

# Recomendaciones básicas para Conservación de Energía en Industrias y Edificios Públicos.

## Índice:

### Equipos Térmicos.-

- Calderas
- Sistema de Vapor
- Hornos
- Aislamiento
- Recuperación de Calor

### Equipos Eléctricos.-

- Sistema de Distribución Motores
- Transmisión / Drivers
- Ventiladores / Abanicos
- Sopladores
- Bombas
- Compresores
- Aire Comprimido
- Enfriadores / Chillers
- HVAC / Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado
- Refrigeración
- Torres de Enfriamiento
- Iluminación / Alumbrado
- Generadores Diesel
- Edificios
- Agua y Aguas Residuales
- Otros / Misceláneos

## Equipos Térmicos

### Calderas

- Precalentar aire de combustión con gases de chimenea.
- 22°C de reducción en temperatura de gases de salida mejora la eficiencia 1%.
- Emplear drives de velocidad variable en abanicos de combustión con flujos variables.
- Quemar desechos y desperdicios cuando es permitido.
- Aislar tanques de combustible caliente.
- Mantener limpios quemadores, boquillas, filtros.
- Inspeccionar calentadores de aceite verificando temperatura.
- Cerrar compuertas de aire o de gases de salida cuando se apaga para minimizar pérdidas.
- Mejorar el control de Oxígeno. Limitar a menos de 10% el exceso de aire en combustibles limpios. *5% de reducción en exceso de aire mejora la eficiencia en 1% ; 1% de reducción en el oxígeno residual en gases de chimenea aumenta eficiencia en 1%.*
- Automatizar / Optimizar el paro de caldera. Recuperar el calor.
- Usar el calor para calentar la caldera de respaldo.
- Optimizar la ventilación del de-aerador.
- Inspeccionar los empaques de puertas / compuertas.
- Inspeccionar por incrustación y sedimento en lado del agua. Un depósito ó incrustación en el lado del agua puede aumentar el consumo de combustible de un 5% a un 8%.
- Inspeccionar por residuos de carbón, cenizas y escoria en el lado del fuego. Un depósito de 3mm de residuos de carbón en la superficie de transferencia de calor puede causar un incremento en el consumo de combustible del 2.5%.
- Agregar un economizador para calentar el agua de alimentación con el calor de gases de salida.
- Reciclar el condensado.
- Estudiar las características y ciclos de costos para determinar el modo más eficiente de operación de múltiples calderas.
- Considerar calderas múltiples o caldera modular en lugar de una o dos calderas grandes.
- Establecer un programa de mantenimiento/eficiencia. Iniciar con una auditoria de energía y dar seguimiento; entonces hacer este programa de mantenimiento / eficiencia una parte de su programa continuo de administración de energía.

### Sistema de Vapor

- Tapar fugas de vapor y condensado. *Un orificio de 3mm de diámetro en tubería de 7 kg/cm<sup>2</sup> desperdicia 33,000 litros de combustible al año*
- Acumular ordenes de trabajo para reparar fugas de vapor que no pueden ser arregladas durante la temporada por requerir paro de caldera. Etiquetar cada fuga con etiqueta durable y una buena descripción.
- Usar turbinas de retro-presión (back-pressure) para producir vapor de baja presión.
- Usar métodos más eficientes de para de-sobrecalentar el vapor.

- Asegurar que los procesos de temperatura estén correctamente controlados.
- Mantener las presiones de vapor más bajas aceptables.
- Reducir el derroche de agua caliente a drenaje.
- Eliminar o cancelar toda tubería de vapor redundante.
- Asegurar que el condensado es reutilizado en proceso. *6°C de incremento en el agua de alimentación por recuperación de condensado o economizador corresponde a 1% de ahorro en combustible en la caldera.*
- Precalentar el agua de alimentación a caldera
- Recuperar el agua de purga de caldera.
- Verificar la operación de trampas de vapor.
- Eliminar el aire de equipo que emplea vapor indirectamente. Una película de aire de 0.25 mm ofrece la misma resistencia a la transferencia de calor que una pared de 330mm de cobre.
- Inspeccionar las trampas de vapor regularmente y reparar las que funcionan mal de inmediato.
- Considerar la recuperación de vapor de venteo (ej.: tanques grandes de flasheo).
- Emplear el vapor de desperdicio para calentar agua.
- Usar un enfriador de absorción para condensar el vapor de escape antes de regresar el condensado a la caldera.
- Usar bombas eléctricas en lugar de eyectores de vapor cuando el costo beneficio lo permita.
- Establecer un programa de mantenimiento eficiente para el sistema de vapor. Empezar con una auditoria sobre energía y luego hacer del programa de mantenimiento eficiente una parte de su programa continuo de administración de energía.

## Hornos

- Localizar posible filtraciones de aire. Usar puertas o cortinas.
- Monitorear O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO y controlar el exceso de aire a nivel optimo.
- Mejorar el diseño de quemador y la instrumentación de control de combustión.
- Asegurar que la presión en la cámara de combustión sea ligeramente positiva.
- Usar fibra cerámica en operaciones tipo batch.
- Empate la carga del horno a su capacidad nominal.
- Mejorar con un dispositivo recuperador de calor.
- Investigar los tiempos de ciclo y mejorarlos.
- Poner controles de temperatura.
- Asegurar que la flama no toque el material.

## Aislamiento

- Reparar aislamiento dañado. *Una tubería de vapor desnuda de 150mm (12") de diámetro y 100 metros de longitud llevando vapor saturado de 8 kg/cm<sup>2</sup> desperdiciaría 25,000 litros de combustible al año.*
- Aislar cualquier tubería metálica fría ó caliente ó aislamiento.

- Reparar aislamiento húmedo.
- Usar pistola de infrarrojo para checar áreas de pared frías durante el invierno ó áreas de pared calientes en tiempo de calor, verano.
- Asegurar que toda superficie aislada esté asegurada con aluminio.
- Aislar toda válvula, brida y cople.
- Aislar tanques abiertos. *70% de pérdidas de calor pueden reducirse con una manta de esferas de polietileno de 45mm de diámetro, llenas de aire en la superficie de un líquido ó condensado a 90°C.*

## Recuperador de calor

- Recuperar calor de gases de chimenea, de agua de enfriamiento de motores, de gases de escape de motores, de vapor de baja desechado, de gases de salida de secador, de paro ó purga de caldera.
- Recuperar calor de gases de incinerador.
- Usar el calor de desecho para calentar agua a calentador.
- Usar bombas de calor.
- Usar refrigeración de absorción.
- Usar ruedas térmicas, sistemas run-around, sistemas de tubería caliente y cambiadores aire-aire.

## Equipos Eléctricos

### Sistema de distribución eléctrica

- Optimizar tarifa con proveedor de energía.
- Programar operaciones para un factor de potencia alto.
- Mover cargas a tiempos fuera de picos.
- Minimizar la demanda máxima disparando cargas con un control de demanda.
- Escalonar tiempos de arranque de equipos con gran amperaje de arranque para minimizar cargas en tiempos pico.
- Usar equipo generador de corriente en periodos pico de gran carga.
- Corregir el factor de potencia para dar al menos 0.90 bajo condiciones de carga.
- Relocalizar transformadores cerca de las principales cargas.
- Ajustar los taps de transformadores a su óptimo.
- Desconectar la potencia primaria a transformadores que no entregan a cargas activas.
- Considerar cogeneración o generación en sitio.
- Exportar energía a la red si se tiene exceso en la generación cautiva.
- Verificar el medidor del proveedor con medidor propio.
- Desconectar computadoras, impresoras y copiadoras por la noche.

## Motores

- Dimensionar correctamente según carga para óptima eficiencia. Los motores de alta eficiencia dan 4 a 5% mayor eficiencia que los estándar.
- Usar motores eficientes.
- Usar motores síncronos para mejor factor de potencia.
- Checar alineación.
- Asegurar buena ventilación. *Por cada 10°C de aumento en la temperatura pico recomendada la vida útil del motor se baja a la mitad.*
- Verificar condiciones de alto o bajo voltaje.
- Balancear las tres fases del suministro. *Un voltaje fuera de balance puede reducir 3 a 5% la potencia de un motor.*
- Demandar la restitución de la eficiencia luego de un re-embobinado de motor. *Si el re-embobinado no es bien hecho la eficiencia puede ser reducida en 5 a 8%.*

## Transmisiones / Drives

- Usar drives de velocidad variable para cargas variables grandes
- Usar juegos de engranes de alta eficiencia.
- Usar alineación de precisión.
- Checar la tensión de bandas con regularidad.
- Eliminar poleas de paso variable.
- Usar bandas planas en lugar de bandas V.
- Usar lubricantes sintéticos en transmisiones grandes.
- Eliminar coples de corriente Eddy.
- Apagar cuando no se usen.

## Ventiladores

- Usar conos de entrada de aire a ventilador con acabado redondeado suave.
- Evitar una pobre distribución de flujo en la entrada de aire.
- Minimizar obstrucciones en la entrada y salida de aire.
- Limpiar filtros y pantallas regularmente.
- Usar aspas de abanico de diseño aerodinámico.
- Minimizar velocidad de ventiladores.
- Usar bandas anti-resbalado (low-slip or no-slip).
- Checar la tensión de bandas regularmente.
- Eliminar poleas de paso variable.
- Usar drives de velocidad variable para ventiladores de cargas grandes variables.
- Usar motores eficientes en energía para operación continua.

- Eliminar fugas en ductos.
- Apagar ventiladores cuando no se necesitan.

## **Bombas**

- Operar el bombeo a su óptima eficiencia.
- Modificar el bombeo para minimizar el sube y baja de potencia (throttling).
- Adaptar para variaciones fuertes de carga con drives de velocidad variable o control secuencial de unidades más pequeñas.
- Parar de usar ambas bombas. Agregar un arranque automático para la bomba de emergencia en línea (spare on line pump) ó bomba extra en área problema.
- Usar bomba de refuerzo para cargas pequeñas que requieren alta presión.
- Aumentar la diferencial en temperatura para reducir la carga de bombas.
- Reparar sellos y empaques para eliminar desperdicios de agua.
- Balancear el sistema para minimizar flujos y reducir la potencia de bombeo.
- Usar la ventaja del efecto sifón: no desperdiciar cabeza de succión en un retorno en caída libre (gravedad) .

## **Compresores**

- Considerar drives de velocidad variable en compresores de desplazamiento positivo.
- Usar lubricante sintético si el fabricante lo permite.
- Asegurar que la temperatura del aceite lubricante no sea muy alta (el aceite se degrada y baja su viscosidad) ni muy baja (se contamina por condensación).
- Cambiar filtro de aceite regularmente. Definir periodos de cambio.
- Inspeccionar periódicamente los inter-enfriadores del compresor.
- Establecer un programa de mantenimiento eficiente para compresores. Iniciar con auditoria energética y luego hacer del programa de mantenimiento eficiente de compresores una parte del programa de administración de energía.

## **Aire Comprimido**

- Instalar sistema de control para coordinar múltiples compresores.
- Estudiar las características de la parte de carga y los ciclos de costos para determinar el más eficiente método de operar múltiples compresores.
- Evitar sobredimensionamiento. Igualar a la carga conectada.
- Cargar compresores de aire controlados por modulación. *Usan casi tanta potencia a carga parcial como a plena carga.*
- Apagar el compresor de respaldo si no de necesita.

- Reducir la presión de descarga del compresor a su mínima presión aceptable. Reducir la presión 1kg/cm<sup>2</sup>, digamos de 8 a 7 kg/cm<sup>2</sup> resultaría en un ahorro de 9% en energía a la entrada. Esto también reduce las fugas de aire en un 10% aprox.
- Usar el ajuste más alto de punto de rocío en el secador de aire.
- Apagar los secadores de aire por refrigeración ó calentamiento cuando los compresores están apagados.
- Usar sistema de control para minimizar purga de desecantes en frio.
- Minimizar purgas, fugas, caídas de presión excesiva y acumulación de condensado. *Una fuga de aire comprimido en orificio de 1mm de diámetro a 7 kg/cm<sup>2</sup> significaría una pérdida de potencia equivalente a 0.5kW*
- Usar control de drenaje en lugar de purgas continuas de aire a drenaje.
- Considerar aire comprimido generado por motor o vapor para reducir la demanda eléctrica.
- Reemplazar las bandas tipo V con bandas de alta eficiencia planas.
- Emplear un compresor pequeño cuando la carga mayor de producción está desconectada.
- Tomar el aire de entrada en la localización ó parte más fría pero no con aire acondicionado. Cada 5°C de reducción en la temperatura de la toma de aire resulta en una reducción de 1% en el consumo de potencia del compresor.
- Usar un post-enfriador enfriado por aire para calentar el aire de reposición en tiempo de frio.
- Asegurar que los cambiadores de calor no estén incrustados (ej.: con aceite)
- Asegurar que los separadores aire/aceite no estén incrustados.
- Monitorear la caída de presión a través de los filtros de succión y descarga y limpiar ó reemplazar filtros de inmediato al tener alarma.
- Usar un tanque receptor almacén de aire adecuadamente dimensionado. Minimizar costos de eliminación usando lubricante que sea totalmente *des-emulsionable* (demulsible) y usando también un separador efectivo agua-aceite.
- Considerar alternativas al aire comprimido como sopladores para enfriamiento, cilindros hidráulicos en lugar de neumáticos, actuadores eléctricos en vez de neumáticos y controles electrónicos en lugar de neumáticos.
- Emplear boquillas ó dispositivos tipo venturi en lugar de soplar con líneas abiertas de aire comprimido.
- Checar válvulas de drenaje fugando en los filtros/reguladores de aire. Ciertas válvulas plásticas pueden fugar continuamente luego de envejecer y fracturarse.
- En ambientes de mucho polvo, instalar control de líneas de empaque con fotoceldas de alta intensidad en lugar de las estándar y poner purga continua de aire sobre lentes y reflectores.
- Establecer programa de mantenimiento eficiente de aire comprimido. Iniciar con auditoría sobre la energía y dar seguimiento para luego hacer de un programa de

mantenimiento efectivo de aire comprimido una parte del programa general de administración de energía.

## **Enfriadores (Chillers)**

- Subir el punto de control del agua fría en lo posible.
- Usar la temperatura más baja posible del agua de condensado disponible que el enfriador puede usar. Reducir la temperatura en 5.5°C resulta en un 20 a un 25% de disminución de potencia consumida por el compresor.
- Subir la temperatura del evaporador. *5.5°C de incremento en la temperatura del evaporador reduce el consumo de potencia del compresor en 20 a 25%.*
- Limpiar cambiadores de calor al estar incrustados. *1mm de incrustación en tubos de condensado puede incrementar el consumo de potencia en 40%.*
- Optimizar flujos de agua de condensado y agua fría.
- Reemplazar enfriadores y compresores viejos por unidades de alta eficiencia.
- Usar condensadores del enfriador enfriados por agua en vez de por aire.
- Usar motores eficientes en energía para operación continua o casi continua.
- Especificar factores de incrustación apropiados para los condensadores.
- No sobrellenar de aceite.
- Instalar sistema de control para coordinar múltiples enfriadores.
- Estudiar las características de la carga y sus ciclos de costos para determinar el modo más eficiente de operar múltiples enfriadores.
- Operar enfriadores al mínimo de consumo de energía. Ahorra en costos de energía, dar combustible para carga base.
- Evitar sobre-dimensionar. Igualar capacidad vs. carga.
- Aislar enfriadores y torres de enfriamiento que no operen.
- Establecer un programa de mantenimiento eficiente de enfriadores. Arrancar con una auditoría energética y darle seguimiento para hacer de un programa de mantenimiento efectivo de enfriadores una parte del programa continuo de administración de energía.

## **HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado)**

- Afinar el sistema de control HVAC.
- Considerar la instalación de un sistema de automatización de edificio ó un sistema de administración de energía o restaurar uno que esté fuera de servicio.
- Balancear el sistema para minimizar flujos y reducir el consumo de potencia de sopladores, ventiladores y bombas.
- Eliminar o reducir recalentamientos posibles.
- Usar un punto de ajuste de termostato adecuado.

- Aplicar el pre-enfriado matutino en verano y pre-calentamiento en invierno. *Hacerlo en horas no-pico!*
- Usar la capacidad térmica del edificio y su retraso en transmisión para minimizar el tiempo requerido de operación del equipo HVAC.
- En invierno, durante periodos de baja ocupación, permitir que las temperaturas bajen lo más posible sin congelar las líneas de agua o dañar materiales almacenados.
- En verano, durante periodos de baja o ninguna ocupación, permitir que las temperaturas suban lo más posible sin dañar materiales almacenados.
- Mejorar el control y la utilización del aire exterior.
- Usar cambiadores de calor aire-aire para reducir los requerimientos de energía para calentar ó enfriar el aire exterior.
- Reducir las horas de operación del sistema HVAC (ej.: noche, fines de semana)
- Optimizar la ventilación.
- Ventilar solo cuando sea necesario. Permitir que se cierren áreas cuando no están ocupadas. Instalar sistemas dedicados de HVAC en algunas cargas continuas. (ej.: cuartos de computo)
- Proporcionar aire exterior dedicado en cocinas, cuartos de limpieza, equipo de combustión, etc. para evitar descargas excesivas de aire acondicionado.
- Usar enfriadores evaporativos en climas secos.
- Reducir la humidificación ó de-humidificación en períodos de no-ocupación.
- Usar atomización en vez de vapor para humidificación siempre que sea posible.
- Limpiar serpentines y peinar aletas de HVAC periódicamente.
- Mejorar los bancos de filtros para reducir caídas de presión para bajar el requerimiento de potencia de abanicos.
- Checar filtros de HVAC según programa (mínimo cada mes); limpiar ó cambiar si es apropiado.
- Checar compresores por cuanto al control para operación adecuada, ciclos y mantenimiento.
- Aislar las áreas de carga y de almacenaje frio usando puertas de alta velocidad ó cortinas de PVC transparente.
- Instalar abanicos de techo para minimizar la estratificación en áreas altas.
- Relocalizar difusores de aire a altura optima en áreas de techos altos.
- Considerar reducir altura de techos.
- Eliminar obstrucciones enfrente de radiadores, calentadores de piso, etc.
- Checar reflectores o calentadores infrarrojos por cuanto a limpieza y adecuada alineación.
- Usar “cubiertas” industriales diseñadas profesionalmente para control de vapor y polvos.
- Para el personal usar calor infrarrojo en lugar de calentar toda el área.

- Calentar ó enfriar en el punto. Ej.: usar abanicos de techo para el personal en lugar de enfriar toda el área.
- Comprar únicamente modelos de alta eficiencia en unidades HVAC de ventana.
- Poner las unidades de venta en control por tiempo (timer).
- No sobredimensionar las unidades de enfriamiento. Los equipos sobredimensionados se “cortocircuitan” lo que resulta en pobre control de la humedad.
- Instalar capacidad para multi-combustible y operar con el más económico según temporada.
- Considerar aire de repuesto dedicado para los conos de salida. *¿Porque dejar escapar el aire frio ó caliente si no es necesario?*
- Minimizar la velocidades de abanicos.
- Considerar secado con desecantes secos para el aire exterior para reducir requerimientos de energía para enfriamiento en climas húmedos.
- Considerar bombas de calor tipo “furente subterránea”.
- Sellar ductos de HVAC.
- Sellar fugas de serpentines
- Reparar conexiones flexibles sueltas o dañadas.
- Eliminar calentamiento y enfriamiento simultáneos durante periodos de transición.
- Zonificar sistemas de agua y aire para minimizar uso de energía.
- Inspeccionar, limpiar, lubricar y ajustar hojas de compuertas y conectores mecánicos.
- Establecer un programa de mantenimiento eficiente de HVAC. Arrancar con una auditoría energética y darle seguimiento para hacer de un programa de mantenimiento efectivo de HVAC una parte del programa continuo de administración de energía.

## Refrigeración

- Utilizar condensadores enfriados por agua en vez de enfriados por aire.
- Cuestionar la necesidad del uso de refrigeración, particularmente para procesos por lotes ya viejos.
- Evitar sobre-dimensionar, dimensione conforme a la carga conectada.
- Considerar el uso de equipo de refrigeración operado con gas en vez de electricidad para minimizar los cargos por demanda.
- Utilizar enfriamiento libre (“free cooling”) para permitir parar el enfriador en clima frío.
- Utilizar agua refrigerada en forma serial de ser posible.
- Convertir los tanques de agua contra incendios y otros depósitos de agua en almacenamiento térmico.
- No asumir que la forma tradicional de operar es la mejor, particularmente en los sistemas de baja temperatura de uso intensivo de energía.

- Corregir las concentraciones inapropiadas de salmuera o glicol que afectan en forma adversa la transferencia de calor y/o la energía de bombeo.
- Si gotea, aísele, pero si corroe, primero reemplace.
- Realizar los ajustes para reducir el bypass de gases calientes.
- Inspeccionar los indicadores de humedad / líquido.
- Considerar cambiar el tipo de refrigerante si mejora la eficiencia.
- Verificar el nivel correcto de refrigerante.
- Inspeccionar las purgas de aire y las fugas de agua.
- Establecer un programa de mantenimiento y eficiencia de refrigeración. Inicie con una auditoría de energía y seguimiento. Posteriormente, realice un programa de mantenimiento y eficiencia de refrigeración como parte de su programa de administración continua de la energía.

## **Torres de enfriamiento**

- Controlar los abanicos de las torres de enfriamiento en base a las temperaturas de salida del agua.
- Controlar la temperatura óptima del agua a partir de los datos de rendimiento de las torres de enfriamiento y de los enfriadores.
- Usar accionamientos de 2 velocidades o de velocidad variable para el control del (de los) abanicos de la torre de enfriamiento en caso de ser pocos. Si son muchos, escalonar los abanicos con controles de apagado-encendido.
- Apagar los abanicos que no sean necesarios en las torres de enfriamiento cuando la carga sea reducida.
- Cubrir los depósitos de agua caliente (para minimizar la formación de algas que contribuyen a ensuciar).
- Balancear el flujo a los depósitos de agua caliente de las torres de enfriamiento.
- Limpiar periódicamente las espreas taponadas de las torres de enfriamiento.
- Instalar espreas nuevas para tener un perfil más uniforme de agua.
- Reemplazar barras de salpicado con relleno de película de PVC auto-extinguible.
- En los antiguos sistemas de contra-flujo de las torres de enfriamiento reemplace las antiguas boquillas de rociado con espreas cuadradas ABS, las cuáles son de difícil obstrucción.
- Reemplazar eliminadores de sedimentos antiguos por las unidades celulares de PVC de alta eficiencia, baja caída de presión e auto-extinguible.
- Sobre los espacios libres alrededor de las torres de enfriamiento, siga las recomendaciones de los fabricantes originales tanto como sea posible, reubicando o modificando estructuras, señales, bardas, contenedores, etc. Que puedan interferir con la toma o salida de aire.
- Optimizar el ángulo de las paletas de los abanicos de las torres de enfriamiento basados en la estación del año y/o la carga.

- Corregir el excesivo y/o disparate espacio libre entre las puntas de las paletas y el desbalanceo de los abanicos.
- Utilizar un anillo de recuperación de presión del abanico.
- Desviar la salida de aire limpio del edificio a la torre de enfriamiento durante el clima cálido.
- Recubrir las fugas de los depósitos de agua fría de las torres de enfriamiento.
- Revisar el sobre-flujo en las tuberías para mantener el nivel correcto de operación.
- Optimizar uso de químicos.
- Considerar el tratamiento de agua del lado del suministro.
- Reducir el flujo a los valores de diseño.
- Desconecte las cargas que no sean necesarias.
- Tomar agua de purga del cabezal de retorno de agua.
- Optimizar el flujo de agua de purga,
- Automatizar la purga para minimizarla.
- Enviar la purga a otros usuarios (Recuerde que la purga no tiene que ser extraída de la torre de enfriamiento, si no que puede tomarse de cualquier punto del sistema).
- Establecer un plan de acción para invierno a fin de minimizar la formación de hielo.
- Instalar interbloqueadores para prevenir la operación de los abanicos cuando no se tenga flujo.
- Establecer un programa para el mantenimiento y eficiencia de las torres de enfriamiento: iniciando con una auditoría energética, seguimiento y ya entonces realizar el programa para el mantenimiento y eficiencia de las torres de enfriamiento como parte de su programa de administración continua de la energía.

## **Iluminación**

- Reducir los niveles excesivos de iluminación a niveles de normas ya sea con interruptores, ya sea eliminando lámparas (Atención: al eliminar lámparas, revisar los efectos en las cargas eléctricas de los circuitos).
- Controlar la iluminación con foto-celdas, sensores de presencia y temporizadores.
- Instalar alternativas eficientes que reemplacen focos incandescentes, luces de vapor de mercurio, etc. La eficiencia (Lumens/Watts) de diferentes tecnologías puede describirse de mejor a peor en forma aproximada como sigue: sodio de baja presión, sodio de alta presión, haluro de metal, fluorescente, vapor de mercurio, incandescente.
- Seleccionar cuidadosamente balastos y lámparas de alto factor de potencia y eficiencia de largo plazo.
- Mejorar sistemas fluorescentes obsoletos con lámparas fluorescentes compactas y balastos electrónicos.
- Considerar iluminación natural, tragaluces, etc.

- Considerar pintar los muros en colores claros y usar menos accesorios de iluminación o de menor potencia.-
- Evaluar la iluminación exterior, tipo y controle en forma agresiva.-
- Cambiar las señales luminosas de incandescentes a tipo LED.

## **Generadores Diesel**

- Optimizar la carga.
- Utilizar el calor de escape para generar vapor / agua caliente / alimentar un enfriador de absorción o precalentar materiales o unidades de producción.
- Utilizar aislamientos para los requerimientos de procesos.
- Limpiar los filtros de aire con regularidad.
- Aislar los tubos de escape para reducir la temperatura del cuarto del generador.
- Para equipos con capacidad mayor a 1 MW, utilizar combustóleo más barato.

## **Edificios**

- Sellar el exterior de fracturas, aperturas, cavidades con cemento, juntas, empaques, etc.
- Considerar usar nuevas puertas, ventanas y recubrimientos de techo aislantes térmicos.
- Instalar rompe-vientos cerca de las puertas exteriores.
- Reemplazar vidrio de una hoja con vidrio aislante.
- Considerar cubrir algunas ventas y tragaluces con paneles aislantes por dentro del edificio.
- Si no requiere visibilidad pero la luz es necesaria, considere reemplazar ventanas exteriores con bloques aislantes de vidrio.
- Considerar usar vidrios entintados, reflejantes, recubrimientos, toldos, salientes, cortinas, persianas y pantallas para ventanas exteriores iluminadas por el sol.
- Usar los jardines en su beneficio.
- Añadir vestíbulos o puertas giratorias como entrada principal del personal.
- Utilizar puertas con cierre automático de ser posible para el paso entre las áreas acondicionadas y no acondicionadas.
- Usar puertas intermedias en escaleras y pasajes verticales para minimizar el efecto chimenea en el edificio.
- Usar aislamientos en plataformas de carga en puertas de embarque y recepción de materiales.
- Que el personal de limpieza realice su labor durante el horario de trabajo del resto del personal o lo antes posible después de este para minimizar el impacto en el costo de iluminación y HVAC.

## Agua y Agua Residual

- Reciclar el agua, particularmente para usos con menores requerimientos de calidad.· Recicle agua, especialmente si los costos de drenaje están basados en el consumo de agua.· Balancee los sistemas cerrados para minimizar flujos y reducir la carga de las bombas.· Elimine el enfriamiento de una pasada.
- Usar el agua más económica que satisfaga los requerimientos.
- Arreglar fugas de agua.
- Realizar pruebas para detectar fugas subterráneas (es fácil de hacer en fines de semana o días festivos).
- Revisar derrames para nivel operativo correcto.
- Automatizar purga para minimizarla.
- Invertir en herramientas de limpieza para ahorro de agua, especialmente boquillas con cierre automático.
- Instalar riego eficiente.
- Reducir el flujo en las estaciones de toma de muestra de agua.
- Eliminar el llenado a tope continuo de tanques.
- Reparar de inmediato fugas en baños y lavabos.
- Utilizar restricciones de flujo en lavabos, regaderas, etc.
- Utilizar llaves con cierre automático en lavabos en baños.
- Utilizar la menor temperatura posible de agua caliente.
- No use sistemas centralizados de calentamiento de agua en temporada de invierno. Instale un sistema menor, de mayor eficiencia para el servicio de agua caliente en invierno.
- Considere instalar un sistema de calentamiento solar para agua caliente.
- Si requiere calentar el agua con electricidad, considere usar tanques de almacenamiento aislados para minimizar el impacto de calentar agua en horas pico.
- Source: Bureau of Energy Efficiency, New Delhi 11
- Use varios calentadores de agua de menor tamaño distribuidos de manera de minimizar las pérdidas de calor en grandes sistemas de tuberías.
- Use válvulas con protección contra congelación en vez de purgar las líneas en forma manual.
- Considere rentar sistemas móviles de tratamiento de agua, especialmente para agua deionizada.
- Selle las bombas para prevenir la infiltración y la necesidad de una bomba colectora extra.
- Verifique las lecturas de los medidores de agua (¡Usted estará sorprendido al saber cuánto tiempo se ha estimado una lectura de un medidor después de que éste se dañe o se llena de agua!)

- Verifique el medidor de descargas si la cuenta de drenaje está basada en una medición.

## **Misceláneos**

- Equipos con ó sin medidor. Conocer lo que es uso eficiente normal. Definir bases ó perfiles de consumo. Rastrear causas de las desviaciones.
- Desconectar equipo de repuesto o emergencia, parado o no necesario.
- Asegurar que todos los equipos a áreas redundantes sean apagados incluyendo equipos para aire comprimido y agua fría.
- Instalar control automático para coordinar eficientemente múltiples compresores, enfriadores, celdas de torres de enfriamiento, calderas, etc.
- Renegociar contratos con proveedores de energía ó energéticos para reflejar cargas actuales y variaciones.
- Considerar “comprar” “servicios” con vecinos, particularmente para manejar los picos.
- Considerar cambio de equipos de baja eficiencia.
- Ajustar temperaturas de fluidos a límites aceptables para minimizar transferencias de calor indeseadas en tuberías de gran distancia.
- Instalar orificios de restricción en purgas (nitrógeno, vapor, etc.)
- Eliminar placas de orificio para medir flujo innecesarias.
- Considerar alternativas para válvulas de control de caídas de presión grandes.
- Apagar sistemas de calefacción de invierno durante las otras estaciones.

**Fuente: Bureau of Energy Efficiency, New Delhi, India.**