

SISTEMAS HIDRÓNICOS

“Los sistemas hidráulicos son complejos y requieren de personal calificado no sólo para construirlos, sino, hoy más que nunca, para probarlos, entregarlos y operarlos”

Los sistemas hidráulicos se utilizan ya sea para enfriar o para calentar un ambiente. Además se pueden emplear en diferentes proyectos, son seguros, eficientes y compatibles con las energías renovables. Para su funcionamiento utilizan agua y, en los últimos años, se encuentran al alza debido a sus múltiples beneficios. En algunos casos se puede conseguir un ahorro energético superior al 20 por ciento.

Un sistema hidráulico es uno hidráulico que se utiliza para el intercambio de calor, para calentar o enfriar procesos o para confort humano, y el líquido –por lo general agua– es el medio de transporte del calor (energía térmica).

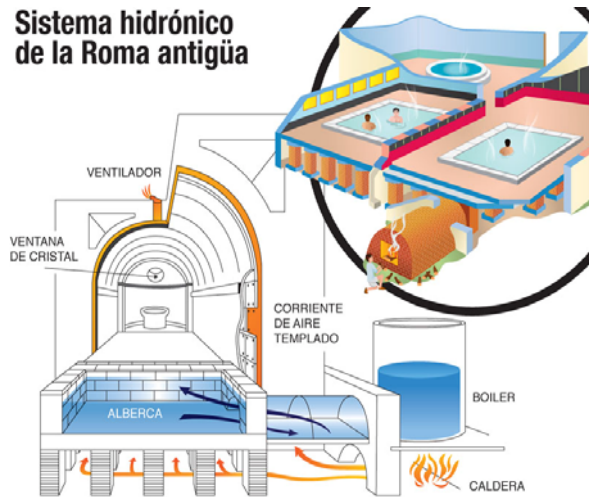
En estos sistemas se puede distinguir básicamente tres tipos de elementos: la generación de frío y/o calor, el método de distribución y las unidades terminales.

Gracias a su confort y eficiencia, estos sistemas pueden emplearse en medianas y grandes instalaciones, como en procesos industriales que necesiten energía térmica. Por eso es frecuente verlos en proyectos que involucran mayores cargas térmicas: centros comerciales, hoteles, oficinas, departamentos, hospitales, aeropuertos, teatros o edificios verdes.

Ventajas de los Sistemas Hidráulicos

- Si la instalación es a cuatro tubos, permite la elección de frío o calor de manera totalmente individualizada
- Garantizan el aire primario de ventilación
- Con el uso de unidades de tratamiento de aire se pueden mantener las condiciones de humedad dentro de los límites que marca la reglamentación. De igual forma, permite un grado de filtración adecuado al uso de cada instalación
- Hacen posible la recuperación de energía del aire de extracción
- Es un sistema respetuoso con el medioambiente, ya que el fluido que se extiende por el edificio es agua que no produce efecto invernadero. Además, la detección de fugas es inmediata
- En cuanto a seguridad, es un fluido de baja presión e inerte
- Es un sistema muy versátil que permite modificaciones durante la explotación del edificio (instalando nuevas unidades terminales o adaptando las existentes)
- Facilitan el mantenimiento, ya que las unidades terminales requieren un mantenimiento muy reducido y las unidades de generación, al estar centralizadas en salas de máquinas adecuadas para tal fin, hacen más fáciles dichas operaciones
- Permiten incorporar cualquier tipo de generador o unidad terminal.

“TENDENCIAS EN SISTEMAS HIDRÓNICOS”



Orígenes

El surgimiento de los sistemas hidrónicos es algo incierto; algunos antecedentes datan de las culturas griega y romana. En ese sentido, el ingeniero Carlos Cavazos Tamez, director de Sistemas Hidrónicos del Norte, afirma que este sistema se ha utilizado desde hace siglos y surgió principalmente para calefaccionar los ambientes.

En Roma, por demanda de los emperadores, se precisaba calentar sus baños y habitaciones principales. Para ello, empleaban los gases calientes que expulsaban la leña a través de intrincadas trincheras y túneles subterráneos. El sistema, en aquellos tiempos, recibía el nombre de hipocausto. Posteriormente, basados en los mismos principios, se manejaron sistemas parecidos en España. En este país se les conoció como glorias. Corea también hizo uso de construcciones similares.

Por su parte, el ingeniero Frías precisa que existen algunos hechos que ayudan a comprender su origen. Uno de ellos es la irrupción de la bomba, que se utilizó siempre como el corazón de los sistemas hidráulicos, y otro son los aportes de Willis Carrier.

En 1902, un joven ingeniero que trabajaba para la empresa Buffalo Forge Company, en Nueva York, inventó el equipo moderno de aire acondicionado para utilizarlo en una imprenta. Su nombre: Willis Carrier. Este ingeniero inventó un sistema que, al comprimir amoníaco y después evaporándolo, enfriaba agua, la cual pasaba por los serpentines, que a su vez enfriaban y le quitaban vapor de agua al aire por medio de condensación. De esa manera, el aire era distribuido por medio de conductos por toda la imprenta.

En 1914, Carrier incursionó en el aire acondicionado mediante un sistema basado en el proceso de expansión directa de refrigerante; posteriormente, desarrolló los sistemas hidrónicos.

Desde entonces, estos sistemas han evolucionado, de forma que en la actualidad son capaces de regular la potencia frigorífica adaptada en cada momento, lo cual favorece el ahorro energético, que en algunos equipos puede llegar hasta un 20 por ciento.

Cómo Funcionan

Para su funcionamiento es necesario contar con una fuente generadora de agua caliente o fría (boiler o chiller), un sistema de tuberías, bombas para la recirculación de agua, una consola o unidad terminal -donde el agua va a enfriar o calentar- y diversos accesorios como válvulas reguladoras y de control de flujo.

El líquido (agua) es el medio de transporte del calor, tanto para enfriamiento como para calentamiento, de esta manera el agua caliente llega al proceso, transfiere su calor y regresa

“TENDENCIAS EN SISTEMAS HIDRÓNICOS”

fría a la fuente generadora que le cedió el calor para así repetir el proceso. El agua helada absorbe la energía (calor) del proceso y regresa caliente a la fuente generadora que le cedió el calor (frío) para también repetir el proceso.

Este sistema enfría o calienta agua y la distribuye al edificio mediante una serie de tuberías que llegan a las unidades terminales situadas en las habitaciones, despachos, salas de reuniones, entre otros espacios.

En los conductos de ventilación, por ejemplo, se colocan Unidades de Tratamiento de Aire (UTA), en los que se incorporan recuperadores de aire de placas o rotativos, free cooling (cuando las condiciones son favorables), baterías de agua fría o caliente o de doble uso y los elementos de filtración que el edificio y uso del mismo demanden.

Complementos de los sistemas hidráulicos

- Unidades de tratamiento
- Free cooling
- Baterías de agua fría / caliente
- Elementos de filtración
- Recuperadores de aire de placas
- Ventiladores

También se precisa de ventiladores necesarios para aspirar o descargar el aire tratado y en casos más puntuales se puede incorporar un humidificador para controlar la humedad.

Los sistemas hidráulicos ofrecen una gran cantidad de ventajas. Entre éstas, que generan un menor consumo eléctrico, ofrecen mayor calidad en el aire interior, brindan confort térmico; además de que los equipos requieren de menor espacio y bajos costos de mantenimiento.

El plus de los sistemas hidráulicos

- **Mejores niveles de confort:** especialmente en lo referente al tratamiento de la carga latente y a la calidad de aire interior IAQ
- **Mayor eficiencia energética:** al ser compatible con soluciones radiantes, free cooling, sistemas inductivos, sistemas fan and coil con tecnología inverter, caudal de agua variable, consignas dinámicas, producción por inverter, recuperación de calor
- **Empleo de energías renovables:** como la solar, la geotermia, producción de ACS, entre otros
- **Seguridad:** en los sistemas hidráulicos la generación se produce en un equipo confinado, ubicado en el exterior que utiliza el agua, totalmente inocua, para el transporte de la energía térmica a las zonas ocupadas

“El agua es el medio adecuado para transferir la energía, más que el aire, por lo tanto, con este tipo de sistemas podemos tener instalaciones muy eficientes”, señala el ingeniero Cavazos.

Por su parte, el ingeniero Frías agrega que el agua puede recorrer grandes distancias y conservar a buen nivel su energía. “La potencia requerida para lograr esto es de las más bajas, en comparación con otros medios fluidos como los gases”.

El diseño para lograr un sistema hidráulico eficiente y económico debe responder a una compleja relación de sus componentes. En ese sentido, se deben tomar en cuenta algunas variables:

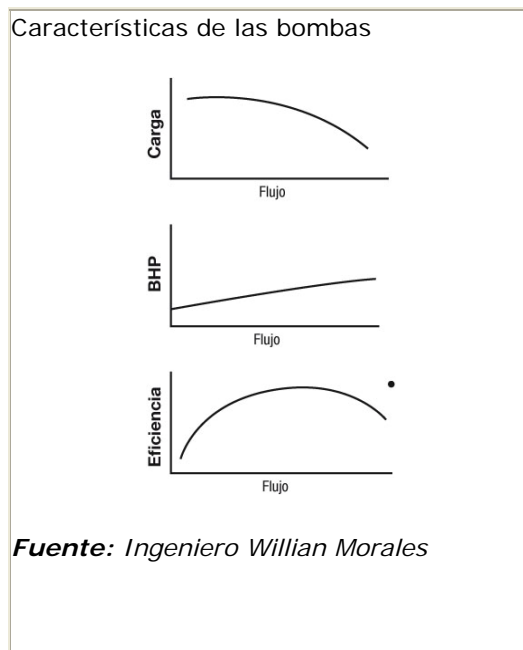
- Temperatura de suministro del agua
- Gasto de agua caliente
- Diseño de la tubería

“TENDENCIAS EN SISTEMAS HIDRÓNICOS”

- Selección del sistema de bombeo
- Características de los intercambiadores de calor y métodos de control
- Tamaño y complejidad del sistema

La transferencia térmica es el calor sensible intercambiado en un dispositivo en función de la superficie de intercambio, la diferencia media de temperatura entre el vehículo de calor y el medio y el coeficiente total de transferencia térmica.

La cantidad de calor transferida desde el agua al medio depende del gasto de agua, su calor específico y la diferencia entre las temperaturas de entrada y salida al intercambiador. Esta cesión térmica deberá ser igual a la energía recibida por el medio a través de ese intercambiador.



Las pérdidas de carga entre dos puntos del circuito, cuando varía el gasto, serán proporcionales al cuadrado de los gastos correspondientes. Se deberá tener en cuenta que, al variar el gasto de agua a través de un intercambiador de calor, la cesión térmica a través de éste no variará necesariamente en forma lineal.

Normalmente los sistemas hidráulicos se basan en la configuración de las tuberías y el tipo de control, los cuales se les conoce como:

- Sistema de una tubería
- Dos tuberías
- Cuatro tuberías
- Retorno directo
- Retorno inverso
- Sistemas de control de dos vías o tres

Las clasificaciones básicas se dan por:

- a) Rango de temperatura
- b) Arreglo de las tuberías de distribución de calor
- c) Arreglo de las tuberías de producción de calor
- d) Arreglo de las tuberías de retorno

“TENDENCIAS EN SISTEMAS HIDRÓNICOS”

Los sistemas de dos tuberías, por ejemplo, producen y distribuyen agua fría o caliente para dar sólo refrigeración o únicamente calefacción. En ese sentido, en instalaciones donde exista la necesidad simultánea de frío y calor, este sistema no satisface adecuadamente las exigencias de confort. En cambio, los de cuatro tuberías producen y distribuyen indistintamente agua fría y caliente según las necesidades de cada espacio por climatizar.

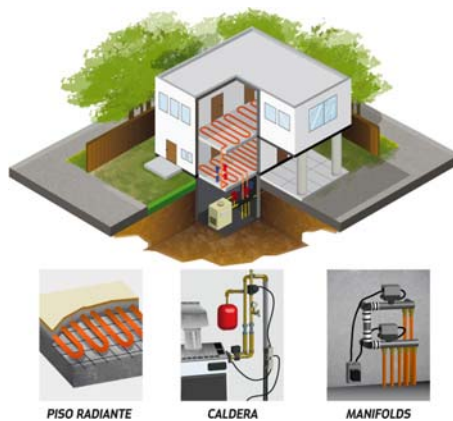
TENDENCIAS

Bombas centrífugas

Esta máquina permite que los líquidos circulen por la tubería hidráulica. La bomba debe elegirse para el caudal de agua del sistema y una carga igual a la pérdida de presión del mismo. La bomba se debe seleccionar cerca del punto de máxima eficiencia.

Para sistemas hidráulicos es mejor seleccionar una bomba de 1 mil 750 RPM por razones de ruido indeseable. Además, es adecuado escoger bombas que presenten una capacidad del 50 al 75 por ciento de su flujo máximo.

Es mejor seleccionar bombas de curva plana. Si hay gran variación de flujo, se tendrá una pequeña carga en la bomba, lo cual hace más fácil el balanceo y control de flujos. Una curva de carga pendiente se debería usar en una torre de enfriamiento donde se espera que la resistencia aumente gradualmente con el tiempo, pero deseando un flujo constante.



Calefacción Hidráulica

Estos sistemas consisten en redes de tuberías que conducen agua calentada previamente por una caldera y que sirve para irradiar calor a través del piso (piso radiante) u otros, como radiadores, convectores, zoclos térmicos y toalleros.

Este tipo de calefacción es confortable, silenciosa, segura, limpia y eficiente. Su irrupción en el mercado se produjo en la década de 1950, y países como Holanda, Suiza y Alemania fueron los primeros en incorporarla. En México, una de las modalidades más utilizada es la de los pisos radiantes y se comenzó aplicar aproximadamente hace 20 años.

Vigas frías

Actualmente, dentro de los sistemas hidráulicos, se han desarrollado nuevas aplicaciones, como es el caso de las vigas frías, que tienen su origen en Europa. Estas vigas logran enfriar las zonas ocupadas usando menor cantidad de agua fría.

“TENDENCIAS EN SISTEMAS HIDRÓNICOS”

Existen de tipo activo y pasivo. Las pasivas vencen la carga térmica a través de un serpentín por el que circula el agua fría a 57° F; las activas permiten sublimar el aire de ventilación por el área por acondicionar.

Uno de sus más grandes beneficios, explica Enrique Maldonado, especialista en el diseño de sistemas sustentables, es “que mediante las vigas frías se manejan estándares de calidad de aire, incluso superiores a lo que especifica ASHRAE; además de que pueden emplearse tanto para enfriamiento como para calefacción”.

Sistemas VAV

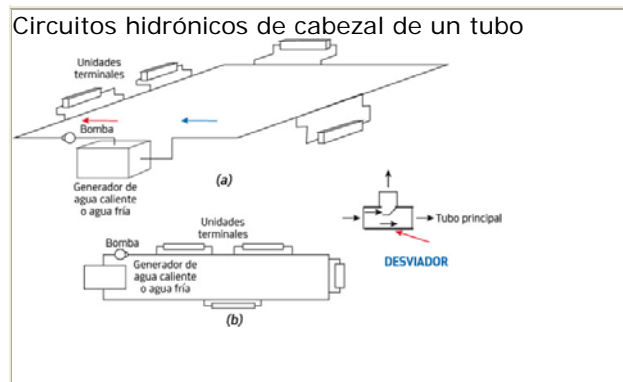
Otro avance es el desarrollo de equipos más eficientes, con mejor transferencia de calor. También se debe destacar que el uso de nuevos sistemas de control, como es el caso de los de velocidad variable, permiten mayor eficiencia.

De esa manera se puede ahorrar una cantidad considerable de dinero, ya que la bomba sólo entregará la cantidad de agua requerida para acondicionar el espacio. En ese sentido, se derriba el mito de que este tipo de equipos derrochan y malgastan el agua, tal como afirma el ingeniero Alejandro Lirusso, director General de Operaciones, de Plastic Plumbers de México.

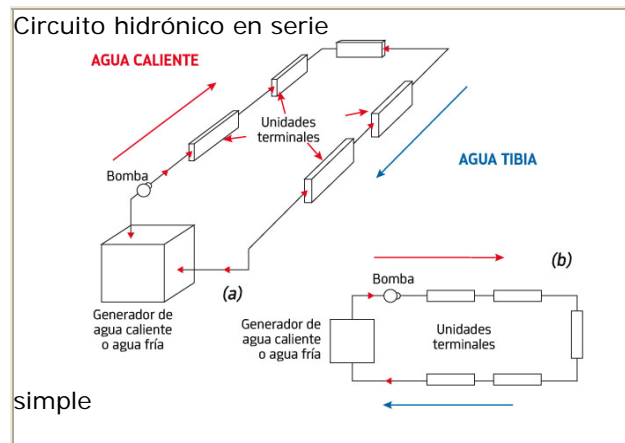
En relación con el avance de este tipo de tecnología, el ingeniero y Product Manager de Belimo, Julio Londoño, destaca varias áreas importantes como son los equipos de enfriamiento de agua y los sistemas de distribución de aire y controles. Con respecto de los enfriadores de agua, indica que los avances más importantes se presentan en la mejora de su eficiencia, ya que éstos son equipos que consumen mucha energía.

Compresores

Respecto de los compresores, las últimas tendencias incluyen rodamientos magnéticos que no requieren aceite, lo cual provoca eficiencias casi del doble que los compresores normales. En los sistemas de distribución de aire o manejadoras de aire se tienen sistemas de volumen variable que reaccionan directamente con los requerimientos de carga reales de la zona ocupada.



“TENDENCIAS EN SISTEMAS HIDRÓNICOS”



Válvulas de control

Las manejadoras también pueden contar con válvulas de control de agua helada inteligentes que permiten medir el consumo real de energía de la manejadora y enviar esta información, vía una red de datos, directamente al sistema de control centralizado o a un sistema de facturación.

El ingeniero Londoño también resalta que en el área de los controles es donde se ven mayores innovaciones. Y esto se debe a que ésta se beneficia de la inercia que tienen los sistemas informáticos.

“Apenas hace un par de años la conectividad remota era sólo posible con sistemas de alta gama para edificios muy grandes; hoy en día se pueden encontrar termostatos residenciales con acceso remoto vía internet”, afirma.

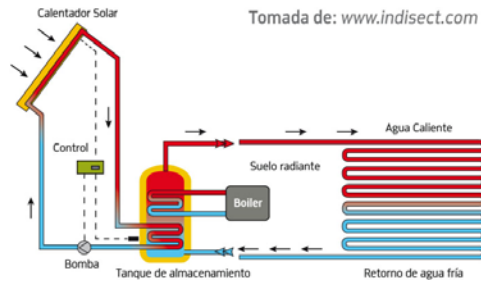
Ventajas del Software de Modelación

De igual modo, el ingeniero Frías subraya que gracias al software de modelación se pueden tantear diferentes opciones para ver no sólo el costo de construcción, sino el de operación y mantenimiento durante la vida útil del edificio o proceso, y detalla las siguientes aplicaciones:

- **Dispositivos de balanceo:** gracias a ellos el agua se distribuye de la forma en que fue diseñada, esto ha resultado en menor costo de tuberías y energía de bombeo. De esta forma, ya no es necesario el sobrebombeo para hacer llegar el agua a todos los puntos de la red de distribución
- **Válvulas de control independientes de las variaciones de presión:** realizan la función de abrir, cerrar y modular, pero se reposicionan automáticamente si detectan variaciones de presión en la red. De esta manera, eliminan el desbalanceo y tienen funciones de comunicación de parámetros de operación con centrales de control
- **Variadores de frecuencia:** útiles en la reducción de costos y tamaño. Las mejoras en eficiencia han hecho popular el uso de variadores en todas las turbomáquinas requeridas en el HVAC, de esta manera las máquinas se vuelven modulantes y, al responder a algoritmos de control adecuados, se consiguen ahorros importantes de energía al operar en punto correcto
- **Control:** los sistemas centralizados de control junto con algoritmos y conocimiento adecuado de los sistemas HVAC logran no sólo grandes ahorros, sino mayores mejoras en el proceso o confort que los sistemas hidrónicos que proveen calor

“TENDENCIAS EN SISTEMAS HIDRÓNICOS”

- **Software de modelación:** gracias a esta herramienta, ahora es posible ver la mejor opción de sistema operando sin la necesidad del método de ensayo-error, con este software es posible optimizar los proyectos de manera importante



Incorporación de Energías Renovables

Piso hidrónico solar

Consiste en un gran radiador situado debajo del suelo de la habitación. Está formado por un circuito de tubería de polietileno con un tratamiento especial por el que circula agua calentada con energía solar a una temperatura entre 35 y 50° C. Esta red de tuberías se cubre con una losa de concreto y el acabado que se desee.

En este sistema de calefacción, un termostato regula la temperatura máxima de los tubos incrustados en el piso a un promedio de 35° C. Por medio de colectores solares se calienta agua a una temperatura promedio anual de 50° C, que, al ser almacenada en termotanques especiales, se automatiza para que circule por tuberías previamente instaladas en el interior del piso, provocando su calentamiento, y por convección le da calefacción al interior de la habitación.

Bomba de calor geotérmica

Para su funcionamiento, se utiliza el terreno o el agua presente en el subsuelo como fuente de energía. El terreno es calentado por el Sol a lo largo de todo el año y mantiene una temperatura sustancialmente constante durante todo ese periodo. Por tanto, está templado cuando afuera hace frío, y fresco cuando hace calor.

La tecnología de la bomba de calor permite capturar la energía presente en el terreno y multiplicarla gracias a un campo de sondas geotérmicas. Después, este calor almacenado y multiplicado es transferido a la instalación gracias al agua que se hace circular por las terminales de sistema y los acumuladores.

En la temporada veraniega, invirtiendo el ciclo del motor, la bomba de calor es capaz de almacenar y multiplicar el frío para realizar la climatización y la deshumidificación. En el caso de una fuente, como el aire externo, el factor multiplicativo equivale a cuatro: por cada kW consumido, la bomba de calor es capaz de producir 5 en forma de energía térmica. Esto significa que 4 kW procedentes de energía renovable son gratuitos.

Eficiencia Hidrónica

Para que estos sistemas sean eficientes se debe tener en cuenta ciertas necesidades, tal es el caso del control de variables para que no repercutan en su funcionamiento.

“TENDENCIAS EN SISTEMAS HIDRÓNICOS”

“Los sistemas hidráulicos son complejos y requieren de personal calificado no sólo para construirlos, sino, hoy más que nunca, para probarlos, entregarlos y operarlos es necesario un proceso de aseguramiento de la calidad en toda esta cadena, que se le haga saber al propietario u operador los requerimientos de operación y mantenimiento; este proceso formal es el commissioning”, afirma Frías.

En sintonía, el ingeniero Londoño expresa que para tener un sistema eficiente se debe mirar como un todo y no como partes desconectadas unas de otras. En ese sentido, una de las dificultades más recurrentes es que, tradicionalmente, se pone mucho énfasis en tener enfriadores muy eficientes, pero se deja de lado la distribución de agua y especialmente el control de agua helada en el serpentín de la manejadora.

Por ello, es tan importante que el sistema esté balanceado hidráulicamente y se empleen válvulas de control que ofrecen balanceo y control simultáneo, como pueden ser las válvulas independientes de presión.

Comparativa Entre Sistemas Hidráulicos y de Expansión Directa

Desde el punto de vista de la concepción de cada sistema, el hidráulico satisface por sí mismo las necesidades más exigentes de tratamiento integral del aire, mientras que el de expansión directa necesita componentes adicionales para hacerlo.

Sin embargo, el sistema multisplit resulta más fácil de diseñar e instalar; esto hace que este sistema sea especialmente interesante en edificios ya existentes. Desde el punto de vista del sistema de distribución, el criterio técnico de diseño en el sistema hidráulico es sólo la pérdida de carga definida en las tuberías, existiendo pocas restricciones en cuanto al trazado geométrico (vertical u horizontal) y la longitud de éstas.

En el de expansión directa, este punto es más crítico, ya que debe respetarse una pérdida de carga máxima que no baje en exceso la capacidad y eficiencia del sistema. Al mismo tiempo que debe garantizarse una velocidad mínima para tener arrastre de aceite, también existen limitaciones de trazado geométrico y longitudes máximas de tubería.

“Las válvulas independientes de presión logran un intercambio de calor óptimo en los serpentines, de tal manera que la planta de enfriamiento y los enfriadores puedan operar bajo mejores condiciones, logrando así la máxima eficiencia”

Otras variables que se deben tener en cuenta son: el diseño adecuado de diámetros de tuberías, su aislamiento para evitar pérdidas de energía, así como la selección adecuada de sus componentes (chillers, bombas, unidades manejadoras de aire o serpentines).

El objetivo es que la energía utilizada para recircular el agua sea la mínima requerida. Asimismo, se debe contar con una distribución adecuada del agua, controlando el flujo de manera automática, de tal forma que permita un correcto suministro en cantidad y temperatura a cada equipo.

Dificultades

- Filtros o válvulas obstruidas
- Unidades o intercambiadores de terminales montados incorrectamente
- Tubería dañada o mal conectada
- Válvulas de cierre parcialmente cerradas
- Válvulas o bombas de verificación que no se han colocado correctamente

Otras de las dificultades son el caudal de diseño en las unidades terminales y los problemas de compatibilidad de flujo entre producción y distribución, es decir, con cargas más bajas, todo parece funcionar bien. Sin embargo, cuando se emplean cargas elevadas, los flujos, al

ser incompatibles, limitan la potencia que se transmite desde la producción hasta la distribución.

Equipos con Sistemas Hidrónicos

Por lo general, este tipo de equipos están compuestos por un módulo hidrónico interno, que suele ser compacto y de fácil instalación. Éste gestiona la circulación del agua y asegura el intercambio térmico. También posee una unidad externa de alta eficiencia que gestiona el clima, produciendo calor, frío y agua caliente sanitaria.

Durante el invierno, los equipos capturan la energía térmica presente en el aire, la absorben y la transportan al interior del ambiente asegurando un calor confortable y agua caliente durante todo el año, cuyos rangos pueden alcanzar los 55° C. En el verano, en cambio, absorben el calor presente en el interior del ambiente y lo transportan al exterior.

Estos equipos incluyen dos tipologías de agua caliente sanitaria:

- Calderas con serpentín individual para la conexión con la bomba de calor
- Calderas con serpentín doble que permiten conectar el equipo a paneles solares térmicos

Este tipo de productos se caracterizan por ser una tecnología limpia, sin emisión de CO₂ que incrementan la eficiencia energética del lugar donde se instalan, y consiguen un ahorro energético del 50 por ciento, lo que permite amortizar este sistema en cuatro o cinco años.

Automatización y Control

Existen sistemas de gestión y control para la producción de agua caliente sanitaria que permiten el monitoreo completo de cada uno de los componentes de un sistema hidrónico, tanto localmente como de manera centralizada y, aprovechando la comunicación entre los diferentes componentes del propio sistema, gestiona sus prestaciones sin olvidarse de satisfacer las exigencias de comodidad del usuario final, sino haciéndolo de la manera más eficaz posible, con el consiguiente ahorro energético.

Costos

Cuando se realiza el diseño de un sistema de aire acondicionado se hace un estudio de costo **inicial contra el consumo energético. Los sistemas de aire acondicionado con agua helada** ofrecen un beneficio en edificios grandes, donde usar otro tipo de sistemas sería más costoso y menos eficiente.

Los costos son afectados directamente por la eficiencia y calidad de los equipos por usar, y también por el nivel de sofisticación de los sistemas de distribución de aire y los controles.

En ese sentido, el ingeniero Frías señala que es difícil establecer un arancel para evaluarlos, sin embargo, afirma que los sistemas hidrónicos siguen siendo los líderes en los grandes complejos.

Por su parte, el ingeniero Cavazos sostiene que el costo de operación de estos sistemas es alrededor de 40 por ciento menos que en uno de aire convencional.

“Se tiene una referencia aproximada de costo de equipos de 800 dólares sobre tonelada de refrigeración”, precisa.

“TENDENCIAS EN SISTEMAS HIDRÓNICOS”

Algunos de los inconvenientes que pueden presentar estos sistemas son su gran complejidad de operación, pues éstos involucran conocimiento de muchas áreas, por eso la necesidad del proceso formal de aseguramiento de la calidad desde su concepción hasta su operación”