

# Green HVAC/R Certificado Ecológico para Técnicos en instalaciones de producción, calor, ventilación, climatización y refrigeración

Material de consulta y manual de formación  
para implementar las prácticas ecológicas en los sistemas de control de temperatura  
en construcción y la refrigeración comercial/industrial

**Escrito por Robert P. Scaringe**

Tercera edición

**Enero 2016**

© Copyright 2016

**ALL RIGHTS RESERVED**

Mainstream Engineering Corporation, Rockledge, Florida

Con excepción de lo permitido por las secciones 107 y 108 de la Ley de Copyright de 1976 de los Estados Unidos (1976 *United States Copyright Act*), ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o distribuida en forma alguna, ni guardada en bases de datos o sistemas de recuperación, sin permiso escrito previo del dueño del *copyright*.

Mainstream Engineering Corporation ha obtenido la información aquí contenida de fuentes consideradas fiables. Sin embargo, ni Mainstream Engineering Corporation ni el autor garantizan la exactitud ni la integridad de tal información y no son responsables de ningún error, omisión o perjuicio que pueda resultar del uso de la misma. Mainstream Engineering Corporation y el autor de esta publicación no pretenden prestar ningún tipo de servicio profesional, de ingeniería o técnico. Si tales servicios fueran necesarios, sería conveniente la asistencia de un profesional apropiado.

# Índice de Contenidos

Lista de Figuras

Lista de Tablas

Acerca de Mainstream Engineering

Prefacio

Información sobre el examen

Definiciones

## Capítulo 1: Beneficios del Green HVAC/R Technician Certification

¿Qué son los “Sistemas de calefacción, ventilación, climatización y refrigeración ecológicos?”

¿Por qué ser ecológico?

La certificación ecológica y las construcciones ecológicas  
Green Building Certification Programs

## Capítulo 2: Auditorías energéticas y sistemas de ahorro energético

Auditorías energéticas

Equipos de ahorro energético

Termostatos programables

Climatizadores con variación del caudal de aire y motores de alta eficiencia

*Motores de climatizadores*

*Termostatos analógicos y digitales*

*Efectos del caudal de aire en la eficiencia*

Intercambiadores de calor aire-aire

Intercambiadores de calor refrigerante-agua

Economizadores

*Economizadores de frío y calor*

*Economizadores con control de la entalpía*

*Mantenimiento del economizador*

Calentadores de agua termodinámicos

Secadoras domésticas termodinámicas

Alumbrado de gran eficiencia

*Introducción*

*Evaluación del uso de la luz*

Mejora del aislamiento

*Aislamiento de la estructura*

*Aislamiento del sistema de conductos*

*Aislamiento de los calentadores de agua para uso doméstico*

*Tipos de aislamiento*

Láminas de protección solar

Energía solar

*Células solares*  
*Captadores solares térmicos*  
*Colectores planos*  
*Colectores solares planos de líquido*  
*Colectores solares planos de aire*  
*Colectores tubulares de vacío*

Calentadores solares de agua potable de uso doméstico  
*Calentadores solares de agua activos*  
*Calentadores solares de agua pasivos*

Calentadores solares de piscinas  
Sistemas de enfriamiento  
*Torres de refrigeración*  
*Sistemas de enfriamiento por evaporación (Enfriador por aire húmedo)*  
*Sistemas de enfriamiento pasivos*  
*Sistemas de bombas de calor por circuito geotérmico y fuentes de agua*

Sistemas de calefacción de vapor  
Sistemas de compresión de vapor

### Capítulo 3: Diseño de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado

Consideraciones respecto al confort térmico  
Consideraciones respecto al diseño  
Especificaciones acerca de los materiales  
*Todos los materiales*  
*Sistemas de conductos pre-fabricados*  
*Conductos de fabricación in situ*

Metodología de diseño de los sistemas  
*Calcular cargas y CMF*  
*Diseño del sistema de distribución de aire*  
*El tamaño del sistema de distribución de aire*  
*Selección del sistema*

### Capítulo 4: Instalación de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado

Líneas generales  
Fabricación e instalación  
*Todos los tipos de conductos*  
*Conductos flexibles*  
*Conductos de metal y cámaras*  
*Placas rígidas*  
*Sujeción de los conductos*  
*Rejilla*  
*Aparato de aire acondicionado*  
*Refrigerantes*  
*Combustión de los hornos*  
*Rendimiento del sistema*

*Comprueba la capacidad del sistema*  
*Filtraciones en el sistema de conductos*

## **Capítulo 5: Mantenimiento de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado**

Subsistema de circuito de refrigeración

Subsistema de aire lateral

Subsistema eléctrico

Mantenimiento del subsistema de circuito de refrigeración

Comprobar el sobrecalentamiento y carga del sistema

Comprobar ácidos

*Comprobar el ácido*

*Química de los ácidos*

*Efectos del ácido*

*Limpiar el refrigerante de sistemas con fallos o durante las conversiones del refrigerante*

*Tratamiento del ácido en un sistema en funcionamiento*

*Usar QwikCheck para comprobar ácidos*

*Tipos y lugares de los filtros secadores*

Comprobar humedad

Comprobar la corrosión

## **Capítulo 6: Calidad del aire interior**

Factores que afectan a la calidad del aire interior

Fuentes de contaminación del aire interior

Actividades contaminantes y desencadenantes

*Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado*

*Fuerzas de la naturaleza*

Condiciones de ventilación

Sistemas de conductos

Cómo evitar que los conductos de aire se humedezcan

Tratamiento de los conductos de aire

Limpiar los conductos de aire

Aspectos sin resolver de la limpieza de los conductos de aire

Muestras y control del moho

Síntomas relacionados con la calidad del aire interior

Uso y mantenimiento de las instalaciones

Climatizador

Filtración de aire

Filtración mecánica

Puntos clave en la limpieza del aire

## **Capítulo 7 Manejo de refrigerante**

Disminución de la capa de ozono

Gases invernadero y calentamiento global

Conservación del refrigerante

Métodos para disminuir la emisión de refrigerante  
Cómo mantener los sistemas en buenas condiciones  
Sistemas de evacuación  
Mantenimiento del equipo  
Técnicas de soldadura fuerte  
Prevención de riesgos en trabajos de soldadura

### **Capítulo 8: Productos químicos peligrosos**

### **Capítulo 9: Incentivos financieros y ambientales para los sistemas ecológicos**

Razones económicas  
Efectos del calentamiento global en la salud  
Efectos de la disminución de la capa de ozono en la salud

### **Capítulo 10: Introducción al mercado ecológico**

Ejemplos de mercado ecológico  
Cómo publicitar servicios ecológicos  
Páginas web y otras fuentes sobre ecología

## Lista de Figuras

Figura 1. Porcentaje de mejora de ratio de eficiencia energética con un cuadro de control QwikSEER+® (usando 14 SEER Straight Cool y 14 SEER aparato de climatización-horno, aire de retorno: 80° F (26,6° C), 51% HR

Figura 2. Mejora en la eliminación de la humedad (usando 14 SEER Straight Cool y 14 SEER aparato de climatización-horno, aire de retorno: 80° F (26,6° C), 51% HR

Figura 3. Colectores planos para calentar agua de uso doméstico y calefacción central de espacios

Figura 4. Colectores solares sin cobertura usados en el calentamiento de agua de piscinas

Figura 5. Colectores de aire usados para el calentamiento de espacios

Figura 6. Los colectores tubulares de vacío son más eficientes para altas temperaturas

Figura 7. Mejoras que aporta el atomizador PuraClean® a la eficacia de los filtros

# Lista de Tablas

Tabla 1. Características de las fuentes de luz comunes

Tabla 2. Variaciones en los tipos de lámparas y aparatos de luz fluorescente

Tabla 3. Requisitos comunes de iluminación<sup>1</sup>

# Acerca de Mainstream Engineering

## Índice de Contenidos

Mainstream Engineering Corporation es una pequeña empresa fundada en 1986, orientada a la investigación, desarrollo y producción de soluciones. La misión de Mainstream es la investigación y el desarrollo de tecnologías emergentes y el diseño de productos de la mejor calidad, que ofrecen una ventaja tecnológica, para el sector privado y el militar. Sus campos de especialización incluyen control de temperatura, conversión de la energía, turbomáquinas, tecnología química y nanotecnología. Esta avanzada tecnología viene incorporada en todos nuestros productos **QwikProducts™** ([www.qwik.com](http://www.qwik.com)), que se usan en el montaje y mantenimiento de instalaciones de climatización y refrigeración.

Mainstream ofrece una amplia y famosa gama de programas de formación y certificación. Usted es uno de los cientos de miles de técnicos que han decidido mejorar su formación profesional por su cuenta, leyendo uno de nuestros manuales. Tras finalizar, le animamos a continuar su aprendizaje llevándolo a la práctica y haciendo uso de herramientas de enseñanza online.

Gracias por haber elegido los servicios de certificación online de Mainstream. Agradecemos sugerencias; envíelas a [info@qwik.com](mailto:info@qwik.com).

# Prefacio

## Índice de Contenidos

Índice de Contenidos La información de este curso tiene tan solo fines educativos. Los procesos aquí descritos han de ser llevados a cabo solo por técnicos en montaje y mantenimiento de instalaciones de climatización y refrigeración cualificados, que tengan conocimientos de instalaciones de producción de calor, ventilación climatización y refrigeración y que posean los certificados EPA Section 608 Certification (Técnico en instalaciones de producción de calor, climatización y refrigeración por la Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos), Mainstream Indoor Air Quality (IAQ) Certification (Calidad del aire interior) y Mainstream Preventive Maintenance Technician (PM-Tech) (Técnico en mantenimiento preventivo).

**Este curso de formación no sustituye a la certificación EPA Section 608 ni a ningún manual de instrucciones de manejo de equipos.** Tome precauciones cuando use un equipo. Un uso inadecuado de cualquier herramienta o pieza del equipo puede dar lugar a heridas graves. Extreme siempre precauciones cuando trabaje con refrigerantes. Lleve siempre gafas de seguridad. **Nunca encienda un equipo si no conoce su funcionamiento. En caso de que los procesos descritos en este manual difieran de aquellos que aparecen en las instrucciones de uso del fabricante de un equipo en concreto, siga las instrucciones del fabricante.**

Mainstream Engineering Corporation no asume ninguna responsabilidad por el uso de la información que aparece en esta publicación. Esta información tiene solo fines educativos. Para el uso adecuado de una pieza o de un equipo, consulte el manual de uso del fabricante.

El contenido de este curso se limita a la información y a las prácticas necesarias para reducir de forma efectiva la emisión de gases invernadero, de sustancias nocivas para la capa de ozono y para prolongar la vida útil de los equipos de compresión de vapor, que se usan normalmente en la industria de las instalaciones de producción de calor, ventilación, climatización y refrigeración.

El fin de este manual no es enseñar técnicas fundamentales de instalación de sistemas de climatización o refrigeración ni tampoco protección de riesgos. Del mismo modo, no pretende enseñar a recuperar refrigerante de forma segura ni técnicas de manejo de refrigerante. Se asume que el usuario de este manual es un técnico con conocimientos en la materia y tiene el certificado EPA Section 608.

# Información sobre el examen

## Índice de Contenidos

El examen para la obtención del certificado **Green HVAC/R Technician certificadorio** consiste en 25 preguntas. Los técnicos pueden presentarse al examen tantas veces como sea necesario (para obtener un aprobado, es necesario tener 21 preguntas correctas, o el 84%). La formación y el examen tratan prácticas ecológicas para los técnicos en instalaciones de producción de calor, ventilación, climatización y refrigeración que lleven a cabo instalaciones, servicios, reparaciones y mantenimientos de sistemas de climatización, refrigeración y bombas de calor.

El examen durará tres horas y los técnicos pueden realizar consultas en libros durante el mismo. Si vuelve a realizar el examen las preguntas serán diferentes.

Cuando apruebe el examen, se le otorgará una tarjeta de certificación tamaño cartera. Si desea un diploma, insignia o adhesivo para su vehículo, puede adquirirlo en nuestra página web.

Mainstream se reserva el derecho a retirar el certificado Green HVAC/R Technician Certification en cualquier momento y sin aviso previo, debido a un gran número de quejas por parte de clientes, prácticas poco éticas o ilegales, incompatibilidades con los requisitos profesionales de Mainstream o cualquier otra razón justificable por parte de los empleados de Mainstream. Mainstream no tiene la obligación legal de especificar tales razones.

# Definiciones

## Índice de Contenidos

<b>Administración de la salud y la seguridad ocupacional (OSHA)</b>	Agencia estadounidense cuya misión es la de prevenir enfermedades, dolencias y muertes en el ámbito laboral, elaborando y reforzando normas para la prevención de riesgos laborales.
<b>Agencia de protección del medio ambiente de EE.UU. (EPA)</b>	La agencia estadounidense EPA fue fundada en 1970 y dirige la educación, las investigaciones y las evaluaciones medioambientales. La misión de la Agencia de protección del medio ambiente consiste en proteger la salud de la raza humana y el medio ambiente. La industria de las instalaciones de producción de calor, ventilación, climatización y

	refrigeración opera bajo los estándares de la EPA.
<b>Alérgeno</b>	Sustancia (ácaros del polvo, moho o esporas del moho) que puede causar una reacción alérgica.
<b>Análisis del coste del ciclo de vida</b>	Análisis de los costes, incluyendo los de instalación, uso y mantenimiento, de un aparato durante el ciclo completo de vida del mismo.
<b>Asociación de Ingenieros de sistemas de calefacción, refrigeración y climatización de EE.UU. (ASHRAE)</b>	Organización internacional, fundada en 1894 para los avances tecnológicos relacionados con las instalaciones de calor, ventilación, climatización y refrigeración, mediante investigación, redacción de normas, publicación y formación continuada.
<b>Asociación de la luminotecnía de EE.UU. (IES)</b>	Asociación profesional de ingeniería, relacionada con la iluminación, que proporciona directrices respecto a la cantidad y el tipo de luz necesaria para determinados tipos de tareas. <a href="http://www.ies.org">http://www.ies.org</a>
<b>Asociación de trabajadores de chapa y aire acondicionado de EE.UU. (SMACNA)</b>	La Asociación de trabajadores de chapa y aire acondicionado publica normas y manuales acerca de todas las facetas de la industria de la chapa metálica y de las instalaciones de producción del calor, ventilación, climatización y refrigeración, desde la construcción e instalación de conductos, a la calidad del aire interior.
<b>Asociación nacional de protección contra el fuego de EE.UU. (NFPA)</b>	Asociación sin ánimo de lucro destinada a reducir tanto los incendios como otros peligros que afectan a la calidad de vida a nivel internacional, mediante normas consensuadas, investigación y formación.
<b>Biocida</b>	Sustancia o producto químico que mata organismos, tales como el moho.
<b>Cálculo de la carga calorífica</b>	Evaluación de la pérdida calorífica perceptible en una estructura por el aire frío del exterior, así como a través de las puertas, ventanas y escapes. Se usa para determinar cuál debe ser el tamaño del sistema de calefacción.
<b>Cálculo de la carga de enfriamiento</b>	Aumento del calor perceptible y del calor latente que se produce en una estructura, incluyendo el calor solar obtenido a través de las ventanas y aquel que se filtra a través de puertas, ventanas y escapes. Se usa para

	determinar cuál debe ser el tamaño del sistema de refrigeración.
<b>Calidad del aire interior</b>	Hace referencia a la calidad del aire dentro o alrededor de edificios o estructuras, especialmente en lo relativo a la salud y el confort de los ocupantes. La calidad del aire respirable dentro de un edificio.
<b>Carga de primera hora</b>	Representa la cantidad de agua caliente que puede proporcionar un calentador en una hora, partiendo de un termo lleno de agua caliente. Esta información aparece en la etiqueta de referencia del calentador.
<b>Circulación por termosifón</b>	Ajuste de fontanería que permite que el agua de un aparato calentador circule mediante convección: el agua caliente sube y la fría, baja, creando circulación.
<b>Coeficiente de pérdida</b>	<p>Ritmo al que un aparato pierde refrigerante, medido entre las cargas de refrigerante o tras 12 meses. Se expresa mediante el porcentaje de la carga total del aparato que se perdería a partir del 12º mes, si el ritmo continuara del mismo modo a partir de ese momento. Se calcula usando la fórmula:</p> $(\text{Refrigerante añadido} / \text{Carga total}) \times (365 \text{ días} / \text{año} / D) \times 100\%$ <p>Donde D = el periodo más corto de días desde que se añadió el refrigerante o 365 días</p>
<b>Coeficiente de prestación estacional de una bomba de calor</b>	Es un cociente de medida mixto. Corresponde a la producción del calor <i>estimado</i> de una temporada dividida por el consumo de energía <i>estimado</i> durante una temporada, para un clima típico de los EE.UU.. Calcula la prestación estacional de calor, calculando la temperatura exterior, y tiene en cuenta la eficiencia del equipo durante ese tiempo. Este coeficiente es, sobre todo, una herramienta de marketing. Si se usa una media de la temperatura exterior, en vez de la temperatura más extrema, se obtiene un mejor coeficiente de prestación, lo que queda mejor a la hora de hacer publicidad.
<b>Coeficiente de rendimiento</b>	Coeficiente de rendimiento para cualquier tipo de bomba de calor o aparato de aire acondicionado. Se define como el efecto deseado, véase capacidad de calentamiento o enfriamiento, dividido por la energía

	<p>consumida para producir tal efecto, expresando el efecto y la energía consumida en la misma unidad de medida. El coeficiente de rendimiento en refrigeración es la capacidad de refrigeración (expresada, por ejemplo, en BTU/h) dividida por la energía consumida, en la misma unidad de medida. Del mismo modo, el coeficiente de rendimiento en calefacción es la capacidad de calefacción dividida por la energía consumida, ambas expresadas en la misma unidad de medida. Nótese que este coeficiente es similar a la ratio de eficiencia energética, exceptuando que esta última usa unidades de medida distintas; es decir, la capacidad de refrigeración o calefacción en BTU/h y la energía consumida en vatios. No es un buen método, pero supone una simplificación del concepto del coeficiente de rendimiento para quienes no son especialistas. Ver Ratio de eficiencia energética.</p> <p>El coeficiente de rendimiento disminuye cuando aumenta la temperatura y un calentador de resistencia eléctrica tendrá un coeficiente de rendimiento de calefacción (constante) de uno, lo que significa que una unidad de energía eléctrica producirá una unidad de calor o trabajo.</p> <p>Es necesario saber que el coeficiente de rendimiento en calefacción es, teóricamente, una unidad mayor que el coeficiente de refrigeración, para la misma subida; es decir: <math>CDR_c = CDR_r + 1</math>, para la misma subida.</p>
<b>Conexión de baja pérdida</b>	Cualquier dispositivo cuya función sea establecer una conexión entre tubos, aparatos o máquinas de recuperación / reciclado, y que se cierre automática o manualmente cuando se produzca una desconexión, para minimizar la pérdida de refrigerante.
<b>Conservación de la energía</b>	Intento de reducir la cantidad de energía necesaria para usar un aparato, de procesarla o incluso, evitarla. Los métodos usados incluyen: mantenimiento de edificios, sustitución de los equipos, aumento del control digital y recuperación de la energía.
<b>Consumo en standby</b>	Energía que no se aprovecha pero que aparece de igual modo en las facturas.
<b>Corporación de clasificación</b>	Organización que proporciona una certificación independiente para los sistemas o colectores solares

<b>y certificación solar (SRCC)</b>	para el calentamiento de agua y piscinas. <a href="http://www.solar-rating.org/">http://www.solar-rating.org/</a>
<b>COV de origen microbiano</b>	Compuesto orgánico volátil de origen microbiano. Producto químico compuesto por moho, que puede causar olor a humedad.
<b>Efecto chimenea</b>	Ver tiro
<b>Eficiencia Anual de Utilización de Combustible (AFUE)</b>	Cálculo de la eficiencia del consumo de combustible de un aparato durante un periodo completo de tiempo. Los cálculos AFUE mínimos para distintos sistemas son:  Hornos de aire forzado por combustibles fósiles: 78%  Calderas de combustibles fósiles: 80%  Calderas de vapor de combustibles fósiles: 75%
<b>Eficiencia energética</b>	Se calcula dividiendo el trabajo derivado entre la energía usada en un proceso. Cuanto menos energía se haya consumido para producir tal trabajo, mayor será la eficiencia energética.
<b>Energía renovable</b>	Una fuente de energía que puede usarse de nuevo, como el etanol, un combustible hidrocarbúrico que se puede obtener de la destilación de algunas plantas.
<b>Energía sostenible</b>	Aquellas fuentes de energía que no desaparecerán en un periodo de tiempo relevante para la raza humana. Por ejemplo, la energía solar, la eólica, la geotérmica y la hidráulica (incluyendo la maremotriz y la energía generada por el oleaje, así como las plantas hidroeléctricas que obtienen la energía del caudal de agua en las presas).
<b>Enfermedades relacionadas con los edificios (BRI)</b>	Hace referencia a las enfermedades causadas por la exposición al aire de un edificio, cuyos síntomas se identifican con enfermedades diagnosticables (por ejemplo, algunos tipos de alergias o infecciones) y que pueden atribuirse de forma directa a agentes ambientales presentes en el aire. La legionelosis y la alveolitis alérgica son ejemplos de BRI que pueden tener consecuencias graves e incluso mortales.
<b>Entalpía</b>	Energía total.

<b>Equipo unitario de aire acondicionado (PTAC)</b>	Sistema de aire acondicionado en el que todos los componentes se encuentran dentro de la misma unidad.
<b>Espora</b>	El moho se reproduce mediante esporas. Las esporas son microscópicas y pueden ser de distintas formas y tamaños (de 2 a 100 micrómetros). Pueden viajar de forma pasiva (por el viento o el agua), de forma mecánica (trasladadas por una persona o un animal) o ser producidas por el moho (si se dan los requisitos de humedad necesarios).
<b>Exfiltration</b>	Término que describe un movimiento del aire de un edificio hacia el exterior que no puede controlarse.
<b>Factor de rendimiento energético estacional (SEER)</b>	Es un cociente de medida mixto. Corresponde a la producción del frío <i>estimado</i> de una temporada dividida por el consumo de energía <i>estimado</i> durante una temporada, para un clima típico de los EE.UU. Es similar al coeficiente de prestación estacional de una bomba de calor, pero en este caso calcula la prestación estacional de frío, calculando la temperatura exterior, y tiene en cuenta la eficiencia del equipo durante ese tiempo. Este coeficiente es, sobre todo, una herramienta de marketing. Si se usa una media de la temperatura exterior, en vez de la temperatura más extrema, se obtiene un mejor coeficiente de prestación, lo que queda mejor a la hora de hacer publicidad. El coeficiente mínimo para sistemas de aire acondicionado central es 13, a fecha de 23 de enero de 2006.
<b>Filtro de aire para partículas de elevada eficacia</b>	Este tipo de filtros pueden eliminar al menos el 99,97% de las partículas del aire de 0,3 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) de diámetro. Las partículas de este tamaño son las más difíciles de filtrar. Es más sencillo filtrar partículas más grandes o más pequeñas.
<b>Foot-candle o vela</b>	La cantidad de luz emitida por una vela a una distancia de un pie de esta fuente. Si una luz produce 100 lux, estando a un pie de la misma, recibiremos el equivalente a la luz de 100 velas. Cuando más alejemos la fuente de luz de aquello que queremos iluminar, menor será la intensidad, porque la luz se habrá extendido por una superficie mayor. La intensidad o el brillo de la luz no cambia en la fuente,

	pero la luz disponible o medible disminuye cuando aumenta la distancia.
<b>Fungicida</b>	Sustancia o producto químico que elimina los hongos
<b>Gestión de la energía</b>	Término general para hablar de la energía y su uso. Puede dividirse en consumo de la energía, demanda, eficiencia y conservación.
<b>Halocarbono</b>	Hidrocarburo halogenado que contiene uno o más halógenos: flúor, cloro y bromo. El hidrógeno puede, o no, estar presente.
<b>Hidrocarburo</b>	Compuesto que contiene tan solo hidrógeno y carbono.
<b>Higroscópico</b>	Sustancias que absorbe la humedad rápidamente. El aceite de polioléster es higroscópico.
<b>Hipersensibilidad</b>	Sensibilidad extrema.
<b>Hongos</b>	Los hongos no son ni animales ni plantas y se clasifican dentro de un reino propio. Los hongos incluyen moho, levaduras, setas y bejines. En esta publicación los términos hongo y moho se usan de forma indistinta. El moho se reproduce mediante esporas. Las esporas flotan entre el aire interior y el exterior continuamente. Cuando aterrizan en un lugar interior húmedo pueden comenzar a crecer y a consumir aquello sobre lo que están creciendo. El moho puede crecer en cualquier sustancia orgánica, si se dan las condiciones necesarias de humedad y oxígeno. Se estima que existe más de un millón y medio de especies de hongos.
<b>Humedad</b>	Vapor de agua mezclado con aire en la atmósfera.
<b>Humedad relativa</b>	El porcentaje de peso del agua en el aire, relativo al peso máximo del agua que puede encontrarse en el aire saturado.
<b>Insolación</b>	Radiación solar recibida; el porcentaje de radiación solar recibida por unidad de superficie horizontal.
<b>Instituto Nacional para la salud y la seguridad ocupacional (NIOSH)</b>	Agencia responsable de llevar a cabo investigaciones y realizar recomendaciones para la prevención de riesgos laborales, mediante recopilación de

	información, experimentos científicos y la transformación del conocimiento adquirido en productos y servicios.
<b>Intercambiador de calor</b>	Aparato que mueve la energía de un fluido a otro, manteniendo ambos separados.
<b>Lumen</b>	Un lumen es la cantidad de luz que corresponde a un <i>foot-candle</i> en el área de un pie cuadrado. Una luz que produce 10 lúmenes tendrá una intensidad de 10 <i>foot-candle</i> si ilumina un pie cuadrado, o de un <i>foot-candle</i> si está iluminando un área de 10 pies cuadrados. El lumen es útil para medir la intensidad luminosa en una superficie.
<b>Lúmenes por vatio</b>	El porcentaje de lúmenes (luz producida) dividido por la energía consumida (en vatios) para producir esa luz. Cuando mayor sea el porcentaje, mayor será la eficiencia del dispositivo.
<b>Mantenimiento principal</b>	Mantenimiento, servicio o reparación que incluye la extracción de un compresor de vapor, condensador, evaporador o de un serpentín termocambiador auxiliar.
<b>Masa térmica</b>	La capacidad de una estructura para almacenar energía térmica.
<b>Medidas de conservación de la energía</b>	Recomendaciones tras una auditoría energética. Pueden incluir medidas para mejorar la eficiencia de la iluminación, los equipos de calefacción, ventilación, climatización y refrigeración, los servicios y el edificio en sí.
<b>Modelado de la información para la construcción (BIM)</b>	Un modelo digital de las características físicas y funcionales de un edificio. Incluye programas de cálculo de recargas y de simulación de construcción. El modelo puede ser previo a la construcción para predecir los efectos de las medidas de conservación de la energía.
<b>Moho</b>	El moho hace referencia a un grupo de organismos que pertenecen al reino de los hongos. En esta publicación los términos hongos y moho se usan de forma indistinta. Hay más de 20.000 especies de moho.
<b>Ocupantes de un edificio</b>	Aquellas personas que pasan largos periodos en el edificio. Clientes y visitantes se consideran también

	ocupantes; pueden mostrar distinta tolerancia que aquellos que están todos los días en el edificio, y pueden notar más olores.
<b>Porcentaje de humedad</b>	También conocida como humedad específica, es la cantidad de masa de agua contenida en una unidad de masa de aire seco. Por ejemplo, los gramos de agua en un gramo de aire seco.
<b>Programa de simulación energética para edificios</b>	Parte del análisis BIM. Usa la información del programa de cálculo de recargas, junto con los datos del año meteorológico típico (ATM) y datos sobre los servicios y los equipos, para realizar un cómputo anual del uso de la energía y del coste del uso de los servicios.
<b>Punto de rocío</b>	Si se enfría el aire de forma gradual manteniendo el contenido de humedad constante, la humedad relativa aumentará hasta alcanzar el 100%. La temperatura a la que el contenido de humedad llevará al aire a su saturación, se llama punto de rocío. Si el aire se enfría más, parte de la humedad se condensará y formará rocío.
<b>Ratio de eficiencia energética</b>	Similar al coeficiente de rendimiento, la ratio de eficiencia energética mide el rendimiento relativo de un aparato de calefacción o refrigeración. Se define como el efecto deseado, ya sea el calentamiento o la refrigeración, en BTU/h, dividido por la energía consumida en vatios, necesaria para alcanzar tal efecto. Téngase en cuenta que el efecto deseado y la energía consumida están expresados en distintas medidas. La ratio de eficiencia energética de enfriamiento es la capacidad de enfriamiento en BTU/h dividida por la energía eléctrica consumida, en vatios. Del mismo modo, la ratio de eficiencia energética de calentamiento es la capacidad de calentamiento, en BTU/h, entre la energía eléctrica consumida, en vatios. Aunque usar distintas unidades de medida no es un método adecuado en ingeniería, esta simplificación se ha desarrollado para aquellos que no posean conocimientos técnicos. Aunque no lo consideramos una buena idea, ha llegado a convertirse en algo común en el ámbito industrial, posiblemente porque da lugar a números altos. La ratio de eficiencia de un sistema siempre será mayor que su coeficiente de rendimiento, debido a la diferencia en la conversión de

	<p>unidades y puede parecer que el rendimiento es mejor. Por ejemplo un calentador de resistencia eléctrica tendrá un coeficiente de rendimiento de 1,0 y una ratio de eficiencia energética de 3,41.</p> <p>Para obtener el valor del coeficiente de rendimiento a partir de la ratio de eficiencia energética, hay que multiplicar esta última por 0.293.</p>
<b>Reciclaje</b>	<p>Extraer refrigerante de un aparato y limpiarlo para volver a usarlo sin tener en cuenta los requisitos necesarios para su regeneración. En general, el refrigerante reciclado se limpia mediante la separación de aceites y pasándolo una vez, o varias, por elementos tales como filtros secadores de núcleo intercambiable, que reducen la humedad, acidez y las partículas.</p>
<b>Recuperación</b>	<p>Extraer el refrigerante, en cualquier condición, de un aparato y guardarlo en un recipiente externo, sin necesidad de haberlo examinado o procesado de ningún modo.</p>
<b>Refrigerante</b>	<p>Fluido que se usa para la transferencia de calor en un sistema de refrigeración, que absorbe el calor durante la evaporación a baja temperatura y presión, y desprende el calor durante la condensación a temperatura y presión elevadas,</p>
<b>Regeneración</b>	<p>Procesar refrigerante para obtener la pureza especificada en la Norma Ari 700 de especificación para refrigerantes de fluorocarburo, y verificar tal pureza llevando a cabo los procesos de análisis descritos en tal norma.</p>
<b>Regulador de acción proporcional, integral y derivada</b>	<p>Es un controlador de temperatura que pretende corregir el error entre la temperatura medida y la deseada. Lo corrige teniendo en cuenta las diferencias integrales, proporcionales y derivadas, en vez de la diferencia de temperatura simple. Este cálculo más preciso predice la respuesta térmica del sistema y evita que la temperatura oscile.</p>
<b>Rendimiento de recuperación</b>	<p>El porcentaje de refrigerante recuperado mediante un aparato de reciclaje o recuperación.</p>
<b>Respirador purificador de</b>	<p>Aparato diseñado para proteger al usuario de la</p>

<b>aire</b>	inhalación de polvo dañino, humos, vapores y/o gases. Hace que el aire contaminado pase por un filtro.
<b>Sensibilización</b>	Exposición repetida o única a un alérgeno que resulta en hipersensibilidad al mismo por parte del individuo expuesto.
<b>Sistema de compresión de vapor</b>	Término general usado para referirse a todos los aparatos de aire acondicionado, bombas de calor, sistemas de refrigeración y neveras que funcionan bajo el principio de la compresión de vapor a alta presión de modo que este se condensa (a alta temperatura) y la disminución de la presión para evaporar el refrigerante (y proporcionar frío), seguido de la compresión del refrigerante de nuevo para que se condense y se cierre el ciclo.
<b>Sociedad para pruebas y materiales de los EE.UU. (ASTM)</b>	Una organización que normaliza materiales, productos, sistemas y servicios. Establece normas para varios aspectos relacionados con los sistemas de calefacción, ventilación y climatización.
<b>Temperatura de termómetro húmedo</b>	La temperatura medida con un termopar húmedo o un termómetro húmedo. La temperatura de termómetro seco y la temperatura de termómetro húmedo se pueden usar de forma conjunta para determinar la humedad relativa.
<b>Temperatura del termómetro seco</b>	La temperatura medida con un termopar seco o un termómetro seco. La temperatura de termómetro seco y la temperatura de termómetro húmedo se pueden usar de forma conjunta para determinar la humedad relativa.
<b>Tiro</b>	Corriente que fluye mediante presión, producida por convección (tendencia a ascender por parte del aire caliente), también llamado efecto chimenea.
<b>UL (Underwriters Laboratories)</b>	Organización estadounidense, privada e independiente que realiza exámenes a productos como tercera parte y proporciona certificados. Elabora normas y exámenes para productos, materiales, componentes, herramientas y equipos, con relación a la seguridad, en su mayor parte. Es una de las compañías aprobadas por OSHA para realizar tales pruebas.
<b>Valor de eficiencia mínima</b>	Medida diseñada por ASHRAE para calcular la eficacia

**(MERV)**

de los filtros de aire. Representa el nivel mínimo de rendimiento de un filtro frente a partículas de 0,3 a 10 micrones. Se mide en una escala del 1 al 16. Cuando mayor sea el número, mayor será el porcentaje de partículas atrapadas en cada pasada.

# Capítulo 1: Beneficios del Green HVAC/R Technician Certification

## Índice de Contenidos

Como técnico en posesión del Green HVAC/R Technician Certification, usted y su compañía pueden proporcionar un servicio de mejor calidad a sus clientes. Con el certificado ecológico, podrá hablar de las ventajas de ser ecológico con sus clientes y proporcionarles este tipo de servicios.

El primer incentivo que puede llevar a sus clientes a instalar sistemas de calefacción, ventilación y climatización, es el ahorro monetario. Aunque este tipo de sistemas conlleve un mayor gasto inicial, los costes posteriores son menores debido a su eficacia y vida útil de larga duración. A día de hoy, los sistemas de cálculo de eficiencia energética pueden usarse para determinar el ahorro por parte de los clientes. En algunos casos, sus clientes podrán beneficiarse de devolución de impuestos si instalan un sistema ecológico.

Además, estos sistemas poseen innumerables beneficios, entre otros, para su propia salud, gracias a la mejora de la calidad del aire interior y, también para el medio ambiente, debido al control de la contaminación y a la reducción de la demanda de combustibles.

El programa para la obtención de este certificado de Qwik**Products**<sup>™</sup>, ofrecido por Mainstream Engineering, consiste en técnicas de formación para el mantenimiento o mejora de sistemas de calefacción, ventilación y climatización ya existentes para reducir la contaminación, mejorar la eficiencia, prolongar la vida del equipo y aumentar la calidad del aire interior. También aprenderá a diseñar, instalar y mantener sistemas modernos de alta eficiencia, de acuerdo a las normas EPA actuales.

Tras completar este curso, será capaz de informar a sus clientes acerca de los beneficios de mejorar la eficiencia de los sistemas ya instalados o de instalar nuevos. Será capaz de hablar con ellos sobre la reducción de los costes y el consumo de energía, la mejora de la calidad del aire interior y los recortes en emisiones de contaminantes, nocivos para el medio ambiente.

La certificación consiste en métodos para:

- ▶ Llevar a cabo auditorías energéticas y seleccionar equipos y sistemas de ahorro energético. Este tema se tratará en el capítulo 2.
- ▶ Diseñar, instalar y ofrecer servicios de calefacción, ventilación y climatización con el objetivo de alcanzar el nivel máximo de eficiencia y, por tanto, ahorrar energía y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de las centrales. En el capítulo 3 aparecen métodos de diseño eficiente de sistemas de calefacción, ventilación y climatización. El capítulo 4 trata sobre la instalación adecuada de estos sistemas y el capítulo 5, sobre los servicios de calefacción, ventilación y climatización necesarios para mantener la máxima eficiencia y alargar la vida de los sistemas.
- ▶ Mantener la calidad del aire interior, para minimizar el consumo de energía y evitar el uso de molestos biocidas para acabar con los problemas que podrían resolverse con un sistema con el diseño y el mantenimiento adecuado. El capítulo 6 trata de este tema.
- ▶ Minimizar la pérdida de refrigerantes durante el servicio y reparación de los sistemas de calefacción, ventilación, climatización y refrigeración. Este tema aparece en el capítulo 7.
- ▶ Evitar el uso de productos químicos peligrosos y prevenir su emisión al medio ambiente; consultar capítulo 8.
- ▶ Mostrar a los clientes los beneficios de un uso eficiente de los sistemas, incluyendo el ahorro monetario mientras se evita la emisión de gases de efecto invernadero. Más información en el capítulo 9.
- ▶ Anunciar los servicios ecológicos. Este tema se trata en el capítulo 10.

## ¿Qué son los “Sistemas de calefacción, ventilación, climatización y refrigeración ecológicos?”

### Índice de Contenidos

(IPC1-1) En el contexto de la industria de la calefacción, la ventilación y la climatización, “ecológico” hace referencia a aquellos sistemas que son beneficiosos para la salud de los ocupantes de un edificio, que son eficientes energéticamente hablando, que reducen la contaminación ambiental y el cambio climático y que llevan a un ahorro monetario a largo plazo.

Los propietarios de domicilios y negocios pueden considerar que el hecho de instalar un sistema ecológico no cambiará nada. Por ejemplo, se podría pensar que no pasa nada si al cambiar el aceite de un vehículo, este se tira por el desagüe porque no va a afectar a la gran cantidad de agua que hay en la Tierra. (IPC1-2) Sin embargo, la realidad es que hay 30 veces más aceite vertido por los cambios de aceite de motor y

los vertidos en la carretera, que el que fue vertido por el petrolero del Exxon Valdez (fuente: Valerie Harms. *The National Audubon Society Almanac of the Environment: The Ecology of Everyday Life*, New York: G. P. Putnam's Sons, 1994, p. 93). Científicos pioneros, incluyendo unos 2.500 científicos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de la ONU, están de acuerdo en que la actividad humana causa contaminación, afecta a las especies y está ligada al calentamiento global.

## ¿Por qué ser ecológico?

### Índice de Contenidos

**Las tecnologías ecológicas deberían conllevar un ahorro monetario para aumentar su popularidad.** Puede ser que los sistemas ecológicos supongan un mayor coste al principio, pero debido a su eficiencia y a que su uso es más barato, los gastos durante su ciclo de vida útil son más bajos. Se puede calcular la recuperación del coste de estos sistemas usando métodos de evaluación energética como la ratio de eficiencia energética. Como técnico certificado, si puede proporcionar una justificación financiera y medioambiental, serán muchos los clientes que tomen la decisión correcta y ecológica. El objetivo de este programa es formar a los técnicos en sistemas de calefacción, ventilación, climatización y refrigeración para apoyar al dueño del edificio con técnicas ecológicas de ahorro monetario de eficacia probada, y de ese modo aumentar el número de edificios ecológicos.

## La certificación ecológica y las construcciones ecológicas

### Índice de Contenidos

Esta certificación no es la misma que la certificación para construcciones ecológicas (Green Building Certification), pero ambas van de la mano. Los programas de certificación para construcciones ecológicas están diseñados para ahorrar energía, agua o ambas. Muchos de estos programas también tratan temas como la conservación de recursos, el uso de productos reciclados, la durabilidad, la calidad del aire interior y los hábitats naturales. (IPC1-3)El programa del certificado Green Certified HVAC/R de Mainstream está diseñado para formar a los técnicos en sistemas de calefacción, ventilación, climatización y refrigeración en métodos a considerar para el ahorro de la energía relacionada con la estructura de calefacción y refrigeración, en el ámbito doméstico, comercial e industrial, así como el consumo de energía en los procesos comerciales e industriales de calefacción y refrigeración.

La energía eléctrica necesaria para la climatización y la refrigeración suele generarse mediante la quema de combustible fósil en plantas eléctricas, lo que da lugar a

contaminación, lluvia ácida y aumentan el riesgo de cambio climático. Con sistemas de calefacción, ventilación, climatización y refrigeración ecológicos, se usa menos energía y por tanto se genera menos contaminación atmosférica y se ahorra dinero en las facturas. Son todo ventajas.

La calidad ambiental en el interior es también un tema importante a tratar, puesto que el aire (IPC1-4) interior está más contaminado que el del exterior, normalmente. Si se ventila haciendo uso del aire exterior sin llevar a cabo una recuperación energética adecuada, podrían producirse importantes pérdidas de energía.

La selección de materiales de construcción e incluso la selección de sistemas de calefacción, ventilación, climatización y refrigeración, normalmente escapa al control del técnico, ya que muchas veces estos ya están instalados cuando el técnico realiza su primera visita. El programa de formación Green Certified HVAC/R de Mainstream se centra en las estructuras y sistemas ya existentes y ofrece métodos para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y el cambio climático mediante sistemas de calefacción, ventilación, climatización y refrigeración en ámbitos domésticos, comerciales e industriales.

## Green Building Certification Programs

### Índice de Contenidos

Aunque el programa Green Certified HVAC/R de Mainstream está destinada a los técnicos de sistemas de calefacción, ventilación, climatización y refrigeración, y no a las estructura o a los sistemas, es importante tener una lista de recursos, con las certificaciones ecológicas más comunes. El técnico que posea el certificado Green Certified HVAC/R tendrá la oportunidad de informar al dueño del edificio de aquellos sitios donde pueden ayudarle a mejorar la construcción. Muchos de estos programas de certificación de construcciones requieren contratar a un profesional formado y acreditado para evaluar el edificio y así determinar si cumple con las normas de la agencia o grupo que otorga la certificación. Muchas compañías de servicios públicos otorgan incentivos a la construcción ecológica y en algunas localidades exigen nuevas construcciones para poder cumplir con la normativa. Tenga en cuenta que todos estos programas cambian con el tiempo, por lo que es recomendable que consulte las páginas web asociadas para estar al día con los requisitos.

- ▶ **LEED for Homes®** es un programa de ámbito nacional que certifica que los edificios nuevos cumplen los objetivos, dentro de un conjunto de construcciones ecológicas que buscan mejoras para los ocupantes: <http://www.usgbc.org>
- ▶ **NAHB Green Building Program™** certificado para aquellos constructores que incorporan mejoras ecológicas en todos sus proyectos: <http://www.nahbgreen.org>
- ▶ **ENERGY STAR® Qualified Homes:** para nuevas viviendas construidas con el objetivo de reducir el gasto energético: <http://www.energystar.gov>

# Capítulo 2:

## Auditorías energéticas y sistemas de ahorro energético

### Índice de Contenidos

Este capítulo ofrece una breve explicación sobre las auditorías energéticas y la utilidad que pueden tener a la hora de abrazar técnicas ecológicas en la instalación de sistemas de calefacción, ventilación, climatización y refrigeración. Además, encontrará cierta información sobre los distintos tipos de tecnologías para el ahorro energético que puede recomendar a los consumidores. Este capítulo también trata el ahorro energético en la iluminación, los motores eléctricos, sistemas de enfriamiento por evaporación y sistemas pasivos de enfriamiento, bombas de calor, insolación, sistemas de calefacción por vapor y sistemas de compresión de vapor.

## Auditorías energéticas

### Índice de Contenidos

Una auditoría energética establece dónde y cómo se usa la energía en una estructura. Es recomendable realizar auditorías energéticas en edificios residenciales, comerciales e industriales. Las auditorías ayudan a saber cómo ahorrar costes y energía; desde la sustitución o la mejora de los sistemas de calefacción y refrigeración, hasta el perfeccionamiento del mantenimiento de tales sistemas. Incluso enseñar comportamientos de ahorro energético a los ocupantes del edificio o instalar termostatos programables puede suponer un ahorro financiero y energético sustancial. Cualquier tipo de reducción en el consumo de energía se traduce por una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero, lo cual lleva a la reducción del calentamiento global.

Hay dos tipos de auditorías:

- ▶ (IPC2-1) Una **auditoría simple** que incluya una inspección visual de los sistemas de energía del edificio y un repaso de los datos de uso de la misma. Mediante esta auditoría pueden identificarse qué operaciones simples y mejoras de mantenimiento son necesarias, así como determinarse la necesidad de una auditoría más profunda. Debería llevarse a cabo cada vez que se llama a un técnico o cada vez que se revisan las instalaciones.
- ▶ Una **auditoría energética formal** evalúa todos los equipos y sistemas y calcula el uso de la energía de forma más precisa. Mediante esta auditoría se identifican

las mejoras técnicas potenciales y se pueden realizar recomendaciones para ahorrar costes y energía

Son muchas las actuaciones y sistemas que puede sugerir para reducir el consumo de energía. Muchas compañías energéticas ofrecen programas informáticos de simulación gratuitos que pueden ayudarle a predecir el ahorro monetario y energético. Contacte con compañías energéticas o, simplemente, busque programas de auditoría en Internet.

Si lleva a cabo una auditoría energética formal, asegúrese de obtener una huella energética fiable del edificio antes de realizar ninguna mejora. Esa información es un paso fundamental a la hora de identificar las oportunidades de ahorro de costes y energía. Sin estos datos, no tendrá la información necesaria para tomar decisiones efectivas ni sabrá qué estrategias seguir. Una auditoría energética inicial proporciona datos importantes acerca de la huella de carbono de la estructura y establece una base a partir de la cual se puede evaluar el proceso hacia la reducción de emisiones.

Los beneficios de las auditorías energéticas incluyen:

- ▶ Reducción de gases de efecto invernadero y de contaminación.
- ▶ Reducción de costes eléctricos, de gas natural, de gas, agua y alcantarillado.
- ▶ Mejora del aire interior, de la iluminación y de la satisfacción de los ocupantes del edificio.

Aunque un enfoque más en profundidad de este tema escapa a los objetivos del programa, esta información básica es útil para que el técnico en calefacción, ventilación, climatización y refrigeración pueda llevar a cabo una auditoría con un enfoque específico. Cada demanda de energía es única, del mismo modo que lo son cada una de las oportunidades de mejora de la eficiencia energética. Sin embargo, siempre existirán sistemas de ahorro y recuperación de la energía que pueden reducir aún más el consumo y los costes y ayudar a la recuperación del dinero invertido, así como a evitar la emisión de gases de efecto invernadero.

## Equipos de ahorro energético

### Índice de Contenidos

Los equipos de ahorro energético pueden ser incorporados o adaptados como parte de la infraestructura del edificio para ayudar al ahorro de energía y proporcionar beneficios energéticos. Los elementos de ahorro energético pueden incorporarse en motores eléctricos, sistemas de iluminación, calefacción, aislamiento, refrigeración y calentamiento de agua.

Los productos de recuperación de la energía y de transferencia de calor más comunes incluyen:

- ▶ Termostatos programables
- ▶ Climatizadores con variación del caudal de aire y motores de alta eficiencia
- ▶ Intercambiadores aire-aire (para reducir las pérdidas de frío o calor al ventilar usando el aire exterior)
- ▶ Intercambiador de calor refrigerante-agua (para calentar el agua, piscinas, etc.)
- ▶ Economizadores
- ▶ Calentadores de agua termodinámicos
- ▶ Secadoras domésticas con bomba de calor
- ▶ Iluminación de alta eficiencia
- ▶ Aislamientos mejorados
- ▶ Colectores solares
- ▶ Láminas de protección solar

## Termostatos programables

### Índice de Contenidos

Los termostatos programables son una de las formas más sencillas de ahorrar energía y dinero y ayudar en la lucha contra el cambio climático, pero es necesario programarlos de forma adecuada. Hay quienes encuentran difícil programar estos termostatos y por esa razón terminan usándolos como un termostato ordinario. Para evitar este problema, la mayor parte de los nuevos termostatos programables facilitan la programación con cuatro opciones programadas de serie para regular la temperatura tanto en invierno como en verano. Si instala o mejora una estructura con un termostato programable, compruebe que está programado y enseñe a los ocupantes a programarlo de forma adecuada.

(IPC2-2) Informes del gobierno de los EE.UU. aseguran que en los hogares se gasta una media de 2.000\$ al año, y la mitad de esta factura proviene de la calefacción y los sistemas de refrigeración. Los gastos de refrigeración aumentan según nos acercamos al Ecuador. **En cualquier caso, (IPC2-3) los dueños de estos hogares pueden ahorrar 180 dólares al año si programan de forma adecuada sus termostatos y mantienen estos ajustes. Los ajustes programados de serie en los termostatos programables tienen el objetivo de proporcionar ahorro sin sacrificar el confort.**

Elija siempre un termostato que se adecue a los ocupantes. Normalmente, hay tres tipos de termostatos programables, diseñados para adaptarse a los horarios. Para decidir que modelo será mejor en cada caso, compruebe cuál es su horario y cuál es la frecuencia con la que se producen periodos regulares en los que no hay nadie en la casa (trabajo, colegio, otras actividades) y después decida cuál de los tres modelos es el más adecuado: 7 días, 5+2 días, 5-1-1 días. El modelo de 7 días es el mejor si el horario es distinto cada día de la semana. Son los que ofrecen mayor flexibilidad y permiten establecer un programa diferente para cada día de la semana, normalmente, con cuatro fases de distintas temperaturas por día. Son los más difíciles de programar, pero, como ofrecen más opciones, son más las posibilidades. Por otro lado, los

modelos 5+2 permiten programar el mismo horario para todos los días de la semana, y un horario diferente para los fines de semana. Finalmente, el modelo 5-1-1 es el más adecuado para aquellos que tienen el mismo horario de lunes a viernes, uno, para el sábado y otro, para el domingo. Como norma general, estos termostatos programables vienen equipados con cuatro opciones ya programadas y mantienen estas opciones dentro de una variación de dos grados.

(IPC2E-1) El termostato ha de instalarse en una pared interior, lejos de cualquier salida de calor o frío y de otras fuentes de calor o corrientes (puertas, ventanas, tragaluces, luz solar directa o lámparas muy luminosas). El panel de la pared de detrás del termostato no debe haber una abertura muy grande sin sellar por la que pasa el cableado del termostato. En ese caso, sería necesario taparla, puesto que el aire sin acondicionar del entretecho podría colarse (debido a la presión negativa) y causar lecturas erróneas por parte del termostato.

(IPC2E-2) Siempre que sea posible, conecte el termostato a una línea de baja tensión, en vez de usar pilas. En muchos sistemas cuando las pilas se acaban, el termostato deja de funcionar, y si eso ocurriera en un día frío, las tuberías podrían congelarse y estallar. Si las pilas fallan en un día en que la casa estuviera vacía durante los meses húmedos del verano, podría desarrollarse un problema serio de moho que tardaría demasiado en detectarse. Esto ocurre más veces de lo que nos podemos imaginar y causa pérdidas de miles de dólares. Procure sustituir los termostatos viejos por termostatos programables cada vez que renueve un sistema de calefacción o refrigeración. Si sustituye un termostato manual con interruptor de mercurio, extreme precauciones para no romper el recipiente de esta sustancia tóxica, y siga siempre las instrucciones de reciclaje adecuadas. Contacte con su centro más cercano de reciclaje / materiales peligrosos o con el fabricante del nuevo termostato para más información acerca de la eliminación de desechos.

Un último dato acerca de la programación del termostato: mantenga la temperatura en modo de ahorro energético para largos periodos de tiempo (al menos 8 horas); por ejemplo, durante el día, cuando la casa está vacía, o durante la noche, a la hora de dormir.

## Climatizadores con variación del caudal de aire y motores de alta eficiencia

### Índice de Contenidos

#### ***Motores de climatizadores***

Principalmente, son tres los tipos de motores que se usan en los aparatos de aire acondicionado de los edificios residenciales: motor PSC (motor con condensador permanente), motor ECM de torque constante (también llamados X-13) y motor ECM

(motor eléctrico de imanes permanentes). Si se escoge adecuadamente, los tres son capaces de suministrar el caudal de aire necesario. Sin embargo, tienen precios muy distintos y no tienen la misma fiabilidad ni consumo de energía. Los motores ECM son más caros que los PSC, pero también son más eficientes. Lamentablemente, el control electrónico de corriente alterna a corriente continua que poseen los ECM los hace menos fiables y más sensibles a las subidas de tensión. Los condensadores y los rectificadores de los ECM son los elementos que más fallan. Mientras que los condensadores en los motores PSC son externos y fácil de cambiar, los condensadores y rectificadores de los ECM no están diseñados para ser sustituidos (pero se puede cambiar la parte de control del motor por completo).

El motor EMX y el X-13 sin duda disminuyen el importe de la factura eléctrica, si se comparan con un PSC, proporcionando los tres el mismo caudal de aire. Sin embargo, un motor de ventilador eficiente que proporciona más aire del necesario puede gastar más energía que un motor menos eficiente pero que proporciona el aire justo.

La dificultad a la hora de llevar a cabo una auditoría energética está en determinar las condiciones ambientales bajo las cuales la velocidad del ventilador puede disminuir para reducir el consumo energético. Para comprender esto, se han de conocer los tipos de motores y termostatos usados en los aparatos de aire acondicionado, así como los efectos medioambientales de un caudal de aire eficiente.

### *Tipos de motores*

En esta sección se describen los tres tipos de motores más comunes usados en los aparatos de climatización: motor de condensador permanente (PSC), X-13 y motor eléctrico de imanes permanentes (ECM).

#### **Motores PSC**

Un motor PSC es un motor asíncrono de velocidad constante que funciona con corriente alterna. Los motores PSC en los aparatos de aire acondicionado tienen, normalmente, tres tomas de velocidad. Estas tomas están conectadas a la corriente y determinarán la velocidad del ventilador.

A la hora de instalar un sistema de aire acondicionado en un edificio residencial, el técnico selecciona una de las posibles tomas de velocidad, conectando la entrada de corriente a la toma correspondiente. Es necesario saber que aunque la velocidad del ventilador del motor es constante, el caudal de aire en sí depende de las caídas de presión del sistema. Claramente, la selección de velocidad ideal para un sistema en concreto depende de la instalación, debido a las diferencias entre la presión de los conductos de aire y filtros. El caudal ideal de aire también varía por las condiciones ambientales.

Los motores PSC son más eficientes que los ECM o X-13. También son los más baratos y los más fiables, debido a su simplicidad.

## **Motores ECM**

Los motores ECM son motores sin escobillas que funcionan con corriente continua y que tienen un microprocesador interno que se ocupa de la conmutación, lo que da lugar a un funcionamiento sincrónico a distinta velocidad. El sistema electrónico interior se ocupa de convertir la corriente alterna en corriente continua. Esta conversión se realiza usando un rectificador y condensadores que, como ya se mencionó anteriormente, son los componentes que más fallan cuando hay una subida de tensión, ya que están expuestos al voltaje de entrada.

Además de ser unos motores más eficientes que los PSC, la posibilidad de variar la velocidad puede usarse en algunos sistemas para obtener una rotación constante (lo que dará lugar a un caudal de aire más constante a pesar de las caídas de presión en los conductos) o para permitir un caudal variable de aire adaptado a las condiciones ambientales (temperatura exterior, temperatura del aire de retorno, humedad del aire de retorno).

Por lo tanto, el beneficio de los ECM es que ofrecen un caudal de aire constante incluso cuando la configuración y limpieza del filtro o las características de los conductos cambian. Además, otro de los beneficios es su capacidad para variar el caudal de aire para optimizar el rendimiento y ahorrar energía.

### **Motores ECM de torque constante (Motor X-13)**

El término motor X-13 hacía referencia originalmente a un motor de gran potencia desarrollado por General Electric (Legal-Beloit) para cumplir con la normativa 13 de la SEER, pero el nombre pasó a tener un carácter genérico para una clase menos sofisticada de motores ECM con torque constante (caudal de aire casi constante sin verse afectado por las caídas de presión en los conductos). Estos son potentes motores, sin escobillas, que funcionan con corriente continua, con una señal de 24 voltios. El motor X-13 produce una rotación continua, por lo que el caudal de aire se ve menos afectado por las caídas de presión que con un motor PSC. Estos motores no proporcionan un caudal de aire variable para maximizar el rendimiento.

La eficiencia del motor X-13 es similar a la del motor ECM, pero la del X-13 tiene un control electrónico menos sofisticado y la rotación ha de ser programada de modo que proporcione un caudal de aire suficiente en el peor caso de presión estática. Por esa razón, aunque la eficiencia del motor X-13 es similar a la del ECM, el X-13 necesitará más energía que el ECM, que optimiza siempre el caudal. Al igual que los motores PSC convencionales, el X-13 mueve más aire del requerido bajo ciertas condiciones ambientales. Este tipo de motor de ventilador no optimiza el caudal de aire basado en las condiciones del aire externo e interno.

## ***Termostatos analógicos y digitales***

Algunos de los más recientes sistemas de aire acondicionado incorporan termostatos digitales que se encuentran comunicados con el motor de ventilador ECM mediante una línea de transmisión de datos digital y pueden, de ese modo, controlar el caudal de aire. Los termostatos analógicos convencionales simplemente proporcionan una señal de 24 voltios para activar el aparato de climatización o compresor.

### ***Termostatos analógicos***

Un termostato analógico activa el cable G (verde) para que los 24 voltios entre G y C (común) activen el contacto del ventilador evaporador, los 24 voltios pasen por el Y (amarillo) y el C activando el contacto del compresor, los 24 voltios que pasen por W (blanco) y C activen el contacto del calor y los 24 que pasen por O (naranja) o B (azul) hacia C activen la válvula de inversión de la bomba de calor. Además, una corriente de 24 voltios se suministra de forma continua al termostato, si es necesario, a través de R (rojo) y C. Si no hay un cable C que alimente el termostato y es un termostato que necesita energía, como los termostatos programables, sería necesario usar pilas.

### ***Termostatos digitales***

En los termostatos digitales, los cables R y C suministran una corriente de 24 voltios; sin embargo, todas las órdenes que han de pasar del termostato al sistema, lo hacen a través de dos o más líneas digitales. Este tipo de termostatos también suelen controlar la velocidad del compresor y/o del motor, entre otras cosas. Algunos ejemplos de termostatos digitales son Carrier Infinity® Control, Lennox icomfort Touch® y Goodman ComfortNet™. La posibilidad de ajustar la velocidad del ventilador y la del compresor proporciona un nivel de ratio de eficiencia energética mayor, pero por otro lado, estos sistemas son más caros. Si hay subidas del voltaje en las líneas de datos pueden producirse daños en los controles electrónicos, de modo que las líneas de datos deben estar protegidas y no ir paralelas a las cables de alto voltaje durante periodos largos, para evitar tensión inducida.

## ***Efectos del caudal de aire en la eficiencia***

Para mejorar la eficiencia energética de los sistemas de aire acondicionado de gran calidad, algunos fabricantes optimizan el funcionamiento del motor del ventilador. Un motor ineficiente o demasiado grande reduce la eficiencia del sistema puesto que requiere de electricidad adicional sin aportar ningún beneficio y esto se traduce en la generación de calor, que calienta el aire que está siendo enfriado.

Un caudal de aire óptimo se puede ver afectado por varios factores, que pueden dividirse en dos categorías: efectos del ambiente (que varía todos los días) y efectos de la instalación (que varía de instalación a instalación, o dependiendo del técnico). Además de por su eficiencia, comparados con los motores PSC, los motores de torque constante (X-13) son los que usan los fabricantes de equipos para minimizar los efectos negativos de la instalación, de modo que las unidades funcionen adecuadamente, a pesar unas condiciones poco adecuadas de instalación o de tener filtros de aire sucios.

En el caso de los motores de ventilador PSC, los fabricantes aumentan la capacidad del ventilador para que pueda adaptarse a sistemas de conductos con imperfecciones, que pueden tener demasiadas caídas de presión. Del mismo modo, lo que hacen muchos técnicos es programar la velocidad más alta del ventilador para asegurarse de que mueve suficiente aire a través de la bobina para que esta no se congele. Además del gasto de energía, el aumento del caudal reducirá la eliminación de la humedad, debido a que la temperatura de la superficie de la bobina será mayor y el tiempo de permanencia menor (tiempo que el aire está expuesto a la superficie de la bobina).

### *Efectos del ambiente*

Los efectos del ambiente están relacionados con la temperatura exterior, la temperatura del aire de retorno y la humedad del aire de retorno. Esta sección describe las condiciones ambientales que se verían beneficiadas por la reducción del caudal de aire (y por la reducción del consumo de energía) si el motor del ventilador del aparato de climatización tuviera la posibilidad de ajustar este caudal. Aunque algunos sistemas de gran calidad (sistemas de gran ratio de eficiencia energética) con termostatos digitales y motores ECM con variación continua de la velocidad controlan el caudal de aire del ventilador evaporador y/o la velocidad de compresor, para mejorar la ratio de eficiencia energética, los sistemas normales que usan termostatos analógicos no son tan sofisticados.

El calor que elimina el evaporador siempre va a corresponderse con el calor transportado por el aire por el ventilador. La pregunta es cómo ajustar la masa de caudal de aire acondicionado. ¿Cuál es la mejor forma de ajustar la velocidad del motor del ventilador para minimizar el consumo de energía? En algunos casos, como cuando la humedad es elevada, reduciendo la velocidad del ventilador se reduce el caudal de aire y se reduce la transferencia de calor y, al mismo tiempo, se reduce el consumo de electricidad. Por ejemplo, cuando la capacidad por parte de la unidad es pequeña, si la reducción del caudal de aire a través de la bobina del evaporador solo hace que aumente su capacidad un grado o menos (es decir, disminuye la temperatura del evaporador en un grado o menos), entonces, habríamos descubierto que el ahorro de consumo de energía por parte del motor del ventilador es mayor que el aumento del consumo por el compresor, y la diferencia entre ambos sería la energía ahorrada. Esto se debe, en parte a que la curva de potencia del motor del compresor es relativamente plana, es decir, el motor de un compresor sin carga necesita casi la misma energía que con carga. Por esa razón, apreciamos el beneficio con un aumento pequeño, que resulta que es también donde los aparatos de climatización normales funcionan todo el tiempo.

La mejor forma de ilustrar este efecto es con un caso concreto. El motor de un compresor de 5CV tiene una eficiencia del 90% cuando con plena carga pero solo es eficiente al 30% con el 10% de la carga. Por lo tanto, con carga plena de 5 CV (3.728W), el consumo de electricidad del motor es de 4.142W ( $3.728/0.90$ ), pero al 10% de la carga (0.5CV o 372,8W) la electricidad consumida es de 1.242W ( $372,8/0,3$ ). Aumentando la carga del compresor en un factor de 10 (de 0,05CV a 5CV), solo se aumenta el consumo de electricidad en un 3,3 y no en 10. Por lo tanto, aumentando la carga del compresor del motor un poco (reduciendo la velocidad del ventilador y

aumentando y aumentando la elevación en un grado) no aumenta la electricidad consumida por el compresor (no de forma lineal), pero sí reduce de forma lineal el consumo de energía por parte del motor del ventilador (puesto que distintas bobinas han sido activadas en el motor para mantener su eficiencia constante). El resultado neto es un reducción de la energía total consumida por la unidad.

Una carga latente alta (muchísima humedad) en el aire acondicionado hace que los efectos positivos de la reducción del caudal de aire sean incluso mejores, puesto que una fracción más pequeña del enfriamiento es suministrada por el enfriamiento sensible del aire. El caudal disminuido permite más tiempo de permanencia para que la humedad sea eliminada del aire y la bobina ayuda a tal eliminación.

### *Efectos de la instalación*

Los efectos específicos de la instalación están relacionados con la configuración de los conductos de suministro y de retorno, y con el tipo de motor de ventilador. Las caídas de presión en el conducto de suministro pueden ser distintas de unas instalaciones a otras e incluso pueden cambiar a lo largo del tiempo en una misma instalación debido a los cambios en los ajustes de la rejilla de ventilación. Del mismo modo, las caídas de presión en los conductos de retorno del aire también pueden variar de una instalación a otra y durante el tiempo debido a los cambios en las caídas de presión a través del filtro del aire (por los cambios en el tipo y en la limpieza del filtro).

El tipo del motor del ventilador afecta a cómo un cambio en la caída de presión afecta al caudal de aire del evaporador. La velocidad constante del motor del ventilador no es lo mismo que el caudal de aire constante.

### **Motores PSC**

Las distintas tomas de velocidad de los motores PSC son correlativas a las distintas velocidades del motor. Una vez que un técnico selecciona una toma, el motor PSC funciona a una única velocidad. El caudal de aire resultante se ve afectado en gran manera por la caída de la presión en el sistema de conductos. Por lo tanto, la posibilidad de que el caudal de aire que se consigue realmente en una instalación en concreto sea el caudal especificado por el fabricante es muy remota. Esta configuración no puede alterar el caudal de aire cuando los efectos ambientales cambian (temperatura exterior, temperatura de retorno, humedad de retorno). Para asegurar un caudal de aire adecuado en las peores condiciones ambientales, se suele proporcionar un caudal excesivo. Por esa razón la mayoría de los técnicos simplemente eligen la velocidad máxima del motor del ventilador.

### **Motores ECM de torque constante o motores X-13**

Los motores ECM de torque constante o los motores X-13 tienen infinidad de ajustes de rotación en vez de ajustes de velocidad. Estos motores funcionan normalmente con un ajuste invariable de la rotación y, como resultado, proporcionan un caudal de aire relativamente constante incluso si las condiciones de la instalación cambian. Además de ser más eficientes que los motores PSC, el caudal real de aire tiene más posibilidades de corresponderse con el especificado por el fabricante.

Desafortunadamente, al igual que en el caso de la configuración de los PSC, esta no puede alterar el caudal de aire si las condiciones ambientales cambian. Por lo tanto, a veces proporcionan un exceso de aire, gastando energía y disminuyendo la eficiencia del sistema.

### **Motores ECM con variación continua de la velocidad**

Los motores EMC con variación continua de la velocidad son igual de eficientes que los motores tipo X-13 (y más eficientes que los motores PSC), pero además poseen el beneficio de poder optimizar el caudal del aire del evaporador dependiendo de las distintas condiciones. Normalmente, para que esto ocurra, el motor ECM del ventilador se controla mediante un termostato digital y el caudal de aire se ajusta a las condiciones ambientales. Este tipo de configuración sería, normalmente, la más eficiente, puesto que el tipo de motor es más eficiente y el motor del ventilador solo proporcionaría el caudal de aire necesario.

### **Motor PSC de velocidad variable**

La capacidad de un motor PSC para variar la velocidad puede conseguirse con el cuadro de control Qwik**SEER+ WattSaver**<sup>®</sup>. Aunque solo se dispone de tres velocidades, en vez de la variación continua que proporcionan los ECM y el motor PSC es menos eficiente, esta configuración ofrece la ventaja de que el flujo de aire puede adecuarse a las condiciones ambientales y de instalación.

Este sistema no solo proporciona un ajuste del caudal de aire similar al del ECM con variación de velocidad continua, sino que el cuadro de control Qwik**SEER+**<sup>®</sup> permite al motor funcionar con un termostato analógico convencional.

Otra ventaja es que el cuadro de control Qwik**SEER+ WattSaver**<sup>®</sup> y un motor PSC de bajo coste pueden reemplazar a los motores más caros, ECM o X-13, siempre que un contacto pueda ser activado por una corriente de 24 voltios por los cables G (verde) y C (común), para proporcionar 120 voltios o 240 voltios del contacto a la entrada del control Qwik**SEER+ WattSaver**<sup>®</sup>. Será el cuadro Qwik**SEER+**<sup>®</sup> el que determine la mejor opción de velocidad y proporcione la energía necesaria a la toma de velocidad correspondiente.

### **Beneficios de Qwik**SEER+**<sup>®</sup>**

En los sistemas de aire acondicionado o de bombas de calor con termostatos analógicos tradicionales, el técnico de sistemas de calor, ventilación y climatización selecciona la velocidad del ventilador (motor PSC), la rotación del ventilador (motor X-13) o la opción de caudal constante (motor ECM), mediante la selección de una entrada de corriente o mediante la programación del motor. Sin embargo, los instaladores no realizan exámenes para la mejora de la eficiencia cuando seleccionan el caudal de aire, así que no hay forma de saber si el ventilador está funcionando en las mejores condiciones para el rendimiento del sistema.

Incluso si los técnicos pudieran llevar a cabo este tipo de pruebas a la hora de seleccionar las opciones del ventilador, el caudal de aire del ventilador puede cambiar

durante el tiempo debido a los cambios ambientales. En el caso de los motores PSC, las caídas de presión del sistema, causadas, por ejemplo, por la suciedad de un filtro de aire, pueden causar cambios mayores en el caudal de aire.

A diferencia de las instalaciones de velocidad variable con termostato digital, que tienen costosos y complicados motores ECM, el módulo de control de ventilador de Mainstream, QwikSEER+® detecta automáticamente cambios en la instalación y en las condiciones ambientales cada vez que el modo de enfriamiento es activado y puede usar un motor PSC.

El cuadro de control QwikSEER+ WattSaver® de Mainstream, el cual se encuentra a la espera de patente, usa relés simples para convertir un motor fiable, barato y de velocidad fija como el PSC, en un motor de tres velocidades, otorgando casi los mismos beneficios que un motor ECM de velocidad variable (que optimiza el caudal de aire dependiendo de los cambios ambientales) por la mitad del coste y asegurando fiabilidad.

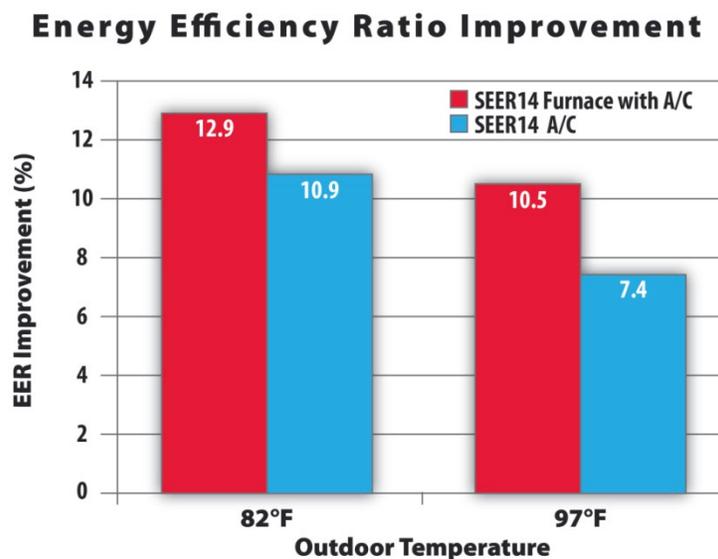
Cuando el sistema se inicia en modo de enfriamiento, QwikSEER+® maneja el motor del ventilador PSC a diferentes velocidades, compara las condiciones de funcionamiento del sistema para las distintas velocidades del ventilador y determina la velocidad óptima para mejorar el rendimiento. Esta flexibilidad permite a QwikSEER+® optimizar la velocidad del ventilador del aparato climatizador mientras tiene en cuenta todas las condiciones del sistema: temperatura del aire exterior, temperatura del aire interior y humedad, restricciones del conducto de suministro y el tipo de filtro de aire y su estado.

Intertek (Plano, Texas) ha llevado a cabo unos estudios de laboratorio siguiendo el protocolo ANSI/ASHRAE 37. El funcionamiento de un aparato de climatización y unidad de condensación para edificios residenciales 14 SEER (80° F (26,6° C) de temperatura interior, 97° F (36,12° C) de temperatura exterior) usando un QwikSEER+® resultó en una mejora de la ratio de eficiencia energética del 7,4%. Usando el mismo condensador y condiciones de temperatura con un horno (con QwikSEER+®), la ratio de eficiencia energética mejoró un 10,5%. En los días más fríos (82° F (27°C) de temperatura exterior) las mejoras de la ratio respecto a las unidades de aire acondicionado y hornos con QwikSEER+® aumentaron un 10,9% y un 12,9% respectivamente. Estos resultados se muestran en la [Figura 1](#). Para consultar el informe del examen de Intertec, visite <http://www.qwik.com>.

Los caudales de aire más bajos también mejoraron la eliminación de la humedad. Cuando un aparato de aire acondicionado para edificios residenciales SEER 14 con QwikSEER+® instalado fue probado para comprobar su capacidad de eliminar la humedad (con 80° F (26,6° C) de temperatura de aire de retorno y una humedad relativa del 51%), el sistema QwikSEER+® WattSaver mejoró el porcentaje de eliminación de la humedad hasta un 566% como se muestra en Error: No se encuentra la fuente de referencia. Esta eliminación de la humedad puede mejorar de forma significativa el confort en el interior, a la vez que evita la formación de moho, por lo que mejoraría la calidad del aire interior. Conectando el sensor de humedad opcional (QT6001), el cuadro de control de QwikSEER+® también mejorará el sistema para

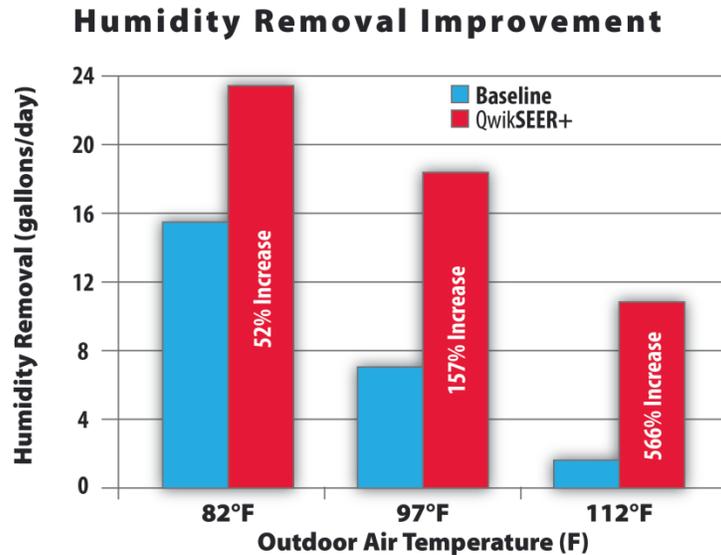
eliminar la humedad de la forma más rápida en casos de altos niveles de humedad. El informe del examen de Intertek Humidity Removal sobre la eliminación de la humedad también aparece en: <http://www.qwik.com>.

A diferencia de los motores de velocidad variable ECM con un termostato digital, QwikSEER+® no tiene complicados controles digitales electrónicos, que pueden aumentar el coste y disminuir la fiabilidad. QwikSEER+® se puede instalar en un sistema ya existente con un motor PSC y un termostato analógico para mejorar la eficiencia y la eliminación de la humedad. También se puede instalar QwikSEER+® junto con un motor PSC en un sistema con un motor ECM o X-13 y termostato digital que presente fallos.



**Figura 1. Porcentaje de mejora de ratio de eficiencia energética con un cuadro de control QwikSEER+® (usando 14 SEER Straight Cool y 14 SEER aparato de climatización-horno, aire de retorno: 80° F (26,6° C), 51% HR**

[Image: Mejora de la ratio de eficiencia energética. Mejora de REE (%). Temperatura exterior. 82° F. 97° F (27,77° C. 36,11° C). Horno SEER14 con aparato de climatización. Aparato de climatización SEER14.]



**Figura 2. Mejora en la eliminación de la humedad (usando 14 SEER Straight Cool y 14 SEER aparato de climatización-horno, aire de retorno: 80° F (26,6° C), 51% HR)**

#### *Motores de velocidad variable*

Los motores eléctricos tienen un factor de potencia y una eficiencia relativamente constantes, cuando su carga es superior al 50% de la carga total ( $\pm 1-5\%$ ). Bajo ese porcentaje el factor de potencia y la eficiencia se degradan rápidamente. Los motores grandes son más eficaces que los pequeños, normalmente.

La instalación de cambiadores de velocidad puede inducir armónicos dentro del sistema de distribución eléctrica. Un sistema con muchos condensadores instalados puede ser particularmente vulnerable a no ser que sea ajustado por un profesional. Algunas instalaciones apenas se ven afectadas por este problema, mientras que otras son muy sensibles. Tenga especial cuidado si una instalación ya ha experimentado problemas relacionados con la energía, como apagones del sistema, fallos técnicos de tipo informático, fallos en el motor o en las luces, sobrecalentamiento de los transformadores o de los condensadores, corriente trifásica neutra alta, o importantes voltajes con neutro a tierra. También extreme precauciones en instalaciones con un gran número de cargas rectificadoras, como por ejemplo equipos de tarificación u hornos de inducción, o cargas significativa de equipos informáticos o de otro tipo. Téngase en cuenta que los motores ya existentes pueden sobrecalentarse con los cambiadores de velocidad.

Algunas de las estrategias más comunes para mejorar la eficiencia energética de sistemas de motor incluyen:

- ▶ (IPC2M-2) Sustituir los motores estándar por motores de alta eficiencia. Con los motores de 5CV a motores de 30CV se estima una mejora de la eficiencia del

3,5% al 5%. Con los motores de 40CV a 124CV, se estima una mejora del 3 al 3,5%, y para los motores de más de 150CV, una mejora del 2%.

- ▶ Sustituir los mandos por corriente de Foucault por mandos de velocidad variable de semiconductores. Los mandos por corriente de Foucault son antiguos y menos eficientes para adquirir un control de la velocidad variable. Necesitan un mayor mantenimiento y la sustitución de piezas es costosa y no son fáciles de conseguir.
- ▶ Disminuir el tamaño de los motores para conseguir una mayor eficacia. A veces, el motor de una instalación es sustituido por uno mayor. Si no hay un motor del mismo tamaño, se opta por uno de tamaño mayor, para evitar problemas. Sin embargo, si un motor funciona a la mitad de su carga, no está haciéndolo de forma efectiva y es recomendable sustituirlo por uno de menor tamaño. Los motores consumen la menor cantidad de energía posible cuando funcionan a su mayor nivel de eficiencia. Para muchos motores esto se produce del 75 al 110% de su carga. Según disminuye la carga por debajo del 50%, la eficiencia y el factor de potencia disminuyen rápidamente. Se prefiere que la carga del motor se mida en kilovatios, porque las medidas en kilovatios tienen en cuenta los cambios del factor de potencia y de la intensidad de corriente que tienen lugar cuando la carga cambia.

## Intercambiadores de calor aire-aire

### Índice de Contenidos

(IPC2E-3) El uso más común de un intercambiador de calor aire-aire es el de intercambiar el calor entre el aire exterior que se introduce en un edificio y el interior y el aire acondicionado que se expulsa del edificio.

Este tipo de intercambiador de aire se conoce normalmente como ventilador de recuperación del calor. En verano el aire caliente del exterior que se introduce en la estructura es enfriado por el aire acondicionado que se expulsa hacia el exterior. En invierno, el aire frío del exterior que se introduce en la estructura es calentado por el aire acondicionado que se expulsa al exterior.

(IPC2E-5) Los ventiladores de recuperación del calor pueden recuperar de un 60% a un 80% del calor o del frío que, de otro modo, se hubiese perdido. (IPC2E-4) Las unidades que intercambian humedad entre las dos corrientes de aire se conocen como ventiladores de recuperación de la energía. Este tipo de aparatos son más sencillos que los intercambiadores de calor. Tienen también una rueda secadora para absorber la humedad de una corriente y expulsarla por la otra. Los ventiladores de recuperación de la energía se usan en climas donde las cargas de refrigeración suponen una gran demanda en los sistemas de calefacción, ventilación y climatización; sin embargo, los ventiladores de recuperación de la energía no son deshumidificadores. Transfieren la humedad de la corriente de aire con humedad (aire que entra en verano) a la corriente de aire consumido. Desafortunadamente, muchas veces estos aparatos no funcionan

tan bien como parece en la publicidad. Las ruedas secantes se saturan con rapidez antes de poder expulsar la humedad a la corriente de aire consumido, y el sistema de transferencia de la humedad es cada vez menos efectivo con el uso.

Aunque existen unidades que pueden instalarse sobre las ventanas o paredes, los ventiladores de recuperación del calor y los ventiladores de recuperación de la energía se diseñan normalmente como sistemas de conductos para todo el edificio. El intercambiador de calor es el corazón del ventilador de recuperación del calor y consiste, normalmente, en una unidad con forma de cubo, hecha de materiales conductores especiales. Los caudales de aire que entran y que salen pasan distintos lados del cubo (pero no se mezclan), permitiendo que el aire condicionado consumido suba o baje la temperatura del aire que entra y va a ser usado.

Tras pasar por el intercambiador de calor, el nuevo aire calentado o enfriado pasa al aparato de climatización, o puede ser enviado directamente a varias habitaciones. El aire que sale preconditiona el caudal de aire que entra, antes de salir de los conductos. (IPC2E-6) Existen sistemas de varios tamaños y características, capaces de mantener 0,35 cambios de aire a la hora, que es la cantidad aconsejada para mantener la calidad del aire. Muchos sistemas incluyen filtros para controlar los contaminantes que, de otro modo, entrarían en los hogares.

A veces, la normativa obliga a tener ventiladores y aparatos de ventilación convencionales en baños y cocinas, que pueden suponer pérdidas de energía importantes. Un ventilador de recuperación del calor puede incorporar pequeños ventiladores auxiliares, que se conectan de forma independiente, para estas habitaciones con el objetivo de controlar la humedad o el calor generado a la hora de la ducha o de la cocina. Los olores y los contaminantes pueden eliminarse rápidamente, pero la energía usada en el acondicionamiento del aire es reciclada en el intercambiador de calor. Algunas leyes o aplicaciones aún obligan a que la ventilación de las cocinas para eliminar la grasa o los humos, sea realizada de forma independiente.

## Intercambiadores de calor refrigerante-agua

### Índice de Contenidos

(IPC2D-1) Los intercambiadores de calor refrigerante-agua se usan para producir agua caliente de uso doméstico (o agua caliente para piscinas) a partir del calor que se deshecha normalmente de la condensación de refrigerante en el sistema de aire acondicionado. Cuando la bomba de calor opera en modo de bomba de calor (modo calor – ciclo reverso), el calor de la condensación no es desperdiciado, si no que se usa para calentar el agua de uso doméstico de forma más eficiente que con calentadores eléctricos de agua tradicionales. Estos serpentines termocambiadores deben estar

colocados antes del condensador, es decir, entre la salida del compresor y la entrada del condensador. Este intercambiador de calor no solo proporciona agua caliente de forma gratuita cuando el aire acondicionado está en funcionamiento, sino que también aumenta el rendimiento del sistema. . (IPC2D-2) En un edificio con un equipo de aire acondicionado de 3 toneladas, se podría esperar que de 15 a 25 galones (de 68 a 114 litros) de agua caliente pasaran de los 70 a los 40 grados Fahrenheit (20 a los 60 grados Celsius) cada hora que el aire acondicionado está en funcionamiento. Del mismo modo, para uno de 5 toneladas se podrían recuperar de 25 a 40 galones (de 114 a 182 litros).

Este agua caliente estaría disponible durante los meses de verano cuando el aire acondicionado está en funcionamiento, casi de forma constante. Cuando la temperatura exterior disminuye, el aire acondicionado se usa menos, por lo que habrá menos agua caliente disponible. Con una bomba de calor, el agua caliente del sistema de recuperación del calor está disponible tanto en los meses del invierno como en los del verano.

Se puede apreciar un ahorro incluso mayor en algunos locales comerciales donde hay una gran demanda de agua caliente y se obtiene calor en el interior a partir de las luces y de la presencia humana. Este calor puede crear la necesidad de usar el aire acondicionado incluso durante los meses de invierno. Algunos restaurantes, moteles y lavanderías han sido capaces de obtener el 100% del agua caliente del sistema de recuperación del calor, durante la época de enfriamiento. Otro tipo de ahorro se obtiene del bajo coste que supone el uso del sistema de aire acondicionado debido a que la acción condensadora adicional del intercambiador de calor refrigerante-agua disminuye la carga del compresor.

## Economizadores

### Índice de Contenidos

La función de un economizador es, como su nombre lo indica, economizar o ahorrar en costes de aire acondicionado. Obviamente, el uso del compresor supone un dinero. Si pudiera apagarse y el sistema continuara proporcionando un enfriamiento adecuado, esto supondría un gran ahorro energético.

### ***Economizadores de frío y calor***

El calor interno de un edificio proveniente de las personas, luces, ordenadores, máquinas fotocopioadoras, motores y otro tipo de máquinas, puede causar a veces que la temperatura interna de una estructura se vea elevada por encima del nivel de la temperatura exterior. El calor que es absorbido por el edificio también puede continuar calentándolo durante mucho tiempo después de que la temperatura exterior haya disminuido. Hay veces en que la entalpía del aire exterior de un edificio es menor que la del interior y el aire exterior puede usarse para enfriar el interior en vez de utilizar un sistema de aire acondicionado. Cuando se determina si el aire exterior puede disminuir

la carga de refrigeración, comparando la entalpía del aire exterior con el aire interior, se está haciendo lo que se llama una comparación de la entalpía. Es la mejor forma puesto que compara tanto la temperatura y la humedad del exterior, como la del interior. Si el aire exterior es más frío pero más húmedo, tendrá una entalpía superior a la del aire interior, y en ese caso, introducir el aire exterior no reduciría el gasto para la refrigeración. Sin embargo, los economizadores que realizan comparaciones de entalpía se consideran más problemáticos, debido a los errores a la hora de determinar de forma adecuada y consistente la humedad del aire, por lo que muchos economizadores solo comparan la temperatura, sin tener en cuenta el componente de humedad. Aunque este es un modo menos preciso, sobre todo en áreas de mucha humedad exterior, es sin duda más fiable. En zonas áridas y poco húmedas, los resultados de temperatura facilitarían los mismos resultados.

Un economizador puede ahorrar energía siempre que el sistema de enfriamiento se use para enfriar y la temperatura del exterior sea lo suficientemente fría que merezca la pena apagar el compresor. En esta situación el economizador introduce el aire frío del exterior para satisfacer la necesidad de refrigeración del edificio. Esta es la función básica de un sistema economizador.

Puesto que los economizadores de aire controlan y varían la cantidad de aire exterior que se introduce en una estructura, juegan un papel integral en el mantenimiento de la calidad del aire interior. Un economizador que funcione de forma adecuada puede mejorar en gran manera la calidad del aire interior y reducir los casos de enfermedades relacionadas con la calidad del aire. Por esa razón, es importante para el técnico poseer al menos algo de conocimiento sobre la calidad del aire interior y su relación con los sistemas de calefacción y refrigeración.

Los economizadores de aire están disponibles para sistemas para edificios residenciales y comerciales y pueden usarse para actualizar la mayoría de los sistemas, en forma de aparatos de conservación energética. La mayoría de los paquetes de sistemas ligeros (sistemas de tejado) tienen un economizador incorporado como opción, que puede instalarse cuando el sistema es nuevo, o añadirse más tarde.

### ***Economizadores con control de la entalpía***

Como se dijo anteriormente, existen inconvenientes, sin embargo, al hecho de fiarse de la temperatura exterior para determinar si el aire exterior debería usarse para enfriar, en vez del sistema de aire acondicionado. (IPC2D-4) Aunque la temperatura exterior sea inferior a la temperatura del aire interior, el aire exterior puede ser demasiado húmedo como para proporcionar el confort adecuado a los ocupantes del edificio. Los ocupantes sentirían frío, pero también humedad.

La solución sería un control economizador que comprobara si la humedad del exterior es inferior a la del interior. Este tipo de control se llama control de la entalpía. El término “entalpía” significa “contenido total de la energía”. Por ejemplo, si el contenido total de la energía del exterior (compuesto por la temperatura y la humedad) es más bajo –es decir, más frío– merece la pena usar el aire del exterior para enfriar la estructura. (IPC2D-5) Un control de entalpía mide tanto el calor sensible (temperatura) como el

latente (humedad) del aire y solo permite que se use el aire exterior para enfriar si es lo suficientemente frío y seco para satisfacer las necesidades del espacio en concreto. Esta combinación proporciona el mayor confort al mejor precio, mientras que se ahorra energía.

Si el termostato interior requiere de refrigeración y la entalpía del aire exterior es lo suficientemente baja, el economizador introducirá ese aire más frío y menos húmedo y lo usará para enfriar, en vez de usar el compresor. Este uso del aire exterior es más barato que el uso del compresor.

### ***Mantenimiento del economizador***

Los economizadores pueden ahorrar mucha energía. También pueden gastar energía si no funcionan de forma correcta o no están bien ajustados. El coste de un servicio para arreglar ese problema es menor que el coste de la energía desperdiciada después de uno o dos meses. Por ejemplo, si los amortiguadores del aire exterior no cierran bien cuando la temperatura del aire exterior es elevada, cierta cantidad de aire caliente innecesario entrará al edificio. En esos casos, el compresor de aire acondicionado está en funcionamiento durante más tiempo, con más carga y por lo tanto consume más energía de la necesaria.

Muchos economizadores no funcionan o están fuera de servicio porque algunos técnicos no comprenden su funcionamiento y a veces, simplemente los desconectan. Es esencial que los economizadores funcionen de forma adecuada y ahorren energía para así no aumentar los gastos.

(IPC2D-6) Los siguientes puntos deben ser comprobados al menos de forma anual para asegurar que el economizador de aire funciona correctamente:

- ▶ Ajustes y funcionamiento del termostato exterior o del control de entalpía.
- ▶ Condición del termostato exterior o del control de entalpía.
- ▶ Ajuste y funcionamiento del termostato economizador de aire mixto.
- ▶ Funcionamiento y lubricación de los amortiguadores.
- ▶ Ajuste de la posición de los amortiguadores
- ▶ Funcionamiento del sistema cuando el termostato reclama enfriamiento.
- ▶ Funcionamiento y condiciones del motor de los amortiguadores del economizador
- ▶ Condición del cableado.

Debido a que el control de entalpía está posicionado en el exterior y es relativamente sensible, no es raro tener que reemplazarlo cada pocos años, dependiendo de la localización del equipo y del clima de la zona. El coste del reemplazamiento del control se recupera rápidamente con el ahorro energético. El mantenimiento de los economizadores tiene que ser llevado a cabo de forma anual.

## **Calentadores de agua termodinámicos**

## Índice de Contenidos

Los calentadores de agua termodinámicos simplemente usan una bomba de agua en vez de una resistencia eléctrica para calentar el agua. Siempre que el coeficiente de rendimiento del calentamiento sea mayor que uno (o de forma equivalente la ratio de eficiencia energética es mayor de 3,41) la bomba de calor usa menos energía eléctrica para calentar el agua. Durante periodos de gran demanda o cuando el aire del lugar donde se encuentra el calentador de agua es frío (teniendo como resultado un coeficiente de rendimiento de uno o menos) la unidad cambia automáticamente al calentamiento estándar por resistencia eléctrica (por esa razón se les llama a veces calentadores de agua híbridos). Los calentadores de agua termodinámicos poseen un cuadro de control en el que se puede seleccionar el modo de funcionamiento:

- ▶ Eficiente / Económico – Maximiza la eficiencia energética y ahorra usando tan solo la bomba de calor para calentar el agua.
- ▶ Automático / Híbrido – La opción por defecto es la ideal para un uso diario, proporcionando un calentamiento energéticamente eficiente, usando electricidad cuando la demanda es alta o el aire del ambiente es frío.
- ▶ Eléctrico / Calentador – Esta opción de gran demanda es la menos eficiente energéticamente hablando, haciendo uso solamente del elemento eléctrico para calentar el agua.
- ▶ Vacaciones y temporizador (no disponible en todos los modelos) – Ahorra energía apagando el sistema cuando estás fuera de casa.
- ▶ Los calentadores de agua termodinámicos tienen la ventaja de que enfrían el lugar donde están situados.

# Secadoras domésticas termodinámicas

## Índice de Contenidos

Las secadoras domésticas termodinámicas fueron desarrolladas por primera vez en Europa, por Electrolux, en el año 1997. En 2007, ya había al menos tres fabricantes de este tipo de secadoras en Europa (Electrolux, Arcelik y Schulthess) junto con un fabricante japonés (Panasonic). En 2009 Schulthess dejó de producir su modelo termodinámico, pero otros fabricantes comenzaron a lanzar sus propios modelos. Actualmente hay 25 modelos en el mercado europeo. La cuota de mercado de secadoras termodinámicas en Europa era del 4% en 2009 con 200.000 remesas al año (de un total de 4,9 millones de secadoras vendidas al año).

Las secadoras corrientes usan electricidad o gas para generar el calor y después lo expulsan mediante un sistema de ventilación. Este tipo de secadoras pierde de un 20% a un 25% del calor a través de la ventilación, de acuerdo a las cifras de la Agencia de protección medioambiental. Una secadora termodinámica toma ese aire caliente, elimina la humedad que hay en él y lo reutiliza para secar la ropa. No se necesita ventilación externa. Sin embargo, cuando está en estado estacionario, la bomba de

calor produce más calor que frío por lo que es necesario eliminar parte de ese calor. En el caso de la secadora convencional sin ventilación, el calor sobrante se expulsa al exterior.

Las secadoras convencionales usan mucha más energía que otros electrodomésticos: la secadora convencional consume casi un megavatio por hora al año, mientras que los frigoríficos –que un día fueron el aparato que más consumía de la casa– consumen la mitad. Los fabricantes de secadoras termodinámicas aseguran que son un 50% más eficientes.

Aunque las secadoras termodinámicas son más eficientes respecto a la energía que las secadoras de resistencias eléctricas convencionales, su elevado coste no se ha visto recuperado por el ahorro en su funcionamiento, en la mayoría de los casos. Un estudio de Steve Meyers, Victor Franco, Alex Lekov, Lisa Thompson, and Andy Sturges del laboratorio Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, California (EE.UU.), titulado *¿Tienen las secadoras termodinámicas futuro en el mercado de Estados Unidos?*, averiguó que, aunque cuando un producto es más caro se asume que será más productivo, las secadoras termodinámicas son solo rentables en un pequeño porcentaje de hogares de EE.UU. Estimaron que sería necesario un coste del producto de aproximadamente 740 dólares para que fuera rentable para un 20% de los hogares. Sin embargo, para que las secadoras termodinámicas llegaran a un 20% de cuota de mercado sería necesario un precio por debajo de 740 dólares. En este momento no se sabe si un mayor desarrollo tecnológico hará posible la reducción del precio, pero si los precios de la electricidad aumentan rápidamente, la situación cambiará.

## Alumbrado de gran eficiencia

### Índice de Contenidos

#### **Introducción**

Para conocer como ahorrar energía con sistemas de alumbrado, es necesario conocer los conceptos que hacen referencia a cuánta luz es producida.

**Foot-candle o vela:** Una tipo de medida de la luz producida es el *foot-candle*. (|PC2L-1)Corresponde a la cantidad de luz emitida por una vela a una distancia de un pie de la misma. Si una luz que produce 100 *foot-candles*, eso significa que a un pie de la luz, se recibirá la cantidad de luz equivalente a 100 velas. Cuanto más alejemos la luz de aquello que queremos iluminar, menos será la intensidad, puesto que la luz se habrá extendido sobre un área mayor. La intensidad de la luz o el brillo no cambia en la fuente, pero la disponible o medible disminuye con la distancia.

La intensidad de la luz es inversamente proporcional a la distancia a la que se encuentra la fuente. Puesto que la cantidad de luz que produce un aparato de alumbrado no cambia, se debe mover la luz o añadir otra fuente si se quiere aumentar

la cantidad de luz sobre un objeto. El hecho de acercar un fuente de luz no aumenta el consumo de energía, pero usar más aparatos de iluminación sí.

**Lumen:** Otra unidad de medida de la intensidad luminosa es el lumen. Es útil puesto que mide la cantidad de luz sobre una superficie. Un lumen es la cantidad de luz que equivale a un *foot-candle* sobre un área de un pie cuadrado. Una luz que produce 10 lúmenes tendrá una intensidad luminosa de 10 *foot-candles* si ilumina un área de un pie cuadrado, o de un *foot-candle* si está iluminando un área de 10 pies cuadrados.

(|PC2L-5)Supongamos que tenemos un banco de trabajo de 10 pies cuadrados que requiere una intensidad luminosa de 40 *foot-candles*. Entonces, el sistema de iluminación tendrá que tener una capacidad de 400 lúmenes; eso es, 40 *foot-candles* por 10 pies cuadrados.

(|PC2L-3)**Bujía:** Se usa normalmente para medir la luz que emite una fuente. Sin embargo, puede convertirse en lúmenes fácilmente: (|PC2L-4)una bujía equivale a 12,67 lúmenes. Normalmente, la cantidad de luz disponible en un lugar concreto se mide en *foot-candles* con un luminómetro portátil.

### ***Evaluación del uso de la luz***

Los sistemas de iluminación comerciales e industriales gastan, normalmente, una cantidad de energía considerable. El primer paso en una evaluación del consumo de energía de un sistema de iluminación es determinar que tipo de sistema usa el edificio. Se pueden usar prismáticos para identificar las luces que se encuentren en techos muy altos, especialmente las fluorescentes. También se puede comprobar qué tipo de bombillas se usan, mirando cuales tienen de repuesto en los almacenes. La producción de luz de una fuente se suele medir en lúmenes. Los lúmenes por vatio expresan la cantidad de energía producida por la cantidad de energía de entrada. Cuando mayor sean los lúmenes por vatio, más eficiente será el aparato de iluminación.

La [Tabla 1](#) muestra los lúmenes por vatio de distintos tipos de sistemas de iluminación. También muestra el tiempo necesario para que la luz llegue desde el momento en que se enciende (tiempo de reencendido) y el tiempo requerido para que la luz alcance su mayor potencia. Como muestra la [Tabla 1](#), algunos tipos de luces tardan un tiempo considerable en llegar a su punto de potencia máxima. También muestra el tiempo de vida medio para cada uno de los tipos. (|PC2LL-4)(|PC2LL-3)(|PC2LL-2)(|PC2LL-1)

**Tabla 1. Características de las fuentes de luz comunes**

Tipo	Color	Lúmenes/ Vatio	Encendido (Minutos)	Potencia máxima (Minutes)	Vida media (1000 Horas)
Incandescente	Amarillo cálido	8-24 <sup>1</sup>	Instantáneo	Instantáneo	0.75-3.5
Fluorescente	Varios	60-100	Instantáneo	Instantáneo	7.5-20
Vapor de mercurio	Blanco azulado; tiende a verde con el tiempo	35-55	3-7	3-7	10-24
Haluro de metal	“Blanco”; cierto cambio de color con el tiempo	60-110	7-15	2-5	6-20
Vapor de sodio, alta presión	Amarillo-naranja	40-125	2-6	1-2	7.5-24
Vapor de sodio, baja presión	Amarillo	70-180	Instantáneo	7-15	10-18
Diodo fotoemisor (LED)	Cualquier color	75	Instantáneo	Instantáneo	50 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Las lámparas incandescentes más comunes producen aproximadamente 17 lúmenes/vatio.

<sup>2</sup>La vida útil de un LED es el tiempo que tarda la potencia luminosa inicial en verse reducida al 30%.

Un tipo de sistema de iluminación comercial muy común es la luz fluorescente. La [Tabla 2](#) muestra que existe una variación importante en la eficiencia de las luces fluorescentes. Por ejemplo un aparato de iluminación fluorescente T8 usa solo el 56% de la energía que consume un fluorescente estándar, pero genera la misma potencia luminosa.

**Tabla 2. Variaciones en los tipos de lámparas y aparatos de luz fluorescente**

Tipo de lámpara	Tipo de balasto	Consumo de energía relativo comparado con una lámpara estándar y un balasto magnético
Estándar	Magnético estándar	100%
Estándar	Magnético eficiente	87%
Estándar	Electrónico	75%
Eficiente	Magnético estándar	90%
Eficiente	Magnético eficiente	80%
Eficiente	Electrónico	68%
T8	Electrónico compatible	56%

Los diodos fotoemisores (LED) existen desde los años 60. Al principio solo podían encontrarse en distintos colores. Sin embargo, en 1963 se desarrolló un LED de color blanco. Desde entonces, la tecnología ha avanzado significativamente. Los LED actuales tienen muy distintas aplicaciones, tales como en luces traseras, pistas de aeropuerto, linternas, semáforos y todas aquellas en las que se necesite una luz de larga duración y eficiencia. Como se puede comprobar en la [Tabla 1](#), los LED son muy eficientes ya que emiten 75 lúmenes por vatio. También tienen una vida muy duradera, puesto que se degradan con el tiempo, en vez de dejar de funcionar. La vida útil de un led se define como el tiempo que tarda la emisión de luz inicial en degradarse en un 30%, y ese tiempo suelen ser 50.000 horas. Por lo tanto tras 50.000 horas un LED aún produce un 70% de su luz.

La selección del tipo de luz adecuado y del nivel de luminosidad puede ayudar a ahorrar energía de forma significativa. Por ejemplo, como se muestra en la [Tabla 1](#), las lámparas de vapor de sodio de baja presión proporcionan más de 180 lúmenes por cada vatio de energía consumida. Comparando esto con las luces incandescentes, que producen como mucho 24 lúmenes por vatio, se comprueba que las luces incandescentes consumen 7,5 veces más energía que las de vapor de sodio de baja presión. Los sistemas de alumbrado menos eficientes también producen más energía en forma de calor, lo que aumenta el uso del aire acondicionado.

Como se ve en la [Tabla 2](#), la elección de una lámpara fluorescente y de un balasto pueden tener un efecto importante en el consumo energético. Por ejemplo,

supongamos que se cambia de una lámpara fluorescente estándar con balastos magnéticos a una lámpara fluorescente T8 con balastos electrónicos. De ese modo, se puede reducir el consumo de energía y el calor que se desprende al espacio condicionado en un 44%, manteniendo el mismo nivel de iluminación,

La necesidad de luz tiene que ser considerada al seleccionar el tipo de lámpara que se va a usar. Por ejemplo en áreas de poco uso se podrían reemplazar las lámparas de vapor de sodio de alta presión por fluorescentes. Aunque los fluorescentes sean menos eficientes, su tiempo de reencendido es instantáneo. (IPC2LL-6) Las lámparas de vapor de sodio, tardan mucho en calentarse y por eso se suelen dejar encendidas de forma continua, lo que resulta en un mayor consumo de energía. El hecho de que tengan un tiempo de reencendido mayor las hace una opción menos adecuada para áreas de poco uso, en términos del consumo total de energía.

Para determinar el nivel de iluminación para un área en concreto, use un luminómetro portátil y así medir la cantidad de energía disponible. Sujete el luminómetro a la altura de trabajo. Consulte la [Tabla 3](#) para el nivel de iluminación recomendado para la aplicación. Para más información consulte las pautas de la Asociación de Luminotecnia de Estados Unidos en <http://www.ies.org/>. (IPC2LLL-3)(IPC2LLL-2)(IPC2LLL-1)

**Tabla 3. Requisitos comunes de iluminación<sup>1</sup>**

<b>Tipo</b>	<b>Foot-candles</b>
Montaje y revisión	20-50
Simples	50-100
Moderados	100-200
Complejos	200-500
Muy complejos	500-1000
Talleres mecánicos	200-500
Sala de control	20-100
Sala de equipos	20-50
Almacén:	
Inactivo	5-10

Activo:	
Artículos pequeños	10-20
Artículos grandes	20-50
Pasillos y vestíbulos	10-20
Oficina	40-100

<sup>1</sup>Para más detalle, consultar pautas del IES.

Se encontrará con algunas áreas con demasiada iluminación, sobre todo los espacios de almacenamiento, cámaras congeladoras y pasillos. Algunas estrategias para reducir el uso de la luz son:

- ▶ Retirar lámparas (en el caso de los aparatos fluorescentes, el balasto continúa consumiendo energía).
- ▶ Modificar el cableado de los aparatos de iluminación para permitir una iluminación parcial.
- ▶ Instalar nuevos aparatos de iluminación, calculando un nivel de iluminación reducido.

El nivel de luz puede percibirse como un asunto relacionado con la felicidad y la salud, lo que significa que aunque un área supere el nivel de iluminación recomendado por el IES, reducir la luz iría contra la cultura del lugar.

Las lámparas fluorescentes de hoy en día son extremadamente resistentes y versátiles. Pueden funcionar a temperaturas ambiente inferiores a los 0° F (17,7° C), se pueden usar en lugares de dos alturas y pueden atenuarse sin reducir la vida de la lámpara. A día de hoy, este tipo de lámparas funcionan sin parpadear y con una distorsión armónica de menos del 5% y un factor de potencia mayor de 90%. Sin embargo, pueden surgir problemas si en las mismas instalaciones tenemos lámparas fluorescentes estándar y T8. Aunque las lámparas fluorescentes comunes encajan en aparatos para T8, los balastos no son compatibles.

Una forma fácil y rápida de ajustar los dispositivos luminosos para una mayor eficiencia sería la de sustituir las lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas.

Sustituya los dispositivos incandescentes de techos altos con lámparas de vapor de sodio de alta presión en aquellas zonas donde el color de la luz no sea importante. A algunas personas puede no gustarles el color amarillo-naranja de la luz. Este color puede no ser aceptable donde se necesite reconocer colores de forma adecuada; por ejemplo, en una zona de inspección de los productos. Sustituya los aparatos luminosos incandescentes con aparatos de haluro de metal en áreas donde el color sea importante. Las lámparas de haluro de metal ofrecen una luz blanca sencilla; pero no son tan eficientes como las lámparas de vapor de sodio de alta presión.

Las luces de vapor de mercurio son conocidas por su larga vida, pero estas lámparas pierden eficiencia con los años. Su producción de lúmenes va disminuyendo, pero continúan consumiendo la misma energía. Sustituya las lámparas de vapor de mercurio por unas más eficientes.

## Mejora del aislamiento

### Índice de Contenidos

El aislamiento ha de ser usado para ahorrar energía en 3 sistemas:

- ▶ La estructura
- ▶ Los conductos de aire acondicionado (en zonas sin aislamiento)
- ▶ El calentador de agua doméstica o en los depósitos de almacenamiento de agua caliente.

### ***Aislamiento de la estructura***

Sin duda, la mejor forma de reducir la energía consumida para el calor o enfriamiento de una estructura es eliminar las filtraciones de aire y asegurarse de que la estructura se encuentre bien aislada. (IPC21-3) Los sistemas de calefacción y refrigeración suponen de un 50% a un 70% de la energía gastada en la mayoría de los hogares. El aislamiento es rentable y es una de las mejores formas de ahorrar dinero en las facturas y recursos de energía limitados. el aislamiento también reduce la variación térmica de una estructura. Una temperatura uniforme en toda una estructura hace que sus ocupantes se sientan más cómodos. También hace que las paredes, techos y suelos estén más calientes en invierno y más fríos en verano. La cantidad de energía que se ahorra con el aislamiento depende de varios factores incluyendo el clima, el tamaño, la forma y la construcción de una estructura y lo hábitos de vida de los ocupantes.

El calor fluye de forma natural de espacios calientes a espacios más fríos. En invierno, el calor se mueve directamente de todas las zonas con calefacción en interiores, al exterior y a zonas sin calefacción adyacentes como áticos, garajes y sótanos. Durante el verano, el calor pasa del exterior al interior. Para mantener el confort, la pérdida de calor en invierno es reemplazada por el sistema de calefacción y el calor ganado en verano ha de ser eliminado por el de aire acondicionado. Mediante el aislamiento de techos, paredes y suelos se disminuye la necesidad de calor o frío, puesto que se interpone una resistencia al flujo de calor.

## ***Aislamiento del sistema de conductos***

Si los conductos del aire acondicionado no se aísla en aquellas zonas sin climatización, el calor pasará al interior del conducto. Esto reducirá la capacidad de enfriamiento del caudal de aire que pasa por los conductos y por lo tanto supondrá un mayor gasto energético. La condensación es otro problema importante de los conductos no aislados en zonas sin climatización. Si la superficie exterior del conducto sin aislar está más fría que el punto de rocío, la humedad en el espacio sin climatización se condensará en el conducto. Esta condensación tendrá como resultado mayores pérdidas de energía, daños por agua y formación de moho.

## ***Aislamiento de los calentadores de agua para uso doméstico***

(IPC2I-1) Se estima que el calentamiento de agua para usos domésticos consume entre un 10% y un 25% de la energía total que se usa en los hogares. Los restaurantes, lavanderías comerciales y otros lugares con un gran volumen de uso de agua caliente consumen aún más energía. Aunque los calentadores de agua instantáneos se están haciendo cada vez más conocidos, el tipo más común de calentador de agua doméstico es aún aquel que almacena el agua en un depósito. Estos sistemas almacenan de 40 a 120 galones (de 181 a 545 litros) o más de agua caliente hasta que sea usada. Este agua caliente pierde calor continuamente. El porcentaje de pérdida del calor dependerá de la temperatura del agua, de la temperatura del aire exterior que rodea el depósito y la cantidad y calidad del aislamiento del depósito de agua (su valor de transmitancia térmica total). A menos que el depósito de agua ya tenga un valor de transmitancia térmica de 24, mediante el aislamiento se puede reducir la pérdida de calor de un 25% a un 45% y se puede ahorrar más de un 11% en costes energéticos.

## ***Tipos de aislamiento***

Los colchones, las mantas, los aislantes de relleno y las espumas de baja densidad funcionan limitando el movimiento del aire. (Estos productos pueden ser más conocidos como fibra de vidrio, celulosa, icynene y poliestireno expandido). El aire sin movimiento es una forma efectiva de aislamiento porque elimina la convección y tiene poca capacidad de conducción. Algunas espumas, tales como el poliisocianurato, el poliuretano y el poliestireno extruido, se rellenan con gases especiales que proporcionan una resistencia adicional al flujo de calor. Los aislantes reflectantes funcionan reduciendo la cantidad de energía que viaja en forma de radiaciones.

### ***Transmitancia Térmica (U)***

El aislamiento se califica en términos de resistencia térmica, lo que se llama valor de transmitancia térmica (U), lo que indica la resistencia al flujo de calor. Cuando mayor sea el valor de transmitancia térmica, mayor será la efectividad del aislamiento. El valor de transmitancia térmica depende del tipo de material, su grosor y su densidad. Para calcular el valor U de una instalación con varias capas, es necesario sumar los valores U de todas las capas.

Si el aislamiento está comprimido no nos podrá proporcionar el valor de transmitancia térmica total. Esto puede darse si un aislante más pesado (denso) se instala sobre un aislante más ligero. También si se colocan colchones de un determinado grosor en una cavidad más estrecha, como por ejemplo si se usa aislamiento R-19, que tiene 6,25 pulgadas (15,9 cm) de grosor en una cavidad de una pared de 5,5 pulgadas (13,9 cm).

### *Ubicación del aislamiento*

El aislamiento colocado entre vigas, armazones y travesaños no retrasa la conducción del calor a través de ellos. Este flujo de calor es lo que se llama *puentes térmicos*. El valor U total de una pared o de un techo (donde hay puentes térmicos) será menor que el del propio aislamiento. Por eso es importante que el aislamiento del ático cubra la parte superior de las vigas y por lo que el aislamiento es también importante en paredes, en algunos casos. Los cortocircuitos a través de estructuras metálicas son mayores que a través de paredes con estructura de madera, debido al valor de transmitancia térmica de los pilarejos de metal en comparación al de los de madera. A veces el valor U total de una estructura de metal aislada puede ser la mitad del valor U del aislamiento.

Las distintas formas de aislamiento pueden usarse de forma conjunta. Por ejemplo, se puede colocar un colchón o un rollo de aislante sobre el aislante de relleno, o viceversa. (IPC2I-4) Normalmente, el material de mayor densidad (masa por unidad de volumen) no debe colocarse sobre el aislante de menor densidad, puesto que este se comprime con facilidad. De ese modo se reduciría el grosor del material que se encuentra debajo y disminuiría su valor de transmitancia térmica. Hay una excepción a esta regla general. Cuando las temperaturas del ático bajan por debajo de los 0° F (17,7°C), algunos aislantes de relleno, de baja densidad y de fibra de carbono permiten que el aire circule entre la parte superior del tejado y el ático, disminuyendo el efecto del aislamiento. Se puede eliminar esta circulación de aire cubriendo el relleno de baja densidad con una manda de aislamiento o con relleno de densidad más alta.

### *Aislamiento reflectante*

Los sistemas de aislamiento reflectante se fabrican con hojas de aluminio con una gran variedad de refuerzos tales como papel kraft, láminas de plástico, plástico de burbujas o cartón. La resistencia del flujo de calor dependerá de la dirección del mismo y este tipo de aislamiento es el más efectivo para reducir el flujo de calor. Los sistemas reflectantes se colocan normalmente entre las vigas del del tejado y del suelo o el entramado de las paredes. Si se usa tan solo una superficie reflectante frente a un espacio abierto, como un ático, se llama barrera radiante. Las barreras radiantes se instalan en edificios para reducir la ganancia calorífica en verano y las pérdidas de calor en invierno.

# Láminas de protección solar

## Índice de Contenidos

Las láminas de protección solar reducen los costes de energía reduciendo el calor y la luz que entra en una estructura a través de las ventanas. (IPC2SF-1) Pueden reducir las facturas de la luz en un 20% y el dinero invertido en ellas puede recuperarse en uno u dos años. Estas láminas también suponen puntos para la certificación LEED para edificios (<http://www.usgbc.org>) y por lo tanto se aumentaría el valor de la estructura. Mediante su uso se ahorra energía, se evitan emisiones de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) y ayuda a detener la subida de costes de la energía.

Las láminas solares comunes bloquean un 83% del calor del sol. Su uso también aumenta la seguridad. Los cristales rotos son una de las peligrosas consecuencias de las catástrofes, tanto de las naturales como de las causadas por el hombre. Muchas láminas solares están diseñadas específicamente para que mantengan el cristal roto en su sitio, evitando la posibilidad de heridas y daños materiales. Estas láminas también dificultan la entrada de vándalos o ladrones en la casa.

# Energía solar

## Índice de Contenidos

Durante los últimos 40 años se ha producido la llamada “revolución solar”, que apoya la idea de que un día todo el mundo usará la energía gratuita del sol. Es una promesa seductora. En un día soleado, los rállos del sol pueden producir aproximadamente 1.000 vatios de energía por metro cuadrado de la superficie del planeta. Si se pudiera recolectar toda esa energía se podría proporcionar energía a las casas y oficinas de forma gratuita. Por supuesto, no se puede recoger toda la energía que llega a la tierra y el rendimiento de captación no es del 100%. Sin embargo, existen dispositivos llamados *colectores solares*. Hay dos tipos de colectores solares: los que producen electricidad y los que producen calor en forma de líquido caliente o de aire caliente. Los colectores solares que producen electricidad se llaman *células solares* y los que producen calor se llaman *captadores solares térmicos*.

## **Células solares**

Las células solares de las calculadoras o de los satélites son un tipo de células llamadas células fotovoltaicas. (IPC2S-1) Las células fotovoltaicas sirven para, como su propio nombre indica (foto=luz, voltaica=electricidad), convertir la luz del sol en electricidad, directamente. Hace años se usaban solamente en el espacio, pero ahora tienen usos muy comunes. Se pueden agrupar en módulos fotovoltaicos, que son varias células conectadas eléctricamente y colocadas dentro de una estructura.

Las células fotovoltaicas están hechas con materiales especiales, llamados semiconductores. El silicio es el material semiconductor más común. Cuando la luz llega a una célula fotovoltaica, parte de ella es absorbida por el material semiconductor, y la energía de esta luz se transfiere por este material. La energía separa los electrones y les permite moverse libremente.

Las células fotovoltaicas tienen uno o más campos magnéticos que obligan a los electrones liberados por la absorción de la luz a moverse en cierta dirección. Este flujo de electrones es una corriente y, usando contactos metálicos en la parte superior e inferior de las células, la corriente puede ser extraída y usada en el exterior. Por ejemplo, la corriente puede usarse para hacer funcionar una calculadora. Esta corriente, junto con el voltaje de las células (que es el resultado de que estén colocadas en campos magnéticos), define la electricidad (o voltaje) que pueden generar las células.

Las células fotovoltaicas en módulos colocados, por ejemplo, sobre un tejado, convierten la luz del sol en corriente continua. Puesto que los equipos eléctricos de los edificios funcionan normalmente con 60 hercios de corriente alterna, es necesario usar un aparato llamado inversor para cambiar la corriente continua a alterna.

Los colectores solares normalmente no proporcionan la suficiente energía en algunos periodos del día, y pueden proporcionar demasiada en otros. El servicio público puede proporcionar electricidad en los periodos en los que no hay suficiente, y el exceso de electricidad se puede devolver a la compañía eléctrica. Para interconectar un sistema de energía solar o eólica con una red de electricidad pública, se usa un inversor tipo Grid-Tie para sincronizar la electricidad de 60 ciclos producida por el colector solar con la electricidad de 60 ciclos de la compañía. Si el sistema de energía solar produce un exceso de electricidad, el servicio puede permitir una medición neta o ingresar la medición del servicio del exceso de electricidad que se devuelve a la red. Si la demanda de electricidad excede la que produce el sistema solar, la compañía energética compensará la diferencia y proporcionará electricidad por la noche.

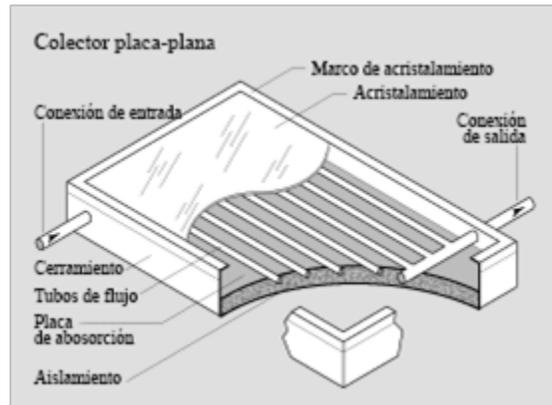
También existen sistemas de colectores solares con una reserva de batería pero son más costosos. Es más económico usar la electricidad de la compañía eléctrica como "batería", porque acepta el exceso de electricidad y proporciona la electricidad necesaria.

### ***Captadores solares térmicos***

(IPC2S-2) Los captadores solares térmicos toman la energía del sol y convierten en insolación solar (energía solar) en calor. La energía térmica se transfiere a aire o a líquido como agua o una solución de anticongelante. La energía térmica puede usarse en sistemas solares de calentamiento de agua, en calentadores de piscinas o para calentar un espacio. Los tipos de captadores solares térmicos incluyen los colectores solares planos y los colectores tubulares de vacío. Para las aplicaciones domésticas o comerciales que requieren temperaturas por debajo de los 180° F (82,22° C) se usa normalmente un colector plano, mientras que para aquellas que necesitan más de 180° F se usan colectores tubulares de vacío o colectores concentradores.

## **Colectores planos**

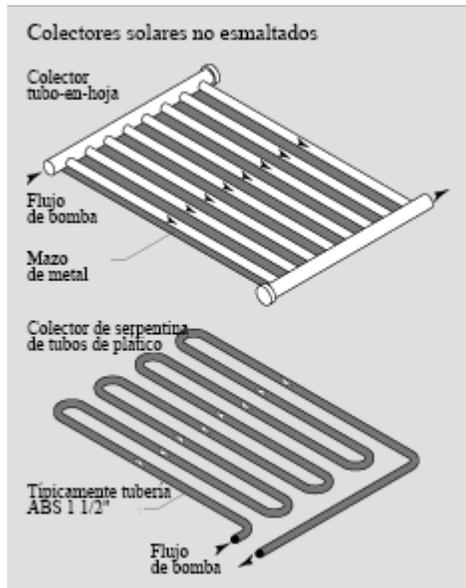
Los colectores planos son los colectores solares más comunes para calentar agua doméstica potable y para calentar espacios. (IPC2S-4) Normalmente consisten en una caja de metal con aislamiento con una cobertura de cristal o plástico y una placa de color negro. Estos colectores calientan líquido o aire a temperaturas de hasta 180° F (82,22° C)



**Figura 3. Colectores planos para calentar agua de uso doméstico y calefacción central de espacios**

## **Colectores solares planos de líquido**

Los colectores solares planos calientan el líquido cuando pasa por unos tubos en el interior o adyacentes a la placa absorbente. Los sistemas más simples usan agua potable de uso doméstico que se calienta cuando pasa directamente a través del colector y después se dirige a la casa. El calentamiento solar de piscina también usa la tecnología de los colectores planos, pero estos no tienen la cobertura de vidrio o plástico que se muestra en la siguiente imagen.



**Figura 4. Colectores solares sin cobertura usados en el calentamiento de agua de piscinas**

### ***Colectores solares planos de aire***

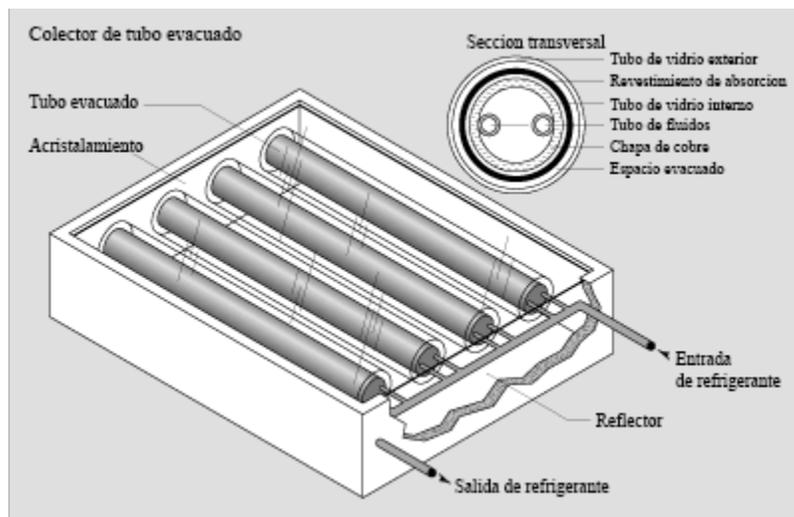
Los colectores de aire planos se usan principalmente para calentar espacios. Las placas absorbentes en estos colectores pueden ser pantallas de hojas metálicas o de materiales no metálicos. El aire fluye a través del material absorbente por convección natural o por convección causada por un ventilador. Los colectores de aire son menos eficientes que los de líquido, normalmente, pero son mucho más simples.



**Figura 5. Colectores de aire usados para el calentamiento de espacios**

### **Colectores tubulares de vacío**

(IPC2S-5) Los colectores tubulares de vacío pueden alcanzar temperaturas extremadamente altas (normalmente alrededor de los 0° F), haciéndoles de este modo más apropiados para aparatos de refrigeración que funcionan con calor, como los refrigeradores por absorción, así como para procesos industriales y comerciales. Sin embargo, este tipo de colectores son más caros que los planos; cada unidad cuesta el doble que las de los colectores planos.



**Figura 6. Los colectores tubulares de vacío son más eficientes para altas temperaturas**

(IPC2S-11) Los colectores tubulares de vacío se fabrican con líneas paralelas de tubos de cristal transparentes. Cada tubo contiene un tubo de cristal exterior con una

superficie de metal absorbente. La superficie absorbente se cubre con una capa que absorbe la energía solar pero que evita la pérdida de calor. El aire se elimina o se evacua del espacio que hay entre la superficie absorbente y el tubo exterior de cristal, lo que proporciona calor mientras elimina las pérdidas térmicas por convección o por conducción.

## Calentadores solares de agua potable de uso doméstico

### Índice de Contenidos

(IPC2S-12)Un calentador solar de agua para uso doméstico puede reducir la necesidad de un calentador de agua convencional en dos tercios. Un calentador de agua solar minimiza los gastos en electricidad o combustibles fósiles usados para calentar el agua y reduce el impacto ambientales

La mayoría de los calentadores de agua solares para edificios residenciales tienen dos partes: un colector solar y un tanque de almacenamiento del agua caliente. El colector más común para los calentadores de agua solares es el colector plano, porque es menos caro y más efectivo. Un colector convencional sin cobertura puede calentar el agua doméstica a una temperatura de 180° F (82,22° C). En los calentadores de agua solares el sol calienta el agua potable directamente o usa un circuito térmico con fluido anticongelante que transfiere el calor viajando a través del colector. El agua caliente se almacena en un tanque, lista para su uso, con un sistema convencional que proporcionaría más calor si fuera necesario. El tanque puede ser un calentador de agua estándar modificado, pero más grande y con un mejor aislamiento. Los calentadores de agua solares pueden ser activos o pasivos, pero los sistemas activos son los más comunes.

### ***Calentadores solares de agua activos***

Los calentadores solares de agua activos funcionan mediante bombas de calor eléctricas y controladores que mueven el agua u otros fluidos a través de los colectores. Los tipos de calentadores solares de agua activos son:

- ▶ **(IPC2S-6)Sistemas de circulación directa:** usan bombas para mover el agua potable a presión a través de los colectores, directamente. Estos sistemas son adecuados para zonas que no se congelan durante periodos largos de tiempo y que no tienen agua dura o ácida. Estos sistemas no están aprobados por la Corporación de clasificación y certificación solar (SRCC, una organización independiente) si necesitan electricidad para prevenir la congelación. La razón es que, si el sistema mueve agua caliente del tanque para prevenir que los colectores o las tuberías se congelen, gastarán una gran cantidad de energía.

- ▶ **(IPC2S-7)Sistemas de circulación indirecta:** bombea fluidos transmisores de calor como el glicol a través de los colectores. Los intercambiadores de calor transmiten el calor del fluido al agua potable. Algunos de estos sistemas tienen protección contra el sobrecalentamiento, lo que protege al colector y al fluido transmisor de calentarse demasiado cuando la carga es baja y la intensidad de la radiación solar alta. La concentración de glicol depende de la temperatura mínima que se espera. El glicol es normalmente propilenglicol de uso alimentario, porque no es tóxico. Si se usa un fluido anticongelante tóxico, como el etilenglicol, hace falta usar un intercambiador de calor de pared doble para asegurar que los productos tóxicos no se filtran al agua potable.
- ▶ **(IPC2S-8)Sistemas *drain-back*** usan bombas para mover el agua a través de los colectores, El agua del circuito colector va directa a un tanque de reserva cuando la bomba se para. Esto hace que este sistema sea una buena elección para climas más fríos. Los sistemas *drain-back* deben instalarse de modo que los tubos por los que va el agua bajen verticalmente y permitan que todo el agua se drene. Puede resultar complicado conseguir esta configuración en algunas circunstancias.

### ***Calentadores solares de agua pasivos***

Los calentadores solares de agua pasivos se aprovechan de la gravedad y de la tendencia del agua caliente a ascender (puesto que tiene mayor densidad) y del agua fría a descender (porque es menos densa). Esto causa que el agua de un circuito diseñado correctamente circule de forma natural y que se estratifique mientras se calienta. En los calentadores solares de agua pasivos, la depresión térmica hace que el agua fluya de abajo a arriba, de un colector al tanque de almacenamiento. Estos calentadores no tienen componentes eléctricos y generalmente, son más fiables, fáciles de mantener y posiblemente tengan una vida útil más largas que los sistemas activos. Los dos tipos más conocidos de sistemas pasivos son:

- ▶ **Sistema de almacenamiento con colector integral:** consiste en uno o más tanques de almacenamiento situados en una caja con aislamiento y un lado acristalado de cara al sol. Estos sistemas son perfectos para climas en los que las temperaturas no llegan a niveles de congelación. Son adecuados para el ámbito doméstico con necesidades durante el día y antes de media noche. No son adecuados para el ámbito doméstico en que la necesidad de agua caliente se produzca de madrugada, porque de ese modo perderían la mayor parte de la energía obtenida durante la noche.
- ▶ **Sistema de circulación por termosifón:** dependen de la convección natural del agua caliente para mover el agua a través de los colectores solares y llevarla al tanque de almacenamiento. El tanque debe estar colocado unos metros por encima del colector. La salida de agua caliente del colector (por la parte de arriba del colector) debe llegar a la parte de abajo del tanque, y la entrada de agua fría debe producirse de la parte de abajo del tanque a la parte de arriba del colector. De forma alternativa, si hay problemas de espacio, se puede usar un tubo de inmersión para pasar agua fría de la parte de abajo del tanque y devolverla de la parte de arriba del tanque al colector. Como el agua se calienta

en el colector solar, se hace más ligera y sube de forma natural a la parte de arriba del tanque. Mientras tanto, el agua más fría baja de la parte de abajo del tanque a la parte de arriba del colector. Algunos fabricantes ocultan el tanque en la parte de arriba de la casa. Los sistemas indirectos de circulación por termosifón (que usan un fluido de glicol en el circuito del colector) pueden instalarse en climas que lleguen a temperatura de congelación.

## Calentadores solares de piscinas

### Índice de Contenidos

Los calentadores solares de piscina pueden usarse en piscinas y spas. Los sistemas solares para calentar el agua de las piscinas usan el propio sistema de filtrado de la piscina para bombear el agua a través de los colectores solares. El calor del sol se transfiere directamente al agua de la piscina. Los colectores solares para calentar el agua de piscinas funcionan a temperaturas ligeramente más cálidas que el aire del entorno. Estos colectores se fabrican, normalmente, con materiales baratos, sin acristalar y de baja temperatura, como por ejemplo, un plástico creado a estos efectos. Los colectores solares con acristalamiento no suelen usarse para calentar el agua de las piscinas, excepto en el caso de piscinas interiores, jacuzzis o spas en climas fríos. En algunos casos extraños, se usan colectores sin acristalar de cobre o de cobre y aluminio. El problema de este material es que el cloro del agua de la piscina puede hacer que el cobre se filtre a la piscina y decolorar las superficies de la piscina. Del mismo modo, el aluminio puede corroerse cuando se expone al cloro. Para evitar estos problemas, se recomiendan colectores de plástico.

(IPC2S-10) En el caso de un uso residencial, el objetivo es, normalmente, extender la temporada de uso de la piscina a la primavera y al otoño. Estos usos requieren un colector solar de un tamaño del 50% al 100% del área de la piscina. En general, cuantos más metros cuadrados tenga el colector, más se podrá alargar el uso de la piscina durante el año y más frío podrá estar el aire exterior. Se puede usar un cobertor para la piscina para reducir la pérdida de calor de forma eficiente y ayudar a mantener el agua a una temperatura cálida.

La única parte móvil de un calentador de agua de piscina es la válvula divergente. Esta válvula controla la circulación de agua a través del circuito del colector. Si la temperatura del colector es suficientemente mayor que la de la piscina, la válvula desvía agua del sistema de filtrado a través del circuito del colector. La válvula permite al agua pasar dos veces por el colector solar por la noche o en temporada de lluvia. Algunos sistemas más pequeños funcionan manualmente o sin temporizadores. Los sistemas más grandes funcionan con sensores y controles electrónicos.

# Sistemas de enfriamiento

## Índice de Contenidos

### ***Torres de refrigeración***

Se puede ahorrar energía en las instalaciones con torres de refrigeración mejorando los ventiladores y la estructura de la torre. Los ventiladores de las torres de refrigeración suelen funcionar a una velocidad constante de 60 hercios, o si no, con un motor de dos velocidades. Se puede conseguir un gran ahorro energético instalando mandos de velocidad variable en los motores de los ventiladores de las torres de refrigeración. El ahorro depende de las condiciones climáticas del entorno (temperatura de termómetro húmedo) de la torre y de las cargas de refrigeración.

Las torres de refrigeración funcionan empujando el aire a través de la torre y usando los ventiladores para enfriar el agua que entra. Para hacer que los ventiladores sean más eficientes, en términos de eficiencia, se puede instalar controladores de velocidad variable que cambian la velocidad del ventilador, manteniendo la temperatura elegida del agua que sale de la torre. Cuando la demanda de enfriamiento es baja, los ventiladores de la torre pueden funcionar a menor velocidad y, por lo tanto, consumir menos energía. Los ventiladores de las torres de refrigeración pueden incluso apagarse cuando las condiciones del aire del entorno son suficientes para enfriar el agua, sin la ayuda de los ventiladores. Cuando los ventiladores están apagados, el consumo de energía se ve reducido de forma importante, puesto que solo se consumiría para mover el agua a través de la t

La optimización de la torre de refrigeración reduce el consumo de energía y puede resultar, también, en agua más fría para refrigerar. Reduciendo la temperatura del agua refrigerante se aumenta la eficiencia del refrigerador. La mejora en el rendimiento del refrigerador es de un 1% por cada grado que baja la temperatura del agua,

Uno de los métodos más comunes e ineficientes para controlar un ventilador o una bomba es restringir el flujo. Si la presión sube, el caudal disminuye. Sin embargo, el trabajo que requiere mover este caudal reducido es mayor que el que requerirían un ventilador o una bomba de menor tamaño. En vez de disminuir el flujo para conseguir que la presión baje y se reduzca el caudal, sería mejor una bomba o ventilador de tamaño adecuado. Si se necesita que el caudal sea variable, sustituya el control regulador de la bomba o del ventilador por un control de velocidad variable de estado sólido.

Aunque es menos común, el control de derivación puede ser un método extremadamente ineficiente para controlar el caudal y debería ser reemplazado con un control de velocidad variable de estado sólido. Los controles de velocidad variable proporcionan un gran ahorro energético.

(IPC2CT-3)El ahorro que se consigue gracias a los controles de velocidad variable cambia, obviamente, dependiendo de las condiciones. Sin embargo, estos controles se

amortizan en un año o dos, cuando se usan para reemplazar un control regulador que funciona con el 60% o el 70% del caudal total, la mayor parte del tiempo. Las consecuencias de que el ventilador o la bomba varían su velocidad han de ser evaluadas cuando se considera esta medida. Tenga cuidado al colocar controles de la velocidad variable en las bombas de turbinas. Si se daña un armónico, puede producirse una vibración en algunas frecuencias. Además, las bombas centrífugas, de turbinas y axiales y los compresores están diseñados para ser eficientes dentro de un pequeño rango de funcionamiento, por lo que los controles de velocidad variable tendrían una aplicación limitada.

### ***Sistemas de enfriamiento por evaporación (Enfriador por aire húmedo)***

Cuando el agua pasa de estado líquido a gaseoso, genera unos 1.000 BTU de enfriamiento por cada libra (medio kilogramo) de agua. En áreas donde la humedad es baja pero la temperatura ambiente es alta, este tipo de sistemas de enfriamiento por evaporación puede usarse para enfriar espacios interiores. Sin embargo, aumenta el nivel de humedad en los espacios interiores. Los sistemas de refrigeración que dependen de esta tecnología se conocen como de "aire húmedo". En un enfriador por aire húmedo corriente, se rocía agua en el caudal de aire para enfriarlo. Otro método consiste en colocar una superficie porosa y húmeda en el caudal de aire.

Al ser este un proceso que aumenta el nivel de humedad, solo funciona si el nivel de humedad del que se parte se encuentra por debajo del nivel máximo de humedad que permite comodidad. La humedad ha de controlarse para que sea posible mantener a niveles lo suficientemente bajos como para evitar la generación de moho, lo cual suele estar por debajo del 55% de humedad relativa. Se aplica del mismo modo para los sistemas de rociado para exteriores.

Otro tipo de sistema de enfriamiento por evaporación son las balsas de tejado. Gran parte de la carga térmica de un edificio proviene del tejado. Una balsa en el tejado ayudaría a disminuir la temperatura del mismo, puesto que el agua se enfría cuando se evapora a causa del sol o del viento. Rociar agua en el tejado tendría el mismo efecto.

### ***Sistemas de enfriamiento pasivos***

Los sistemas de enfriamiento pasivos han de usarse siempre que sea posible ya que no gastan energía y no tienen piezas que den fallos. El sistema de enfriamiento pasivo más simple es la colocación de árboles que den sombra alrededor de la estructura. Otras formas de ahorrar energía son abrir una ventana por la noche o usar un sistema economizador automático (que permita que el aire del exterior entre cuando es más frío). Las chimeneas solares se usan mucho en algunas zonas. Aprovechan que el aire más caliente asciende en la estructura para eliminar el calor e introducir aire más frío en la estructura a nivel del suelo. Los toldos los porches cerrados también protegen de la insolación solar directa, y por lo tanto minimizan la carga térmica.

El almacenamiento térmico es otro método de disminuir tanto la carga térmica como la refrigerante. Los sistemas de almacenamiento por cambio de fase se usan en las

estructuras comerciales para reducir la carga térmica o refrigerante del sistema, y permitiéndose, de ese modo, usar una unidad más pequeña. Por ejemplo, una unidad de refrigeración más pequeña puede usarse por la noche para hacer hielo. El hielo se usa entonces para enfriar el agua, además del refrigerador durante la parte más cálida del día o cuando la iglesia está llena de gente. Un método habitual de almacenamiento térmico pasivo es la construcción de estructuras residenciales con materiales que almacenan la energía. Por ejemplo, las casas de bloques de cemento tardan más en calentarse por el sol que las de madera.

### ***Sistemas de bombas de calor por circuito geotérmico y fuentes de agua***

Los sistemas de aire acondicionado bombean el calor del interior (evaporador) al exterior (condensador) para proporcionar frío, de ahí el término enfriamiento por bomba de calor. Desde el punto de vista del rendimiento, cuando más frío esté el condensador durante el proceso de refrigeración, mejor será el rendimiento; es decir, mayor será la cantidad de frío para una determinada cantidad de energía consumida. El objetivo es siempre que el condensador funcione cuanto más frío mejor. Se puede usar un condensador de agua en vez de uno de aire. Este método se usa en refrigeradores que funcionan con torres de refrigeración, porque el agua que se evapora en la torre de refrigeración reduce la temperatura del agua restante. Esta acción resulta en un condensador en funcionamiento más frío y por lo tanto, en una mejora del rendimiento.

Una torre de enfriamiento para un edificio residencial o para un pequeño comercio no es práctica. Sin embargo, existe otra forma de disminuir en gran medida la temperatura del condensador y consiste en el uso de agua subterránea, agua de un lago o el propio suelo, para enfriar el condensador. El agua de un lago, manantial y la subterránea siempre está más fría que el aire en verano más caliente que el aire en invierno. Por lo tanto, enfriar un condensador con agua de una de esas fuentes durante el uso de un aparato de aire acondicionado puede ahorrar energía y dinero. Del mismo modo, calentar el evaporador usando una de esas fuentes durante el periodo de uso de la calefacción (funcionamiento de la bomba de agua) también puede ayudar al ahorro. El hecho de que se obtenga un ahorro depende de la energía que se utilice para bombear el agua a través del serpentín (intercambiador de calor agua-refrigerante). Otros costes pueden ser aquellos relacionados con el mantenimiento y el ciclo de vida de los componentes. Para los componentes como bombas, tuberías y el intercambiador de calor agua-refrigerante, la corrosión biológica o de otro tipo, puede ser un problema.

Si no hay una fuente de agua disponible, se puede enterrar un circuito geotérmico en el suelo para extraer el frío. El circuito geotérmico es un gran circuito de tuberías, enterrado en el suelo que (en modo de enfriamiento) extrae energía del suelo adyacente a las tuberías. El agua que circula por el circuito se usa para enfriar el condensador de un aparato de aire acondicionado. Puesto que el contacto térmico con el suelo seco no es muy bueno, es necesario que se use una gran cantidad del circuito. Un ingeniero térmico habrá de determinar qué cantidad. Se ha comprobado que el calor y enfriamiento del circuito comprime el suelo adyacente. En algunos casos esta

compresión da lugar a un pequeño hueco de aire entre las tuberías y el suelo, lo que reduce el rendimiento del sistema.

## Sistemas de calefacción de vapor

### Índice de Contenidos

Los siguientes son consejos de conservación de la energía para sistemas de calefacción por vapor.

- ▶ (IPC2SH-1) Las pequeñas pérdidas en el sistema pueden suponer un gasto importante de energía. Estas pérdidas pueden darse debido a juntas defectuosas en los purgadores. Un agujero de 1 a 8 pulgadas (de 2,50 a 20 centímetros) en un sistema de este tipo puede hacer perder 600.000 BTU al año de vapor en un sistema de 100 libras por pulgada cuadrada (7 kilogramos por  $\text{cm}^2$ ).
- ▶ Verificar que el sistema está funcionando con la temperatura correcta de la chimenea. Se produce un 1% de descenso de la eficiencia de la caldera por cada 40° F (4,4° C) de aumento en la temperatura de la chimenea. (IPC2SH-3) La temperatura óptima de la chimenea es, normalmente, de 50° a 100° F (de 10° a 37,8° C) sobre la temperatura del vapor saturado a la presión de funcionamiento de la caldera. Un registro de la temperatura de la chimenea tras la puesta a punto de la caldera ofrece medios más precisos para determinar la temperatura óptima a la que tiene que estar la chimenea. (IPC2SH-4) Las altas temperaturas sugieren poca transferencia de calor (superficies sucias en el intercambiador de calor) o demasiada combustión de aire. (IPC2SH-5) Una temperatura de la caldera por debajo de 275° F (135° C) puede provocar corrosión por la condensación.
- ▶ Limpiar la caldera para eliminar la suciedad por el contacto con el agua y el fuego. El hollín puede eliminarse con un cepillo a la hora del mantenimiento ordinario. La costra del lado del agua puede requerir un tratamiento con productos químicos si el depósito es duro.
- ▶ Puesto que el agua se evapora en forma de vapor, los sólidos del agua permanecen en disolución y para evitar que lleguen a niveles excesivos, el agua de la caldera se extrae y se reemplaza con agua nueva. Es lo que se llama “extracción”. La diferencia de temperatura entre el agua de reemplazo y la caldera caliente supone una pérdida de energía. Para minimizar esta pérdida, la extracción debe realizarse justo para minimizar los sólidos disueltos a un nivel aceptable. El porcentaje de extracción continuada depende de la calidad del agua que se introduce y de la cantidad de la recuperación del condensado.
- ▶ Los purgadores se diseñan normalmente para alcanzar un nivel de contrapresión máximo. Si la contrapresión del sistema en el momento es mayor que la original, el purgador no podrá cerrarse y puede que falle cuando esté abierto. En el caso de que falle, transfiere vapor al sistema de retorno. Este vapor aumenta la contrapresión en otros purgadores del sistema haciendo que fallen. Cuando el

vapor es inducido a la tubería de retorno, fluye sobre el condensado, causando, finalmente, una turbulencia que crea una masa o “bloque” de vapor condensado que llena la tubería. El bloque de vapor condensado puede moverse a través del sistema de tuberías a la misma velocidad que el vapor normal hasta que encuentra un cambio de dirección. Esta energía se transfiere a una fuerza llamada “golpe de ariete”. Puede resultar difícil identificar filtraciones en los purgadores y fallos cuando se abren o cierran. Cuando están bien diseñados y reciben mantenimiento, los purgadores eliminan el vapor condensado y purgan el aire. (IPC2SH-6) Si su cliente tiene un sistema de calefacción por vapor, anímele a identificar y reparar los purgadores que no funcionan correctamente y a que considere instalar purgadores termostáticos con salida.

## Sistemas de compresión de vapor

### Índice de Contenidos

Los siguientes son trucos para la conservación energética para sistemas de aire acondicionado, refrigeración y congelación de compresión de vapor

- ▶ (IPC2VC-1) La energía consumida por el compresor baja de un 1% a un 5% por cada grado Fahrenheit que disminuye la altura de presión del compresor.
- ▶ (IPC2VC-2) La energía consumida por el compresor baja de un 2% a un 3% por cada grado Fahrenheit que sube la presión de aspiración.
- ▶ Un sistema de compresión de vapor de dos etapas tiene tres presiones diferentes mantenidas por compresores de alta y baja presión. Elija la presión intermedia de modo que cada compresor tenga la misma ratio de presión y así minimizar el uso de energía.
- ▶ Evite el uso de reguladores de presión de evaporación para controlar la presión de aspiración para alojar una porción importante de la carga. Este tipo de reguladores controlan varias cargas de refrigeración dentro de un mismo sistema. Las cargas que requieren de una presión de aspiración menor pueden separarse de aquellas que requieran de una presión de aspiración mayor.
- ▶ Tenga en cuenta el intercambio de la carga durante periodos de un gran uso de energía o el almacenamiento térmico durante periodos de poco uso, para reducir la demanda total de energía.
- ▶ (IPC2VC-4) Aumente la capacidad de condensación para reducir la presión de descarga.
- ▶ Mantenga limpias las torres de refrigeración – La superficie donde se produce el intercambio de calor ha de estar limpia y libre de corrosión. El aire debe pasar por ella sin problemas para una transferencia del calor eficiente. El agua debe ser tratada para evitar las costras y la corrosión y para reducir el crecimiento de organismos.
- ▶ Purgue los gases no condensables de los sistemas de refrigeración de baja presión. Los gases no condensables como el aire, reducen el área de la superficie útil del condensador, usada para condensar el vapor de refrigerante y,

de ese modo, se disminuye la eficiencia del intercambiador de calor. En general, los gases no condensables entran en el sistema cuando la presión de aspiración baja es menor que la presión atmosférica o cuando un sistema no ha sido evacuado correctamente antes de cargarse.

- ▶ Las bobinas del evaporador han de estar libres de hielo para una transferencia de calor máxima, pero para obtener eficiencia energética se han de evitar periodos de descongelado excesivos.

# Capítulo 3:

## Diseño de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado

### Índice de Contenidos

Los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado incluyen cualquier equipo de este tipo en un edificio: hornos o calderas, refrigeradores, torres de refrigeración, unidades de aire acondicionado, extractores, sistema de conductos, filtros y tubos de conducción de vapor (o agua caliente). La mayor parte del contenido de este curso se basa en los sistemas centrales.

Un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado con un diseño y funcionamiento adecuado proporciona confort térmico (enfriamiento y deshumidificación o calefacción y humidificación) y filtra el aire. Los sistemas para comercios también distribuyen cantidades adecuadas de aire exterior para cubrir las necesidades de ventilación de todos los ocupantes y para aislar y eliminar olores y contaminantes (a través de control de la presión y extractores).

## Consideraciones respecto al confort térmico

### Índice de Contenidos

Son innumerables las variables que interactúan para determinar si las personas estarán cómodas con la temperatura del aire interior. El nivel de actividad, la edad y fisiología de cada persona afecta a las necesidades de confort térmico de cada individuo.

La *uniformidad de la temperatura* es importante para el confort. Las necesidades de enfriamiento o calefacción de las habitaciones dentro de una misma zona pueden cambiar de forma diferente. Es por ello que varias habitaciones que comparten un solo termostato pueden estar a distintas temperaturas. Además, la estratificación térmica causada por la convección –tendencia del aire caliente y ligero a subir y del pesado y frío a bajar– puede afectar a la uniformidad. Si el aire no se ha mezclado de forma adecuada por el sistema de ventilación, la temperatura cerca del techo puede ser varios grados más cálida que a nivel del suelo. Incluso si el aire se mezcla correctamente, los suelos sin aislamiento sobre espacios sin aire acondicionado pueden crear problemas de humedad e incluso disminuir el confort en algunas zonas.

(IPC3-1) También pueden darse grandes fluctuaciones en la temperatura interior cuando el control de temperatura tiene una *zona muerta* amplia (la diferencia de temperatura entre el momento en el que un sistema se inicia para mantener un punto establecido y el momento en el que se apaga porque se ha alcanzado ese punto). Para aliviar este problema, ajuste el termostato para disminuir la zona muerta, si es posible. Si no es así, sustituya el termostato por uno que tenga una zona muerta más pequeña o un algoritmo de control anticipado, como un controlador PID.

La *humedad* es un factor en el control térmico. Una humedad relativa en crecimiento reduce la posibilidad de pérdida del calor a través de la perspiración y de la evaporación, de modo que el efecto es similar a creado por el aumento de temperatura. La humedad extrema también puede crear otros problemas de calidad del aire interior. Una humedad relativa excesivamente alta o excesivamente baja puede ser incómoda. La humedad relativa alta favorecerá el crecimiento de moho y mildiu. (IPC3-2) Para prevenirlos, la humedad relativa debe ser menor del 55% en todas las zonas del edificio.

La *transferencia de radiación calorífica* puede hacer que la gente que se encuentra cerca de superficies muy frías o muy calientes se sienta incómoda, incluso en los casos en los que la temperatura del aire y el ajuste del termostato estén dentro de los niveles de confort. Los edificios con grandes zonas acristaladas a veces dan lugar a situaciones de malestar debidas a las ganancias o pérdidas de radiación calorífica. Esta falta de confort se moverá de una zona a otra, puesto que el ángulo del sol cambia. Las superficies verticales grandes también pueden dar lugar a flujos convectivos naturales importantes, que pueden tener como resultado quejas. Aislando las paredes ayuda a moderar la temperatura en la superficie interior de las mismas. Cerrar las cortinas o las persianas reduce el calor de la luz solar directa y aísla a los ocupantes del edificio de la exposición directa a la superficie de las ventanas (que sin aislamiento, pueden llegar a estar más calientes o frías que las paredes).

## Consideraciones respecto al diseño

### Índice de Contenidos

El objetivo del diseño de un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado es proporcionar un caudal de aire adecuado, calor y frío para cada habitación. El instalador del sistema debe examinar cada estructura, ya sea antes o después de la instalación. (IPC3-4) Si se realiza sin que el aparato de aire acondicionado esté instalado, el mayor porcentaje de pérdida permitido es 4% (pies cúbicos por minuto de pérdida medido con un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado presurizado a 3,6 libras por pulgada cuadrada (0,25kg por centímetro cúbico) calculado como el porcentaje del caudal total del ventilador). (IPC3-5) Al final, cuando el aparato de aire acondicionado ya está instalado, el porcentaje máximo de pérdida permitido es del 6%.

A la hora de diseñar un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado debe considerar lo siguiente:

- ▶ Instale el sistema de modo que la caída de presión del aire estático en el aparato esté dentro de los niveles recomendados por el fabricante.
- ▶ Asegúrese que los conductos sellados de entrada y salida proporcionen un caudal de aire adecuado, a la vez que impiden que aire proveniente de zonas contaminadas entre en el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (por ejemplo, humos de vehículos, productos químicos almacenados y partículas del entretecho).
- ▶ Proporcione caudales de aire equilibrados entre el aire que sale y el que entra para mantener una presión neutra en el hogar.
- ▶ Minimice la pérdida o ganancia de temperatura del aire de los conductos que se produce entre el aparato de aire acondicionado y las rejillas de salida, y entre las rejillas de entrada de aire y el aparato. Aísle los conductos de las zonas sin aire acondicionado.
- ▶ En el caso de los hornos asegúrese de que el quemador y el tiro funcionan bien.
- ▶ Instale equipos y conductos de acuerdo a las especificaciones del fabricante así como a los requisitos y normas del código *Uniform Mechanical Code*, del comité *Air Diffusion Council* y de SMACNA.
- ▶ Cargue el sistema de forma apropiada y compruebe la carga con el método de sobrecalentamiento del evaporador o el método de subenfriamiento (o uno similar).
- ▶ Compruebe que el sistema funciona adecuadamente:
  - ▶ No tiene pérdidas substanciales.
  - ▶ El caudal del ventilador del aparato de aire acondicionado es el adecuado.
  - ▶ Los caudales de entrada y salida son adecuados.
  - ▶ La presión estática total es la adecuada.

## Especificaciones acerca de los materiales

### Índice de Contenidos

A continuación se presentan las especificaciones mínimas acerca de los materiales que se recomiendan para una instalación adecuada que perdurará en el tiempo:

### ***Todos los materiales***

- ▶ Han de ajustarse a los índices de rendimiento UL-181 (conductos), UL-181A (sistemas de cierre de conductos rígidos de fibra de vidrio), UL-181B (sistemas de cierre de conductos flexibles), y/o UL181BM (masilla). La cinta de butilo también puede usarse para sellar los conductos, las placas rígidas y el metal.

- ▶ Su índice de propagación de la llama no ha de ser superior a 25 y el del humo no debe superar 50 (ASTM E 84).

### ***Sistemas de conductos pre-fabricados***

- ▶ Han de incluir los conductos de la lista UL-181 con sistemas de cierre aprobados, incluyendo los collares, las conexiones y empalmes.
- ▶ Deben usar cintas sensibles a la presión y termoactivadas de la lista UL-181A para la fabricación de conductos rígidos de fibra de vidrio.
- ▶ Deben usar cintas sensibles a la presión y masillas en la fabricación de conductos flexibles de la lista UL-181B (cinta) o UL-181BM (masilla).

### ***Conductos de fabricación in situ***

- ▶ Han de incluir los sistemas de conductos pre-fabricados y no pre-fabricados de la lista UL-181.
- ▶ La masilla y la malla de sellado han de cumplir los siguientes requisitos:
  - ▶ El material de sellado ha de aparecer en la lista UL-181BM, ha de ser no tóxico y resistente al agua.
  - ▶ El material de sellado para aplicaciones en interior ha de pasar los exámenes ASTM C-731 (capacidad de extrusión con el paso del tiempo) y D-2202 (prueba de asentamiento en superficies verticales).
  - ▶ Los materiales de sellado y las mallas deben estar calificadas para uso exterior.
  - ▶ El material sellante para aplicaciones en exterior debe pasar los exámenes ASTM C-731, C-732 (ensayo de resistencia a la intemperie artificial), y D-2202.
- ▶ Las cintas sensibles a la presión han de cumplir los siguientes requisitos:
  - ▶ Las cintas de tela o las cintas adhesivas de caucho (cinta americana) no han de usarse aunque estén calificadas con el UL-181B.
  - ▶ La cinta que se usa en los conductos flexibles debe aparecer en la lista UL-181B o ser cinta adhesiva de butilo con aluminio (15 mil. mínimo).
  - ▶ La cinta usada para las placas rígidas de los conductos debe aparecer en la lista UL-181A y llevar la marca 181A, o ser cinta adhesiva de butilo y aluminio (15 mil. mínimo)
- ▶ Los elementos de sujeción han de cumplir los siguientes requisitos:
  - ▶ Han de ser abrazaderas sin fin de acero inoxidable o cinchas de nylon resistentes a la radiación ultravioleta.
  - ▶ Han de tener una temperatura de rendimiento mínima de 165° F (73,89° C) (continua, según el examen UL-181A) y una resistencia a la tracción mínima de 50 libras (23 kg).
  - ▶ Han de ajustarse, como indica el fabricante, con una herramienta tensora.

# Metodología de diseño de los sistemas

## Índice de Contenidos

Use los siguientes métodos como guía para un diseño e instalación eficientes de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

### **Calcular cargas y CMF**

- ▶ Usar ACCA Manual J Load Calculation o uno equivalente.
- ▶ Calcular la pérdida y la ganancia de calor de cada habitación.
- ▶ Usar el total de todas las cargas de las habitaciones para determinar los requisitos generales del sistema.

### **Diseño del sistema de distribución de aire**

- ▶ Diseñe el sistema de conductos en un plano. Determine las posiciones de las rejillas y la distribución de los conductos de modo que se optimice la circulación de aire en las habitaciones y se minimice la longitud de los conductos. Determine la longitud equivalente de las piezas accesorias, curvas, etc.
- ▶ A la hora de determinar la distribución de los conductos, tenga en cuenta la localización y dirección de las vigas, cubiertas de los tejados, muros cortafuegos y otros potenciales obstáculos.
- ▶ Planee la distribución de los conductos de modo que evite giros de 90 grados en el caso de los conductos flexibles, ya que podrían retorcerse.
- ▶ (IPC3-6) Planee la distribución de los conductos para que el aire frío salga en la zona más caliente de la habitación, que se encuentra normalmente en un punto de la pared exterior (que salga hacia el interior y no directamente contra ventanas o puertas exteriores).
- ▶ Planee la distribución de los conductos de modo que el caudal de aire llegue al conducto de retorno sin cortocircuitos. Minimice las caídas de presión en el conducto de retorno siempre que sea posible.
- ▶ Si hay conductos de aire de retorno en los vestíbulos, deje suficiente espacio bajo las puertas para el aire de retorno. Mida el caudal de aire con las puertas cerradas y con las puertas abierta. Asegúrese de que el sistema está equilibrado en cada caso. Si el caudal de aire es muy distinto con las puertas cerradas, incremente el espacio libre bajo las puertas, entre el lugar del caudal de aire reducido y la rejilla de retorno.

### **El tamaño del sistema de distribución de aire**

- ▶ Use el método ACCA Manual D Duct Design o uno equivalente.
- ▶ Calcule el caudal de aire para cada habitación y el caudal de aire total para el edificio. Mida tanto los conductos de salida como los de retorno teniendo en cuenta los caudales.
- ▶ Calcule el tamaño de los conductos según Manual J loads, Manual D y la distribución final en los planos.

- ▶ Elija rejillas que optimicen la distribución del aire y la presión estática de los conductos.
- ▶ Calcule el tamaño y el lugar de retorno para optimizar el caudal de aire según los métodos ACCA.
- ▶ Para los filtros de retorno, use los métodos ACA para calcular la superficie mínima del filtro.

### ***Seleccione el sistema***

- ▶ Determine el tamaño adecuado del sistema. Tenga en cuenta tanto la carga de enfriamiento sensible como la eliminación de la humedad latente.
- ▶ (IPC3-7) Determine la capacidad del equipo, de tal modo que no sea un 10% más grande que la carga total del diseño.
- ▶ Informe al dueño del equipo acerca de los beneficios y las desventajas relacionados con el equipo de alta eficiencia elegido.

# Capítulo 4: Instalación de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado

## Índice de Contenidos

El objetivo de la instalación de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado es proporcionar un sistema de conductos herméticamente cerrado y que suministre un caudal de aire adecuado en cada habitación de la casa. Use estas reglas de fabricación e instalación para alcanzar este objetivo.

## Líneas generales

### Índice de Contenidos

- ▶ Construya los conductos, cámaras y accesorios con metal galvanizado, placas rígidas o flexibles. No use las cavidades internas del edificio como conducto o cámara sin usar placas rígidas selladas o revestimiento de metal. Los vestíbulos y espacios interiores del edificio pueden tenerse en cuenta en la trayectoria del caudal de aire de retorno.
- ▶ Asegúrese de que el aparato de aire acondicionado está herméticamente cerrado.
- ▶ Coloque filtros que sean sencillos de sustituir. Cuando instale un nuevo equipo, coloque los serpentines del evaporador de modo que sean fáciles de limpiar.
- ▶ Configure y coloque los conductos de aire de modo que se pueda evitar el uso de demasiado material, dislocaciones o daños y opresión de los conductos por debajo de su diámetro.
- ▶ Evite que los conductos flexibles se doblen en las esquinas y evite el contacto con instalaciones metálicas, tuberías o tubos que puedan comprimir o dañar los conductos.
- ▶ Evite que los conductos flexibles se doblen más de 90 grados, a no ser que esté especificado en el diseño.
- ▶ Asegúrese de que los collares metálicos y los manguitos pueden sostener los elementos de sujeción.

## Fabricación e instalación

## Índice de Contenidos

Use estas reglas de fabricación e instalación para conseguir un sistema de conducción hermético.

### ***Todos los tipos de conductos***

- ▶ Selle todas las uniones del sistema de conductos y de sus componentes con masilla o masilla y mallas incrustadas. Este método es mejor que la cinta adhesiva de butil y aluminio o que la cinta sensible a la presión, incluso aunque su uso esté aprobado por el fabricante y cumplan la norma UL-181. Nunca use cinta americana para unir los conductos.
- ▶ Selle las uniones de los collares con las cajas de distribución y las cámaras con masilla.
- ▶ Use todos los sellantes de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante y teniendo en cuenta las limitaciones de humedad y temperatura de los materiales de sellado.
- ▶ Coloque todas las cintas usadas como parte de la instalación del sistema sobre superficies secas y selle con la presión o el calor recomendado por el fabricante. Si hay aceite, límpielo de todas las superficies a sellar (con masilla o cinta), con un desengrasante, antes del sellado.
- ▶ Selle todas las cajas de distribución a los muros de yeso y al suelo con calafateo o masilla.

### ***Conductos flexibles***

- ▶ Una los conductos flexibles mediante un manguito, collar o acople. (IPC4-1) Al menos 2 (5 cm) pulgadas del manguito, collar o acople deben llegar al núcleo mientras que, una pulgada (2,53 cm) de la superficie del manguito, collar o acople debe reservarse para la cinta.
- ▶ (IPC4-2) Amarre mecánicamente el núcleo interno de los conductos flexibles a todos los accesorios, preferiblemente mediante el uso de un elemento de sujeción instalado directamente sobre el núcleo interno y el accesorio. Si no usa manguitos o collares, amarre el núcleo al accesorio usando tornillos n°8 situados a la misma distancia los unos de los otros, a lo largo de todo el diámetro del conducto. Instálelos de tal modo que puedan sujetar la bobina de alambre del revestimiento interno (tres tornillos para conductos de menos de 12 (30,48 cm) pulgadas de diámetro y cinco tornillos para aquellos de más de 12 pulgadas).
- ▶ Selle el núcleo interno al accesorio con masilla.
- ▶ Si se va a usar cinta, colóquela (para unir el núcleo interno) de modo que una pulgada (2,54 cm) de la cinta esté pegada en el revestimiento del conducto y otra pulgada en el accesorio de la junta, envueltos al menos tres veces.
- ▶ Selle el separador (barrera de vapor) a las conexiones con un elemento de sujeción. Evite usar cinta en vez del elemento de sujeción, pero, si fuera necesario, asegúrela con tres vueltas.
- ▶ Asegúrese de que la barrera de vapor está completa. Selle todos los agujeros, roturas y juntas con masilla.

## ***Conductos de metal y cámaras***

- ▶ Limpie y selle todas las conexiones entre metales de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- ▶ Selle cualquier abertura mayor de 0,16 pulgadas (0,40 cm), con masilla y malla.
- ▶ (IPC4-4) Selle las aberturas menores de 0,16 pulgadas con masilla.
- ▶ Preste una atención especial a las conexiones de collares a placas rígidas y/o placas de metal; selle alrededor de estas conexiones con masilla.
- ▶ Selle las conexiones entre collares y cajas de distribución con masilla.
- ▶ (IPC4-5) Amarre los conductos redondos mecánicamente con, al menos, tres clavos nº 8, situados a la misma distancia los unos de los otros (tres tornillos para conductos de menos de 12 (30,48 cm) pulgadas de diámetro y cinco tornillos para aquellos de más de 12 pulgadas).
- ▶ (IPC4-6) Asegúrese de que las uniones entre los codos tengan una zona de contacto de al menos media pulgada (1,3 cm)
- ▶ Amarre los conductos cuadrados o rectangulares mecánicamente con un tornillo por cada lado, al menos.

## ***Placas rígidas***

- ▶ Las cintas adhesivas o cintas termoactivadas o sensibles a la presión de las que aparecen en la lista UL-181A no se sujetan tan bien durante periodos de tiempo largos y pueden derivar en filtraciones.

## ***Sujeción de los conductos***

- ▶ Instale las sujeciones según las especificaciones del fabricante o según los requisitos UMC.
- ▶ (IPC4D-1) Asegúrese de que entre las sujeciones de los conductos flexibles no hay más de 4 pies (1,2 m).
- ▶ (IPC4D-2) Sujete los conductos flexibles con correas que tengan un mínimo de media pulgada (1,3 cm) en todos los puntos que estén en contacto con el conducto.
- ▶ Asegúrese de que la sujeción no oprime el revestimiento interno del conducto.
- ▶ (IPC4D-4) Las curvas que dibuje el conducto flexible entre cada una de las sujeciones no pueden ser mayores de media pulgada (1,3 cm) por cada pie (0,30 m).
- ▶ (IPC4D-3) Los conductos flexibles pueden apoyarse en vigas, siempre y cuando permanezcan planas y entre las sujeciones no haya más de 4 pies (1,2 m).

## ***Rejilla***

- ▶ Antes de asegurar la rejilla de forma mecánica al suelo, a la pared o al techo, selle todos los huecos entre la rejilla y el suelo, la pared o el techo con masilla.

## ***Aparato de aire acondicionado***

- ▶ Selle todas las aberturas mayores de 0,16 pulgadas (0,40 cm) con masilla y malla.
- ▶ Selle todas las aberturas menores de 0,16 pulgadas con masilla.
- ▶ Selle cualquier puerta de acceso que no este sellada con cinta de la lista UL-181A.

## ***Refrigerantes***

Compruebe el sistema de refrigeración del sistema para ver si está regulado de forma adecuada. (IPC4D-5) En los sistemas con dispositivos dosificadores (como tubos capilares o placas perforadas, use el método de sobrecalentamiento del evaporador. (IPC4D-6) Para los sistemas con manorreductores termostáticos, use el sistema de subenfriamiento. Asegúrese de lo siguiente:

- ▶ El caudal de aire interior en el serpentín ha de ser mayor de 350 cfm/ton (0,17 m<sup>3</sup>/seg).
- ▶ El sistema de evacuación del refrigerante debe ser completo (todas las sustancias no condensables y la humedad ha de eliminarse del sistema). Evacuar al menos 500 micrones. Antes de la evacuación, realice un examen de presión para comprobar si hay filtraciones en alguna de las juntas soldadas. No use jamás soldadura blanda para las juntas.

## ***Combustión de los hornos***

- ▶ Compruebe la llama en cada una de las estufas.
- ▶ Compruebe si la ventilación es correcta.

## ***Rendimiento del sistema***

Compruebe los siguiente puntos para saber si el sistema de climatización está instalado correctamente:

- ▶ El caudal de aire de las habitaciones es el correcto
- ▶ El suministro total se corresponde con el deseado.
- ▶ Retorno total = suministro total.
- ▶ Los conductos, las cámaras y el aparato de aire acondicionado no tienen filtraciones.
- ▶ La presión estática es la correcta.

Verifica que el sistema funciona correctamente::

- ▶ Comprobando que los tamaños del sistema de climatización son los que se especifican.
- ▶ Midiendo las pérdidas de los conductos.
- ▶ Midiendo el caudal de los ventiladores o los caudales de suministro y retorno y la presión estática de las cámaras.

## ***Comprueba la capacidad del sistema***

- ▶ El caudal de los ventiladores ha de superar los 350 cfm/ton (0,17 m<sup>3</sup>/seg).
- ▶ La capacidad de enfriamiento sensible no debe ser más de un 15% mayor que la carga sensible calculada.
- ▶ Se ha instalado un aparato de aire acondicionado del tamaño correcto. La carga del aparato ha de ser igual o menor que la capacidad de la unidad de condensación más 0,5 toneladas.

### ***Filtraciones en el sistema de conductos***

Asegúrese de que el sistema de conductos no tiene filtraciones importantes:

- ▶ Midiendo, a grandes rasgos, incluyendo el suministro y el retorno, pero no el aparato de aire acondicionado, asegúrese de que las filtraciones no superan el 4% del caudal del ventilador especificado (filtraciones en cfm medidas con un sistema de climatización presurizado a 3,6 psi (0,25 kg/cm<sup>3</sup>))
- ▶ En el caso de instalaciones finalizadas, incluyendo el suministro, el retorno, el aparato de aire acondicionado y las rejillas, asegúrese de que las filtraciones son menores al 6% del caudal del ventilador.
- ▶ Mida el caudal de aire del aparato de aire acondicionado y la presión estática a través del ventilador y asegúrese de que el aire total suministrado por el aparato está dentro del 5% de las especificaciones del fabricante.
- ▶ Mida, habitación por habitación, los caudales de aire para asegurarse de que el suministro de cada rejilla se corresponde con un 15% del deseado y que el suministro total está dentro de un 5% del diseñado.
- ▶ Mida el aire de retorno para asegurarse de que está dentro del 5% del caudal suministrado total.
- ▶ Compruebe la caída de la presión estática a través del ventilador para asegurarse de que está dentro del 0.1 en el agua de las especificaciones del fabricante.

Las filtraciones en los conductos pueden determinarse usando técnicas de presurización o despresurización. Para más detalles consulte ASHRAE Standard 152P u otros aparatos de presurización o despresurización.

# Capítulo 5: Mantenimiento de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado

## Índice de Contenidos

Probablemente, la forma más eficaz de ahorro de energía en un sistema existente es el uso de técnicas de mantenimiento preventivo adecuadas. Este capítulo es un extracto del manual *Mainstream Engineering Corporation's Preventive Maintenance Technician (PM Tech)* y proporciona información relacionada con la práctica ecológica en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, el mantenimiento de los sistemas y la conservación de energía. Los técnicos con certificado PM Tech pueden saltarse esta sección si lo desean. Los interesados pueden encontrar más información en el manual *Mainstream Engineering Corporation's Preventive Maintenance Technician (PM Tech)*.

Hay esencialmente tres subsistemas dentro de un sistema de compresión de vapor: el subsistema de circuito de refrigeración, el subsistema de aire lateral, y el subsistema eléctrico. Cada uno de estos subsistemas, deberá revisarse con regularidad para mantener la máxima eficiencia.

## Subsistema de circuito de refrigeración

### Índice de Contenidos

El subsistema de circuito de refrigeración contiene cuatro componentes básicos: el evaporador, el condensador, el dispositivo de expansión y el compresor. El circuito refrigerante también contiene otros componentes clave como:

- ▶ El **filtro secador**, que sirve para eliminar el ácido, el agua y otras impurezas del refrigerante. Aunque no haya instalado un filtro secante en su sistema, normalmente el fabricante incluye un secador de alambre de cobre. Este filtro secador captura la humedad que puede haber entrado en el sistema durante la fabricación y carga en la fábrica. En un sistema de dos bloques, siempre ha de añadirse un filtro secador aunque traiga uno de fábrica. Los sistemas de dos bloques tienen una tendencia mayor a las pérdidas, a causa del sistema de tubos que se instala *in situ*.
- ▶ **Un recipiente para el líquido**, que guarda una reserva del exceso de refrigerante. Este exceso compensa los cambios de densidad del refrigerante en el clima cálido o frío. Este exceso también permite al sistema funcionar con una

pequeña pérdida de la carga. El recipiente a veces viene incorporado dentro del condensador, aumentando su tamaño. En ese caso, las últimas filas del condensador actúan como receptor del líquido.

**Válvulas de servicio de acceso**, o medios para unir los cabezales de servicio.

El circuito refrigerante puede contener también otros componentes, que no son necesarios para todos los usos, como por ejemplo:

- ▶ **Un acumulador de aspiración**, por encima de la entrada del compresor, para atrapar refrigerante líquido que vuelva hacia el compresor.
- ▶ **Una válvula de inversión**, que cambia la dirección del caudal en una bomba de calor, para cambiar el funcionamiento de calefacción a refrigeración.
- ▶ **Aislantes de vibraciones**, para aislar la vibración del compresor de los conductos y disminuir la tensión y la presión.
- ▶ Un **silenciador**, para reducir el sonido producido por el compresor
- ▶ Una **mirilla de nivel**, sobre el dispositivo de expansión, para comprobar una carga completa y comprobar el nivel de humedad (si tiene un papel indicador de la unidad).

Los productos más comunes de Mainstream Qwik**Products**<sup>™</sup> que pueden usarse para mejorar el rendimiento y alargar la vida del subsistema de circuito de refrigeración son:

- ▶ (IPC5QP-1)Qwik**Check**<sup>®</sup> en la parte inferior de la válvula de servicio, para identificar los problemas de ácido.
- ▶ (IPC5QP-2)Qwik**Shot**<sup>®</sup> **Acid Flush**, para eliminar el ácido del sistema, acelerando su transporte hacia el filtro secador.
- ▶ (IPC5QP-3)Qwik**System Flush**<sup>®</sup> para eliminar los contaminantes cuando se quema un motor durante un cambio en el sistema (por ejemplo, un cambio de refrigerante HCFC , como el R-22, a uno HFC, como el R-410A).

## Subsistema de aire lateral

### Índice de Contenidos

El subsistema de aire lateral contiene dos componentes fundamentales: el ventilador del evaporador y el ventilador del condensador. El ventilador del evaporador es parte del sistema de aire interior, y el ventilador del condensador es parte de la sección de aire exterior. Otros componentes clave del subsistema de aire lateral son:

- ▶ **El filtro de aire interior, bandeja de evacuación del condensado, y tubería de evacuación del condensado.** Un filtro de aire interior obstruido provoca una disminución de flujo de aire de interior, resultando en una temperatura de funcionamiento inferior en el evaporador. La bajada de temperatura aumenta la tensión en el compresor debido al nivel de presión máxima de funcionamiento. Los principales resultados de la subida de tensión son el aumento de consumo

de la energía, funcionamiento del compresor a menor temperatura y fallos prematuros del compresor. El funcionamiento del compresor a menos temperatura puede resultar en refrigerante que llega al compresor, disminución de la viscosidad del aceite, y un aumento del desgaste del compresor.

- ▶ La **almohadilla del condensador y la rejilla del ventilador exterior**. La rejilla del ventilador evita que los desechos obstruyan la circulación de aire del condensador. La almohadilla del condensador sirve como una plataforma de montaje para nivelar la unidad y también levanta la sección al aire libre por encima del suelo. Esta separación minimiza la inducción desde el suelo al condensador y mantiene el serpentín del condensador lejos de los bordes.

Los productos que pueden usarse para mejorar el rendimiento y la vida del subsistema de aire lateral son:

- ▶ (|PC5QP-4)Foaming Coil Cleaner, para limpiar y desengrasar el serpentín del evaporador, y de ese modo mejorar la transmisión de calor y el caudal de agua. También limpia el serpentín del condensador y colabora en la eliminación de productos corrosivos, mejorando de ese modo la transferencia de calor y el caudal de aire externo..
- ▶ (|PC5QP-5)Qwik**SEER+**<sup>®</sup> para proporcionar un caudal de aire variable para mejorar el rendimiento de refrigeración y la deshumidificación.
- ▶ Las pastillas para la bandeja del condensador para que quede libre de la suciedad y el flujo condensado se mueva libremente.
- ▶ (|PC5QP-6) (|PC5QP-7)PuraClean<sup>®</sup> Filter Spray, se aplica al filtro de aire para mejorar su, mantener el aire interior limpio y prevenir fallos del serpentín del evaporador.

## Subsistema eléctrico

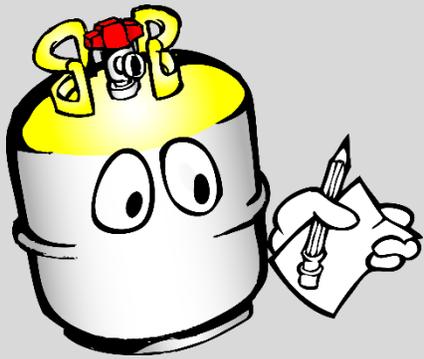
### Índice de Contenidos

El subsistema eléctrico consiste en el circuito de control de bajo voltaje y los circuitos de alimentación. Los elementos clave son:

- ▶ Un **transformador** que convierte el voltaje de entrada de 24 voltios en el bajo voltaje del circuito de control.
- ▶ Un **contactor del compresor** que cuando está cerrado proporciona electricidad al compresor (y al ventilador del compresor, en el caso de un sistema de dos bloques).
- ▶ Un **contactor del motor del ventilador**, para proporcionar electricidad al motor del ventilador.
- ▶ Un **termostato** u otro dispositivo de control.
- ▶ **Interruptores de apagado de alta presión y baja presión**: que abra el circuito de control de bajo voltaje cuando la presión del sistema es demasiado alta o demasiado baja. Las presiones excesivamente altas pueden ser causadas

porque un ventilador del condensador obstruido o que funciona mal, un circuito de refrigeración está obstruido, un condensador sucio, un sistema sobrecargado, o tiene lugar un funcionamiento fuera del rango de funcionamiento del sistema. Las bajas presiones pueden ser causadas por carga insuficiente, por un ventilador del evaporador obstruido o que no funciona, un evaporador sucio o un funcionamiento fuera del rango de funcionamiento del sistema.

- ▶ **Condensadores de arranque y funcionamiento**, y un **relé de arranque**, para aumentar el par de arranque de motores monofásicos.



*Tenga en cuenta que tanto la ejecución y puesta en marcha de los condensadores, estos están conectados a los bobinados de arranque de los motores monofásicos. Un condensador de arranque sólo permanece en el sistema eléctrico durante el arranque, mientras que un condensador de marcha siempre está conectado al circuito del devanado de arranque. El relé de arranque o potencial desconecta el condensador de arranque del circuito después de comenzar*

- ▶ **Interruptor de corriente alterna**, un interruptor de seguridad que casi nunca va conectado al circuito de control de baja tensión. En su lugar, normalmente se encuentra en la superficie externa del compresor, y se rompe el circuito de voltaje de línea (se abre por una combinación de consumo de corriente y temperatura).
- ▶ **Tiempo de retardo** para evitar que el compresor tenga ciclos cortos. Un retardo sobre la apertura mantiene el circuito abierto durante un tiempo, después de que el retardo de tiempo ya no esté activado (este es el mejor medio para prevenir los ciclos cortos). Un retardo sobre la apertura evita que un compresor que estaba funcionando tenga ciclos cortos. El retardo de realización también evita que el compresor tenga ciclos cortos, ya que mantiene el circuito abierto durante un tiempo hasta el tiempo de retardo se activa. La diferencia entre los dos enfoques es que el retardo de realización retrasará la puesta en marcha, mientras que el retardo sobre la apertura solo retrasa el reinicio después de que la unidad halla estado funcionando. Si el tiempo para el reinicio es suficientemente largo, no se llevará a cabo ningún retraso debido a que el período de retardo sobre la apertura habrá pasado.

Mainstream QwikLug® puede ser utilizado en el subsistema eléctrico para reemplazar los hilos conductores del compresor cuando los terminales de las palas compresor

estén dañadas o corroídas. Esto puede ayudar a mejorar el rendimiento o aumentar la vida útil del subsistema eléctrico.

## Mantenimiento del subsistema de circuito de refrigeración

### Índice de Contenidos

Se deben comprobar cuatro aspectos del subsistema de circuito de refrigeración para evitar futuros problemas:

- ▶ Sobrecalentamiento y carga del sistema.
- ▶ Ácido.
- ▶ Humedad.
- ▶ Corrosión.

## Comprobar el sobrecalentamiento y carga del sistema

### Índice de Contenidos

Un sobrecalentamiento apropiado es importante, ya que es una indicación de las condiciones de funcionamiento apropiadas para el sistema. La falta de sobrecalentamiento significa que el refrigerante saturado, y por lo tanto parcialmente líquido en potencia, podría estar entrando en el compresor. Eso significa que el compresor podría estar tratando de comprimir un líquido, lo que conducirá a una tensión innecesaria en el compresor. En un compresor hermético enfriado por la tubería de aspiración, este refrigerante líquido entrante podría ser la causa de que el aceite se espumase y de la disminución de las cualidades de lubricación del lubricante, y ambos limitarían la vida del compresor. Por otra parte, el exceso de sobrecalentamiento significa la entrada del compresor está más caliente y puede causar el sobrecalentamiento del compresor. También significa que la parte del evaporador diseñada para el enfriamiento bifásico se ha reducido, y por lo tanto la capacidad de refrigeración ha disminuido. El sobrecalentamiento apropiado se debe determinar mediante la comparación de la temperatura real (que debe ser más caliente) con la temperatura de saturación en el mismo punto (que se determina a partir de la presión de saturación y la relación de la presión de saturación con la temperatura). La diferencia de temperatura es el sobrecalentamiento.

(IPC5-1) En los sistemas que utilizan dispositivos de expansión TXV y EXV, el recalentamiento se controla activamente por estos dispositivos de control por

retroalimentación. Si el recalentamiento es incorrecto, uno o más de los siguientes puntos puede ser verdad:

- ▶ La válvula de expansión no está bien ajustada.
- ▶ El indicador no está colocado firmemente.
- ▶ El aparato de expansión está defectuoso.

En los sistemas que utilizan dispositivos de expansión de orificios o tubos capilares fijos (del tamaño correcto), la carga de refrigerante afecta el sobrecalentamiento. Si el sistema tiene poca carga, el refrigerante se evapora por completo demasiado pronto en los conductos del evaporador, causando una disminución de la capacidad de enfriamiento y un aumento en el sobrecalentamiento. Si el sistema se ha cargado de más, el refrigerante tarda demasiado en evaporarse por completo, es decir, demasiado lejos de los conductos del evaporador –dejando poco espacio en el intercambiador de calor para sobrecalentar el refrigerante, lo que resulta en un sobrecalentamiento reducido.

## Comprobar ácidos

### Índice de Contenidos

El desarrollo de ácidos en los aceites lubricantes del compresor o en el refrigerante puede acortar gravemente la vida del compresor y el refrigerante. Es necesario comprobar si hay ácido en el sistema de refrigeración, ya que puede causar que el motor del compresor se quemé, lo que conlleva una reparación muy costosa. La ventaja es que los ácidos pueden ser fácilmente limpiados antes de que el motor del compresor se quemé.

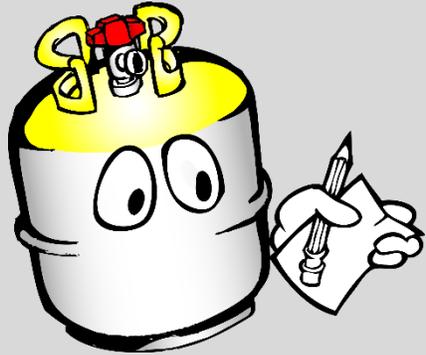
Los ácidos se pueden formar a partir de reacciones químicas con componentes o materiales de construcción, aceites lubricantes, e impurezas. Las temperaturas elevadas en los equipos pueden causar inestabilidad en la refrigeración y por lo tanto la formación de ácido. Fallos en el funcionamiento, como un ventilador del condensador que falla u obstrucciones en el camino del caudal de aire, pueden causar temperaturas elevadas. La humedad también acelera la formación de ácido.

### ***Comprobar el ácido***

Puede utilizar QwikProducts™ QwikCheck® para comprobar si hay ácido en los aceites lubricantes y refrigerante. QwikCheck® es rápido (2 segundos), preciso y barato. QwikCheck® detecta los niveles de ácido mucho antes de que lleguen a concentraciones nocivas. La prevención de la acumulación de ácido es la mejor manera de prevenir el daño.

QwikCheck® funciona bien con todos los refrigerantes y aceites lubricantes y no da una lectura errónea cuando se utiliza con aceites con base de éster (POE). Un producto como QwikCheck® que da una lectura precisa con cualquier aceite es fundamental, ya

que puede no conocer el tipo de aceite de un sistema. Muchos kits de prueba de ácido en aceite dan una lectura errónea con los aceites con base de éster (POE), porque el aceite se presenta como un ácido para el kit de prueba (esto es porque el aceite de éster muestra propiedades anfóteras). Esta es la razón por la que algunos fabricantes de kits de prueba para ácido en aceite ofrecen un kit para aceites minerales y un otro distinto para los aceites POE.



*Cuando se utiliza QwikCheck<sup>®</sup>, si se detecta una pequeña concentración de ácido, el ácido debe ser eliminado, no neutralizado, antes de que el sistema sea dañado. Se debe instalar un nuevo filtro secador, porque la existencia de ácido puede indicar que el filtro secador ha mermado. El ácido en un sistema de refrigeración no debe ser neutralizado, ya que seguirá causando problemas para el sistema. La neutralización del ácido forma sal y subproductos acuosos, que son perjudiciales para el sistema y que pueden invalidar una garantía. Además, es imposible conseguir la cantidad correcta de una solución de neutralización para contrarrestar el ácido. Si se neutraliza poco el sistema continúa teniendo ácido. El exceso de solución de neutralización hace el sistema se vuelva básico, que también es corrosivo.*

Si un compresor se quema, el aceite lubricante se vuelve extremadamente ácido. Si no se quita todo este ácido cuando se sustituye el compresor, el ácido ataca al nuevo compresor y provoca que este también se queme.

La limpieza de ácido normalmente implica cambiar el aceite del compresor y el refrigerante para reducir el nivel de ácido (y cambiar el compresor hermético o semi-hermético si se ha quemado). Cambiar el aceite del compresor, sin embargo, no elimina todo el ácido en el sistema. El refrigerante que fluye y el aceite disperso transportan el ácido a través del circuito de compresión de vapor, y este ácido se mantiene incluso

después de cambiar el aceite del compresor. El aceite ácido o sus residuos permanecen en todo el sistema y acortan su vida, acelerando la formación de más ácido. Las pruebas a experimentos muestran que, después de quemarse, la frecuencia con la que se vuelve a quemar es mayor. La razón puede ser que no se eliminó todo el ácido o que hay un problema subyacente que causó que se quemara por primera vez y que no se solucionó.

## **Química de los ácidos**

Para entender cómo eliminar el ácido, debe conocer los tipos de ácidos que pueden aparecer en su sistema de refrigeración. Dependiendo del refrigerante y del aceite del sistema de refrigeración, puede encontrar dos tipos de ácidos:

- ▶ *Ácidos orgánicos* (como el ácido oleico), que son solubles en aceite y no se evaporan, and por lo que se acumulan en el aceite durante mucho tiempo.
- ▶ *Ácidos inorgánicos (minerales)* (como el ácido clorhídrico), que son ligeramente solubles en aceite.

Tanto los ácidos inorgánicos como los orgánicos son corrosivos. Sin embargo, los ácidos inorgánicos (ácidos minerales), especialmente el ácido clorhídrico, tienen una *constante de disociación* más alta (esto es, la fuerza de un ácido en una solución), lo que los hace fuertes y muy reactivos. Las temperaturas elevadas en los equipos causan que los aceites minerales inorgánicos se descompongan.

Los ácidos orgánicos reaccionan mucho más lentamente y no causan que el motor se queme. Sin embargo, provocan que el aceite se espese y el motor falle debido a la pérdida de la lubricación. Los ácidos orgánicos pueden formarse sólo en presencia de un oxidante, como el oxígeno o el aire. Los aceites sintéticos como el POE pueden contener un residuo de hasta 8 ppm de ácido orgánico, por el proceso de esterificación usado para hacer aceites de éster.

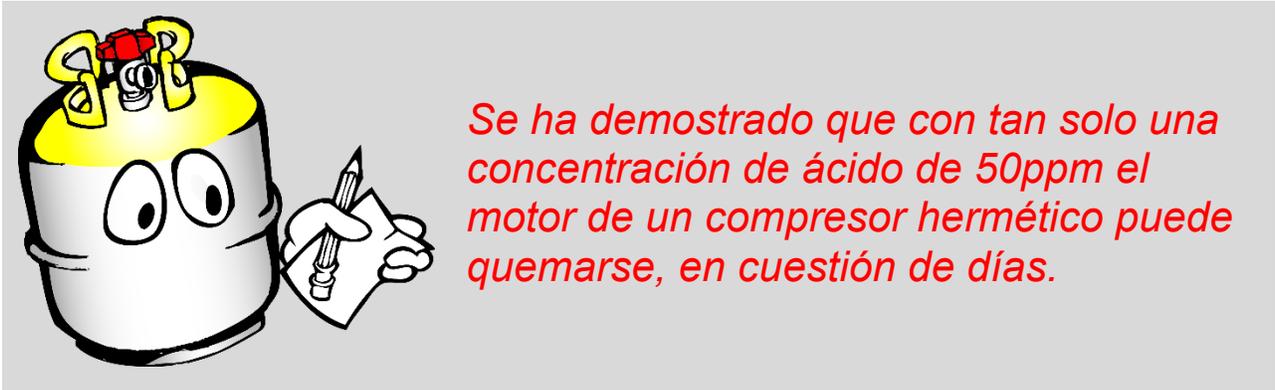
## **Efectos del ácido**

Cuando el motor de un compresor se quema, las temperaturas elevadas en el equipo provocan la descomposición del refrigerante, lo que hace que se formen ácidos inorgánicos. Estos ácidos son sólo *ligeramente* solubles en el aceite lubricante. Gran parte del ácido inorgánico generado cuando se quema el motor permanece en forma de vapor (gas) y rápidamente reacciona con los materiales de construcción del equipo o se adsorbe por el filtro secador.

Los experimentos muestran que la cantidad de vapor de ácido inorgánico destructivo disminuye en un 85% en cuestión de horas. Sin embargo, los experimentos también muestran que una cantidad significativa de ácido inorgánico permanece en el aceite lo suficiente para destruir otro compresor. La concentración de ácido en el aceite es superior a la cantidad que se disuelve (importante: los ácidos inorgánicos son sólo ligeramente solubles en aceite).

La concentración más alta comprende el ácido disuelto en el aceite, el ácido que permanece en el aceite por la formación de espuma y la agitación, el ácido disuelto en

la humedad retenida y el ácido adsorbido por partículas duras. Este ácido inorgánico permanece en el aceite durante mucho tiempo y está en contacto con los componentes del compresor, incluyendo las bobinas del motor. El ácido inorgánico en el aceite corroerá el aislamiento de barniz del cable, causará un cortocircuito eléctrico en las bobinas del motor, y resultará en otro motor quemado.



### ***Limpiar el refrigerante de sistemas con fallos o durante las conversiones del refrigerante***

Cuando un compresor se quema, se forma un aceite muy ácido. Aunque la mayor parte de este aceite permanece en el compresor, siempre se encontrará un poco de aceite en las tuberías y el resto de los componentes del sistema. Si se va a cambiar todo el sistema, incluyendo cualquier tubería entre los componentes de un sistema en dos bloques, entonces, no hay ningún problema. Sin embargo, si no se va a sustituir los conductos, se debe realizar el siguiente procedimiento.

Se debe eliminar cualquier residuo de ácido usando el sistema de compresión de vapor. Antes de usar cualquier agente de lavado, rocíe los conductos con nitrógeno para facilitar el trabajo al agente de lavado. Use el nitrógeno más tarde, durante el proceso de soldadura fuerte, para eliminar la introducción de nuevos contaminantes durante el proceso de soldadura. Si lleva nitrógeno en su vehículo de servicio, estará al día con los nuevos métodos de trabajo de mantenimiento.

Para eliminar el ácido del sistema de compresión de vapor, puede utilizar **QwikSistema Flush®** (Qwik-SF®), un producto no tóxico, biodegradable y no inflamable que se vende en latas naranjas. Durante su trabajo con la Fuerza Aérea de Estados Unidos, Mainstream desarrolló **QwikSistema Flush®** para limpiar sistemas de respiración de oxígeno en los aviones de combate. La Fuerza Aérea de Estados Unidos ha prohibido los utilizados anteriormente, R-11 y R-113, debido a sus efectos potencialmente nocivos para el medio ambiente.

Antes de lavar el sistema, doble los extremos de salida de líneas para crear un poco de resistencia, y después conecte el depósito del agente de lavado a presión a los tubos. Aunque el agente de lavado no es tóxico y es biodegradable, el aceite, los residuos y otros materiales de desecho que se eliminan del sistema deben ser guardados y

eliminados con el aceite refrigerante residual. Puede colocar una botella al final del tubo de salida como receptáculo.

Nunca utilice productos de lavado a base de agua, ya que el aceite POE tiene una afinidad con el agua, y por ello no se debe introducir el agua en el sistema. La humedad suponía un problema con los sistemas de CFC y CHFC porque el aceite mineral puede contener sólo 25 partes por millón (ppm) de agua. Por el contrario, los aceites POE, PVE, y PAG poseen 100 veces más agua; 2500, 6500 y 10000 ppm, respectivamente.

Además, en un esfuerzo por permanecer consciente con el medio ambiente, es una buena idea usar un color que es biodegradable y que no tienen consideraciones de residuos peligrosos.

### ***Tratamiento del ácido en un sistema en funcionamiento***

**La forma incorrecta.** Una forma *incorrecta* de eliminar el ácido de un sistema en funcionamiento es utilizar una solución básica (una base sólida disuelta en un líquido) para neutralizar el ácido. Este enfoque es inaceptable porque la neutralización hace que las sales indeseables y el agua formen subproductos. Normalmente, el ácido se neutraliza con una base tal como el hidróxido de potasio (KOH). Estas bases son sólidas y se disuelven en un disolvente sin agua. En la reacción de neutralización, el ácido y la base se combinan para formar sal cáustica metálica y agua. Si bien el agua puede ser eliminada por el filtro-secador, la sal permanece atrapada en el sistema y podría causar problemas. La sal es un sólido y no se evapora; permanece en el sistema y puede causar corrosión.

Si no hay otra opción disponible, la neutralización del ácido se puede aplicar de manera efectiva sólo a los aceites minerales sin base de éster o aceites de alquilbenceno. Los aceites POE basados en éster tienen propiedades *anfóteras* que hacen que el aceite se comporte como una base en presencia de un ácido y viceversa. En consecuencia, cualquier base añadida para la neutralización reaccionará con el aceite de éster en lugar de con el ácido.

**La forma correcta.** Una forma correcta de eliminar el ácido es retirarlo de las superficies líquidas y duras y dejar que el filtro secador lo elimine. (En la siguiente sección se mostrará cómo Acid QwikShot® Flush acelera este proceso). El filtro secador elimina eficazmente el ácido por adsorción, en contraposición a la neutralización. Los filtros secadores pueden ser tamices moleculares, que tienen una capacidad de adsorción del ácido y del agua mucho mayor que la alúmina activada. Sin embargo, la alúmina activada es mucho menos cara y algunos fabricantes la suelen usar para ahorrar dinero. Ambos tipos son eficaces, pero el problema de basarse en el filtro secador para eliminar el ácido es que una parte significativa de este ácido se queda en las superficies duras y en el aceite y nunca llega al filtro secador.

**Índices de eliminación del aceite.** El aceite en compresores nuevos, instalados después de que el anterior se quemara, ha mostrado concentraciones muy altas de ácidos inorgánicos (bastante superiores a 200 ppm). Aunque el ácido inorgánico en

teoría no es muy soluble en aceite, todavía puede quedar retenido en el aceite o ser adsorbido en la superficie de partículas sólidas presentes en el sistema después de que el motor se quemara. En algunos casos, el ácido también se disuelve en el agua que hay en el aceite. Los aceites POE, normalmente, tienen niveles mucho más altos de agua que los otros aceites de refrigeración.

Agitar el aceite no sirve para liberar el ácido. Para demostrar esto, se agitó una muestra de aceite con un valor de acidez inicial de 133 ppm (ácido inorgánico) vigorosamente durante 32 horas con un agitador magnético. La acidez se redujo en un 45%, a 73 ppm. Aunque es bastante, este nivel de ácido aún habría causado que un compresor nuevo se quemase en menos de 32 horas de funcionamiento. Aunque el nuevo compresor agitara el aceite tanto como en este experimento, podría fallar (quemarse) antes de que pudiera eliminar suficiente ácido del aceite del sistema mediante agitación.

Si el ácido inorgánico retenido pudiera ser retirado, eliminado de las superficies de aceite y ácidos, y evaporado en un tiempo razonable, el filtro secador podría quitarlo a tiempo para evitar daños o que el motor se quemara. Puede usar un producto como **QwikShot® Acid Flush** para liberar y eliminar el ácido existente en las superficies contaminadas con ácidos y aceite. **QwikShot®** se evapora para moverse por todo el sistema y eliminar todo el ácido.

Para demostrar la efectividad de **QwikShot® Acid Flush**, se repitió el experimento de agitación del aceite ácido descrito anteriormente pero añadiendo **QwikShot®** al aceite antes de la agitación. Después de 20 minutos, el ácido fue completamente (100%) extraído del aceite. El filtro-secador ordinario del sistema de compresión de vapor, que es un lecho de adsorción, adsorbió completamente el ácido retirado y el **QwikShot®**.

Otro experimento comprobó que el **QwikShot® Acid Flush** puede eliminar el ácido de un sistema real de refrigeración o aire acondicionado. En este experimento, se introdujo **QwikShot®** en un sistema en el que la acidez del aceite del compresor era de 120 ppm y la cantidad de aceite en el cárter era de 450 gramos. Se introdujo una cantidad de 4,5 gramos (1% del peso de aceite) de **QwikShot®** en la parte inferior del compresor. **QwikShot® Acid Flush** fue capaz de separar el ácido del aceite en 2 horas de funcionamiento. Se llevó a cabo un experimento similar *sin* añadir **QwikShot®**. En este experimento, el compresor se quemó después de 12 horas sin que el nivel de ácido disminuyera de forma medible.

Se debe introducir **QwikShot®** en el colector de aceite del compresor utilizando **QwikInjector®** para que pueda mezclarse bien con el aceite durante la lubricación del compresor. Las concentraciones de **QwikShot®** en el aceite son menores de un 1% y no afectan a las propiedades de lubricación de aceite. Cuando **QwikShot®** se mezcla con el aceite retira el ácido de las superficies de ácido y aceite. El ácido y **QwikShot®** se evaporan, tras dejar el aceite limpio, y viajan a través del sistema donde el filtro secador los adsorbe. Los tamices moleculares y los filtros secadores de carbono y alúmina activada sirven del mismo modo para este propósito. El resultado es que se elimina el ácido y ningún residuo perjudicial se queda en el sistema, ya que el filtro secador adsorbe tanto el ácido como el **QwikShot®**. Consulte las tablas de dosificación

QwikShot® para que QwikShot® no utilice toda la capacidad del filtro secador y así deje más de la mitad de la capacidad del filtro para futuras limpiezas de agua o ácido.

Mediante el uso de QwikShot®, se puede limpiar a fondo el ácido de un sistema sin dejar ningún residuo. Esta capacidad ha sido demostrada por experimentos y verificada por análisis de cromatografía de gases del refrigerante y del aceite del sistema.

### ***Usar QwikCheck para comprobar ácidos***

El kit de prueba de ácido QwikCheck® le da la posibilidad de realizar rápidamente pruebas de acidez del refrigerante en de los compresores en funcionamiento que no tienen un drenaje de aceite, tales como compresores herméticos. QwikCheck® funciona con todos los refrigerantes y todos los aceites. Usando un producto como QwikCheck®, puede proporcionar una mayor calidad y un servicio más completo a sus clientes. En un sistema en funcionamiento, puede detectar niveles de ácido perjudiciales, que pueden dañar los compresores herméticos, causar la formación de residuos en el sistema y mostrar la presencia de gases no condensables resultantes de la formación de ácido.

QwikCheck® es la herramienta más fácil de todas las disponibles en la actualidad en el campo de las pruebas de acidez. Para probar la acidez del refrigerante en una unidad operativa, simplemente tiene que sacar el QwikCheck® de su embalaje e insertar la punta del depresor con núcleo de válvula de QwikCheck® en el centro de la válvula de servicio del refrigerante de baja presión (vapor).

La punta del depresor con núcleo de válvula del QwikCheck® debe bajar la válvula de servicio de baja presión (vapor), permitiendo que el refrigerante en forma de vapor pase a través del QwikCheck®. Deje que vapor del refrigerante salga mientras cuenta lentamente hasta dos. Deje de contar si el indicador se pone rojo. No viola ninguna norma EPA de ventilación, ya que la EPA ha determinado que la extracción de aceite para la prueba de ácido en realidad, suelta más refrigerante (que se disolvió en el aceite).

- ▶ Si el papel indicador amarillo no cambia de color, manténgalo en el sistema durante otros dos segundos, para duplicar la exposición. Si permanece amarillo, no existe problema de ácido.
- ▶ Si el papel indicador amarillo se vuelve en naranja (aunque sea levemente), el refrigerante contiene algo de ácido. Debe, como mínimo, añadir QwikShot® y cambiar el filtro secador en el sistema. Lea las instrucciones de QwikShot® para más detalles.
- ▶ Si el papel indicador amarillo se vuelve rojo, tiene un problema grave de ácido. Cambie el refrigerante y cambie el aceite, si es posible. Además, cambie el filtro secador (añadiendo un filtro secador de aspiración). Lea las instrucciones de QwikShot® para más detalles.

QwikCheck® tarda unos segundos en actuar y ahorrará exasperación, dinero y tiempo de inactividad a sus clientes. El servicio de mantenimiento debe incluir QwikCheck® como parte del programa de mantenimiento preventivo.



### **Atención:**

*Las pequeñas concentraciones de ácido que existían en un sistema causadas por un problema anterior pueden acelerar rápidamente la formación de más ácidos. Esta formación de ácido se acelera aún más si hay humedad en el sistema.*

### **Tipos y lugares de los filtros secadores**

Cambiar el filtro secador le permite eliminar cualquier ácido a su alcance. Los tamices moleculares tienen una capacidad de adsorción del ácido y del agua mayor que la alúmina activada, pero esta es mucho más barata y muchos fabricantes suelen usarla para ahorrar dinero. Elija siempre un secador con, al menos, un 80% de tamiz molecular. Si además tiene carbono puede ayudar a la eliminación de una amplia variedad de contaminantes; por lo tanto, también es recomendable. Se recomienda un filtro secador que tenga aproximadamente entre un 70 y un 80% de materiales de tamiz molecular, junto con un 30 a un 20% de carbón activado y alúmina activada.

El propósito del filtro secador de conducción de líquido es eliminar la humedad o los contaminantes, que se encuentran antes del dispositivo de expansión (TXV, tubo capilar, o placa perforada). Estos dispositivos de expansión o de estrangulamiento tienen una pequeña abertura que causa que la presión caiga cuando el refrigerante es obligado a fluir a través de esta pequeña abertura. La caída repentina de la presión enfría rápidamente el refrigerante a la temperatura de saturación del refrigerante (a baja presión). Es decir, el refrigerante se enfría rápidamente a la temperatura de evaporación. La humedad del refrigerante podría congelarse en este punto, y el hielo resultante podría obstruir el dispositivo de expansión y hacer que la unidad dejara de refrigerar.

Los técnicos con experiencia conocen lo que es que una unidad de refrigeración funcione al principio, y luego deje de funcionar. Saben que la causa del problema es la humedad en el sistema, que se congela, obstruyendo el dispositivo de expansión y deteniendo el funcionamiento del sistema. El hielo se derrite cuando el sistema está apagado, permitiendo que la unidad se caliente y vuelva a funcionar. Sin embargo, los niveles de humedad que son más bajos que la cantidad necesaria para causar la formación de hielo, pueden causar la aceleración de la formación de ácido en el sistema. Este problema se ha visto aumentado por los nuevos aceites POE, que tienen una tendencia mucho mayor a absorber la humedad (higroscópico).

Después de que el motor se quemara, se coloca un filtro de succión en el sistema para un propósito diferente que el del filtro secador de conducción de líquido. Cuando un compresor se quemara, se genera un aceite altamente ácido, y mientras que la mayor parte de este aceite permanece en el compresor, parte de él puede encontrarse en los conductos y el resto de componentes del sistema. Antes la normativa de la EPA, los técnicos limpiaban el sistema con refrigerante para eliminar estos contaminantes. Esto ya no es una práctica legal o económica debido al precio de los nuevos refrigerantes. Una alternativa muy eficaz y el método aprobado por los principales fabricantes, es instalar filtro secador de succión en el sistema. De esa manera, el aceite ácido que permanece en el sistema, tras la instalación de un nuevo compresor, será atrapado por el filtro secador de succión, en lugar de volver al depósito de aceite del nuevo compresor. Sin este filtro, el aceite ácido volvería al compresor y aceleraría la formación de más ácido.

## Comprobar humedad

### Índice de Contenidos

La detección temprana de la humedad en un sistema es fundamental para evitar la corrosión, el ácido, y los problemas derivados de ellos. Si hay una mirilla del nivel de humedad en el sistema, compruébela en cada visita de mantenimiento. Si el elemento que indica la humedad se borra, cámbiela.

## Comprobar la corrosión

### Índice de Contenidos

Durante su visita de mantenimiento o puesta a punto, compruebe el estado externo del compresor, del filtro secador, del acumulador, del receptor, o de cualquier otro componente de acero. Estos armazones se hacen, normalmente, de acero pintado y pueden oxidarse fácilmente en ambientes húmedos. La aplicación de pintura o sustancia anticorrosiva puede ralentizar el proceso de corrosión y prolongar la vida útil de la unidad. Asegúrese de informar al propietario del equipo sobre cualquier cambio de este tipo.

Otro problema potencial es la corrosión en el ventilador del condensador. El eje motor de acero del ventilador puede oxidarse si el entorno está al aire libre y es húmedo. Cuando la superficie oxidada del eje entra en contacto con los cojinetes de metal sinterizado del motor del ventilador, que están siempre lubricados, esto acorta significativamente la vida de los cojinetes. Una fina capa de lubricante en aerosol sobre el eje motor del ventilador prolongará la vida del motor del ventilador. En las unidades de refrigeración de alta gama o en las instalaciones de aire acondicionado en tejados,

se pueden usar cojinetes de bolas o de cilindros. Compruebe si hay puntos que sea necesario engrasar en estos rodamientos.

# Capítulo 6: Calidad del aire interior

## Índice de Contenidos

El manual *Indoor Air Quality Manual* de Mainstream Engineering Corporation está disponible en: [www.epatest.com](http://www.epatest.com). Este capítulo del manual *Green Certification Manual* es un extracto del manual *Indoor Air Quality Manual* y hace incapie en el equilibrio que debe lograrse entre el diseño eficiente en términos de la energía y la calidad del aire interior y el confort de los ocupantes. Su trabajo consiste en crear este equilibrio, entre un edificio hermético de alta eficiencia energética y un edificio que no tiene problemas de calidad del aire interior ni supone un peligro para la salud. Debe tener conocimientos básicos en ambas disciplinas para lograr este equilibrio.

En los últimos años, un creciente número de pruebas científicas han mostrado que el aire dentro de los edificios puede estar más contaminado que el aire exterior, incluso en las ciudades más grandes e industrializadas. Las investigaciones indican que la gente pasa aproximadamente el 90% de su tiempo en interiores. Por lo tanto, para muchas personas, los riesgos para su salud por la contaminación del aire en interiores puede ser mayor que los debidos a la contaminación exterior. Además, las personas que tienen una mayor exposición a los contaminantes del aire interior son, a menudo, los más susceptibles a los efectos de la contaminación. Estos grupos incluyen a los jóvenes, los ancianos y los enfermos crónicos, especialmente aquellos que sufren de enfermedades respiratorias o cardiovasculares.

El asma afecta a unos 20 millones de estadounidenses, incluidos 6,3 millones de niños. Desde 1980, el mayor crecimiento de los casos de asma ha sido en los niños menores de cinco años. En 2000, había casi dos millones de visitas a urgencias y casi medio millón de hospitalizaciones por asma. Esto supuso un coste de casi 2 mil millones de dólares y 14 millones de días de colegio perdidos, cada año.

Las fuentes de contaminación interior que liberan gases o partículas en el aire son la causa principal de los problemas de calidad del aire interior en los edificios. Una ventilación inadecuada puede aumentar los niveles de contaminantes internos, al no introducir suficiente aire del exterior para diluir las emisiones de fuentes de interior, y al no llevar contaminantes del aire interior del edificio al exterior. Las altas temperaturas y los niveles de humedad también pueden aumentar las concentraciones de algunos contaminantes.

# Factores que afectan a la calidad del aire interior

## Índice de Contenidos

Estudios recientes de la EPA han calificado a la contaminación del aire en interiores como uno de los riesgos ambientales más importantes para la salud de EE.UU. Con el avance de la tecnología moderna, el número y los distintos tipos de contaminantes liberados en el aire interior han aumentado radicalmente.

El ambiente interior en cualquier edificio es el resultado de la interacción entre el lugar, el clima, el sistema (diseño original y posteriores modificaciones en la estructura y los sistemas mecánicos), las técnicas de construcción, las fuentes contaminantes (materiales de construcción y muebles, la humedad, los procesos y actividades de la construcción dentro del edificio y las fuentes externas) y los ocupantes del edificio.

Son cuatro los factores que afectan a la calidad del aire interior:

- ▶ **Fuente.** Hay una fuente de contaminación o malestar en el interior, en el exterior o dentro de los sistemas mecánicos del edificio.
- ▶ **Distribución.** Hay varias formas de que los contaminantes lleguen a los ocupantes del edificio y hay una fuerza motriz que los mueve.
- ▶ **Sistema de climatización.** El sistema de climatización no es capaz de controlar los contaminantes del aire y asegurar el confort térmico (condiciones de humedad y temperatura que resultan cómodas para la mayor parte de los ocupantes).
- ▶ **Ocupantes.** Los ocupantes del edificio están presentes.

Los problemas con la calidad del aire interior pueden prevenirse o ser investigados y resueltos, solo si se entiende el papel que juega cada uno de estos factores

# Fuentes de contaminación del aire interior

## Índice de Contenidos

Cualquier edificio puede tener muchas fuentes de contaminación del aire interior. Las fuentes de combustión pueden incluir petróleo, gas, queroseno, carbón, madera y productos del tabaco. Las fuentes de materiales de construcción y muebles pueden ser tan diversas como el aislamiento deteriorado que contenga amianto, moquetas mojadas o húmedas y los muebles hechos con ciertos materiales provenientes de

madera prensada. Los productos de limpieza, de cuidado personal y algunos pasatiempos pueden ser fuentes contaminantes. La contaminación interior también puede provenir de sistemas de calefacción y refrigeración centrales y dispositivos de humidificación, así como de fuentes exteriores como el radón, los pesticidas y la polución del aire.

La importancia relativa de una sola fuente depende de la cantidad de contaminante emitido y del peligro de esas emisiones. En algunos casos, factores, como la edad de la fuente es y su mantenimiento, son significativos. Por ejemplo, una cocina de gas mal ajustada puede emitir bastante más monóxido de carbono que una bien ajustada.

Algunas fuentes, como los materiales de construcción y los muebles, y algunos productos como ambientadores, velas y aceites perfumados liberan contaminantes, de forma más o menos continua. Otras fuentes, relacionadas con las actividades llevadas a cabo en el edificio, liberan contaminantes de forma intermitente. Las fuentes intermitentes incluyen el tabaquismo, las cocinas sin ventilación o que funcionan incorrectamente, hornos y calentadores de espacio. Los disolventes utilizados en las actividades de limpieza y de ocio, los decapantes utilizados en actividades de decoración y los productos de limpieza y pesticidas utilizados en la limpieza, también son fuentes intermitentes. Las altas concentraciones de contaminantes pueden permanecer en el aire durante mucho tiempo, después de algunas de estas actividades.

La forma más efectiva de mejorar la calidad del aire interior es eliminar las fuentes individuales de contaminación o reducir sus emisiones. Algunas fuentes, como las que contienen amianto, pueden ser selladas o cerradas; otras, como las cocinas de gas, se pueden ajustar para disminuir la cantidad de emisiones. El control de las fuentes también puede ser una manera eficiente de proteger la calidad del aire en interiores, ya que otros enfoques, como el aumento de la ventilación, pueden aumentar el coste de energía. En la mayoría de los problemas relacionados con la calidad del aire interior del edificio, el control de las fuentes es la solución más eficaz.

## Actividades contaminantes y desencadenantes

### Índice de Contenidos

Los patrones del caudal de aire en los edificios son el resultado de la acción combinada de los sistemas mecánicos de ventilación, la actividad humana y las fuerzas naturales. Las caídas de presión causadas por estas fuerzas mueven contaminantes en el aire, de las zonas de mayor presión, a las áreas de presión de menor presión, a través de cualquier abertura disponible.

### ***Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado***

El sistema de climatización es, generalmente, la forma predominante y fuerza motriz del movimiento del aire en los edificios. Sin embargo, todos los componentes de un edificio (paredes, techos, suelos, penetraciones, equipos de calefacción, refrigeración y climatización y ocupantes) interactúan de modo que afectan a la distribución de los contaminantes. Por ejemplo, como el aire se mueve desde las rejillas de suministro o difusores a las rejillas de retorno, es desviado u obstruido por tabiques, paredes y muebles, y se redirige a través de aberturas le dejan pasar. El movimiento de personas en todo el edificio también tiene un impacto importante en el movimiento de los contaminantes. Algunas de los movimientos cambian cuando las puertas y las ventanas se abren o se cierran. Es útil pensar en todo el edificio como parte de los sistemas de distribución de aire –las habitaciones y las conexiones entre ellas (pasillos, escaleras, huecos de los ascensores).

### ***Fuerzas de la naturaleza***

Las fuerzas naturales ejercen una importante influencia en el movimiento del aire entre las zonas y entre el interior y el exterior de un edificio. (IPC6-1) Tanto el efecto chimenea como el viento pueden dominar el sistema mecánico de un edificio e interrumpir la circulación del aire y la ventilación, especialmente si el envoltorio de un edificio es permeable.

El *efecto chimenea* es el caudal movido por la presión producida por convección natural (la tendencia de aire caliente a subir). El efecto chimenea se da siempre que haya una diferencia de temperatura entre el interior y el exterior y se hace más fuerte cuando la diferencia de temperatura aumenta. Como el aire calentado se escapa por los pisos superiores del edificio, el aire interior se mueve de los pisos inferiores a los superiores, y el aire exterior se introduce, por aberturas, en los pisos inferiores del edificio. El caudal de aire resultante puede transportar contaminantes entre los pisos, a través de las escaleras, los huecos de los ascensores, cañerías u otras aberturas. El efecto chimenea puede ser tan fuerte como para evitar que las puertas de la planta baja se cierren. En vez de eso, las puertas se abren hacia el interior por el aire exterior que entra en el edificio.

Los efectos del viento son transitorios y crean zonas de alta presión (en el lado de barlovento) y de baja presión (en el lado de sotavento) alrededor de los edificios. Dependiendo de los orificios por los que se producen fugas, que se encuentran en el exterior del edificio, el viento puede afectar las relaciones de presión dentro y entre las habitaciones.

El principio básico del movimiento del aire de las zonas de mayor presión a las áreas de presión relativamente más baja puede producir muchos patrones de distribución de los contaminantes. El aire se mueve de las áreas de mayor presión a las de baja, a través de cualquier abertura disponible. Una pequeña grieta o agujero puede filtrar grandes cantidades de aire si las diferencias de presión son lo suficientemente altas. Estas diferencias pueden ser muy difíciles de evaluar.

Incluso cuando todo el edificio se mantiene bajo una presión positiva, siempre hay parte de él (por ejemplo, la toma de aire exterior) que se encuentra bajo presión

negativa con relación al exterior. La entrada de contaminantes puede ser intermitente, sucediendo sólo cuando el viento sopla de una dirección en concreto. La interacción entre las acciones contaminantes y las causas, intermitentes o variables, puede conducir a una sola fuente, provocando quejas respecto a la calidad del aire en las áreas del edificio que son distantes entre ellas y respecto a la fuente.

## Condiciones de ventilación

### Índice de Contenidos

Si en una estructura no entra demasiado aire del exterior, los contaminantes pueden acumularse hasta niveles que pueden plantear problemas de salud y comodidad. A menos que los edificios se diseñen con medios mecánicos especiales de ventilación, por lo general, se construyen para reducir al mínimo la cantidad de aire exterior que puede entrar dentro y fuera del edificio. Cuanto más hermético sea el edificio, más altos serán los niveles de contaminantes, en comparación con los edificios con más filtraciones de aire exterior.

El aire exterior entra y sale de un edificio a través de la infiltración, ventilación natural y la ventilación mecánica. (IPC6-2) En el proceso conocido como la *infiltración*, los caudales de aire exterior entran en el edificio a través de las aberturas, las juntas y las grietas en las paredes, suelos y techos y alrededor de las ventanas y puertas. En la ventilación natural, el aire se mueve a través de las ventanas y puertas abiertas. El movimiento de aire asociado con la infiltración y con la ventilación natural es causado por las diferencias de temperatura del aire interior y del exterior y por el viento. La ventilación mecánica supone el uso de dispositivos que eliminan continuamente del aire interior y distribuyen el aire exterior filtrado y acondicionado a puntos estratégicos en todo el edificio. Estos dispositivos incluyen desde ventiladores de aire al exterior que eliminan de forma intermitente el aire de una habitación individual, como un cuarto de baño o una cocina, a sistemas de climatización que utilizan ventiladores y conductos para eliminar el aire interior e introducir aire exterior condicionado. (IPC6-3) La velocidad a la que el aire exterior reemplaza el aire interior se describe como la *tasa de intercambio de aire*. Cuando hay poca infiltración, ventilación natural o ventilación mecánica, la tasa de intercambio de aire es baja y los niveles de contaminantes pueden aumentar.

La mayoría de las unidades de climatización comerciales distribuyen una mezcla de aire exterior y de aire interior recirculado. Los diseños de sistemas de calefacción, refrigeración y climatización también pueden incluir unidades donde el 100% del aire introducido proviene del exterior o que simplemente transfieren aire dentro del edificio. Además, existe cierta cantidad no controlada de aire exterior que entra en los edificios a través de ventanas, puertas y huecos en el exterior de la construcción.

Las necesidades de confort térmico y ventilación se cumplen mediante el suministro de aire acondicionado, que puede ser una mezcla de aire exterior y recirculado que ha

sido filtrado, calentado o enfriado y, algunas veces, humidificado o deshumidificado. Los edificios grandes a menudo tienen espacios interiores en los que se requiere enfriamiento constante para compensar el calor generado por los ocupantes, el equipo, y la iluminación, mientras que las habitaciones exteriores pueden requerir de calefacción o refrigeración dependiendo de a las condiciones exteriores.

Otra técnica para aislar los olores y contaminantes es diseñar y hacer que el sistema de climatización funcione de modo que se controlen las relaciones de presión entre las habitaciones. Este control se lleva a cabo mediante el ajuste de las cantidades de aire suministrado y extraído en cada habitación. Si en una habitación se suministra más aire del que se gasta, el exceso de aire se filtra al exterior, y se dice que la presión de la sala es positiva. Si se suministra menos aire del que se gasta, se trae aire del exterior, y la presión de la habitación sería negativa.

Una tercera técnica es el uso de sistemas locales de extracción para aislar y eliminar los contaminantes. Estos sistemas funcionan mediante el mantenimiento de la presión negativa en la zona que rodea la fuente contaminante. La extracción local puede estar relacionada con el funcionamiento de un equipo en particular, como un hornillo de carbón vegetal, o con el uso para tratar toda una habitación, como un salón para fumadores o un guardarropa. El aire de lugares con olores y altas concentraciones de contaminantes se extrae y no recircula. Ejemplos de tales lugares dentro de un edificio son salas de reprografía, baños o cocinas, o un edificio entero, como una peluquería.

Los espacios donde se utiliza extracción local deberán estar provistos de aire de reposición, y la extracción local debe funcionar en coordinación con el resto del sistema de ventilación. En algunas circunstancias, puede ser aceptable transferir aire acondicionado de zonas relativamente limpias de un edificio a áreas más sucias y utilizarlo como aire de reposición para un sistema de extracción local. Estas transferencias pueden resultar en un gran ahorro de energía.

Los dispositivos de limpieza del aire y de filtrado, diseñados para controlar los contaminantes, son parte de los sistemas de calefacción, refrigeración y aire acondicionado (por ejemplo, cajas de filtrado en los conductos) y también se pueden instalar como unidades independientes. La eficacia de la limpieza del aire depende de la selección de equipos, instalación, funcionamiento y mantenimiento. Se debe tener precaución en la evaluación de los muchos nuevos desarrollos tecnológicos en el campo de la limpieza del aire y filtración.

La mayoría de los sistemas de calefacción y refrigeración de edificios residenciales, incluyendo los sistemas de calefacción o refrigeración por aire forzado, no introducen aire fresco en la casa de forma mecánica. Por otro lado, los edificios comerciales tienen, normalmente, medios para la introducir de forma mecánica el aire fresco dentro de la estructura. La normativa ASHRAE Standard 62.2 establece los requisitos mínimos de ventilación en edificios residenciales y la calidad mínima que debe tener el aire interior. Las buenas prácticas pueden requerir ir más allá de este mínimo.

Tradicionalmente, la ventilación residencial ha sido proporcionada por la ventilación natural y la infiltración. Sherman y Matson (1997) mostraron que la mayoría de los edificios de viviendas antiguos son lo suficientemente permeables para que la

infiltración por sí solo cumpla con los requisitos mínimos de la norma ASHRAE 62.2. Las casas construidas recientemente, sin embargo, son sustancialmente más herméticas; por lo tanto la infiltración no es suficiente para satisfacer las normas mínimas de ventilación. Cumplir con el estándar mínimo puede no ser siempre suficiente para diluir adecuadamente todos los contaminantes.

Para las viviendas unifamiliares modernas de hoy en día, puede ser necesario un sistema de ventilación mecánica para toda la casa cuando hay personas con alergias o sensibilidades químicas en el edificio o cuando existen fuentes inusuales de impurezas. Los diseños avanzados de nuevos edificios ofrecen sistemas mecánicos que llevan el aire al exterior del edificio. Algunos de estos diseños incluyen ventiladores de recuperación de calor de bajo consumo (también conocidos como intercambiadores de calor aire-aire). Los requisitos de ventilación total comunes son, al menos, 7.5 cfm (12,7 m<sup>3</sup>/h) por persona (basándonos en una ocupación normal) y un cfm por cada 100 pies cuadrados (9,3 m<sup>2</sup>) de superficie del suelo. Los caudales de extracción intermitentes para las cocinas son de 100 pies cúbicos por minuto (169,9 m<sup>3</sup>/h), y de 50 pies cúbicos por minuto (85 m<sup>3</sup>/h) para las habitaciones de uso especial, tales como lavaderos y baños. El caudal de extracción continuo para cocinas es de cinco renovaciones de aire por hora, y 20 pies cúbicos por minuto (34 m<sup>3</sup>/h) para lavaderos y baños.

## Sistemas de conductos

### Índice de Contenidos

Los sistemas de conductos aislados pueden funcionar durante años sin que se genere moho. Si se mantienen razonablemente limpios y secos se puede prevenir el moho. Existe un debate acerca de si los materiales aislantes porosos, tales como la fibra de vidrio, son más propensos a la contaminación microbiana que los conductos de chapa sin aislamiento. Si se permite que la suciedad y la humedad entren en el sistema de conductos, no habrá una diferencia significativa, respecto a la velocidad y magnitud del crecimiento microbiano, entre los conductos de chapa con y sin revestimiento interior. Sin embargo, la contaminación por moho en la chapa sin aislante es mucho más fácil de tratar. Una vez que el revestimiento de fibra de vidrio del conducto está contaminado con moho, la limpieza no es suficiente para evitar que aparezca de nuevo, y (IPC6-4) no hay biocidas registrados por la EPA para la limpieza de materiales de conductos porosos. (IPC6-5) Mainstream está de acuerdo con la EPA en que la fibra de vidrio húmeda o mohosa de los conductos, no se puede limpiar adecuadamente ni puede ser tratada y debe ser reemplazada, por lo que recomienda usar un sellador para conductos porosos en los nuevos conductos rígidos, así como en las áreas adyacentes.

# Cómo evitar que los conductos de aire se humedezcan

## Índice de Contenidos

No debería haber humedad en los conductos de aire. Si la humedad está presente, ayuda a que los contaminantes biológicos crezcan y se dispersan por todo el edificio. El control de la humedad es la única manera eficaz de prevenir el crecimiento biológico en cualquier tipo de conducto de aire.

La humedad puede entrar en el sistema de conductos a través de filtraciones o a causa de una instalación o un mantenimiento inadecuado del sistema. Las investigaciones sugieren que la condensación en o cerca de los serpentines de enfriamiento de las unidades de aire acondicionado es un factor importante en la contaminación del sistema por humedad. La condensación se produce cuando la temperatura de la superficie es inferior a la temperatura del punto de rocío del aire del entorno. Tanto la condensación y la humedad relativa alta son indicadores importantes de las posibilidades de crecimiento de moho en cualquier tipo de conducto. El control de la humedad puede ser difícil, pero aquí se muestran algunos pasos a seguir:

- ▶ Reparar cualquier fuga o problemas en el agua sin demora y de forma completa. (IPC6QP-3) Desechar todo aislamiento o conducto rígido húmedo; no se puede secar de manera eficaz. Trate a todos los materiales de sustitución y todas las tablas de los conductos adyacentes o aislamientos con un sellador de conducto poroso.
- ▶ Inspeccione los serpentines de enfriamiento para la condensación y el moho. Los serpentines de enfriamiento están diseñados para eliminar el agua del aire acondicionado. Las bobinas pueden ser una fuente importante de humedad del sistema, que puede provocar el crecimiento de moho. Si hay presencia de moho en los conductos, limpiar las bobinas del evaporador y las superficies duras del aparato de aire acondicionado con un limpiador biocida para superficies duras.
- ▶ Asegúrese de que la bandeja de condensación drene correctamente. La presencia de agua estancada o residuos indica que hay un problema que requiere atención inmediata. Compruebe si hay humedad en el aislamiento cerca de las bobinas de refrigeración. (IPC6QP-4) Tratar las bandejas de drenaje con pastillas para bandejas de condensación y considerar la instalación de un dispensador de pastillas.
- ▶ Asegúrese de que los conductos estén correctamente sellados y aislados en espacios donde no haya aire acondicionado, como los entretechos y espacios debajo del suelo. Los conductos sellados ayudarán a que la humedad proveniente de la condensación se acumule en los conductos o en el sistema. Para evitar la condensación, el sistema de refrigeración y los conductos asociados deben estar aislados correctamente.

Compruebe que la unidad de aire acondicionado funciona adecuadamente. (IPC3-3)(IPC6QP-2) La humedad ha de mantenerse por debajo del 55% (idealmente del 30 a

50%). Si la humedad supone un problema, considere la instalación de un deshumidificador en el sistema existente.

## Tratamiento de los conductos de aire

### Índice de Contenidos

En esta publicación, la limpieza de los conductos se refiere a la limpieza de los propios conductos porosos o no porosos, y no a ninguna otra parte del sistema de calefacción, refrigeración y aire acondicionado.

Si no se instalan, mantienen y usan bien, algunas partes del sistema de climatización pueden contaminarse con polvo, polen u otros residuos. Si hay humedad, aumenta la posibilidad de crecimiento microbiano, y las esporas de este crecimiento pueden ser liberadas a las zonas residenciales del edificio. Estos contaminantes pueden causar reacciones alérgicas u otros síntomas en algunas personas expuestas a ellos.

(IPC6-7) No deben aplicarse biocidas químicos diseñados para matar los contaminantes microbiológicos en el interior de los conductos porosos, debido a que la EPA no ha determinado aún la seguridad de esta práctica. No hay ningún producto certificado por la EPA para este uso, en parte debido a que la EPA no ha encontrado una solución a estos problemas. Debido a que los biocidas matan a los organismos vivos, podrían causar graves problemas de salud si salen de las superficies porosas con el tiempo y se inhalan. Estos problemas de salud son especialmente graves para las mujeres embarazadas o los niños pequeños. Nunca deben usarse productos biocidas si existe alguna posibilidad de que puedan ser inhalados por los técnicos o por los ocupantes del edificio.

## Limpiar los conductos de aire

### Índice de Contenidos

Nunca haga afirmaciones generales sobre los beneficios para la salud de la limpieza de los conductos, puesto que serían infundadas. (IPC6-8) No recomiende limpieza de conductos como parte de la rutina de mantenimiento de los sistemas de calefacción y refrigeración. No diga que posee un certificado de la EPA en limpieza de conductos. La EPA no establece estándares de limpieza de conductos ni certifica, respalda o aprueba a las empresas de limpieza de conductos. Consulte con el departamento de regulación profesional de su estado.

Es normal que las rejillas de retorno se llenen de polvo puesto que atraen el aire, y este tiene residuos de polvo. Esto no implica que los conductos de aire están contaminados

con polvo o residuos. Las rejillas y la zona del conducto que las rodea pueden desmontarse y limpiarse fácilmente. Esta es una práctica recomendada.

Algunos propietarios pueden querer limpiar sus conductos de aire, porque parece lógico que si los conductos se ensucian, en ocasiones, deban ser limpiados. Mientras el debate sobre el valor de la limpieza periódica de los conductos continúa, no hay pruebas de que dicha limpieza sea perjudicial, siempre y cuando se haga correctamente. Sin embargo, si un técnico no sigue los procedimientos adecuados para la limpieza de conductos, esta puede causar problemas en el aire interior. Por ejemplo, aparato aspirador inadecuado puede liberar más polvo, suciedad y otros contaminantes. Un técnico descuidado o mal formado puede dañar los conductos de aire o el sistema de calefacción y refrigeración.

## Aspectos sin resolver de la limpieza de los conductos de aire

### Índice de Contenidos

**Pregunta:** ¿Se puede rociar los conductos con biocidas químicos u ozono?

Algunas empresas químicas venden productos para la limpieza de conductos de aire que aseguran que el biocida químico debe aplicarse por toda la superficie interior de los conductos de aire para matar las bacterias (gérmenes) y hongos (moho) y prevenir su crecimiento en el futuro. Normalmente, cualquier cosa que mata organismos como bacterias y hongos vivos, tampoco es saludable para los seres humanos. La fumigación de estos compuestos en el aire no es buena idea, a menos que el edificio se desaloje por un período de tiempo considerable, después de la pulverización. Aún así, estos compuestos podrían llegar a superficies que pueden estar en contacto con alimentos y por lo tanto pueden afectar a los residentes.

La exposición a los biocidas es un problema mayor para las mujeres embarazadas o lactantes y niños pequeños. Los técnicos que realizan la fumigación deben llevar un aparato respiratorio de protección. Debido a que los efectos a largo plazo de los biocidas son desconocidos, la EPA no ha aprobado ninguna sustancia para este tipo de usos.

Las esporas del moho y las bacterias son naturales y están siempre presentes en el aire. Eliminarlas una vez, no evitará un problema recurrente, porque las nuevas bacterias y esporas de moho crecen de nuevo, en el agua y la suciedad que queda en los conductos. La eliminación de la fuente del agua y de la suciedad (el suministro de alimentos) es la única solución real para la prevención de problemas recurrentes.

Tanto la EPA como Mainstream recomiendan retirar completamente cualquier conducto rígido o aislante de fibra de vidrio húmedo o mohoso. Mainstream también recomienda el tratamiento de los nuevos conductos o aislantes y de los que haya alrededor, con un

sellante de conductos porosos. No es necesario usar este sellante para el tratamiento de todo el sistema de conductos, sólo para el tratamiento y el sellado de problemas puntuales.

(IPC6-9) Algunos fabricantes proponen introducir ozono para eliminar los contaminantes biológicos. El ozono es un gas altamente reactivo, lo que significa que es un gas altamente corrosivo que ha de regularse en el aire exterior puesto que irrita los pulmones. No se recomienda introducir ozono en el aire debido a sus propiedades corrosivas y tóxicas. Muchos de los componentes del sistema de tratamiento de aire se verían afectados negativamente por un gas corrosivo. No hay ninguna razón lógica para introducir cualquier biocidas químicos u ozono en los conductos. Algunos de los problemas de la aplicación de biocida y ozono en conductos de aire son:

- ▶ Se han desarrollado pocas investigaciones para demostrar la efectividad de usar más biocidas y ozono dentro de los conductos.
- ▶ Rociar o introducir de otro modo estos materiales dentro del sistema de conductos puede causar que la mayor parte de este material sea transportado a través del sistema e introducido dentro de las áreas residenciales de la estructura.
- ▶ Algunas personas pueden tener reacciones adversas a los biocidas o al ozono.

EPA regula los biocidas químicos basándose en las leyes de pesticidas. Antes de que un producto pueda usarse legalmente para un propósito, ha de estar registrado por EPA. Los usos específicos deben aparecer en la etiqueta de susodicho pesticida o biocida, junto con otra información importante. El uso de productos pesticidas que no se corresponde con las directrices de la etiqueta es ilegal.

**Pregunta:** ¿Los sellantes evitan la liberación de partículas de polvo y suciedad en el aire?

Los fabricantes de productos para revestir y hermetizar los conductos, afirman que estos productos evitan que las partículas de polvo y suciedad dentro de los conductos de aire se liberen en el aire. De hecho, se debe limpiar las superficies del conducto por completo antes de aplicar el sellante. El uso de sellantes para revestir las superficies de los conductos es adecuado para la reparación del aislamiento de fibra de vidrio dañado o para evitar daños por fuego dentro de los conductos. Nunca aplique sellantes sobre conductos húmedos o sucios, ya sea para cubrir moho o para cubrir los residuos de los conductos. Aplique los sellantes sólo después de reemplazar las secciones húmedas o mohosas del conducto y de haber limpiado el sistema. Puede utilizar un sellante de conductos que contenga biocida, para ayudar a prevenir la aparición de moho. También puede utilizar un sellador de conductos para tratar y sellar las áreas problemáticas puntuales, pero no se debe rociar indiscriminadamente sobre todo el sistema de conductos, ya que los vapores son perjudiciales si se inhalan. Siga todas las instrucciones de la etiqueta.

# Muestras y control del moho

## Índice de Contenidos

La clave para controlar el moho está en controlar la humedad. Es importante secar las áreas y los objetos dañados por el agua en un periodo de 24 a 48 horas para evitar el crecimiento de moho. Si el moho es un problema en un edificio, es necesario retirar el moho, los materiales húmedos, y el exceso de agua. Repare las tuberías con fugas u otras fuentes de agua. Limpie y elimine el moho en superficies duras con un limpiador biocida para superficies duras, asegurándose de seguir las instrucciones de la etiqueta. Reemplace los materiales absorbentes porosos, como el aislamiento de fibra de vidrio, los conductos rígidos, las tejas, y las moquetas que se hayan mojado o enmohecido. Trate de conductos nuevos y sus alrededores con un sellante para conductos porosos.

(IPC6QP-5) Mainstream fabrica un kit para realizar pruebas de moho en muestras sobre superficies conocido como **QwikTreat Mold Test Kit**. Este kit está diseñado para técnicos de climatización formados que desean identificar moho. Para situaciones de demandas o problemas de salud, donde no está claro el origen del moho, tomar muestras debería ser parte de la evaluación del lugar. Tomar muestras de la superficie también puede ser útil para determinar si un área se ha limpiado adecuadamente. El muestreo debe realizarse sólo después de desarrollar un plan que incluya una hipótesis respecto a las fuentes y zonas de desarrollo del moho. Trate de determinar qué está ocurriendo y cómo probarlo o refutarlo antes de tomar ninguna muestra.

Los resultados del muestreo pueden tener un uso o aplicación limitada. Las muestras pueden ayudar a localizar la fuente de la contaminación por moho, identificar algunas de las especies de hongos presentes, y diferenciar entre el moho y el hollín o la suciedad. Tomar muestras antes y después de llevar a cabo medidas, también puede ser útil para determinar si esas medidas han sido eficaces. Debido a que no se han fijado normas en relación con el moho o las esporas, el muestreo de aire no se puede utilizar para comprobar si un edificio cumple con la normativa.

# Síntomas relacionados con la calidad del aire interior

## Índice de Contenidos

(IPC6-11) Los grupos que pueden verse más afectados por la contaminación del aire interior son:

- ▶ Individuos alérgicos o asmáticos
- ▶ Personas con enfermedades respiratorias
- ▶ Personas cuyos sistemas inmunes están afectados por quimioterapia, radioterapia u otras enfermedades.

▶ Personas con lentes de contacto

Los efectos de los problemas de calidad del aire interior constituyen, a menudo, síntomas no específicos en lugar de enfermedades claramente definidas. Los síntomas comúnmente atribuidos a problemas de por la calidad del aire incluyen dolor de cabeza, fatiga, congestión nasal, tos, estornudos, mareos y náuseas. Todos estos síntomas, sin embargo, también pueden ser causados por otros factores y no necesariamente por deficiencias en calidad del aire.

Para describir el espectro de sensaciones físicas se usan los conceptos de *salud* y *confort*. Por ejemplo, cuando el aire de una habitación es demasiado caliente para el nivel de actividad de una persona, esa persona puede experimentar una leve molestia. Si la temperatura sigue aumentando, pueden incrementar el malestar, y aparecer síntomas como fatiga, congestión y dolor de cabeza.

El síndrome del edificio enfermo (*SBS*) describe casos en los que los ocupantes del edificio experimentan problemas de salud y de comodidad graves que, aparentemente, están vinculados con el tiempo que pasan en el edificio, pero con los que no se puede diagnosticar ninguna enfermedad o causa específica. Los problemas pueden localizarse en una habitación o zona en particular, o pueden ser generalizados para todo el edificio. Se han asociado muchos síntomas diferentes con este síndrome, incluyendo problemas respiratorios, irritación y fatiga. El análisis de muestras de aire a menudo falla a la hora de detectar altas concentraciones de contaminantes específicos. El problema puede ser causado por cualquiera o por todos los siguientes:

- ▶ Los efectos combinados de contaminantes en concentraciones bajas.
- ▶ Otros factores ambientales (por ejemplo, sobrecalentamiento, luz pobre, ruido)
- ▶ Factores ergonómicos
- ▶ Factores psicosociales relacionados con el trabajo (por ejemplo, hacinamiento, problemas de relaciones laborales)
- ▶ Factores desconocidos

*Las enfermedades relacionadas con los edificios* (BRI) hacen referencia a las enfermedades causadas por la exposición al aire de un edificio, donde se identifican los síntomas de enfermedades diagnosticables (por ejemplo, ciertas alergias o infecciones) que se pueden atribuir directamente a los agentes ambientales en el aire. La enfermedad del legionario y la neumonitis por hipersensibilidad son ejemplos de BRI que pueden tener graves, e incluso mortales, consecuencias.

Un pequeño porcentaje de la población puede ser sensible a un número de productos químicos del aire interior, los cuales pueden estar en concentraciones muy bajas. Esta condición, a la que se llama *sensibilidad química múltiple* (MCS), supone un tema de controversia. La MCS no está reconocida por las principales organizaciones médicas, pero la opinión médica está dividida, y es necesario llevar a cabo más investigaciones sobre el asunto.

# Uso y mantenimiento de las instalaciones

## Índice de Contenidos

La calidad del aire interior puede verse afectada tanto por la calidad del mantenimiento, como por los materiales y procedimientos utilizados en el funcionamiento y mantenimiento de los componentes del edificio, incluyendo el sistema de climatización.

El personal del establecimiento familiarizado con los sistemas de construcción en general y con las características de su construcción, en particular, suponen un recurso importante en la prevención y solución de los problemas de calidad del aire en interiores. El personal de la instalación puede actuar mejor frente a las preocupaciones de la calidad del aire en interiores si entienden cómo afectan sus actividades a la calidad del aire interior. Puede que sea necesario cambiar las prácticas existentes o introducir nuevos procedimientos en relación con lo siguiente.

- ▶ **Horarios del funcionamiento del equipo.** Confirme que los momentos de los ciclos de ocupación y desalojo se corresponde con períodos de ocupación reales, y que el edificio se limpia por los sistemas de ventilación antes de que lleguen los ocupantes. ASHRAE 62-1989 proporciona orientación sobre los tiempos de retraso y adelanto para equipos de climatización. En climas cálidos y húmedos, puede ser necesaria la ventilación durante largos períodos de desocupación para evitar el crecimiento de moho.
- ▶ **Control de olores y contaminantes.** Mantener relaciones de presión apropiadas entre las distintas áreas de uso del edificio. Evite la recirculación del aire proveniente zonas que son fuentes importantes de contaminantes (por ejemplo, salas para fumadores, zonas de almacenamiento de productos químicos, salones de belleza). Proporcionar eliminación localizada adecuada, para las actividades que producen olores, polvo o contaminantes, o limite esas actividades a lugares bajo presión negativa (en relación a las áreas adyacentes). Asegúrese de que las pinturas, disolventes y otros productos químicos se almacenan y manejan adecuadamente, con (eliminación directa) ventilación adecuada. Si se utilizan trampas de filtro local y adsorbentes, estas requieren un mantenimiento regular.
- ▶ **Cantidad de ventilación.** Comparar cantidades de aire exterior con los objetivos del diseño del edificio y con las normas de construcción locales y estatales, y hacer los cambios necesarios. Consulte cómo la tasa de ventilación se compara con la normativa ASHRAE 62-1989, porque esa pauta fue desarrollada con el objetivo de prevenir problemas en la calidad del aire interior. Debido a un litigio reciente sobre la calidad del aire interior, muchos diseñadores de sistemas de climatización consideran la norma ASHRAE 62-89, Norma de ventilación para una calidad mínima del aire interior, como un estándar mínimo de ventilación que se debe cumplir, además de los códigos locales. Las normas de construcción en muchos estados también hacen referencia a la norma ASHRAE 62-89 para los requisitos de ventilación. Si el diseñador de un edificio no se ajusta a las normas

ASHRAE, esto puede dar lugar a reclamaciones de negligencia y responsabilidad estricta del producto.

- ▶ **Calendarios de mantenimiento del equipo de climatización.** Inspeccione todo el equipo con regularidad (según el programa de mantenimiento recomendado) para asegurarse de que está en buenas condiciones y está funcionando tal y como como se diseñó. La mayoría de los fabricantes de equipos proporcionan los programas de mantenimiento recomendadas para sus productos. Los componentes expuestos al agua requieren un mantenimiento escrupuloso para evitar el crecimiento microbiológico.

## Climatizador

### Índice de Contenidos

Cuando el aire se hace circular a través de una estructura por el sistema de calefacción, refrigeración y aire acondicionado, se acumulan partículas en el interior del sistema. Especialmente en los sistemas de refrigeración, las partículas favorecen el crecimiento de bacterias y hongos. La dispersión de microbios tales como bacterias, virus, moho y hongos puede ser una fuente de enfermedades para los ocupantes del edificio. Por ejemplo, se ha constatado que la bacteria *Legionella pneumophila* existe en un entorno de este tipo y se ha relacionado con la enfermedad del legionario. Otros microbios pueden contribuir al "síndrome del edificio enfermo". Muchas personas son alérgicas al moho y a los hongos arrastrados a través del sistema de ventilación de una estructura cuando el aire pasa por agua contaminada condensada y serpentines húmedos. Por esta razón, es importante que las bobinas del evaporador se limpien y desinfecten al menos una vez por temporada de refrigeración. La bandeja de condensado debe ser tratada con un biocida para detener la reproducción de bacterias, virus, moho y hongos. Estos organismos pueden ser arrastrados por el aire acondicionado y llevados por todo el edificio.

## Filtración de aire

### Índice de Contenidos

Hay muchos tipos y tamaños de filtros de aire en el mercado, que van desde modelos de sobremesa relativamente baratos a sistemas sofisticados y costosos para todo un edificio. Algunos filtros de aire son muy eficaces en el proceso de eliminación de partículas, mientras que otros, entre ellos la mayoría de los modelos de sobremesa, lo son mucho menos. Los filtros de aire por lo general no están diseñados para eliminar los contaminantes gaseosos.

La eficacia de un filtro de aire depende de lo bien que recoge los contaminantes del aire interior (expresado como porcentaje de eficiencia) y la cantidad de aire extrae a

través del elemento de limpieza o de filtrado (expresado en pies cúbicos por minuto). Un colector muy eficiente con un bajo índice de circulación de aire no será efectivo, ni un limpiador con una alta tasa de circulación de aire y un colector menos eficiente. El rendimiento a largo plazo de cualquier filtro de aire depende del mantenimiento, llevado a cabo siguiendo las instrucciones del fabricante.

La EPA no recomienda el uso de filtros de aire para reducir los niveles de radón y sus derivados. La eficacia de estos dispositivos para eliminar el radón no está clara, porque eliminan sólo los productos de desintegración del radón parcialmente y no disminuyen la cantidad de radón que entra en el edificio. La EPA planea realizar una investigación para determinar si los filtros de aire son, o podrían llegar a ser, un medio fiable de reducir los riesgos derivados del radón.

Los tipos de limpiadores de aire por filtración incluyen:

- ▶ Filtros mecánicos, que incluyen los de los hornos convencionales y aparatos de aire acondicionado.
- ▶ Filtros electrónicos (por ejemplo, los precipitadores electrostáticos), que atrapan las partículas con carga, usando un campo electromagnético.
- ▶ Generadores de iones que funcionan cargando las partículas de una habitación. Estas partículas son atraídas hacia paredes, suelos, cortinas o a un colector.
- ▶ Dispositivos híbridos, que contienen dos o más de los dispositivos anteriores.

## Filtración mecánica

### Índice de Contenidos

Existen básicamente dos métodos para purificar o filtrar el aire: la filtración mecánica y la filtración electrostática. Con la filtración mecánica, un filtro permite que el aire pase a través de un material poroso, similar a la fibra, que bloquea y captura las partículas que hay en el aire. Debido a que los poros entre las fibras generalmente son más grandes que las partículas en el aire, la eficacia del filtro depende de la posibilidad aleatoria de que las partículas se queden atrapados en las fibras. El espesor del filtro se puede aumentar o los poros pueden hacerse más pequeños mediante el uso de un tejido más apretado. Estas medidas aumentan la eficacia del filtro, pero también aumentan la resistencia al paso del aire. El aumento de la resistencia, sin embargo, aumenta la pérdida de presión, reduce el flujo de aire, y, en última instancia, disminuye la capacidad de enfriamiento y la eficiencia del sistema.

La atracción electrostática es otro método usado para purificar el aire. Este método aumenta la eficiencia de eliminación de partículas sin disminuir de tamaño de poro ni aumentar la densidad de la fibra. Filtros electrostáticos activos, comúnmente conocidos como filtros de aire electrónicos, imparten una carga de alta tensión entre las placas. Todas las partículas que pasan a través de los filtros son retiradas del aire de forma electrostática y capturadas en la placa de recogida cargada. El rendimiento de este tipo

de sistema electrostático disminuye rápidamente a medida que la placa de recogida se ensucia, puesto que esto la aísla. .

Los sistemas electrostáticos pasivos no necesitan tensión aplicada, pero proporcionan las mismas ventajas de eliminación de polvo electrostático. Los sistemas pasivos contienen fibras *dieléctricas* (no-conductores) que albergan las cargas electrostáticas producidas por la fricción que se produce cuando el aire es aspirado a través del filtro. La fricción induce una carga estática que se acumula hasta poder retirar las partículas cargadas, es decir, el polvo. Los filtros electrostáticos utilizados en los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado son filtros pasivos y que no requieren de energía eléctrica externa. Debido a que los filtros electrostáticos pasivos son más caros, se limpian y se reutilizan en lugar de desecharse cuando están sucios. Sin embargo, es difícil limpiar los filtros completamente y su rendimiento se degrada después de la primera utilización. Existen filtros electrostáticos desechables, pero por lo general no se fabrican con fibras electrostáticas 100%. En su lugar, contienen sólo algunas fibras electrostáticas, por lo que su eficacia es cuestionable.

(|PC6QP-7)PuraClean® Filter Spray ha demostrado ser una alternativa eficaz a los filtros electrostáticos y puede aplicarse a los filtros desechables ordinarios, de bajo coste. PuraClean® Filter Spray crea un filtro electrostático barato pasivo a partir de un filtro desechable ordinario. PuraClean es una fórmula líquida. Se aplica a un filtro no electrostático ordinario, como, por ejemplo, un filtro metálico, filtro de lana de vidrio desechable o filtro de espuma. El tratamiento con PuraClean® produce una superficie de filtro dieléctrico (superficie aislante) que transforma un filtro ordinario en un filtro electrostático pasivo.

(|PC6F-1)La única verdadera medida de la eficacia de un filtro es su valor de eficiencia mínima (MERV). La mayoría de filtros están etiquetados con un número de clasificación MERV, que mide la capacidad de un filtro para atrapar las partículas que varían en tamaño de 3 a 10 micras. Los filtros de uso doméstico suelen tener calificaciones MERV de 1 a 12. Cuanto mayor sea la calificación MERV, más eficiente será el filtro y más partículas podrá filtrar:

- ▶ (|PC6F-2)Una calificación de 6 implica que el filtro tiene una eficiencia mínima del 35% al 50% a la hora de atrapar las partículas.
- ▶ Una calificación de 8 implica que el filtro tiene una eficiencia mínima del 70% al 85% a la hora de atrapar las partículas.
- ▶ (|PC6F-4)Una calificación de 11 implica que el filtro tiene una eficiencia mínima del 85% al 95% a la hora de atrapar las partículas.
- ▶ MERV es un sistema de calificación industrial estándar, por lo que puede usarse para comparar filtros fabricados por distintas compañías.

Cuando se rocía sobre filtros desechables típicos, PuraClean® Filter Spray muestra un aumento en la captura de partículas de hasta el 300 por ciento, sin que haya un incremento significativo en la caída de la presión. (|PC6QP-6)En la prueba de ASHRAE 52.2, PuraClean® mejoró la calificación MERV de filtros no electrostáticos en un 65 por ciento ([Figura 1](#)). La tecnología PuraClean® obtiene estos resultados espectaculares mediante la conversión de superficies no electrostáticas en superficies electrostáticas.

Un filtro más eficiente también implica que la bobina del evaporador permanecerá limpia, lo que se traduce en una mejora de la eficiencia energética y de la capacidad de enfriamiento.

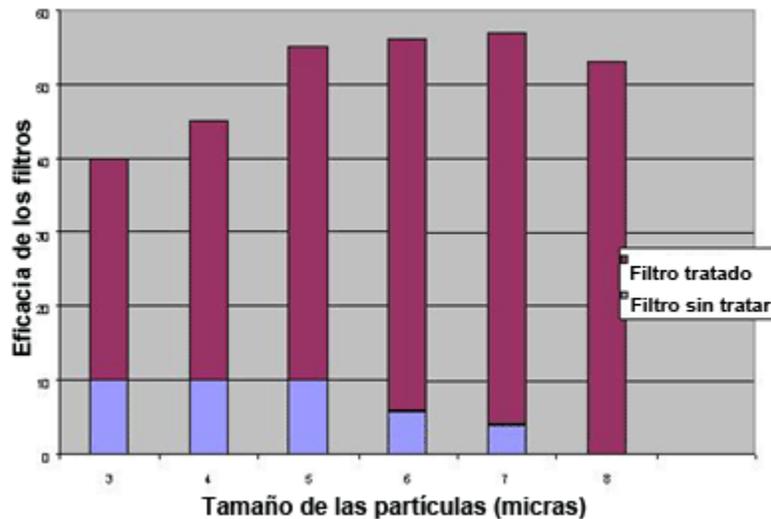


Figura 7. Mejoras que aporta el atomizador PuraClean® a la eficacia de los filtros

## Puntos clave en la limpieza del aire

### Índice de Contenidos

- ▶ Los generadores de iones y los aparatos de limpieza del aire electrónicos producen ozono, particularmente si no están bien instalados y no reciben un buen mantenimiento. el ozono puede irritar los pulmones.
- ▶ Los gases y olores de las partículas recogidas por el sistema de filtrado que se quedan en el filtro, pueden volver a dispersarse en el aire.
- ▶ El olor del humo del tabaco se debe a gases, no a partículas. Por eso, el olor del tabaco permanecerá aunque las partículas se hayan eliminado.
- ▶ Algunos dispositivos perfuman el aire para enmascarar los olores, lo que podría llevarle a pensar que los contaminantes causantes de los olores ya han sido eliminados.
- ▶ Los generadores de iones, especialmente aquellos que no contienen un colector, o cuyo colector está sucio, pueden ensuciar las paredes y otras superficies.
- ▶ Los costes de mantenimiento, como por ejemplo, el de la sustitución de los filtros, son necesarios en algunos sistemas.
- ▶ (IPC6-12) Algunos productos que generan ozono tienen un número establecido que aparece en el embalaje. Este número ayuda a EPA a identificar la función del producto. En la página web de EPA, dicen: “Este número no indica una

aprobación por parte de EPA, ni que EPA considere que este producto sea efectivo o inofensivo.”

# Capítulo 7

## Manejo de refrigerante

### Índice de Contenidos

El manual de formación completo EPA 608 de Mainstream Engineering Corporation titulado “Environmentally Safe Refrigerant Service Techniques for the Next Generation, A Desktop Reference and Training Guide for 608 Certification in the Proper Use of Refrigerants” (Técnicas de ahorro de refrigerante ambientalmente seguras para la próxima generación, un manual de referencia y una guía de formación para la Certificación 608 y el uso adecuado de los refrigerantes) contiene una formación completa sobre el manejo adecuado y seguro de refrigerante. Este capítulo representa sólo un pequeño extracto de ese manual. Los lectores interesados deben leer el manual completo para obtener información y formación más detallada.

Estas son algunas de las razones para conservar refrigerante:

1. Algunos refrigerantes disminuyen la capa de ozono y podrían llegar a destruirla.
2. Todos los refrigerantes que se usan en los Estados Unidos a día de hoy son gases de efecto invernadero y podrían afectar al calentamiento global.
3. Los refrigerantes son caros y conservarlos ayuda a ahorrar dinero.

## Disminución de la capa de ozono

### Índice de Contenidos

En junio de 1974, el profesor Sherwood Rowland y el Dr. Mario Molina, del departamento de Química de la Universidad de California en Irvine, propusieron por primera vez la teoría de que ciertos compuestos que contienen cloro, podrían representar una amenaza para la capa de ozono que hay sobre la Tierra. La teoría de Rowland-Molina afirma que los clorofluorocarbonos (CFC), a la larga, terminarán por causar daño a la capa de ozono que protege a la Tierra de los niveles nocivos de la radiación ultravioleta del sol. Lo que sigue es un resumen de la teoría actual en poder de la EPA.

*Los refrigerantes que contienen cloro, pero no hidrógeno, son tan estables que no se descomponen en la atmósfera inferior, ni siquiera tras cien años o más después de ser liberados. Estos productos químicos flotan gradualmente hasta la estratosfera, donde el cloro o bromo reacciona con el ozono, provocando que pase a ser oxígeno.*

El "agujero de ozono" es un adelgazamiento en la capa de ozono sobre la Antártida. El adelgazamiento se produce durante la temporada de primavera antártica (otoño en el

hemisferio norte). Ocurre sobre el continente Antártico debido a su clima único. Esta área está siendo cuidadosamente observada para saber el grado de adelgazamiento del ozono, porque algunos científicos creen que causará la destrucción del ozono en otras partes del mundo. Cuando se produce el agotamiento del ozono, penetra más radiación UV en la superficie de la Tierra. Algunos científicos han afirmado que cada agotamiento del 1% del ozono aumenta la exposición a la radiación ultravioleta perjudicial de un 1,5% a un 2%. La evaluación de la EPA de los riesgos de agotamiento del ozono se centra en las siguientes áreas:

- ▶ Aumento del número de casos de cáncer de piel
- ▶ Supresión del sistema inmunoreactivo
- ▶ Aumento de los casos de cataratas
- ▶ Daños en cultivos
- ▶ Daños a organismos acuáticos
- ▶ Aumento del ozono a nivel del suelo
- ▶ Calentamiento global en aumento

## Gases invernadero y calentamiento global

### Índice de Contenidos

Para muchas personas, el "efecto invernadero" tiene una imagen negativa debido a su asociación con el calentamiento global. La verdad, sin embargo, es que no podríamos vivir sin el efecto invernadero. La vida en la Tierra depende de la energía del sol. Alrededor del 30% de la luz solar que llega a la Tierra es desviada por la atmósfera exterior y dispersada hacia el espacio. El resto llega a la superficie del planeta y se refleja de nuevo hacia arriba en forma de radiación infrarroja. La radiación infrarroja es absorbida por "gases de invernadero", tales como el vapor de agua, el dióxido de carbono, el ozono, y el metano de la atmósfera. Los gases de efecto invernadero evitan la pérdida de parte de la radiación infrarroja reflejada.

Aunque los gases de efecto invernadero representan sólo alrededor del 1% de la atmósfera de la Tierra, regulan nuestro clima al atrapar el calor y mantenerlo en una especie de manta de aire caliente que rodea al planeta. Este fenómeno es lo que los científicos llaman el efecto invernadero. Sin él, los científicos estiman que la temperatura media de la Tierra sería 50° F (10°C) más fría, por lo que el planeta sería demasiado frío para mantener nuestro ecosistema actual.

Mientras que el efecto invernadero es un requisito esencial del medio ambiente para la vida en la Tierra, demasiados o demasiados pocos gases de efecto invernadero pueden alterar el clima de la Tierra. La preocupación de algunos científicos es que las actividades humanas están creando más gases de efecto invernadero en la atmósfera de los necesarios para calentar el planeta a una temperatura ideal.

La combustión de gas natural, carbón y petróleo, por ejemplo –incluyendo la gasolina de los motores de automóviles– eleva el nivel de dióxido de carbono en la atmósfera. Los cambios de uso del suelo y las prácticas ganaderas comerciales bovinas, porcinas y con aves aumentan los niveles atmosféricos de metano y óxido nitroso, los cuales son gases de efecto invernadero. Aunque los refrigerantes no forman parte de las sustancias que agotan el ozono, sí tienen influencia en el calentamiento global.

La deforestación también contribuye al calentamiento global. Los árboles usan dióxido de carbono y desprenden oxígeno en su lugar, lo que ayuda a crear el equilibrio óptimo de los gases en la atmósfera. A medida que se usan los bosques para obtener madera o son talados para dar paso a la agricultura, quedan menos árboles para llevar a cabo esta función tan importante.

La mayoría de los científicos están de acuerdo en que el calentamiento global es un problema grave y que está empeorando, pero hay algunos que no están de acuerdo. John Christy, profesor y director del Centro de Ciencias del Sistema Terrestre en la Universidad de Alabama en Huntsville, es un climatólogo respetado que sostiene que no vale la pena preocuparse por el calentamiento global.. Christy llegó a esa opinión después de analizar millones de mediciones de satélites meteorológicos, en un esfuerzo por encontrar la tendencia global de la temperatura. No encontró ninguna señal del calentamiento global en los datos obtenidos por satélite y ahora cree que las predicciones de que el calentamiento global llegará a los 10° F al final del siglo XXI son incorrectas.

(IPC789-1)Desde el 15 de noviembre de 1995, los hidrofluorocarbonos (HFC) y otros refrigerantes con un factor de agotamiento de ozono cero (ODP) han sido objeto de una restricción en la ventilación, ya que son "gases invernadero", es decir, que contribuyen al calentamiento global y deben ser recuperados. (Los CFC y los HCFC también deben ser recuperados, porque tienen un ODP distinto de cero y porque son gases de efecto invernadero).

## Conservación del refrigerante

### Índice de Contenidos

La sustitución de los principales componentes y del refrigerante de los sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración puede ser muy costoso. Por lo tanto, el mantenimiento preventivo es un elemento clave el trabajo del técnico de hoy en día. Permitir que un motor del compresor se quemara y contaminara el refrigerante, o no reparar las fugas de refrigerante, provoca importantes problemas para el medio ambiente y económicos para el propietario. La conservación incluye la preservación de la pureza de los refrigerantes existentes. La reutilización de refrigerante también genera importantes beneficios económicos.

# Métodos para disminuir la emisión de refrigerante

## Índice de Contenidos

La capacidad de llevar a cabo los servicios de mantenimiento de los equipos depende de los conocimientos del personal de servicio, y de la técnica de recuperación y reciclado del refrigerante del equipo. Como se explica en la formación EPA 608 de Mainstream, las enmiendas a la Ley de Aire Limpio de 1990, otorga a la EPA el poder de crear normativa para reducir el uso y las emisiones de refrigerantes al nivel más bajo posible..

La conservación y la contención comienzan con muchos métodos de sentido común ya establecidos para el ahorro de refrigerante, a través de técnicas de mantenimiento adecuadas. Estas técnicas incluyen procedimientos conocidos, tales como una soldadura fuerte adecuada, y unas prácticas de quema correctas, y el uso de equipos de evacuación y de detección de fugas apropiados. Prácticas tradicionales de mantenimiento deben llevarse a cabo con cuidado, y se deben aprender algunas nuevas prácticas, pero los técnicos responsables ya están minimizando los residuos. El viejo método R-11 para la limpieza de un sistema hermético después de que un motor se quemara, ya es una cosa del pasado.

Mantener el refrigerante en el sistema de refrigeración o aire acondicionado es una importante para minimizar la fuga de refrigerantes, pero, en algún momento, un sistema deberá abrirse para el mantenimiento. Cuando un sistema está abierto para el mantenimiento, los procesos de recuperación, reciclado y regeneración se vuelven importantes.

Los siguientes son algunos consejos para conservar refrigerante:

- ▶ Deje a un lado los antiguos usos del refrigerante que resultaban ineficientes.
- ▶ No use refrigerante en vez de aire comprimido para las operaciones de limpieza.
- ▶ Use tubos para las recargas y el mantenimiento que no causen pérdidas del refrigerante.
- ▶ Minimice la pérdida de refrigerante cuando purgue el aire de los tubos de recarga. (Desde el 15 de noviembre de 1993, son obligatorios los accesorios de baja pérdida y las válvulas de cerrado automático o manuales).
- ▶ Mantenga adecuadamente los sistemas de compresión y de purga.
- ▶ Revise periódicamente la pureza del refrigerante. En los sistemas muy grandes, el precio por sustituir los componentes principales y el propio precio del refrigerante, pueden alcanzar niveles muy altos. La conservación incluye el mantenimiento de la calidad de los refrigerantes ya existentes y da lugar a beneficios financieros importantes.
- ▶ Incluya válvulas de cierre adecuadas para proporcionar un mantenimiento con posibilidades mínimas de pérdida de refrigerante. Las secciones del sistema entre las válvulas de cierre han de protegerse de la sobrepresión.

# Cómo mantener los sistemas en buenas condiciones

## Índice de Contenidos

- ▶ Para evitar pérdidas, tómese su tiempo para hacer un reconocimiento al vacío de los sistemas nuevos y lleve a cabo un vacío profundo antes de cargar el sistema.
- ▶ Realice soldaduras fuertes de calidad en las juntas y realice correctamente las conexiones abocinadas necesarias.
- ▶ Use válvulas de calidad para minimizar las pérdidas.
- ▶ Instale los compresores y los conductos de modo que se eviten vibraciones, que pueden causar que el refrigerante se filtre por las juntas.
- ▶ En compresores largos y abiertos, preste atención a las juntas de los ejes, a la lubricación de las juntas y a la alineación del eje.
- ▶ Compruebe que no hay corrosión en los condensadores y evaporadores a contracorriente.
- ▶ Siga de cerca las recomendaciones del fabricante para el mantenimiento del compresor.
- ▶ Encuentre y repare las fugas (es una obligación legal en los sistemas grandes).
- ▶ Anote los usos del refrigerante en los sistemas grandes y revise en busca de fugas.
- ▶ Realice inspecciones periódicas de los sistemas. Hasta una inspección visual sencilla puede ser productiva. En los sistemas herméticos busque restos de aceite que puedan indicar una fuga de refrigerante.
- ▶ Adquiera un equipo detector de fugas de buena calidad y aprenda a usarlo. Existen muchos métodos para detectar pérdidas, cada uno de ellos con una aplicación específica.

## Sistemas de evacuación

### Índice de Contenidos

Una bomba de vacío se utiliza para eliminar el aire y la humedad de un sistema. La humedad en la unidad puede presentarse en forma de vapor o en estado líquido. Cuando la humedad se encuentra en forma de vapor, es más fácil de eliminar. Cuando la humedad está en una forma líquida, es mucho más difícil de eliminar, ya que debe ser evaporada. La evaporación del agua reduce la temperatura del agua restante, lo que hace aún más difícil la evaporación.

Por ejemplo, si el agua líquida en el sistema está inicialmente a 80 °F (17,7° C), la presión de saturación del agua, es decir, el nivel de vacío que se debe alcanzar para evaporar el agua es de 28,87 pulgadas de mercurio (73,3 cm de mercurio). Por lo tanto,

la bomba de vacío debe alcanzar una presión inferior a 28,87 pulgadas de mercurio para que el agua hierva. A esta temperatura, una libra (453,5 ge) de vapor de agua ocupará 1.022 pies cúbicos (28,9 m<sup>3</sup>) de espacio.

La evaporación de parte de esta agua, enfriará más el agua restante. Si el agua se enfría a 70 ° F (26,6° C), entonces la presión de saturación del agua pasará a 29,16 pulgadas de mercurio (74,07 cm de mercurio). La bomba de vacío debe alcanzar una presión por debajo de 29,16 pulgadas de mercurio con el fin de hervir el agua restante.

Una vez más, después de la evaporación del agua, el agua restante se enfriará más. Si el agua se enfría a 50 ° F (10° C), la bomba de vacío debe alcanzar una presión por debajo de 29,54 pulgadas de mercurio (75,03 cm de mercurio) para el resto del agua para hervir.

Como puede ver, es muy difícil eliminar agua en estado líquido del sistema. Además si el agua se evapora muy rápido, se enfriará por debajo de punto de congelación, paralizando la evaporación.

Si necesita eliminar una gran cantidad de humedad, los siguientes consejos pueden ser útiles.

- ▶ Utilice una bomba de vacío de gran tamaño. Para los sistemas inundados de hasta 10 toneladas (por ejemplo, si los tubos de un condensador enfriado por agua se rompen a por congelación), se recomienda una bomba de vacío 5-pcm (8,5 m<sup>3</sup>/h) Si el sistema es más grande, se debe utilizar una bomba más grande o una segunda bomba.
- ▶ Drenar tantas zonas inferiores del sistema como sea posible. Retire el compresor, y vierta el agua y el aceite del sistema. No ponga aceite nuevo de nuevo en el sistema hasta que el esté listo para ser iniciado después de la evacuación. Si se agrega antes, el aceite se puede saturar con agua.
- ▶ Utilice una lámpara de calor durante la aplicación de calor al sistema. Si el sistema se encuentra en una habitación climatizada, la sala se puede calentar a 90° F (32,2° C) sin temor a dañar el ambiente, sus muebles, o el sistema. El sistema entero, incluyendo la tubería de interconexión, debe ser calentado a una temperatura caliente, o el agua hervirá hasta hacerse vapor donde se aplica el calor y se condensará donde el sistema es más frío. Por ejemplo, si usted sabe que hay agua en el evaporador (dentro del edificio) y aplica calor al evaporador, el agua hierve y evapora. Si la temperatura es fría en el exterior, el vapor de agua puede condensarse fuera en las tuberías del condensador. Por lo tanto, el agua tan sólo se mueve.

Encienda la bomba de vacío y observe el nivel de aceite. Cuando se elimina la humedad, una parte del agua se condensa en el cárter de la bomba de vacío. Algunas bombas de vacío tienen un lastre de gas que introduce atmósfera entre la primera etapa y la segunda etapa de la bomba de dos etapas. Esto ayuda a evitar que la humedad se condense en el cárter. Aparte de la bomba de vacío, compruebe el nivel de aceite. El agua desplazará el aceite y lo elevará por encima de la bomba. Pronto, el agua puede ser el único lubricante en el cárter de la bomba de vacío, y esta última

puede sufrir daños. Si tiene que evacuar sistemas con cargas de agua a menudo, puede ahorrar tiempo y aumentar la vida de la bomba de vacío mediante la inversión en una trampa fría de bajo coste para eliminar la humedad, antes de que llegue a la bomba de vacío.

El método de vacío profundo implica la reducción de la presión en el sistema a aproximadamente 50 a 200 micrones. Cuando el vacío alcanza el nivel deseado, se abre la válvula de la bomba, y se deja el sistema en reposo durante un período de tiempo para ver si la presión sube. Si la presión aumenta y se detiene en algún punto, un material como el agua estará hirviendo dentro del sistema. Si esto ocurre, continúe con la evacuación. Si la presión sigue aumentando hasta la presión ambiente, es que hay una fuga y la atmósfera se está introduciendo en el sistema. En este caso, el sistema debe presurizarse y se debe volver a buscar fugas.

La evacuación es un proceso muy lento. El técnico puede tener otro trabajo planificado y dejar la bomba de vacío en funcionamiento. La mayoría de los técnicos ponen en marcha la bomba de vacío tan pronto como pueden y terminan otro trabajo mientras tanto. Algunos técnicos dejan la bomba de vacío funcionando toda la noche, y el vacío debería haber alcanzado el nivel deseado a la mañana siguiente. Esta es una buena práctica si se toman precauciones.

Cuando la bomba de vacío extrae el vacío, el sistema tiene un gran volumen de baja presión con la bomba de vacío entre este volumen y la atmósfera. Si la bomba de vacío se apaga durante la noche debido a un corte de energía, el aceite de la bomba pasa al sistema. El aceite de la bomba de vacío es, normalmente, de base mineral y es incompatible con aceites POE o PAG y refrigerantes HFC.

Cuando se restablece la alimentación y la bomba de vacío se inicia, podría comenzar a funcionar sin lubricación adecuada y dañarse. El gran volumen de vacío del sistema extrae el aceite de la bomba de vacío. Esto se puede prevenir mediante la instalación de una válvula de solenoide normalmente cerrada (con un gran orificio) en la entrada de vacío de la bomba y colocar el cableado de la bobina de la válvula solenoide en paralelo con el motor de la bomba de vacío. La válvula solenoide debe tener un gran puerto para no restringir el flujo. Ahora bien, si la energía falla, o alguien desconecta la bomba de vacío, la válvula solenoide se cierra, no se perderá el vacío y la bomba de vacío no perderá su aceite.

## Mantenimiento del equipo

### Índice de Contenidos

En sistemas grandes, el coste de reemplazar los componentes principales y el coste de reemplazar el propio refrigerante puede ser extremadamente alto. El mantenimiento preventivo es un elemento clave en el trabajo de un técnico de sistemas de refrigeración de hoy en día. Permitir que un motor del compresor se quemara y contaminara el refrigerante, o no reparar las fugas del sistema supondrá un gran coste

para el propietario, debido a los precios del refrigerante. Por otra parte, el precio de los refrigerantes CFC y HCFC recuperados seguirá aumentando. Los técnicos de refrigeración que ayudan a sus clientes mediante la identificación temprana de los problemas, serán técnicos rentables y bien respetados en la industria.

(IPC789-2) Un buen programa de mantenimiento incluye la comprobación del sistema para detectar fugas cada vez que se acude a prestar un servicio de mantenimiento a un equipo, llevar registros detallados y precisos del refrigerante (como es requerido por las regulaciones de la EPA), la formación de los propietarios de los equipos respecto a los requisitos legales recogidos en la Ley de Aire Limpio (*Clean Air Act*), y la comprobación de ácido y agua en el refrigerante para identificar problemas antes de que afecten al refrigerante y el equipo.

Todos los técnicos deben estar familiarizados con el uso de un kit de prueba de ácido refrigerante, tal como Mainstream QwikCheck<sup>®</sup>, para determinar el nivel de ácido de refrigerante. Si la prueba indica alto contenido de ácidos en el refrigerante, se deberá cambiar tanto el refrigerante como el aceite. Aunque una buena máquina de reciclaje de múltiples pasadas sea probablemente capaz de limpiar el refrigerante, no es capaz de verificar que el refrigerante se ha limpiado de acuerdo a las normas de pureza del refrigerante; es decir, la norma de pureza ARI-700. Una prueba de ácido no proporciona información acerca de las concentraciones de gases no condensables. Los niveles de gases no condensables superiores a lo normal, tienden a reducir el área del condensador, aumentar de la entalpía de entrada del compresor (aumento de las temperaturas y presiones del compresor), y reducir la capacidad de enfriamiento. El aumento de gases no condensables también conduce a un aumento de la presión del compresor, al sobrecalentamiento del compresor y al desgaste del motor del compresor. La humedad del refrigerante también puede ser un problema. Los indicadores de humedad visuales deben ser reemplazados si se dejan de ver, ya que la humedad puede causar que la válvula de expansión se congele, que aumente la formación de ácido, y que se reduzca la vida del compresor hermético.

## Técnicas de soldadura fuerte

### Índice de Contenidos

Soldar correctamente las uniones de los tubos es tal vez el detalle más importante, para asegurar un sistema de refrigeración o aire acondicionado hermético, sin fugas. Estas habilidades sólo pueden ser aprendidas mediante formación de primera mano y experiencia adecuadas. El objetivo de la siguiente lista es mostrarle al técnico los puntos más importantes a recordar cuando se preparan y se sueltan las uniones en el sistema

- ▶ Medir la longitud de los tubos de forma precisa
- ▶ No deformar un tubo al cortarlo

- ▶ Hacer que los cortes sean cuadrados al final de los tubos y escariar y desbarbar de forma apropiada.
- ▶ Limpiar correctamente los extremos del tubo y las conexiones. Mantenerlos libres de aceites provenientes de la piel, y la suciedad que pueden estropear la unión.
- ▶ Seleccione el fundente adecuado y aplíquelo correctamente.
- ▶ Tras ensamblar la unión, precaliente el tubo y después el tubo y la conexión.
- ▶ Cuando el metal de relleno comienza a deshacerse, aplicar calor en la base del conector de la unión para ayudar al metal a acercarse.
- ▶ Deshacer el metal de relleno con el calor del ensamble, no de la llama.
- ▶ Mantener la llama en movimiento.
- ▶ Introducir nitrógeno a través de los tubos y de las uniones para prevenir la oxidación interna.
- ▶ No permitir que se acumule la presión en los conductos cuando se está soldando.

## Prevención de riesgos en trabajos de soldadura

### Índice de Contenidos

- ▶ Siempre usar un regulador de la presión en el cilindro del nitrógeno.
- ▶ Llevar protección en la piel y en los ojos.
- ▶ Evitar inhalar los vapores de los fundente y de los metales de relleno.
- ▶ Evitar un contacto prolongado de la piel con los fundentes.

# Capítulo 8:

## Productos químicos peligrosos

### Índice de Contenidos

La preocupación por la toxicidad abarca los contaminantes de interior y de exterior y su impacto en el planeta y la correspondiente degradación de los ecosistemas. Sin embargo, debido a que nuestra cultura aún tiene una perspectiva centrada en el ser humano, en lugar de una perspectiva centrada en la Tierra, la principal medida de la toxicidad en el sector de la construcción es la calidad del aire interior (IAQ).

La IAQ puede cuantificarse por los propietarios de edificios en términos de productividad de los trabajadores y la satisfacción del cliente. La calidad del aire interior se determina desde una perspectiva más técnica, por higienistas industriales, investigadores y agencias de gobierno, en términos de partes por millón (ppm) de una sustancia con respecto a la opinión médica actual de los niveles de umbral. Los niveles de umbral son los puntos en los que el riesgo para la salud humana pasa de insignificante a inaceptable. Pero ¿qué pasa con los efectos a largo plazo que tardan años en descubrirse? En el momento en que se sepa que una sustancia es cancerígena, uno puede haberse visto expuesto a ella durante una década o más.

Una simple regla de oro es evitar los productos químicos sintéticos en cualquier forma, siempre que sea posible. Si la naturaleza no creó un compuesto, lo más probable es que no pueda destruirlo. El ejemplo clásico es el poliestireno, que es completamente no-biodegradable. Flota en las playas y circula por el arcén de las carreteras. Parece ajeno a la naturaleza.

También estamos descubriendo que algunos de los miles de productos químicos sintéticos no son tan ajenos a la naturaleza como pensábamos. Más bien, se han introducido en la cadena alimentaria. No se digieren y ni convierten pero son bioacumulables. Por ejemplo, cuando el agua está contaminada con DDT, el zooplancton que vive en el agua contaminada puede contaminarse. No procesan el DDT. No pueden. Los peces pequeños comen el zooplancton y, del mismo modo, almacenan los contaminantes en sus cuerpos. Los peces más grandes repiten el proceso. Los seres humanos, en la parte superior de la cadena alimentaria, comen los peces más grandes. Los humanos digieren los nutrientes y los contaminantes se bioacumulan. Nuestros cuerpos, como los de las criaturas por debajo de nosotros en la cadena alimentaria, no tienen manera de procesar los productos químicos, ya que los productos químicos no son naturales. Se almacenan en nuestros cuerpos hasta que alcanzan el potencial de anular nuestras capacidades reproductivas, nuestras capacidades mentales, o todas nuestras funciones vitales. ¿Por qué correr el riesgo?

La bioacumulación no se limita a la ingestión de toxinas. Lo que respiramos nos puede afectar también. Lo que tocamos puede ser absorbido por la piel en nuestro torrente

sanguíneo. Para muchos, la calidad del aire interior y la bioacumulación no son preocupaciones de salud o seguridad corrientes. Mediante la selección de productos saludables para el medio ambiente, podemos ayudar a proteger el bienestar de la comunidad y de nuestra propia salud.

Se gasta una gran cantidad de tiempo y dinero para definir, en términos legales, "tóxico" y "peligroso", y para demostrar científicamente que cada uno de los nuevos materiales no naturales es inofensivo para los seres humanos y para la naturaleza. La ley para el control de las sustancias tóxicas (*Toxic Substances Control Act* (TSCA), 15 USC s / s 2601 et seq.) (1976), fue promulgada por el Congreso de EE.UU. para poner a prueba, regular y examinar todos los productos químicos producidos o importados a los Estados Unidos. (IPC789-3) Existen Fichas de Datos de Seguridad (FDS) para todas las sustancias y deben ser leídas para cualquier producto químico que se utilice

Puntos clave:

- ▶ Cada año, los seres humanos y el medio ambiente se ven expuestos a un gran número de sustancias químicas y mezclas.
- ▶ Entre las muchas sustancias químicas que se desarrollan y producen constantemente, hay algunas cuya fabricación, proceso, distribución en los comercios y uso puede presentar un riesgo para la salud o el medio ambiente.

La ley de control de sustancias tóxicas de EE.UU. (The Toxic Substances Control Act) no define el término tóxico. OSHA ofrece las siguientes definiciones.

- ▶ *Un producto químico peligroso* es aquel que constituye un peligro físico o para la salud.
- ▶ *Peligro físico* hace referencia a una sustancia química de la que existe evidencia científica de que es un combustible líquido, un gas comprimido, un explosivo, inflamable, un peróxido orgánico, un oxidante, pirofórico, inestable (reactivo), o reactivo al agua.
- ▶ *Peligro para la salud* significa una sustancia química para la que hay evidencia estadísticamente significativa, basada en al menos un estudio llevado a cabo de conformidad con los principios científicos establecidos que pueden ocurrir efectos agudos o crónicos de salud en las personas expuestas. (IPC789-4) El término "riesgo para la salud" incluye los productos químicos que son carcinógenos, agentes tóxicos o altamente tóxicos, toxinas reproductivas, irritantes, corrosivos, sensibilizadores, hepatotoxinas, nefrotoxinas, neurotoxinas, agentes que actúan sobre el sistema hematopoyético, y agentes que dañan los pulmones, piel, los ojos o las membranas mucosas.

Según OSHA, las sustancias químicas que pueden ser peligrosas o cancerígenas son las que figuran en el Programa Nacional de Toxicología (NTP), 'en el ' Informe anual sobre cancerígenos', en las "monografías" de la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC); o en el 29 CFR parte 1910, subparte Z, Sustancias tóxicas y peligrosas de la OSHA.

OSHA también afirma que la determinar los peligros específicos es difícil y complejo, declarando:

"El objetivo de definir con precisión, en términos mensurables, todos los problemas de salud que puedan darse en el lugar de trabajo, como resultado de la exposición a sustancias químicas, no puede llevarse a cabo de manera realista. "

La verdad es que no sabemos lo suficiente sobre el complejo funcionamiento de nuestro planeta para poder predecir cómo nuestras acciones pueden afectar a los intrincados sistemas de equilibrio de la vida. No sabemos cómo los productos que utilizamos impactarán directamente e indirectamente nuestra propia salud. Nuestra ignorancia ya ha dado lugar a algunas sorpresas desagradables. Un enfoque más responsable consistiría en el uso de productos no tóxicos, orgánicos y naturales conocidos, en la mayor medida posible. No se deberían utilizar aquellos materiales potencialmente tóxicos, para los que no se conoce la reacción de los ecosistemas de la Tierra.

La Ley de Control (TSCA) de Sustancias Tóxicas de 1976 fue promulgada por el Congreso para dar a la EPA la capacidad de rastrear los 75.000 productos químicos industriales que actualmente son producidos o importados a los Estados Unidos. La EPA investiga repetidamente estos productos químicos y puede requerir la presentación de informes o pruebas de aquellas sustancias que puedan suponer un peligro para la salud humana o medioambiental. La EPA puede prohibir la fabricación e importación de los productos químicos que presenten un riesgo excesivo. A menudo, sin embargo, la cuestión no es tanto si existe una solución más ecológica, más eficiente, sino la forma de identificarla y cómo implementarla. Con la continua disminución de la capa de ozono, el incremento de la contaminación urbana, y el número de demandas acerca de con venenos relacionados con la construcción, no hay duda de que las prácticas de construcción ecológica, incluidas las prácticas del curso de sistemas de calefacción, ventilación, climatización y refrigeración ecológicos, seguirán creciendo. La creciente demanda de tecnologías verdes hace necesario que los técnicos ambiciosos se eduquen en todos los aspectos de control térmico ecológico.

# Capítulo 9: Incentivos financieros y ambientales para los sistemas ecológicos

## Índice de Contenidos

## Razones económicas

### Índice de Contenidos

El ahorro de energía tienen sentido económico. Si cada hogar en los Estados Unidos cambiara una bombilla por una bombilla fluorescente compacta de bajo consumo, se ahorraría suficiente energía para iluminar tres millones de hogares durante un año y ahorrar 600 millones de dólares en gastos de energía. (Fuente: Ben Griggs, *The Undercurrent*, [www.ucbvu.com](http://www.ucbvu.com)).

La energía va a subir de precio, y se espera que el crudo llegue a los 200 dólares por barril en 2030. La energía basada en un gran consumo de carbono, que comprende más de la mitad de la energía en los Estados Unidos, va a encarecerse, debido en parte a una restricción del carbono. La conclusión es clara: las personas y las empresas tienen que pensar en invertir en energía renovable, especialmente aquellos que realizan grandes gastos en energía, tales como empresas de agricultura, procesamiento de alimentos, la refinación de metales, fabricación de papel y productos químicos.

La producción de petróleo se está expandiendo hacia regiones con gobiernos cada vez más inestables y de mucha pobreza, como Irán, Rusia y Qatar, que en conjunto poseen el 56% de las nuevas reservas de petróleo conocidas.

Por el lado de la demanda, el mundo está más necesitado de petróleo que nunca. Incluso con las altas necesidades de petróleo per cápita de los países del viejo mundo, el 80% de la nueva demanda proviene de China, India y Oriente Medio, mientras que 1,6 mil millones de personas en todo el mundo todavía viven sin electricidad. En cuanto a la logística, la mayor parte del petróleo se mueve a través de las aguas internacionales en las que hay crecientes problemas con los piratas. Claramente, la cadena de suministro de combustible fósil crea una tremenda incertidumbre tanto en precio, como en entrega física.

# Efectos del calentamiento global en la salud

## Índice de Contenidos

Este documento de formación trata de dar un punto de vista justo y honesto sobre las razones por las que ser ecológico. Según se desprende de los datos disponibles hasta la fecha, no hay efectos adversos para la salud debidos al calentamiento global. Por supuesto, hay excelentes razones para la conservación de la energía y las prácticas verdes; sin embargo, el calentamiento del planeta no parece tener en este momento graves consecuencias médicas, a pesar de lo que se ha dicho. Por ejemplo, muchos investigadores, ambientalistas y políticos han pronosticado un aumento de las temperaturas mundiales que en el próximo siglo tendrá efectos devastadores en la salud humana (NRC 1991; Mitchell 1991; Cline 1992; Gore 1992; IPCC 1992). De hecho, como referencia al mundo en su conjunto, el Grupo de Trabajo II del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (1995b, SPM-10) afirmó: "Es probable que el cambio climático tenga un impacto de amplio alcance y en su mayoría adverso sobre la salud humana, con la pérdida significativa de la vida ". Sin embargo, tanto la comunidad científica como la de la medicina afirman que las previsiones espantosas de un recrudecimiento de la enfermedad y la mortalidad temprana, derivadas del cambio climático, son infundadas y exageradas o engañosas. La revista Science informó de que "... Las predicciones de que el calentamiento global provocará epidemias tienen poca base ", según los especialistas en enfermedades infecciosas, que argumentan que las medidas de salud pública, sin duda, compensarán los efectos del clima (Taubes 1997) Añadió: " Muchos de los investigadores detrás de las terribles predicciones admiten que los escenarios son especulativos. " Por lo tanto, aunque hay muchas razones para las prácticas de conservación ecológicas y hay una creciente preocupación por el calentamiento global, las reclamaciones relacionadas con efectos sobre la salud parecen ser infundadas. Como se verá en la próxima sección hay efectos de la pérdida de la capa de ozono.

# Efectos de la disminución de la capa de ozono en la salud

## Índice de Contenidos

La capa de ozono protege la Tierra de la parte nociva de la radiación del sol. La capa de ozono es un recurso necesario para salvaguardar la vida en este planeta. Si se agota la capa de ozono, una mayor cantidad de rayos dañinos del sol penetraría a la superficie de la Tierra.

El cáncer de piel es ya un problema serio en los Estados Unidos y se agravará con una mayor disminución de la capa de ozono. Con las condiciones atmosféricas actuales, cuanto mayor es la distancia desde el ecuador, mayor es la eficacia de la capa de ozono como escudo. Como resultado, se está produciendo un fenómeno natural. Las personas que viven más al norte están expuestas a radiaciones UV menos dañinas que los que residen más cerca del ecuador. No es sorprendente que las probabilidades de contraer cáncer de piel aumentan cuanto más nos acercamos al ecuador. Si la capa de ozono se agota aumentarían los casos de tres tipos distintos de cáncer de piel. Los cánceres de piel de células basales y de células escamosas son los dos tipos más comunes. Se producen cerca de 500.000 casos anualmente, en la actualidad. De estos, 5.000 resultan en muerte. Aunque la relación entre la exposición a la radiación UV y el melanoma es compleja, los estudios existentes proporcionan una base para la estimación de los riesgos futuros asociados con el agotamiento del ozono.

Las cataratas nublan la lente del ojo, lo que limita la visión. Aunque las cataratas se desarrollan por una variedad de razones, la evidencia científica apoya la conclusión de que con el aumento de la exposición a la radiación UV del agotamiento del ozono, se incrementará el número de personas que sufren este trastorno ocular. Si las tendencias actuales en el uso de gases que agotan el ozono continúan, el número de casos de cataratas se incrementaría en 18 millones (basado en la población viva de hoy o nacida antes de 2075).

La supresión del sistema inmune es otra posible amenaza para la salud humana, que resulta de la destrucción del ozono. La investigación hasta la fecha sugiere que con la exposición a la radiación UV se debilita la capacidad del sistema inmunológico para defenderse de ciertas enfermedades. Sin embargo, aún queda mucho por conocer sobre la manera exacta en la que el sistema inmunológico se ve afectado y las implicaciones que la exposición a radiación UV tienen respecto a una amplia variedad de otras enfermedades.

Los cultivos y otros ecosistemas terrestres también pueden verse afectados negativamente por el aumento de la exposición a la radiación UV. En estudios de invernadero, aproximadamente dos tercios de los cultivos expuestos a niveles elevados de radiación UV demostraron ser sensibles. Los estudios del campo de la soja han demostrado que el agotamiento del ozono de hasta el 25% podría disminuir el rendimiento en más del 20%, con mayores reducciones en años cuando la situación climática era también un factor.

Ciertos organismos marinos, especialmente fitoplancton y las larvas de muchas especies pueden ser sensibles a una mayor exposición a la radiación UV, ya que pasan la mayor parte de su existencia cerca de la superficie del agua. Aunque es difícil diseñar experimentos que simulen los ambientes acuáticos, la investigación hasta la fecha sugiere que los efectos adversos sobre la productividad y la diversidad de especies se relacionan con una mayor exposición a la radiación UV.

# Capítulo 10:

## Introducción al mercado ecológico

### Índice de Contenidos

La tendencia hacia una vida más ecológica y el énfasis en la energía y la sostenibilidad no va a desaparecer. Empresas y consumidores residenciales están cada vez más interesados en lo ecológico. Están buscando maneras de reducir su huella de carbono y ahorrar dinero. En los últimos años, la tendencia ha llegado a la industria de los sistemas de calefacción, ventilación aire acondicionado y refrigeración y su contribución ecológica en el diseño de edificios y en la eficiencia energética. Numerosos estudios muestran también que la mejora de la calidad del aire interior (IAQ) dará lugar a una mayor productividad de los trabajadores y una mejor salud en general, y el empleo de técnicas de climatización ecológicas puede mejorar la calidad del aire interior.

Los consumidores pueden querer ser ecológicos, pero muchos no saben lo que significa ecológico o lo que implica. **Convertirse en un trabajador ecológico, en muchos sentidos, es un cambio en la estrategia de negocio que le permitirá tomar ventaja de la tendencia ecológica. Debe transformarse en un consultor ecológico y tomar la iniciativa en la formación de sus clientes acerca de los sistemas de bajo consumo y su valor.**

Uno de los mayores obstáculos para las prácticas de contratación ecológica es el conocimiento. Para poder enseñar lo que es la ecología, debe emplear tiempo y esfuerzo en la investigación de nuevos productos y métodos para que pueda informar a sus clientes acerca de las posibilidades y cómo les puede ayudar a alcanzar sus metas. También hay pequeños pasos que puede tomar ahora hacia la forma de informar a sus clientes. **Una ventaja competitiva que hoy en día puede emplear fácilmente una empresa de climatización es el "marketing ecológico".**

Pocos técnicos se dan cuenta de que ya son razonablemente ecológicos, simplemente porque están siguiendo la ley, como el reciclaje de refrigerantes y la obligación de tener un certificado de la EPA. Con la incorporación de los servicios de voluntariado, como, por ejemplo, ofrecer a los clientes productos más eficientes y la reconversión de sistemas de CFC y HCFC a sistemas HFC más eficientes y respetuosos con el medio ambiente, el técnico de sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración ya parece mucho más ecológico.

Estos esfuerzos ecológico, sin embargo, no suelen promoverse. Si decide promover estos esfuerzos, esto podría ser todo lo que se necesita para que un consumidor elija su compañía.

# Ejemplos de mercado ecológico

## Índice de Contenidos

Las bobinas limpias, por ejemplo, pueden mejorar la eficiencia en un 10 por ciento o más sobre el aumento del amperaje causado por las bobinas sucias y malas conductoras. Así, en lugar de decirle al público: "¡Limpiamos bobinas!" ¿por qué no darle la vuelta?: "¡Nuestro paquete de servicios ecológico aumentará la eficiencia y reducirá los gastos de energía!".

Los técnicos también pueden incorporar prácticas ecológicas voluntarias adicionales y luego promoverlas. Por ejemplo, los técnicos de mantenimiento pueden elegir entre limpiadores tóxicos estándar o limpiadores biodegradables ecológicos como nuestro QwikSistema Flush®. Si usted puede proporcionar una solución alternativa ecológica, cuéntesela a sus clientes para que la conozcan.

Llevar un libro de registro de uso de refrigerante de cada cliente es una buena práctica, además de otras estrategias de marketing ecológico que usted decida seguir. Un registro de excesiva carga de refrigerante se representa mejor en un libro de registro y puede ayudar a un cliente a ver la necesidad de modernizar las unidades y a usar refrigerantes que no dañan la capa de ozono. Una vez más, esto puede ser incluido como parte del "paquete de servicios ecológicos"

Otra forma de promover la ecología es para informar a los clientes con una nota de 3 x 5 pulgadas en una cartulina reciclada de color verde. Esa tarjeta es perfecta para el introducirla en un sobre junto a la factura, junto a los contratos, o para repartirla. El título y los puntos podrían decir algo así:

### **"Estas son las razones de por qué somos ecológicos"**

- ▶ Reciclamos y manipulamos refrigerantes.
- ▶ Usamos refrigerantes seguros para el medio ambiente.
- ▶ Nuestros técnicos tienen los certificados EPA y Green.
- ▶ Instalamos equipos eficientes.
- ▶ Usamos técnicas para mejorar el rendimiento de cada unidad (QwikSEER+®).
- ▶ Mantenemos la mayor eficiencia en todo el equipo.
- ▶ Ayudamos a manejar la energía.

También podría hacer una lista como esta por detrás de una tarjeta de presentación.

Además de una tarjeta de promoción, otros artículos que pueden exhibir las capacidades ecológicas de la compañía incluyen facturas, membretes, y la puerta de entrada del negocio.

Tal vez una de las maneras más fáciles de comercializar una empresa ecológica es informar de ello a los medios de comunicación de radio, televisión y de impresión locales. Los periódicos, por ejemplo, aceptan notas de prensa anunciando algo de interés periodístico de cualquier empresa legítima, y que ellos publican de forma gratuita. Al anunciar que los empleados han adquirido el certificado verde, certificado-

Tech PM, certificado por la EPA o que una compañía de servicios de climatización ha añadido recientemente una nueva división de gestión de la energía, puede llamar la atención de un editor.

Un editor de periódico también podría estar interesado en tener un contratista que escribiera una columna en la sección de hogar. Dicha columna podría enseñar a los propietarios cómo pueden aumentar la eficiencia y la calidad del aire interior con sus unidades de climatización actuales añadiendo termostatos programables, ventiladores de velocidad variable, filtros, equipos de nuevos componentes, la limpieza del serpentín, y similares.

Las técnicas ecológicas no sólo salvan el medio ambiente, sino que también ayudan a ahorrar dinero a sus clientes. Asegúrese de que hace hincapié en las ventajas monetarias de sus servicios ecológicos en su publicidad. Incluso aquellos clientes que no aprecian la ecología serían capaces de entender y apreciar el ahorro de costes asociados a las prácticas verdes. Se darían cuenta de que muchos de los esfuerzos ecológicos en realidad ayudan a preservar la vida de su equipo y reducen el consumo de energía, lo que les permite ahorrar dinero a el largo plazo.

Tenga en cuenta que la calidad del servicio y la imagen son de suma importancia en un sector que preste servicio a los clientes, que a menudo no tienen idea de lo que está haciendo. Si un cliente tiene que elegir entre dos contratistas de servicios que ofrecen una calidad y mano de obra similar, la empresa luciendo una imagen ecológica probablemente va a tener una ventaja sobre su competidor. Hoy en día el sector de los servicios de climatización es más competitivo que nunca. Al ofrecer servicios certificados, puede diferenciarse de la competencia y añadir más valor a sus servicios.

A medida que aumenta la competencia, los márgenes de beneficio se reducen en los servicios estándar. Convertirse en un líder local o experto en un nicho determinado es una estrategia probada y real que puede ayudar a casi cualquier empresa de servicios. Ya sea usted un especialista ecológico, un experto en servicios de calidad del aire interior, o tal vez el rey de la instalación/retroalimentación, puede desarrollar y enfocar la marca de su empresa, que le ayudará a sobresalir en una industria de servicios en la que podría estancarse viendo como el número de sus competidores aumenta.

## Cómo publicitar servicios ecológicos

### Índice de Contenidos

Independientemente del tamaño de la ciudad, los contratistas de servicios de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración pueden escribir sus propios comunicados de prensa, enviarlos a la prensa local, y decirle al público cómo sus empresas se están volviendo ecológicas y ayudan a preservar el medio ambiente.

Un comunicado de prensa puede ser cualquier cosa, desde el uso de un nuevo refrigerante ecológico hasta comprometerse a que todos sus técnicos obtengan el

certificado ecológico. La prensa, especialmente en los pueblos más pequeños, tiene falta de personal y, por tanto, aceptan fácilmente las noticias de ángulo local y se imprimen de forma gratuita. El comunicado de prensa también podría inspirar una historia más grande, como la de un contratista local de sistemas de climatización es el líder de los servicios verdes.

A continuación se muestra un comunicado de prensa de ejemplo:

ABOCA Heating & Cooling (encabezado)

*Para publicarse de forma inmediata*

Contacto: *John Doe-President  
ABC Heating & Cooling  
john.doe@abc.com  
(800) 888-8888*

### **Dos técnicos de ABC ya presumen de su certificado Green Certified HVAC Technicians**

*EN CUALQUIER LUGAR, Pa. Dos técnicos de Heating & Cooling ABC han obtenido recientemente el certificado verde, lo que significa que están certificados para proporcionar ahorro de dinero, técnicas para ahorrar energía y reducir las facturas de servicios públicos para todos tipo de negocios residenciales y comerciales ya utilicen equipos nuevos o viejos. Mientras el propietario ahorra dinero, estos técnicos de servicio tienen todas las herramientas y la formación necesarias para ayudar, del mismo modo, a preservar el medio ambiente.*

*Joe Smith, técnico de servicio de alto nivel, y Jerry Jones, supervisor de servicios, aprobaron el examen nacional de certificación ecológica Green Certified HVAC/R Technician Training,, además de haber pasado previamente el examen de certificación de la EPA, requisito previo para el manejo seguro de los refrigerantes.*

*Esta formación continua y certificación es un ejemplo de la misión de toda la vida de la cadena ABC de convertirse en un líder en la industria ecológica de los sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración que puede proporcionar la última tecnología para reducir los costes del dueño de casa y ahorrar energía.*

*"La formación y la certificación de nuestros técnicos para seguir la normativa nacional, asegura a nuestros clientes que conocemos todas las opciones de ahorro energético y monetario, a la vez que protegemos el aire, la tierra y el agua de nuestra zona", dijo John Doe, Presidente de ABC Calefacción y Refrigeración.*

**Acerca de ABC Calefacción y Refrigeración:** *ABC es una empresa especializada en servicios de calefacción, ventilación y aire acondicionado para zonas residenciales, con 35 años de experiencia. Si desea conocer más acerca de los productos y servicios medioambientales llame al 800-888-8888, o envíe un correo electrónico a [service@abc.com](mailto:service@abc.com), o visite [www.abc.com](http://www.abc.com)*

# Páginas web y otras fuentes sobre ecología

## Índice de Contenidos

Recursos adicionales para ampliar su formación:

- ▶ **Mainstream's QwikProducts™**: [www.qwik.com](http://www.qwik.com)
- ▶ **U.S. Green Building Council**: [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org)