



ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

Evaluación de los enfriadores de precisión para el centro de datos

César Linares Solórzano

A medida que el entorno de centros de datos hace la transición a instalaciones centralizadas más grandes —a menudo de hiperescala— en el núcleo de las redes híbridas con un borde más resistente, las estrategias de enfriamiento están evolucionando para satisfacer las necesidades de estos entornos grandes. Los sistemas de expansión directa con enfriadores siguen siendo una opción efectiva para los centros de datos de alta capacidad, pero estos sistemas existen en un espectro. El sistema elegido tendrá un efecto significativo en la eficiencia energética y el enfriamiento de la instalación.

Un enfriador enfría el agua a través de un circuito interno de expansión directa compuesto por compresores (el consumidor de energía más grande), refrigerante, válvulas de expansión, serpentines del condensador y evaporadores (intercambiador de calor entre refrigerante y agua). Para evaluar un enfriador y tomar la decisión adecuada para un centro de datos determinado, los operadores deben tomar en cuenta la eficiencia, la comunicación, los refrigerantes, el control y los ahorros energéticos (serpentin adiabático y free-cooling indirecto), y sopesar estos criterios de forma adecuada. Las conclusiones diferirán con base en una gran cantidad de criterios específicos para un centro de datos determinado. Echemos un vistazo a cada uno de estos.

Ventiladores EC

Ventiladores EC de alto rendimiento con aspas de aluminio fundido estáticamente y dinámicamente balanceadas. Modelos disponibles de 900 mm y de 800 mm para satisfacer las diferentes solicitudes de ruido.

Condensador con microcanales

Condensador con microcanales en diseño en “V” múltiple. Esto permite minimizar el peso de la unidad (-10%), aumentar la transferencia de calor y reducir la cantidad de refrigerante. La versión de free-cooling utiliza un serpentín de aletas tradicional.

Panel eléctrico

Es altamente configurable para adaptarse a las diferentes necesidades de los clientes, con posibilidad de doble fuente de alimentación, ATS, capacitor de factor de potencia, medidor de energía

El panel eléctrico se divide en dos secciones (potencia y control) para un mantenimiento sencillo.

Protección IP54.

Otras opciones

- Doble suministro eléctrico
- Rampa de arranque rápido
- Medidor de potencia
- Supersaver
- Ultrasilencioso
- Trabajo conjunto



Compresor

- Tornillo inversor
- Tornillo
- Desplazamiento

- Estándar
- Free-cooling
- Adiabático

Carcasa y evaporador

en acero al carbono con tubo de cobre con aletas internas. Aislamiento externo con elastómero de celda cerrada para reducir las pérdidas de calor.

Válvula de expansión electrónica

para garantizar un control preciso del sobrecalentamiento del gas en todas las condiciones. Operación de carga parcial optimizada para reducir los costos operativos de la energía.



Figura 1. Componentes principales de un enfriador (de precisión) de un centro de datos. Hasta donde puede observarse, se debe agregar el software integrado diseñado especialmente para la aplicación.

Eficiencia

Un enfriador enfría el agua que luego es usada para extraer el calor del entorno que necesita enfriarse. Sin embargo, las aplicaciones y los entornos son diferentes. Lo que consideraríamos enfriadores de confort diseñados para los edificios de oficinas o los supermercados no son iguales, ya que aquellos diseñados para los entornos industriales son propensos a contaminación, vibraciones, y corrosión elevadas, así como una calidad energética deficiente. La eficiencia depende del tipo de enfriador y su aplicación.

Para los centros de datos, la eficiencia es una prioridad y los enfriadores de precisión utilizados en estas instalaciones son diseñados en consecuencia. El agua se utiliza a altas temperaturas (>20 °C) para mantener condiciones operativas óptimas (con regulación de la temperatura y la humedad en las puertas de los gabinetes) y ofrecer una confiabilidad y una eficiencia elevadas. De hecho, un enfriador de precisión para centros de datos es más eficiente a temperaturas elevadas, más altas que las que muchos enfriadores de confort o industriales pueden aceptar. Todo esto es parte del diseño que permite que los enfriadores de precisión puedan mantener las condiciones adecuadas para los equipos sensibles en un centro de datos.

Sin embargo, si se cambia una de las variables —por ejemplo, disminuir la temperatura del agua—, el enfriador de precisión no será tan eficiente como el enfriador de confort o industrial. La razón es sencilla: existen enfriadores diferentes diseñados para aplicaciones distintas y la optimización de la eficiencia del sistema exige combinar el enfriador correcto con la aplicación correspondiente.

Comunicación

En el centro de datos, la comunicación entre el enfriador y las unidades interiores o sistemas de manipulación de agua (CRAH) es fundamental para optimizar la operación. Nuevamente, la diferencia entre los tipos de enfriadores es considerable. Por lo general, los enfriadores industriales y de confort no se diseñan para dicha comunicación o no pueden realizarla porque estos enfriadores y unidades interiores son de marcas diferentes y carecen de la capacidad de compartir información.

Los enfriadores de precisión, incluidos los de Vertiv (conocidos como “Supersaver”), permiten la comunicación entre los enfriadores y las unidades interiores. Las unidades interiores cercanas al equipo crítico proporcionan información a los enfriadores y los dos sistemas en conjunto definen las acciones a realizar con base en las condiciones en la sala de servidores, específicamente, la temperatura y el porcentaje de carga en uso.

En la práctica, esto es lo que significa: debido a la continua redundancia entre los enfriadores y los controladores, así como en todos los centros de datos que operan a menos de un 90 %, es posible abrir las válvulas de agua de los CRAH y aumentar la temperatura, lo cual lleva a una mayor eficiencia. Además, esto reduce el porcentaje de la operación de los enfriadores al disminuir la carga de trabajo de los compresores. Si las condiciones de la temperatura ambiente lo permiten, esto aumentará el free-cooling indirecto.

Todo esto aporta enormes ahorros energéticos. Además, este es un elemento único para los tipos de enfriadores utilizados en el centro de datos, ya que cuentan con las tarjetas de control y el software integrados necesarios. En cambio, los enfriadores industriales y de confort requieren controladores externos, adaptaciones o programación adicionales para realizar las mismas funciones.

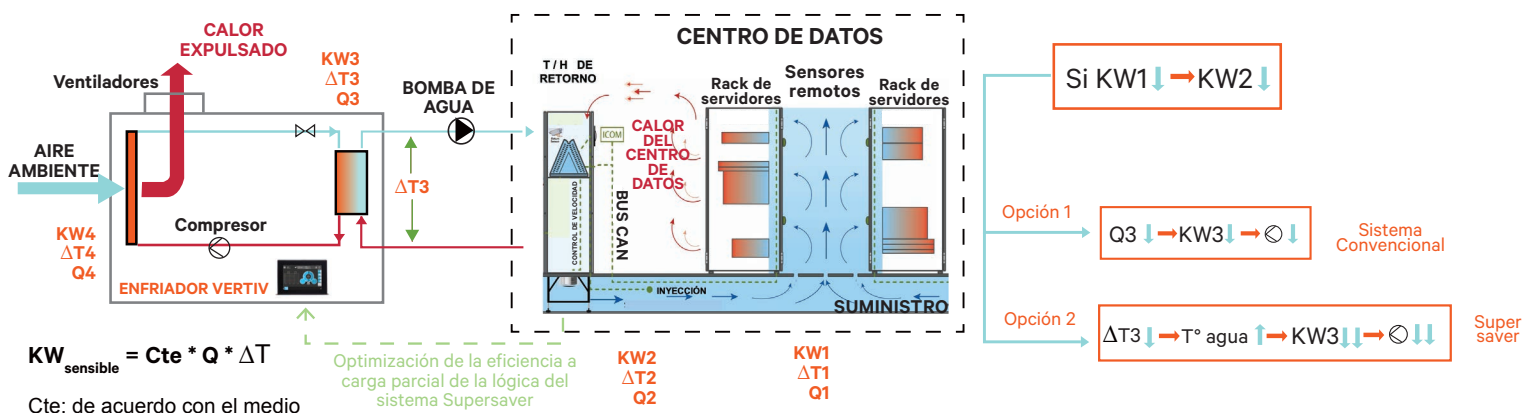


Figura 2. Los “Supersaver” son más efectivos y pueden aumentar la temperatura del agua y abrir las válvulas de agua para hacer funcionar los compresores a un porcentaje menor, en vez de siempre enfriar el agua a la misma temperatura y regular las válvulas.

CONFRONTACIÓN:

- Planta de enfriamiento de free-cooling de HPC de sistema estándar + PCW
- El mismo sistema con Supersaver

CONDICIONES DE DISEÑO COMUNES:

- Temperaturas del agua de entrada/salida de las plantas de enfriamiento a carga plena: 15-10°C
- Punto de ajuste de PCW : 24°C, con control de aire de retorno

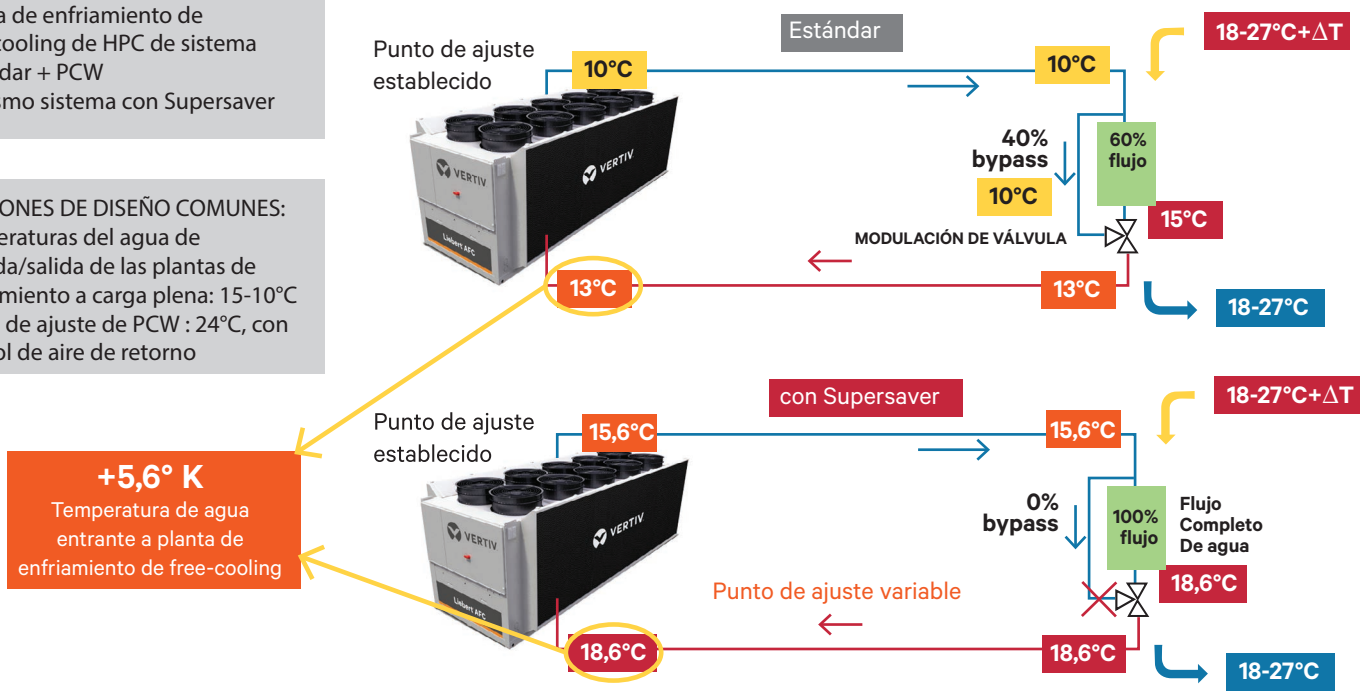


Figura 3. Ejemplo de un caso con “Supersaver” a un 60 % de carga. Esta comunicación ocurre entre el enfriador y las unidades interiores, y el control es automático. Al aumentar la diferencia de temperatura (TD), la capacidad de enfriamiento mejora, así como el free-cooling, si se encuentra disponible.

Porcentaje de operación de diseño		90%	
Redundancia R		1	
Cantidad N	Redundancia R	Cantidad total	% operación de cada unidad
1	0	1	90.0%
1	1	2	45.0%
2	1	3	60.0%
3	1	4	67.5%
4	1	5	72.0%
5	1	6	75.0%
6	1	7	77.1%

Porcentaje de operación de diseño		95%	
Redundancia R		1	
Cantidad N	Redundancia R	Cantidad total	% operación de cada unidad
1	0	1	95.0%
1	1	2	47.5%
2	1	3	63.3%
3	1	4	71.3%
4	1	5	76.0%
5	1	6	79.2%
6	1	7	81.4%

Figura 4. Porcentaje actual de operación de enfriador en redundancia. La operación simultánea permite ahorrar más energía — una mayor temperatura del agua y una mayor eficiencia en el caso de los inversores— y una respuesta más rápida en caso de un apagado repentino de una de las unidades.

Refrigerantes

La industria de centros de datos se encuentra en proceso de transición hacia el uso de refrigerantes con bajo potencial de calentamiento global (GWP), cada vez más por orden de varios organismos reguladores alrededor del mundo. Europa está exigiendo la migración a refrigerantes bajos en GWP y los R410, R407 y R134, entre otros, se descontinuarán en 2025. De esta manera, los enfriadores de precisión son ofrecidos con nuevas opciones de refrigerantes bajos en GWP, como R513 y R1234. Existen otras medidas regulatorias pendientes en otros lugares y es probable que se adopten en los próximos años.

Descripción	R22	R407C	R410A	R134A	R32	R513A	R454B	R515B	R1234ZE
Daña la capa de ozono	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No
PCA (Potencial de calentamiento global)	1800	1774	1740	1430	675	573	466	299	7
Inflamabilidad (designación de seguridad ASHRAE)	No (A1)	No (A1)	No (A1)	No (A1)	Baja (A2L)	No (A1)	Baja (A2L)	No (A1)	Baja (A2L)

Figura 5. Tabla comparativa de refrigerantes usados normalmente en los centros de datos. El GWP objetivo es menor a 750. Las áreas en rojo no alcanzan el objetivo. Las áreas en verde serían los reemplazos.

Control

Los enfriadores de precisión vienen con todos los equipos electrónicos, capacidades de comunicaciones y componentes de medición y control necesarios para una operación efectiva en un centro de datos. La comunicación entre las unidades puede optimizar los ahorros energéticos con base en el control automático de la temperatura del agua, la rotación de las unidades para la redundancia o la operación ajustada a cargas parciales o plenas. Por ejemplo, si una unidad requiere mantenimiento o falla, las otras aumentarán sus cargas de trabajo automáticamente para compensar la pérdida. Todo esto puede ocurrir automáticamente según los parámetros operativos y cada máquina puede monitorearse desde una sola unidad.

Esta inteligencia y control integrados no existen en los enfriadores industriales y de confort básicos. Por lo general, estos sistemas necesitan elementos externos adicionales, como un control de la lógica programable (PLC) y varios sensores o módulos de control y monitoreo para integrar diferentes unidades para que trabajen en conjunto. Estos componentes externos representan puntos de fallo y suelen producir resultados inferiores a los vistos con los enfriadores de precisión.

Para los proveedores de servicios en la nube y de ubicaciones, la empresa es el centro de datos mismo. Por lo tanto, siendo el enfriamiento el mayor consumidor de energía en estas instalaciones (con más del 35% del consumo total) y el más costoso de adquirir en términos de infraestructura, la eficiencia energética en estos sistemas es vital. Además, el costo de operación y la vida útil del equipo contribuye con el costo total de propiedad y no debería pasarse por alto.

¿Qué es SUPERSAVER?

Es una FUNCIÓN DEL SOFTWARE INTEGRADO iCOM®

NO SE REQUIERE HARDWARE ADICIONAL

Aprovecha la comunicación LAN entre todas las unidades de enfriamiento en el sistema y coordina su regulación.



Figura 6. Los enfriadores de Vertiv incorporan la gestión y el control enfocados en la operación óptima del centro de datos sin necesidad de programación ni equipo externo adicionales.

Ahorro de energía

Las funciones de eficiencia energética son importantes, pero su contribución depende de la manera en que se configuren y utilicen. En el mercado de enfriadores, los ventiladores EC suelen ser el estándar del mercado y los inversores y los dispositivos magnéticos son comunes en muchos sistemas. Todos son capaces de reducir el consumo energético, pero el verdadero impacto depende de la configuración y el uso correctos.

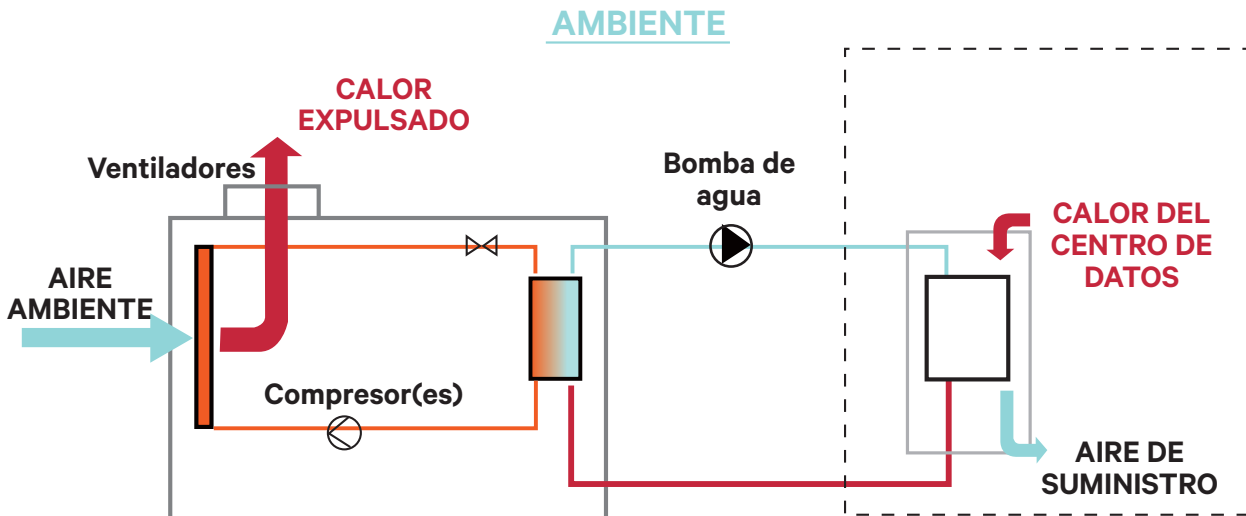
Más allá de la tecnología estándar incorporada, los enfriadores pueden configurarse con algunos accesorios que mejoran la eficiencia, tales como el serpentín de free-cooling y el serpentín adiabático, según el principio de la diferencia de temperatura (TD). Entre mayor sea la diferencia, mayor será la capacidad de evaluación de calor y, por extensión, mayores serán los ahorros energéticos. Los operadores pueden aumentar la diferencia de temperatura por medio de incrementar la temperatura del agua y “disminuir” la temperatura del aire alrededor del enfriador.

Por ejemplo, si la temperatura del aire es de 10° C y la del agua es de 15° C, la diferencia de temperatura será de 5° C. Al aumentar la temperatura del agua a 20° C, se duplicará la diferencia inmediatamente (10°C). Por lo tanto, la capacidad aumenta y la carga de trabajo de los compresores disminuye, lo cual reduce la energía necesaria para la operación.

En el caso del serpentín adiabático, un serpentín normalmente negro se humedece con el agua como una esponja. A medida que la alta temperatura pasa a través de este serpentín húmedo, el aire más frío y húmedo entra en contacto con las tuberías de agua. Esto aumenta la diferencia de temperatura y la capacidad de evacuar el calor del líquido, lo cual reduce de forma efectiva su temperatura y la carga de trabajo de los compresores y, consecuentemente, la energía consumida.

UN modo de operación:

- Enfriamiento mecánico («DX», expansión directa)



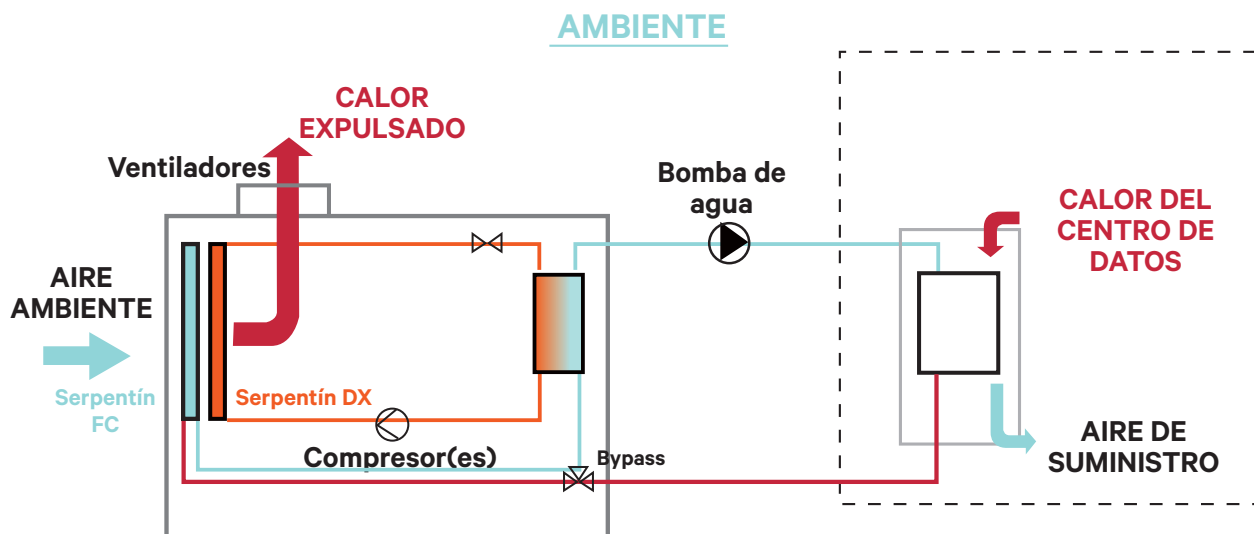
Aplicaciones típicas:

- Aplicación de **confort** o **centro de datos existente** con regímenes de poca agua (i.e. **12 - 7 °C**)
- **Países cálidos** donde el free-cooling todavía no es popular (pero la tendencia está cambiando)
- Como **respaldo** para los sistemas con aerorefrigerador o torres de enfriamiento

Figura 7. Operación de enfriador convencional, serpentín simple

TRES modos de operación:

- Enfriamiento mecánico («DX» expansión directa)
- Free-cooling «FC»
- Free-cooling modo mixto «FC+DX» + compresores de respaldo



Aplicaciones típicas:

- Centros de datos con régimen de agua medio/elevado (15 - 10°C → 26 - 20°C, ASHRAE)
- Utilizados tradicionalmente en **países fríos**
- Nueva tendencia → en países cálidos (ASHRAE, Adiabático)

Figura 8. Enfriador con free-cooling. Note el detalle del serpentín FC adicional que permite evacuar el calor por medio de aprovechar la baja temperatura ambiente y la diferencia de temperatura generada para reducir la carga de trabajo de los compresores.

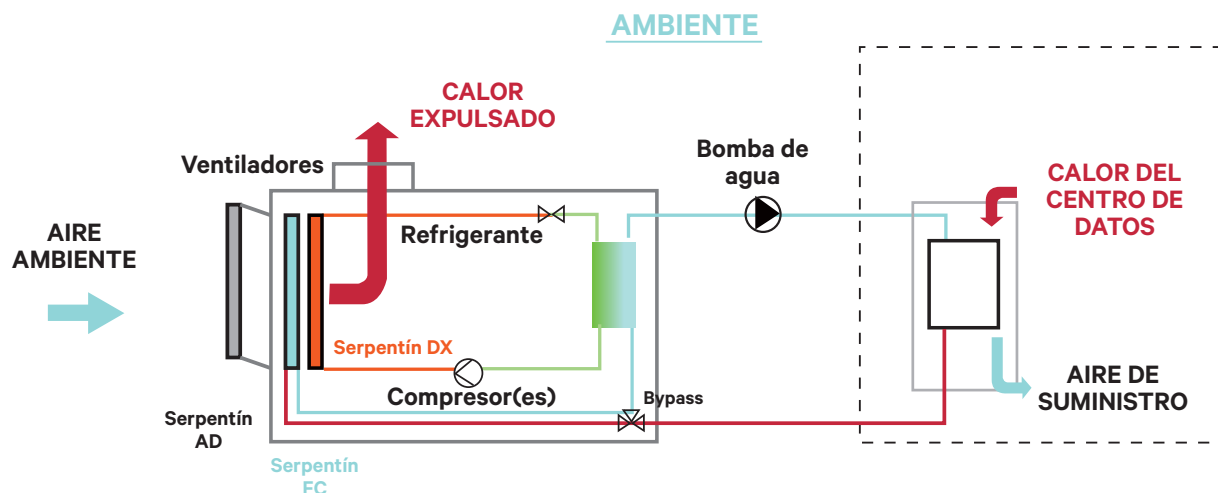
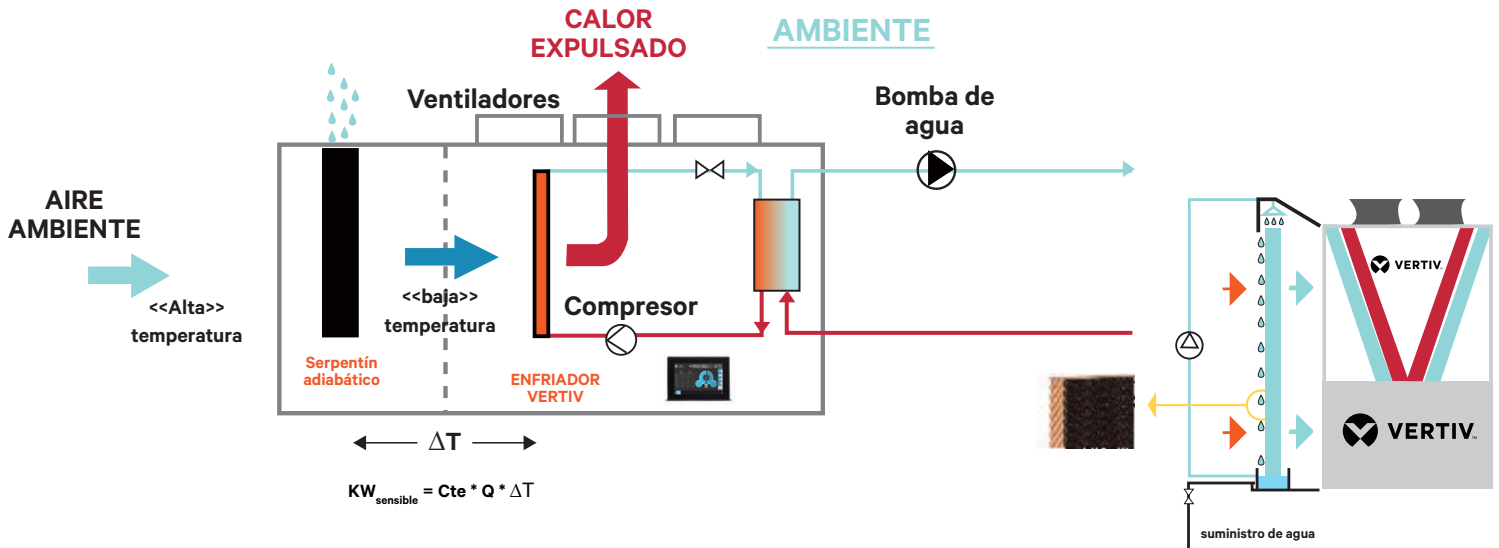


Figura 9. Serpentín adiabático para reducir la temperatura y aumentar la humedad ambiental



El aire ambiente pasa por las almohadillas húmedas (AD)



Transformación adiabática:

- Aumenta la humedad
- Disminuye la temperatura de bulbo seco

Figura 10. Serpentin adiabático para reducir la temperatura y aumentar la humedad ambiental

		Condición de aire después de PAD															
		Tdb (°C)	RH (%)	Tdb (°C)	RH (%)	Tdb (°C)	RH (%)	Tdb (°C)	RH (%)	Tdb (°C)	RH (%)	Tdb (°C)	RH (%)	Tdb (°C)	RH (%)		
Temperatura del aire antes de PAD (°C)	50	30,6	56	34,3	65	37,2	72										
	48	29,6	56	32,8	65	35,5	72										
	46	28,3	56	31,3	65	33,9	72	36,3	78								
	44	27	57	29,8	65	32,3	72	34,5	78								
	42	25,7	57	28,4	65	30,7	72	32,8	78	34,7	83						
	40	24,4	58	26,9	66	29,1	72	31,1	78	32,9	83	34,6	87				
	38	23,1	58	25,4	66	27,5	73	29,4	78	31,2	83	32,8	87	34,2	91		
	36	21,8	59	24,0	66	26,0	73	27,8	78	29,4	83	30,9	87	32,3	91	33,7	94
	34	20,4	59	22,5	67	24,4	73	26,1	78	27,7	83	29,1	87	30,5	91	31,7	94
	32	19,1	60	21,0	67	22,8	73	24,4	78	25,9	83	27,3	87	28,6	91	29,8	94
	30	17,8	60	19,6	67	21,2	73	22,8	78	24,2	83	25,5	87	26,7	91	27,9	94
	28	16,4	61	18,1	68	19,7	73	21,1	79	22,4	83	23,7	87	24,9	91	26,0	94
	26	15,1	61	16,6	68	18,1	74	19,4	79	20,7	83	21,9	87	23,0	91	24,0	94
	24	13,7	62	15,2	68	16,5	74	17,8	79	18,9	83	20,1	87	21,1	91	22,1	94
	22	12,3	62	13,7	69	14,9	74	16,1	79	17,2	83	18,3	87	19,3	91	20,2	94
	20	11,0	63	12,2	69	13,3	74	14,4	79	15,5	83	16,5	87	17,4	91	18,3	94
	18	9,8	63	10,8	69	11,7	74	12,7	79	13,7	83	14,7	87	15,5	91	16,4	94
16	8,4	64	9,3	69	10,1	74	11,0	79	12,0	83	12,9	87	13,7	91	14,4	94	
14	7,1	64	7,8	70	8,6	75	9,4	79	10,2	83	11,1	87	11,8	91	12,5	94	
12	5,8	65	6,3	70	7,0	75	7,7	79	8,5	83	9,2	87	9,9	91	10,6	94	
10	4,4	65	4,9	70	5,4	75	6,0	79	6,7	83	7,4	87	8,1	91	8,7	94	
8	3,1	66	3,4	71	3,8	75	4,3	80	5,0	83	5,6	87	6,2	91	6,7	94	
6	1,8	66	1,9	71	2,2	75	2,7	80	3,2	83	3,8	87	4,3	91	4,8	94	
5	1,1	66	1,2	71	1,4	75	1,8	80	2,3	83	2,9	87	3,4	91	3,8	94	

10	20	30	40	50	60	70	80
Condición de aire antes de PAD (%)							

LEYENDA	
	T sal > 35°C
	30°C < T sal < 35°C
	25°C < T sal < 30°C
	20°C < T sal < 25°C
	15°C < T sal < 20°C
	7°C < T sal < 15°C
	¡Riesgo de congelación!

Figura 11. Efecto de pasar el aire circundante al enfriador a través del serpentín adiabático. Según las condiciones iniciales, la mejora es considerable (el aire con alta temperatura y la baja humedad son perfectos para esta aplicación).



Figura 12. Enfriadores Vertiv Liebert AFC con serpentines adiabáticos (negros).

La lógica de control mide constantemente la **temperatura** y la **humedad** externas para activar el **modo de operación** más eficiente



Figura 13. Todas las opciones energéticas dependen de la temperatura ambiente.

Conclusión

Los enfriadores son diseñados y configurados para satisfacer las necesidades de aplicaciones específicas. Con mucha frecuencia, los operadores de centros de datos toman decisiones de compra sin este conocimiento y antes de considerar las especificaciones técnicas y de rendimiento de varias soluciones. El precio de compra inicial de estos sistemas es una pequeña parte de su costo total de propiedad y debe sopesarse con las claras ventajas de diseño que ofrecen los enfriadores de precisión en entornos de centros de datos.

Referencias

Danfoss. Refrigerant options now and in the future

<https://www.danfoss.com/media/7174/low-gwp-whitepaper.pdf>

Vertiv. Free Cooling Chillers

<https://www.vertiv.com/es-latam/products-catalog/gerenciamiento-termico/free-cooling-chillers/#/>



Vertiv.com | Sede de Vertiv, 1050 Dearborn Drive, Columbus, OH, 43085, EE.UU.

© 2022 Vertiv Group Corp. Todos los derechos reservados. Vertiv™ y el logo de Vertiv son marcas o marcas registradas de Vertiv Group Corp. Todos los demás nombres y logos a los que se hace referencia son nombres comerciales, marcas, o marcas registradas de sus dueños respectivos. Aunque se tomaron todas las precauciones para asegurar que esta literatura esté completa y exacta, Vertiv Group Corp. no asume ninguna responsabilidad y renuncia a cualquier demanda por daños como resultado del uso de esta información o de cualquier error u omisión. Las especificaciones, los reembolsos y otras ofertas promocionales están sujetas a cambio a la entera discreción de Vertiv y mediante notificación.