



Guías de Eficiencia Energética para la industria



52. Recuperación de energía en plantas de agua helada

En colaboración:



Agosto 2024



Recuperación de Energía en Plantas de Agua Helada

Autor: KINENERGY

Descripción General

Los sistemas de HVAC son una de las instalaciones que más energía consumen, por lo que es necesario para disminuir los consumos eléctricos y las emisiones de CO₂, el uso y recuperación del calor residual que estos sistemas liberan al ambiente.

Recordemos que el condensador tiene capacidad de disipar la carga térmica del edificio más un 25% que proviene del trabajo del compresor. Por lo que es de gran importancia encontrar una manera de recuperar esa energía y aprovecharla. Una de las soluciones puede ser usar intercambiadores de calor en el proceso de condensación con el objetivo de generar agua caliente ya sea para calefacción, agua caliente sanitaria o para algún proceso en la industria

Cómo funciona la planta de agua helada sin intercambiador

Durante el proceso de enfriamiento, se usa un fluido conductor para absorber el calor del espacio enfriado y luego liberarlo al medio ambiente.

Como se observa en la figura 1, un chiller trabaja de la siguiente forma:

1. El agua fría absorbe calor (del ambiente) en la manejadora de aire
2. El agua transfiere el calor al refrigerante.
3. El refrigerante pasa al compresor para elevar la presión y la temperatura
4. El refrigerante entra al condensador y disipa el calor absorbido. En este punto, el agua absorbe el calor del refrigerante y con esto logramos la condensación.

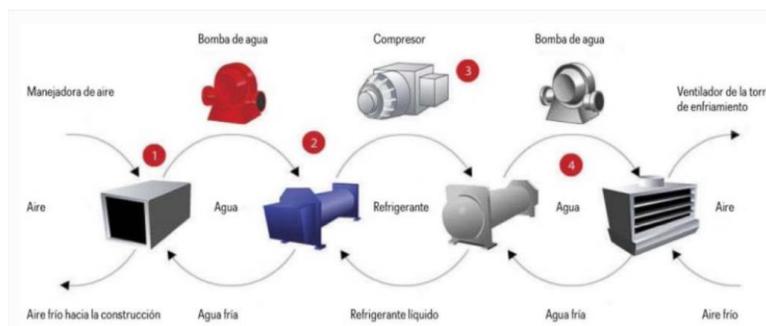


Figura 1. Diagrama de funcionamiento de un chiller enfriado por agua sin intercambiador





Como funciona la planta de agua helada con intercambiador de calor

El intercambiador de calor está integrado en el sistema, generalmente cerca del condensador o forma parte del chiller. El cual captura el calor residual liberado por el refrigerante durante el proceso de condensación y es transferido a un fluido secundario, que circula a través de un circuito separado. Esta utilización eficiente del calor residual mejora significativamente la eficiencia energética general del sistema de refrigeración.

Dependiendo de la temperatura proporcionada por el sistema de recuperación se le pueden dar dos usos al agua:

1. Si el agua caliente viene a una temperatura de 140 °F o superior se puede utilizar para calentar el agua en un tanque de almacenamiento.¹ En un sistema de agua caliente tradicional esto lo hace una caldera.
2. Si el agua caliente viene a temperaturas menores a 140 °F ésta sólo se puede usar como precalentamiento, proceso intermitente que hace una caldera cuando se incrementa la temperatura en el tanque de almacenamiento.

Cuando nuestro sistema de recuperación de calor está diseñado únicamente para el precalentamiento del agua de servicio, éste puede agregar calor cuando hay un flujo del agua de servicio, por lo que es importante que exista reposición del agua caliente a través de una caldera.

Existen diferentes sistemas de recuperación de calor, dentro de los cuales están:

- ❖ Sistema de recuperación de calor con intercambiador secundario.
- ❖ Sistema de recuperación de calor con condensador dividido.
- ❖ Unidad bomba de calor.

Sistema de recuperación de calor con intercambiador secundario

Se agrega un intercambiador de calor secundario, de tipo placas, al circuito de agua del condensador independiente del chiller y del sistema de servicio de agua caliente sin mezclar agua de los sistemas. El agua de condensación sale del chiller a 105 °F, al pasar por el intercambiador, el agua que llega a la torre de enfriamiento es de 95 °F reduciendo su operación y consumo eléctrico porque el agua de condensación llega a una temperatura menor.

El calor recuperado se va a la línea de retorno de la caldera que viene a 93 °F y se incrementa a 103 °F, este efecto también tiene un ahorro de gas porque la temperatura del agua que le llegará a la caldera es mayor.



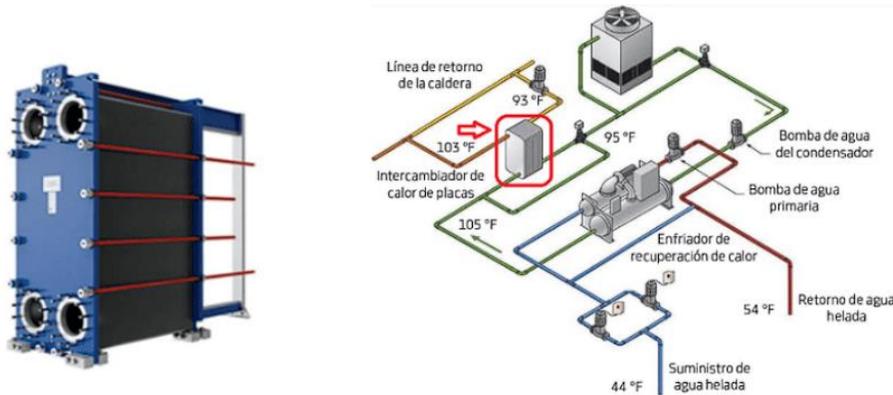


Figura 2. Sistema de recuperación de calor con intercambiador secundario

Sistema de recuperación de calor con condensador dividido

En este sistema el intercambiador de calor (de tipo casco y tubos) está integrado al chiller (como se muestra en la imagen), la salida del agua de condensación es de 105 °F, esta temperatura es la misma que se aporta a la línea de retorno de la caldera que viene de 95 °F.

Esta configuración ahorra espacio y si al inicio del proyecto se planea resulta económico que este accesorio se incluya en el chiller. Por la temperatura de 105 °F es ideal para precalentamiento.

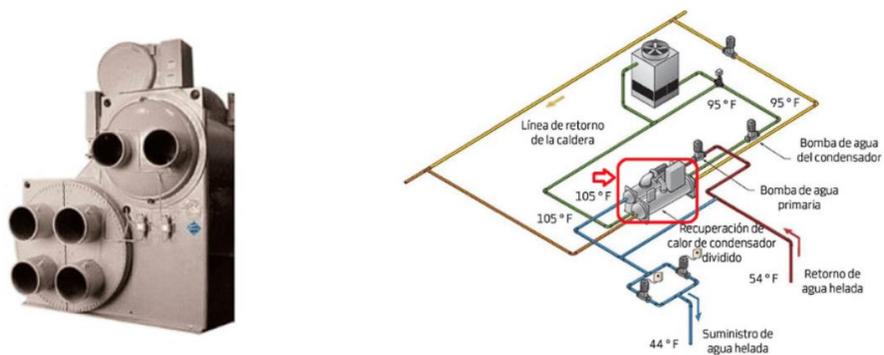


Figura 3. Sistema de recuperación de calor con condensador dividido

Unidad bomba de calor

En esta solución se tiene una bomba de calor que puede operar en enfriamiento o calefacción, el agua de condensación que viene del chiller pasa a 95 °F y con su sistema de refrigeración independiente puede aportar temperaturas más altas de 140 °F al retorno de la caldera. A su vez, el agua de condensación que pasa por la bomba de calor va a menor temperatura a la torre de enfriamiento siendo más eficiente en el consumo eléctrico.

A diferencia de las dos aplicaciones anteriores, la bomba de calor si tiene un consumo eléctrico por operación, pero aporta mayor temperatura a la caldera y en modo enfriamiento suma capacidad a la planta de enfriamiento. Por la temperatura de 140 °F es ideal para calentamiento de agua caliente de servicios.

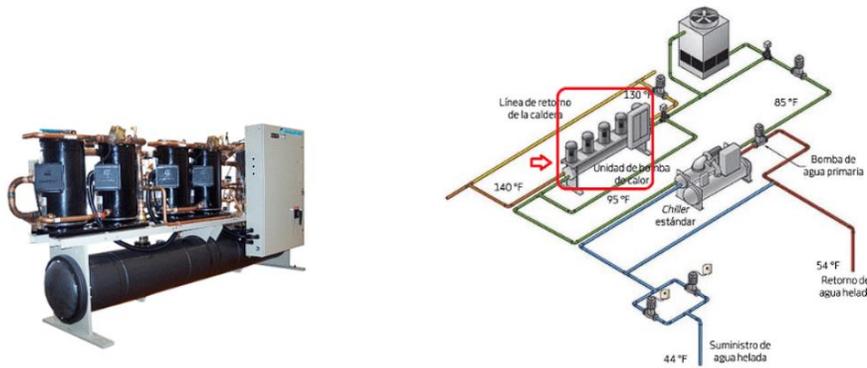


Figura 4. Unidad bomba de calor

Cuándo y Dónde se Puede Aplicar

Según la norma ASHRAE 90.1 en su apartado 6.5.6.2. Recuperación de calor para el calentamiento de agua de servicio, plantea:

Los sistemas de recuperación de calor del condensador deberán servir para calentar o precalentar el agua caliente sanitaria proporcionada si:

- La instalación funciona las 24 horas del día.
- La capacidad total instalada de rechazo de calor del sistema enfriado por agua superan los 6.000.000 Btu/h de rechazo de calor.
- La carga de diseño para calentamiento de agua de servicio excede 1.000.000 Btu/h.

El sistema de recuperación de calor requerido deberá tener la capacidad de proporcionar al menos:

- 60% de la carga máxima de rechazo de calor en las condiciones de diseño, o
- precaliente el suministro de agua caliente de servicio a 85 °F.

Excepciones:

- Instalaciones que emplean recuperación de calor por condensador para calefacción de espacios, con un diseño de recuperación de calor superior 30% de la carga máxima del condensador enfriado por agua a condiciones de diseño.
- Instalaciones que suministran el 60% del agua de su servicio calefacción a partir de energía solar o recuperada de otras fuentes.



Pros y Retos

Pros:

- ❖ Al incorporar un intercambiador de calor para capturar y reutilizar el calor residual, los chiller se transforman un sistema de enfriamiento de un solo propósito a una solución que brinda capacidades de enfriamiento y calefacción.
- ❖ Aumentan la eficiencia energética en un 30% o más.

Retos:

- ❖ Mayores costos de inversión inicial y de mantenimiento.
- ❖ Instalaciones más grandes.

Elementos Clave de Costos de Implementación

Se presenta una comparación de los costos de instalación de un chiller con intercambiador y uno convencional, donde A será más caro, B más barato y S mismo costo. Esto también depende de cada sistema y su diseño.

Tabla 1. Análisis comparativo de costos

Análisis de costos		
Costo inicial	Sin intercambiador	Con intercambiador
Unidad de agua helada	B	A
Bombas	B	A
Tuberías de agua	B	A
Control e Instrumentación	B	A
Intercambiador	B	A
Costo de instalación	B	A
Otros costos		
Costo de energía	A	B
Mantenimiento	B	A
Pruebas y balanceo	S	S





Fuentes

ANSI/ASHRAE/IES.. Standard 90.1: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.

ASHRAE. ASHRAE Handbook—HVAC Systems and Equipment.

ASHRAE. (2019). Handbook: Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications.

Kin Energy. Recuperación de calor en sistemas HVAC. Retrieved from <https://www.kin.energy/blogs/post/recuperaci%C3%B3n-de-calor-en-sistemas-hvac>

Mundo HVAC&R. (2020). Recuperación de calor: Una solución versátil, económica y eficiente. Retrieved from <https://www.mundohvacr.com/2020/12/recuperacion-de-calor-una-solucion-versatil-economica-y-eficiente/>

