evaporativos se tienen COPs de 5 hasta 17, mientras que en sistemas por absorción el COP está entre 0 y 1. La diferencia está en que mucha de la energía usada por el último ciclo causante del bajo COP es térmica (por lo que se pueden aprovechar calores residuales de la planta), la cual es mucho más barata que la energía eléctrica usada por el ciclo evaporativo.

Algunos problemas comunes con estos sistemas resultan de una instalación inadecuada, procedimientos pobres de servicio y un mantenimiento inadecuado. A continuación se dan algunos ejemplos:

- La instalación inadecuada en un sistema de aire acondicionado puede resultar en ductos con fugas y bajos flujos de aire.

- En muchas ocasiones, la carga del refrigerante no está ajustada a las especificaciones del fabricante y por lo tanto, durante la instalación del sistema, se debe hacer una carga adecuada para evitar comprometer la eficiencia y desempeño de la unidad.
- Para sistemas de aire acondicionado independientes, generalmente se tiene un rango de 5.500 a 14.000 Btu por hora y en países como Estados Unidos se exige que tenga un COP mínimo de 8,0. Si se está en un clima templado se recomienda tener COP de 9,0 y en climas cálidos, un COP por encima de 10.
- El aire acondicionado centralizado tiene un COP entre 9,7 y 10 e incluso se pueden encontrar sistemas con COP de hasta 17.

#### 4.3.4 Aire comprimido

El aire comprimido es un gran componente del consumo energético en la industria pues puede llegar a representar el 10% del uso industrial eléctrico.

Además los compresores son por naturaleza, ineficientes, dado que el 80% de la electricidad se pierde como calor en el compresor. Generalmente un compresor de aire utiliza su valor de compra en electricidad cada año.

La reducción en el consumo de energía de compresores de aire puede ser lograda mediante:

- a) Control de fugas: las fugas constituyen en ocasiones el 30% del total de aire consumido, y para controlarlas es necesario un mantenimiento regular de ellas. Este mantenimiento se puede lograr mediante un programa de mantenimiento preventivo mensual y en casos de empresas que operen continuamente se pueden instalar detectores de fugas por ultrasonido.

Se pueden utilizar también válvulas de aislamiento para máquinas o secciones individuales en una empresa de modo que no haya pérdidas de aire de equipos que no se estén utilizando.

- b) Operación en niveles óptimos de carga.

- c) Secuencias correctas.

- d) Asegurar que el aire de entrada este frío: Los compresores de aire funcionan más eficientemente si el aire de entrada está frío. Por cada 10°C de aumento en la temperatura del aire de entrada, el consumo de potencia aumenta en un 3%. Las áreas deben estar bien ventiladas y el calor residual se debe conducir a lugares por fuera de estas.

- e) Mantener una presión del aire correcta en cada punto de la planta: La presión del aire se debe mantener baja para reducir el consumo de aire. A una presión nominal de 700kPa, por cada 50kPa que aumente la presión, el consumo de energía aumentará en un 4%. Esta medida se puede lograr mediante un mejoramiento en el mantenimiento o un rediseño del compresor.

#### 4.3.5 Calentamiento y enfriamiento del agua

El calentamiento y enfriamiento del agua es utilizado para el aire acondicionado y en una gran variedad de procesos industriales. Las emisiones de los gases de invernadero y los costos de la energía por estos servicios se pueden minimizar mediante:

- a) Tamaño y secuencias apropiadas: la eficiencia de los enfriadores y calderas baja a medida que su carga se reduce. La máxima eficiencia se puede lograr mediante las siguientes estrategias:
  - Las unidades no deben ser sobrediseñadas,
  - Donde se encuentren múltiples unidades, se deberán operar un número mínimo de unidades de tamaño adecuado. Se puede utilizar un secuenciador automático.
  - Cuando están funcionando múltiples unidades, la unidad con la carga más eficiente debe ser cargada parcialmente, mientras que las otras deberán operar a carga máxima.
- b) Temperatura apropiada del agua: La temperatura del agua tiene un efecto marginal en la eficiencia de las calderas, pero un gran efecto en la eficiencia de los enfriadores. Estos últimos se caracterizan por su coeficiente de desempeño (poder de refrigeración/potencia de entrada), el cual varía con la temperatura del agua fría producida. Generalmente los enfriadores tienen un Coeficiente de 3 o son 300% eficientes.
- c) Control del ventilador de la torre de enfriamiento.
- d) Tamaño apropiado de las tuberías e inspección por fugas o daños en los aislamientos
- e) Elección de combustible.
- f) Mantenimiento regular.

#### 4.3.6 Motores

Los motores son las unidades funcionales de mayor consumo de electricidad en la industria, pues son los responsables del funcionamiento de diversos equipos como bombas, ventiladores, compresores, calentamiento, equipos para el procesamiento de materiales y para el manejo de maquinaria.

En general, la regla es comprar motores de alta eficiencia al momento de reemplazar los viejos, sobre todo si se utiliza un motor de eficiencia estándar (menos de 100 HP) 24 horas al día, en cuyo caso se debe reemplazar con su equivalente de alta eficiencia.

Se pueden lograr mejoras en la eficiencia de los motores hasta de un 30% mediante:

- a) Motores eficientes energéticamente.
- b) Velocidades ajustables.
- c) Acondicionamiento de la potencia.
- d) Mejores bombas, ventiladores compresores y otros equipos.
- e) Mejores diseños del sistema.

#### 4.3.7 Producción de vapor y cogeneración.

La eficiencia energética de sistemas térmicos puede ser mejorada mediante:

- a) Desarrollo e implementación de mejores tecnologías de producción de vapor y cogeneración: el uso de calderas más eficientes y otros sistemas de recuperación de calor mejoran la eficiencia energética al igual que tecnologías avanzadas en turbinas de combustión tales como inyección de vapor y sistemas de ciclo combinado.
- b) Mantenimiento adecuado de sistemas distribuidores de vapor: permiten reducir las pérdidas de energía. Esto incluye el mantenimiento de trampas de vapor y aumento en el aislamiento de tuberías que transportan vapor.
- c) Incremento en el uso de residuos y subproductos como combustibles, mediante el uso de tecnologías como los reactores de lecho fluidizado.
- d) Aumento de la efectividad del vapor y otros procesos térmicos.

### 5 RECOMENDACIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La operación y funcionamiento de las empresas representa grandes consumo de energía tanto en iluminación como en el funcionamiento de equipos y maquinaria. A continuación mostraremos algunas actividades que pueden ahorrar el consumo de energía, al mismo tiempo ahorrando dinero.

#### 5.1 ILUMINACIÓN

SIN COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
¿Usa lámparas fluorescentes de 26 mm de diámetro?	§ Las lámparas fluorescentes (de 26 mm diámetro) consumen un 10% menos energía y cuestan lo mismo que las de 38 mm.	§ Al cambiar lámparas instale de 26 mm de diámetro.
¿Usa balastos electrónicos?	§ Estos balastos consumen un 20% menos de electricidad que los electromagnéticos y pueden manejar de 4 a 8 tubos por balastro.	§ En zonas donde se deban prender más de 4 lámparas cercanas, instale balastos electrónicos.
¿Anima a su personal a que apague la luz al salir de un cuarto o corredor?	§ Siempre es más barato apagar una luz que dejarla encendida. § Concientizar a personal puede llegar a representar un ahorro hasta del 10%.	§ Use materiales promocionales (posters, folletos, etc.) § Use las reuniones con el personal como medio de concientización sobre energía. § Realice inspecciones “fuera de las horas de trabajo”
¿Ha revisado recientemente el nivel de iluminación en las zonas de trabajo?	§ Las zonas no críticas (p.e. corredores) con frecuencia están sobre iluminados. § En las zonas que necesitan una iluminación mayor (oficinas de	§ Examine los niveles de iluminación en todas las zonas de trabajo, implique al personal en esta actividad. § Disminuya la iluminación en zonas no importantes quitando lámparas

SIN COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
	<p>diseño, talleres, etc.) ésta se puede reducir en las actividades a deshora (limpieza, etc.)</p> <p>§ El nivel general de iluminación en las zonas más iluminadas puede ser reducido a un nivel más moderado apoyado por iluminación más intensa para tareas específicas.</p>	<p>fluorescentes en las luminarias multitubos o algún punto de luz o sustituyendo luminarias.</p> <p>§ Para trabajos específicos use luces locales.</p>
<p>¿Está usted aprovechando al máximo la luz que entra por las ventanas?</p>	<p>§ La mayoría de las personas prefiere trabajar con luz natural.</p> <p>§ Si la luz natural es adecuada se usará menos luz artificial.</p>	<p>§ Compruebe con qué frecuencia y eficiencia se limpian las ventanas; aumente la frecuencia si es necesario.</p> <p>§ Asegúrese que las persianas están abiertas durante los períodos diurnos, excepto cuando sea necesario controlar la intensidad.</p> <p>§ Mueva objetos (archivadores, plantas, etc.) que interfieran con la luz natural.</p> <p>§ Estudie la colocación del personal. Si es posible colóquelos más cerca de las ventanas.</p> <p>§ Compruebe que las claraboyas se usan eficientemente</p>
<p>5. ¿Se limpian las luces anualmente?</p>	<p>§ Los difusores o lámparas sucias reducen enormemente la luz emitida. Esto puede significar que se enciendan más puntos de luz.</p>	<p>§ Asegúrese que las luminarias se limpian por lo menos una vez al año.</p>

Fuente: focus “guía de eficiencia energética ambiental para la empresa”

BAJO COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
<p>Hay suficientes interruptores de luz?</p>	<p>§ Para mantener los costos de inversión de su instalación bajos, los bancos de luces son generalmente controlados desde un solo interruptor; esto significa que la iluminación de toda la zona esta hecha sobre la base de “todo o nada”</p>	<p>§ Instale los interruptores necesarios para mejorar el control independiente de las luminarias individuales o de los grupos de estas. El fraccionamiento debe realizarse de manera que pueda aprovecharse al máximo la luz natural así como considerando las zonas de trabajo.</p>
<p>Se apagan las luces en las zonas que no se usan frecuentemente?</p>	<p>§ Habitualmente se piensa poco en la iluminación de las zonas que no se usan a menudo (por ejemplo, los servicios, guardarropas, almacenes y comedores).</p>	<p>§ Instale detectores de luz infrarrojos pasivos que permiten el control automático de las zonas que no se usan permanentemente (también pueden usarse para controlar el lavado de los orinales y los extractores, haciéndolos más rentables).</p>

<b>BAJO COSTO</b>		
<b>OPORTUNIDAD</b>	<b>RAZÓN</b>	<b>ACCIÓN</b>
		<b>Costo aproximado: entre 41 y 53 US Dólares por fotocelda.</b>
Usa fotoceldas para controlar automáticamente sus luces internas?	§ Las fotoceldas regulan de forma automática las luces cuando la luz natural es adecuada.	§ Instale fotoceldas para regular las luces internas cuando la luz natural es adecuada.  <b>Costo aprox: entre 53 y 79 US Dólares.</b>
Reemplaza las bombillas incandescentes normales por lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo?	§ Las lámparas fluorescentes compactas consumen entre 50 y 80% menos electricidad, duran 12 veces más y reducen los costos de mantenimiento ya que se necesitan cambiar con menos frecuencia.	§ Cambie las luces de las bombillas de incandescentes por lámparas fluorescentes de bajo consumo.  <b>Costo aprox: 10 US Dólares por bombilla.</b>
Usa luminarias con tubos fluorescentes gemelos con reflectores de espejo?	§ Quitar un tubo e instalar un reflector de espejo no afectará significativamente el grado de iluminación pero sí producirá un ahorro económico.  § Hay disponibles reflectores que se pueden adaptar a muchas de las luminarias más comunes.	§ Vale la pena contratar una asesoría técnica.  § Compruebe si el nivel de luz es satisfactorio.  § Averigüe si hay espejos disponibles para sus luminarias.  § Haga pruebas instalando reflectores de espejo en zonas pequeñas.  § Compruebe si los nuevos niveles de iluminación son satisfactorios y si no lo son, considere un plan de renovación para todas las luminarias dobles, sustituyéndolas por otras de mayor rendimiento fotométrico (>65%).  <b>Costo aprox: 53 US Dólares, por aplicación.</b>

BAJO COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
En los almacenes y otras zonas de techo alto ¿esta usando lámparas de descarga de alta presión?	<p>§ La iluminación de descarga de alta presión es más eficiente energéticamente que la mayoría de los sistemas fluorescentes. Además supone un ahorro económico.</p> <p>§ Las lámparas de alta potencia significan menos luminarias y el abaratamiento en los costos de instalación.</p> <p>§ Los sistemas de iluminación de descarga tienen mayor duración, y por lo tanto, los costos de mantenimiento pueden ser reducidos.</p>	<p>§ Use lámparas de sodio de alta presión (SON) o de baja presión (SOX) en almacenes y demás zonas de techos altos.</p> <p>§ Consulte con un profesional.</p> <p><b>Nota:</b> la iluminación SON / SOX necesita tiempo para calentarse antes de dar su potencia total. Generalmente, los colores se aprecian diferente y esto limita el uso en ciertas áreas (imprentas, etc.)</p>

## 5.2 CALDERAS

BAJO COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
¿Se revisan periódicamente por profesionales?	<p>§ El aumento de los depósitos de la combustión disminuye la eficiencia de la caldera.</p> <p>§ Una combustión mal ajustada reducirá la eficiencia de la caldera.</p>	<p>§ Las calderas y los quemadores deben ser limpiados y revisados periódicamente por un técnico calificado.</p> <p>§ La revisión debe incluir una comprobación de la eficiencia de combustión y el ajuste de la proporción aire / combustible del quemador para obtener la eficiencia optima.</p> <p>§ Indique al técnico que maximice la eficiencia de la caldera y que le presente una hoja de ensayos con los resultados.</p> <p><b>Costo aprox: entre 75 y 125 US Dólares, por caldera.</b></p>
¿Controla la eficiencia de sus calderas?	<p>§ Los depósitos de la combustión aumentan las temperaturas de los humos en las chimeneas. Esto indica una perdida de calor importante en la caldera.</p> <p>§ Los depósitos calcáreos del agua también pueden causar un aumento de temperatura de los humos.</p>	<p>§ Estudie instalar un termómetro en la chimenea. La caldera necesita limpiarse cuando la temperatura máxima de los gases en la chimenea aumente más de 40 °C sobre la del registro del ultimo servicio.</p> <p><b>Costo aprox: 25 US Dólares.</b></p>
¿Están aisladas todas las calderas?	<p>§ Las calderas sin aislamiento pierden calor hacia las zonas circundantes. Esto supone una pérdida importante de dinero</p>	<p>§ Compruebe que las calderas están debidamente aisladas (como mínimo 50 mm en el grosor del aislamiento).</p> <p>§ Si no están aisladas ponga una manta de 50 mm de roca mineral (muchos fabricantes suministran aislantes a la</p>

BAJO COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
		medida para sus unidades. <b>Costo aprox: 50 y 125 US Dólares.</b> <b>NOTA:</b> Asegúrese que el aislante no interfiera con los quemadores o con el suministro de aire a la caldera.
¿Están aisladas todas las tuberías de distribución, válvulas y acoples?	§ Las pérdidas de calor en las tuberías puede reducirse en un 70% aislándolas. § Se pierden cantidades importantes de calor por las válvulas (equivalente a pérdida de calor de tuberías de 1m) y acoples (equivalente a tuberías de 0,5 m).	§ Inspeccione todas las tuberías, válvulas y acoples en las cercanías de la caldera. § Aísle las tuberías de distribución que no contribuyan a calentar las zonas de trabajo. Costo aprox: 5 US Dólares por metro de tubería de 25 mm. § Aísle todas las válvulas y acoples (de 50 o más milímetros) con camisas de extracción rápida Costo aprox: 30 US Dólares. Por chaqueta de 50 mm.

### 5.3 EQUIPOS ELÉCTRICOS

BAJO COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
¿Se apagan los computadores, impresoras y equipos asociados cuando no están en uso?	§ Dejar los computadores encendidos durante períodos largos cuando no se usan es una pérdida de dinero. § Eliminar el calor generado por los computadores cuando están encendidos requiere de ventiladores eléctricos y aumentará el costo del aire acondicionado.	§ Identifique los equipos que pueden apagarse cuando no estén en uso. § Use etiquetas verdes y rojas para indicar qué equipos pueden apagarse y cuáles deben dejarse encendidos. § Haga saber al personal que los equipos con etiquetas verdes deben dejarse encendidos cuando no estén en uso.
¿Se hacen comprobaciones periódicas de la condición de los cierres de los refrigeradores y congeladores?	§ Las juntas desgastadas o rotas aumentan los costos de refrigeración dado que permiten la entrada de aire caliente dentro del espacio refrigerado y la salida del aire frío.	§ Establezca un programa de comprobación periódica de los cierres. § Cambie las juntas de los cierres si muestran señales de desgaste o rotura.
¿Anima al personal a que apague los equipos eléctricos cuando trabajan al vacío?	§ La mayoría de los equipos consumen grandes cantidades de energía aunque trabajen al vacío.	§ Informe al personal del costo de dejar la maquinaria (cintas transportadoras, prensas, tornos, máquinas herramientas, etc.) funcionando aunque no se necesiten. § Establezca un procedimiento que asegure el apagado de las máquinas en los períodos cuando no se trabaja (almuerzos, hora de la comida,

BAJO COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
		interrupciones en la producción, etc.)
¿se apagan los equipos de soldadura cuando no están en uso?	§ Los transformadores de los equipos de soldadura de arco usan electricidad aunque no estén soldando.	§ <b>Compruebe las rutinas de los operadores de las soldaduras de arco.</b> § <b>Instruya a los soldadores a que apaguen los transformadores una vez que hayan terminado de soldar.</b>
¿se recargan las baterías de las montacargas eléctricas durante la noche?	§ Recargar estas baterías durante la noche en la tarifa baja, le ahorra dinero.	§ <b>Compruebe si hay una tarifa nocturna.</b> § <b>Establezca una rutina para recargar estas baterías durante la tarifa barata.</b> NOTA: <b>Quizás merezca la pena instalar un temporizador para arrancar la recarga al comienzo del período de tarifa baja.</b>
¿Ha comprobado si el aire acondicionado de las salas de los computadores se mantienen a la temperatura correcta?	§ Muchas salas de computadores se mantienen a temperaturas innecesariamente bajas, lo cual malgasta dinero. § Generalmente es más importante mantener una temperatura estable que una temperatura baja.	§ <b>Compruebe que la temperatura de las salas de computadores se mantiene a 25 °C.</b> NOTA: <b>Antes de hacer algún ajuste compruebe las exigencias exactas del sistema.</b>
¿Ha comprobado si los motores trifásicos de más de 5 KW pueden ser cambiados de la conexión delta a la estrella?	§ Si un motor funciona de forma continua a menos del 60% de su carga total, la conexión estrella es más económica.	§ <b>Investigue las oportunidades de reconectar los bobinados de los motores a conexión estrella.</b>

#### 5.4 AIRE COMPRIMIDO

SIN COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
¿Es consciente su personal del alto costo del aire comprimido?	§ La producción de aire comprimido es muy cara. § Se necesitan entre 5 y 10 KW para producir un Nm <sup>3</sup> /min., en función del tipo y las características del compresor.	§ Aproveche las reuniones de la empresa para concientizar al personal del alto costo del aire comprimido. § Use materiales promocionales (posters, folletos, etc.) para recordarle al personal que las fugas de aire comprimido despilfarran dinero.
¿Tiene implantado un sistema de efectivo para conocer las fugas?	§ Las fugas deben ser reparadas rápidamente para minimizar pérdidas y demostrar el compromiso de la empresa en el logro de ahorros.	§ Establezca un sistema para conocer fugas. § Asegúrese que todas las fugas son reparadas inmediatamente.
¿Ha implantado un	§ Las fugas son responsables de la	§ Es más fácil detectar las fugas

SIN COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
programa periódico de pruebas y reparación de fugas?	<p>mayor porción de las pérdidas (comúnmente, el 40% de todas las pérdidas) pero son sencillas de controlar.</p> <p>§ Las pérdidas a través de un hueco de 5 mm de diámetro equivalen a perder 120 Nm<sup>3</sup>/h, que suponen a 50 ctvs US Dólares/h.</p>	<p>durante los períodos en los que la demanda de aire es baja.</p> <p>§ Durante los periodos tranquilos escuche e intente detectar las fugas y repárelas inmediatamente. Las fugas pequeñas pueden ser detectadas con agua jabonosa. Márquelas y repárelas.</p> <p>§ Compruebe todos los empalmes, conectores, medidores y otros equipamientos.</p> <p>§ Inspeccione todas las mangueras flexibles.</p> <p>§ Compruebe el desgaste de las juntas de los cilindros operados neumáticamente.</p> <p>§ Imponga un programa trimestral de pruebas/ reparaciones de fugas.</p>
¿Están las tuberías de aire comprimido que ya no se usan permanentemente aisladas?	<p>§ Las tuberías redundantes son una fuente potencial de fugas importantes.</p> <p>§ A menos que se aislen correctamente serán presurizadas al comienzo de cada turno. ¡Pérdida de dinero!</p>	<p>§ <b>Identifique las tuberías redundantes.</b></p> <p>§ <b>Corte permanentemente estas tuberías o quítelas.</b></p> <p>Nota: las válvulas aislantes por sí solas no son fiables ya que pueden tener fugas.</p>
¿Se genera el aire comprimido a la presión mínima exigida?	<p>§ Se necesita más energía para generar aire a una alta presión. ¡si lo genera a una presión menor ahorrará dinero!</p> <p>§ La presión de generación normal es de 7 atm, pero si una presión de 6 atm es suficiente, se reducirán los costos en un 4%.</p>	<p>§ <b>Compruebe si todos los equipos de aire comprimido pueden trabajar a la presión mínima.</b></p> <p>Nota: la presión de algunos compresores puede ser fácilmente ajustada. Si tiene dudas busque ayuda profesional.</p>
Si usa pistolas de soplado, ¿están reguladas a la presión recomendada?	<p>§ Se recomienda que las pistolas de soplado no se operen a más de 2 atm.</p> <p>§ La reducción de la presión de las pistolas de soplado desde la presión del sistema a la presión de utilización, reducirá sus costos operativos en un 60%</p>	<p>§ <b>Compruebe la presión de las pistolas de soplado.</b></p> <p>§ <b>Ajuste la presión de las válvulas reguladoras de estas pistolas a un máximo de 2 atm.</b></p> <p>§ <b>Indique claramente en las etiquetas de las pistolas la presión máxima permitida.</b></p>
¿Se paran los compresores siempre que no haya demanda de aire?	<p>§ Mantener trabajando los compresores durante periodos en los que no hay demanda de aire lleva a un despilfarro del dinero.</p>	<p>§ <b>Compruebe que los compresores se paran a la primera oportunidad.</b></p> <p>§ <b>Compruebe que los compresores se paran a la hora de comer si no hay demanda de aire.</b></p> <p>§ <b>Compruebe que no se arrancan los</b></p>

SIN COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
		<p>compresores antes de que haya necesidad de aire.</p> <p>§ Compruebe periódicamente los ajustes de los temporizadores.</p>
¿Se limpian o cambian a menudo los filtros de aire de entrada?	<p>§ Los filtros sucios producen pérdidas de aire y malgastan dinero.</p>	<p>§ Establezca un sistema para comprobar los filtros del aire de entrada periódicamente.</p> <p>§ Limpie los filtros de elementos reutilizables y cambie los desechables.</p>
¿Se toma directamente el aire desde el exterior?	<p>§ Los compresores trabajan más eficientemente con aire frío.</p> <p>§ Los costos operativos bajarán por lo menos un 3% si el aire es aspirado fuera del edificio.</p>	<p>§ Si es posible haga entradas directas de aire desde el exterior.</p>
¿Es el sistema de tratamiento de aire inspeccionado y mantenido periódicamente?	<p>§ La falta de un mantenimiento correcto y periódico del aire puede aumentar los costos del aire comprimido hasta un 30%.</p>	<p>§ Compruebe que los pre y los post filtros son limpiados o cambiados periódicamente.</p> <p>§ Compruebe que las trampas de condensación funcionan correctamente.</p> <p>§ Compruebe la eficiencia y condiciones de los secadores y controles de aire.</p> <p>§ Compruebe que los intercambiadores de calor estén limpios.</p>

BAJO COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
11. ¿Necesitan todas las zonas que usan aire comprimido la misma presión?	<p>§ Quizás todo el sistema esté trabajando a alta presión sólo por unas cuantas máquinas.</p> <p>§ Reduciendo la presión del sistema en el resto del sistema reducirá el consumo de aire y las fugas.</p>	<p>§ Considere la zonificación del sistema para suministrar aire a alta presión sólo donde haga falta.</p> <p>§ Donde sea posible, instale válvulas de reducción de presión para suministrar baja presión al resto del sistema.</p> <p><b>Costo aprox: 375 US Dólares, por una válvula de 25 mm.</b></p>
12. ¿Ha cambiado las válvulas de drenaje manual?	<p>§ Las válvulas de drenaje manual son una alternativa poco eficiente para eliminar el agua.</p> <p>§ A menudo son operadas durante períodos excesivamente largos o dejadas abiertas permanentemente.</p>	<p>§ Compruebe si todavía se usan válvulas manuales.</p> <p>§ Instale y mantenga periódicamente válvulas de drenaje automático.</p> <p><b>Costo aprox: 75 US Dólares, por válvula.</b></p>

## 5.5 VEHÍCULOS

SIN COSTO		
OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
¿Se comprueba periódicamente el desgaste de los neumáticos?	<p>§ Cuando la dirección está mal alineada el desgaste es considerable.</p> <p>§ La mala alineación aumenta el consumo de combustible. Un grado de desalineación aumenta el consumo en un 3%.</p>	<p>§ Asegúrese que los neumáticos son revisados semanalmente.</p> <p>§ Asegúrese que se detecte el desgaste no simétrico y haga arreglar inmediatamente la desalineación.</p> <p><b>Nota:</b> la desalineación es además muy peligrosa.</p>
¿Comprueban los conductores periódicamente la presión de los neumáticos?	<p>§ Los neumáticos bajos aumentan el consumo de combustible y los costos operativos (una baja de 4.5 psi aumenta el consumo en un 30%).</p> <p>§ Los neumáticos con demasiada presión acortan la vida de estos y son peligrosos.</p>	<p>§ Asegúrese que los conductores comprueban la presión de los neumáticos por lo menos una vez a la semana. Esto incluye los vehículos comerciales.</p> <p>§ Indique claramente en todos los vehículos la presión correcta de los neumáticos.</p>
¿Usted distribuye con vehículos de la empresa o les paga a los conductores por el kilometraje hecho o por las facturas de combustible?	<p>§ Pagar el kilometraje en vez de la factura motiva el uso de técnicas de conducción económicas.</p>	<p>§ Implante el sistema del pago del kilometraje. Los clubes de automóviles le darán información sobre el costo del kilómetro.</p> <p>§ Establezca una sola tarifa, pagarle más a los vehículos grandes fomenta el despilfarro.</p>
4. ¿Se planifican todas la rutas de los vehículos?	<p>§ La planificación de las rutas le ayudan a minimizar los tiempos de viaje y reducir los costos.</p> <p>§ Los costos de combustibles puede doblarse en viajes cortos.</p>	<p>§ Asegúrese que todas las rutas son planificadas para reducir costos.</p> <p>§ Investigue el uso de programas informáticos para planificar las rutas.</p>
5. ¿Llevan todos los vehículos indicando en el tacómetro la velocidad más económica del motor?	<p>§ La velocidad más económicas del motor varía de un vehículo a otro. En algunos vehículos, la gama más económica aparece indicada en color verde en el tacómetro.</p>	<p>§ Infórmese de las características del vehículo.</p> <p>§ Asegúrese que los conductores están familiarizados con las características del vehículo.</p> <p>§ Marque con cinta verde la gama más económica en el tacómetro.</p>
6. ¿Se hace el mejor uso posible de la capacidad e carga del vehículo?	<p>§ Portar la carga máxima en todas las ocasiones posibles reduce los costos generales.</p>	<p>§ Asegúrese que las capacidades de los vehículos son conocidas.</p> <p>§ Establezca un sistema para asegurar que se hace el máximo uso de todos los vehículos disponibles. Evite los viajes sin carga siempre que sea posible.</p>