



BOMBEO DISTRIBUIDO EN SISTEMAS DE AGUA REFRIGERADA

## AHORRE HASTA UN 54% DE ENERGÍA

APRENDA CÓMO AUMENTAR LA COMODIDAD DEL USUARIO FINAL, AHORRAR ENERGÍA Y MEJORAR EL DELTA T EN SISTEMAS DE AGUA REFRIGERADA CON BOMBEO DISTRIBUIDO DE GRUNDFOS.



RÁPIDA Y FÁCIL  
PUESTA EN MARCHA



CLIMA  
INTERIOR  
MEJORADO

HASTA  
**54%**  
DE AHORRO  
EN ENERGÍA

GRUNDFOS iSOLUTIONS



UNA SOLUCIÓN INTELIGENTE PARA USTED

Los sistemas de agua refrigerada con válvulas moduladoras son sistemas de aire acondicionado comunes en los edificios comerciales de hoy. Sin embargo, estos sistemas enfrentan desafíos con el equilibrio y la mala regulación dinámica del flujo, lo que conduce a una pérdida de energía severa, un control climático inadecuado y un ambiente a menudo incómodo. Como solución a estos desafíos, las soluciones de bombeo distribuido han ganado creciente popularidad. Reemplazar válvulas con bombas en cada piso del edificio, en lugar de centralizarlas en la bodega, permite un equilibrio automático continuo, lo que reduce el consumo de energía de la bomba y proporciona un clima interior más uniforme y confortable.

*Preparado por Niels Henrik Ravn, Gerente de Desarrollo Comercial, Grundfos Servicios a Instalaciones, Soluciones de Agua Refrigerada y Agisilaos Tsouvalas, Especialista líder, BS Aplicaciones, Grundfos Core Technology.*

### Tabla de contenido

Sistemas convencionales de agua refrigerada. . . . .	2
¿Cómo conducen los circuitos de agua desequilibrados al consumo excesivo de energía.? . . . .	2
Los pros y contras de las Válvulas de control independientes de la presión. . . . .	3
La solución integral para los circuitos de agua desequilibrados: bombeo distribuido. . . . .	3
Cómo funciona el bombeo distribuido. . . . .	3
Comparación de gradientes de presión entre los dos sistemas. . . . .	4
Sistemas de energía distrital. . . . .	5
Caso: El bloque 22 reduce la energía de la bomba el consumo de su circuito de agua refrigerada en un 54%. . . . .	5
Un sistema de bucle bien equilibrado crea un clima interior bien equilibrado. . . . .	6

## Sistemas convencionales de agua refrigerada

En los sistemas de aire acondicionado de agua refrigerada, el agua refrigerada se produce típicamente en los enfriadores en el cuarto de servicio central y luego se distribuye a varias unidades terminales en todo el edificio. Todos los sistemas de distribución de agua refrigerada (por ejemplo, primario, secundario o primario-secundario) requieren bombas para mover el agua refrigerada, y todos los edificios comerciales tienen varias unidades terminales con diferentes necesidades.

Para satisfacer esas diversas necesidades y controlar adecuadamente el flujo y la presión de cada unidad terminal, se utilizan válvulas de equilibrio y control o válvulas de control independientes de la presión (PICV) para configurar y regular las diversas pérdidas de presión del circuito de agua. El proceso de equilibrado consume mucho tiempo y es costoso, pero es necesario para garantizar el flujo correcto en los circuitos y controlar la temperatura en las bobinas de las unidades de tratamiento de aire (AHU) de acuerdo con el punto de ajuste de diseño.

Hay varias razones por las que los circuitos de agua refrigerada pueden desequilibrarse, como una puesta en servicio incorrecta, el deterioro de los componentes con el tiempo, el envejecimiento del edificio y cambios en otras partes de la instalación del sistema. Un circuito de agua desequilibrado puede provocar un Delta T bajo ( $\Delta T$ ), lo que hace que las enfriadoras funcionen fuera del punto de mejor eficiencia (BEP) y bomben en exceso el circuito. Esto conduce a un consumo excesivo de energía y puede resultar en un ambiente incómodo.

### Cómo conducen los circuitos de agua desequilibrados a un consumo excesivo de energía

Durante el proceso de equilibrado, las válvulas de equilibrado se ajustan para compensar las diversas pérdidas de presión en cada circuito. Esto ayuda a crear una distribución justa del agua refrigerada en las unidades terminales ubicadas en cada circuito.

Para tener un sistema funcional y confiable, los componentes del sistema deben tener el tamaño correcto para cumplir con la carga de enfriamiento del edificio.

El tamaño correcto de las válvulas de control, por ejemplo, requiere que tengan la autoridad de válvula correcta. La recomendación estándar es seleccionar un tamaño de válvula de control cuya autoridad nunca sea inferior a 0,5. (Ver ecuación).

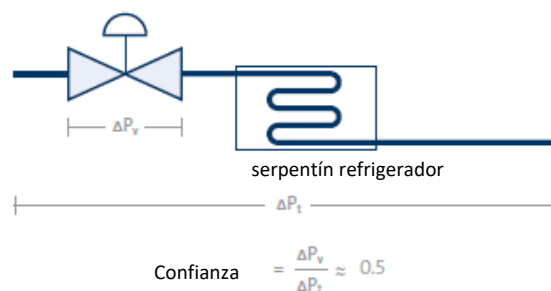
$$N = \frac{P_{\text{válvula}}}{P_{\text{total}}}$$

N es la confianza de la válvula

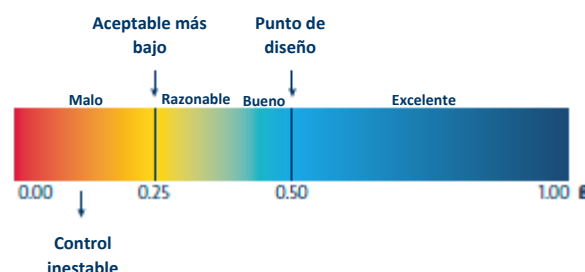
$\Delta P$  de válvula es la caída de presión a través de la válvula en la posición completamente abierta

$\Delta P_{\text{total}}$  es la caída de presión total en el circuito

Autoridad de válvulas



Una válvula sobredimensionada (autoridad de la válvula por debajo de 0.25) puede reducir la funcionalidad y confiabilidad y crear un consumo de energía excesivo en el nivel total del sistema.



El síndrome de bajo Delta T significa que el sistema de agua refrigerada no puede mantener los niveles de diseño de Delta T. Esto generalmente se debe a una falta de coincidencia entre la carga y el flujo necesario, lo que conduce a enfriadoras sin carga completa y a la puesta en escena de más el Delta T vuelve a los niveles de diseño.

Varias causas del síndrome de bajo Delta T están directamente relacionadas con el tamaño y control de válvulas incorrectos. Otras causas comunes que amplifican este problema son, por ejemplo, una selección incorrecta de la serpetina y filtros sucios en las unidades terminales, lo que provoca una transferencia de calor inadecuada<sup>1</sup>.

En cualquier caso, un Delta bajo T da como resultado el funcionamiento de demasiados enfriadores u operarlos fuera de BEP, sobrebombear el sistema y operar fuera de los criterios de diseño. Esto conduce a costes energéticos excesivos.

<sup>1</sup> Planta de agua refrigerada degradada Delta-T: Causas y mitigación por Steven Taylor

## Los pros y los contras de las válvulas de control independientes de la presión

Las válvulas de control independientes de la presión (PICV) son una solución para el síndrome de Delta T bajo. En comparación con las válvulas de control y equilibrio separadas, los PICV electrónicos facilitan el proceso de equilibrio inicial y mejoran el equilibrio dinámico durante la operación. Las últimas generaciones de válvulas para balanceo y control han agregado características para mejorar aún más los problemas de balanceo y baja Delta T, pero vienen con mayor complejidad. Una mayor cantidad de componentes integrados aumenta drásticamente el riesgo de fallas y el costo de propiedad, y las válvulas continúan regulando el flujo, creando una pérdida de presión que debe compensarse con energía adicional de la bomba.

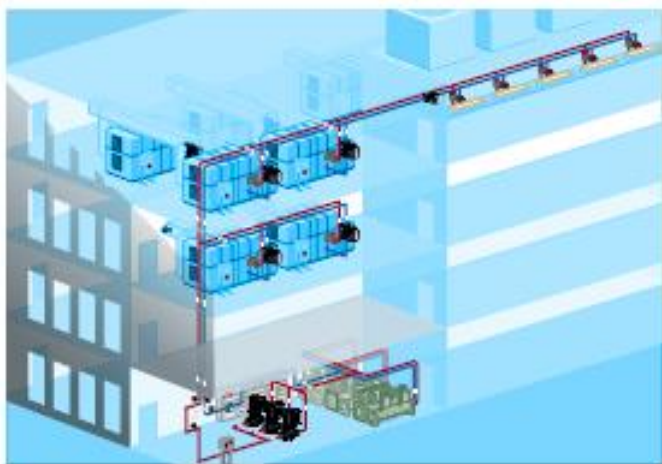
## La solución integral para los circuitos de agua desequilibrados: bombeo distribuido

Las soluciones de bombeo distribuido son un cambio de paradigma. Lejos de las bombas centralizadas en las redes de distribución hacia bombas descentralizadas distribuidas por todo el edificio.

Al reemplazar las válvulas de equilibrio y motorizadas con bombas, el sistema está equipado solo con componentes que generan presión solo cuando y donde se necesita.

Esto reduce el tiempo empleado en equilibrar el sistema, ya que una vez que se seleccionan las bombas del tamaño correcto, no se necesitan válvulas para equilibrar el sistema. Además, las bombas principales se pueden reducir a medida que las bombas distribuidas generan la presión necesaria individualmente, lo que también ahorra energía de la bomba de esa manera.

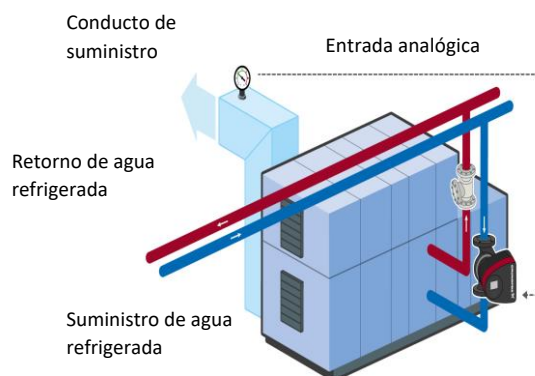
Las soluciones de bombeo distribuido se pueden aplicar a los sistemas de agua refrigerada existentes que necesitan renovación o a los nuevos edificios comerciales planificados con aire acondicionado de agua refrigerada. Grundfos utiliza bombas MAGNA3 para reemplazar las válvulas de equilibrio y control. (Ver figura.) Las bombas MAGNA3 han demostrado su confiabilidad en aplicaciones de HVAC durante muchos años como bombas de canal húmedo que no requieren mantenimiento.



## Cómo funciona el bombeo distribuido

Los sistemas de bombeo distribuido constan de cinco componentes clave: bombas primarias, bombas distribuidas, controlador de bomba primaria, válvulas de retención y sensores ubicados en todo el edificio. El controlador de la bomba primaria utiliza un algoritmo de control para administrar las bombas primarias, que son bombas de velocidad variable que están reguladas por las mediciones del sensor de la línea desacoplada para evitar un bombeo excesivo o insuficiente del sistema.

El sistema de bombeo distribuido se instala con una válvula de retención en cada unidad de tratamiento de aire (AHU). La válvula de retención evita el reflujo en caso de que deba apagarse la AHU. Las bombas distribuidas miden la temperatura del aire utilizando el sensor del conducto de aire de la AHU y regularán automáticamente la velocidad para alcanzar la temperatura deseada. Las interfaces con el sistema de gestión de edificios (BMS), si está instalado, y otras opciones de control se pueden discutir durante el proceso de diseño, asegurando una integración perfecta basada en la secuencia de operaciones.



En el caso de que la mayor parte de la carga de refrigeración la proporcionen las unidades de ventiloconvector (FCU), se podría realizar un estudio de viabilidad para decidir el diseño adecuado, considerando también los aspectos comerciales.

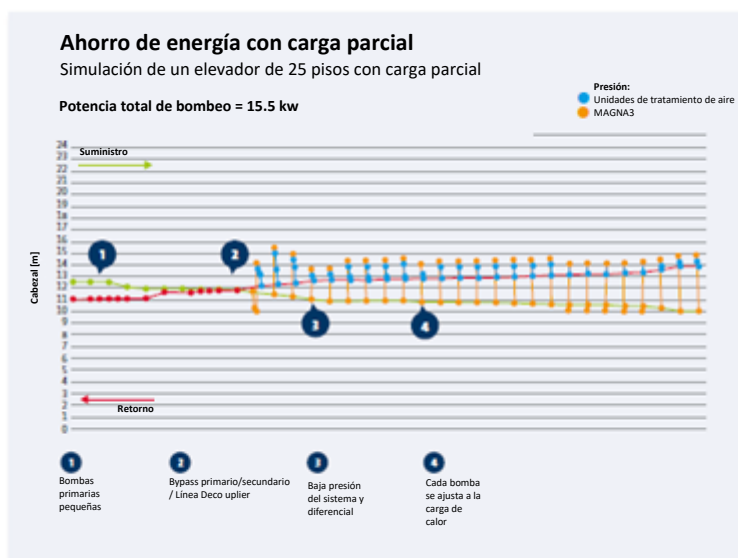
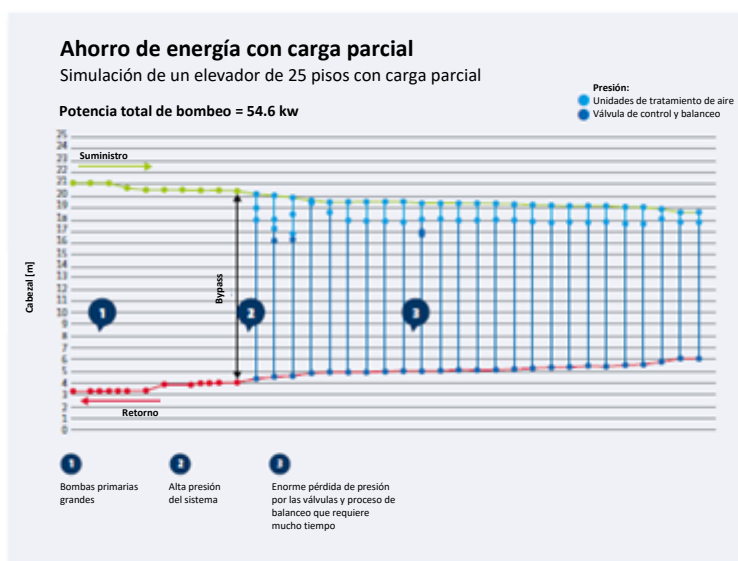
### Comparación de gradientes de presión entre los dos sistemas

En la siguiente figura podemos ver la simulación de un gradiente de presión para un sistema HVAC convencional (solo primario variable). El gráfico muestra que la presión total requerida para superar las pérdidas por fricción para el bucle crítico es muy alta (la diferencia entre las líneas roja y azul).

Esto crea una demanda de mayor potencia de bombeo. Además, los circuitos no críticos requieren menos presión y estrangulan el exceso de presión en las válvulas (línea púrpura), lo que resulta en un consumo excesivo de energía.

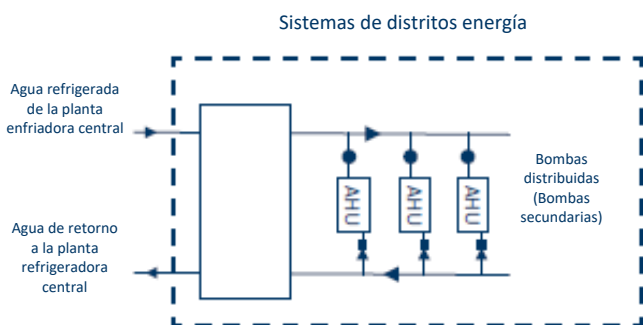
El bombeo distribuido ofrece una imagen completamente diferente en el diagrama de presión para el mismo sistema. En un ejemplo de una solución de Distributed Pumping de Grundfos (consulte la figura siguiente), la presión general es significativamente menor ya que cada bomba genera solo la cantidad de presión que se necesita cada vez (la diferencia entre las líneas roja y azul).

Las válvulas se han eliminado completamente del sistema, dejando solo las bobinas de la AHU como la principal fuente de caída de presión. Este diseño da como resultado un uso de energía mucho menor y un menor gasto total.



## Sistemas de distritos de energía

En los sistemas de distrito de enfriamiento, el enfriamiento real solo ocurre en el lado secundario del edificio. Como las bombas distribuidas realizan todo el bombeo y control necesarios en el lado secundario, todo el sistema se puede simplificar. (Ver figura).



### Caso: El bloque 22 reduce el consumo de energía de la bomba de su circuito de agua refrigerada en un 54%

Ubicado en Singapur, el Bloque 22 es un edificio de uso mixto que alberga una cafetería, un pabellón de deportes, salones para estudiantes y espacios para oficinas. La Autoridad de Construcción de Edificios de Singapur ha certificado el Bloque 22 como un edificio Green Mark Platinum.

El edificio utiliza un sistema de bombeo distribuido de Grundfos en un circuito de agua refrigerada para enfriar un área total de aproximadamente 6000m<sup>2</sup>, lo que reduce el consumo de energía del edificio en un 54%.



El sistema de aire acondicionado del edificio, que consta de 10 AHU y cinco FCU, cuenta con tres enfriadores con una capacidad de enfriamiento total de 570 RT (2005 kW). El sistema está configurado con dos enfriadoras en funcionamiento y un enfriador como reserva. Se instalaron originalmente cuatro bombas de agua refrigerada para distribuir el agua refrigerada en la instalación en un sistema primario variable únicamente.

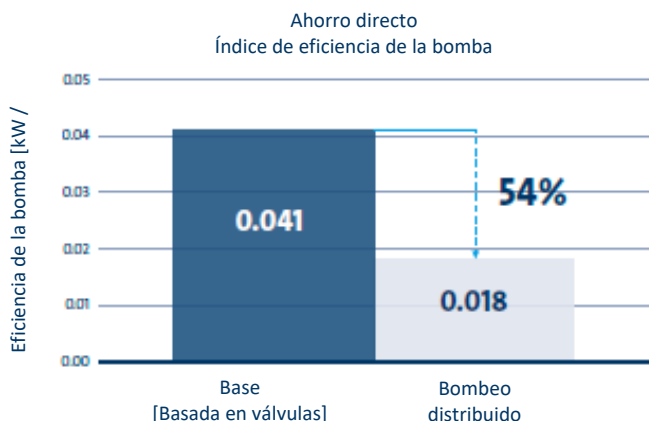
Antes de que se aplicara el sistema de Bombeo Distribuido, se realizó una medición de referencia para el tonelaje de enfriamiento y el consumo total de energía para el circuito de agua refrigerada durante un período de seis semanas. Esto incluyó datos meteorológicos para poder normalizar los datos al determinar un punto de referencia para la solución de bombeo distribuido.

Durante la instalación del sistema, el proceso de puesta en marcha fue muy eficiente. La configuración inicial de la bomba se realizó a través de la aplicación Grundfos GO REMOTE y los límites de flujo para las unidades terminales se ajustaron directamente en el BMS para cada bomba. Esto proporcionó un ahorro de tiempo significativo en comparación con el uso de válvulas de equilibrio, válvulas de control o PICV tradicionales.

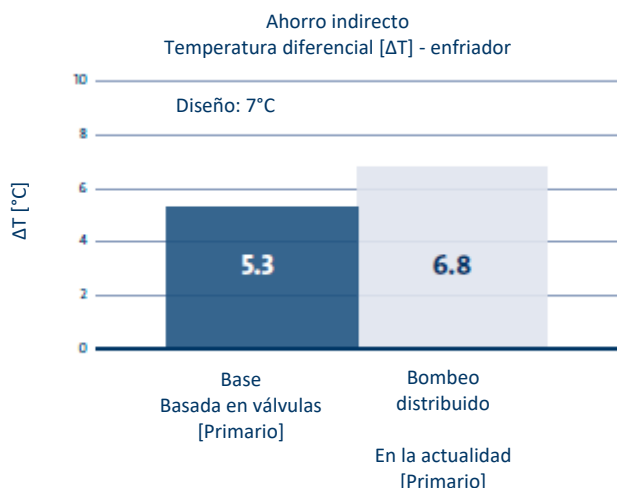


Durante el funcionamiento, las bombas distribuidas miden continuamente la temperatura del conducto de aire y ajustan automáticamente la velocidad de la bomba para alcanzar la temperatura deseada; el sistema equilibra automáticamente cualquier carga, lo que proporciona una comodidad óptima para los inquilinos.

La reducción de los dispositivos consumidores de presión y, en este caso, la sustitución de las válvulas de equilibrio y control por bombas distribuidas, redujo el consumo total de energía de la bomba para el circuito de agua refrigerada en un 54 %.



El diseño Delta T del Bloque 22 es de 7° C. Antes del concepto de bombeo distribuido, su Delta T era de 5,3 ° C, que aumentó a 6,8 ° C después de introducir el concepto de bombeo distribuido.



Esto equivale al ahorro de enfriadores si los enfriadores funcionarán en su punto de mejor eficiencia (BEP).

## Un sistema de bucle bien equilibrado crea un clima interior bien equilibrado

El sistema de bombeo distribuido de Grundfos tiene ventajas significativas para todas las partes interesadas del edificio:

- **EQUILIBRADO AUTOMÁTICAMENTE A CUALQUIER CARGA:** creando la comodidad perfecta para los inquilinos
- **PUESTA EN MARCHA FÁCIL Y RÁPIDA:** reducción de la inversión
- **AHORRO DE ENERGÍA EN BOMBAS Y ENFRIADORAS:** reducción de los gastos operativos

Las nuevas válvulas de ahorro de energía, como las PIVC, tienen varias funcionalidades valiosas, pero las válvulas siguen siendo un dispositivo de estrangulamiento que genera presión y pérdida de energía en los sistemas de agua refrigerada.

Las soluciones de bombeo distribuido representan un nuevo paradigma en el aire acondicionado de agua refrigerada. Al proporcionar un equilibrio de carga constante y preciso, las soluciones de bombeo distribuido ahorran energía y brindan un confort óptimo a las personas en el edificio. También son rápidos y fáciles de poner en marcha, lo que reduce la inversión inicial y el tiempo dedicado al equilibrio del sistema.

Por todas estas razones y más, el bombeo distribuido se está extendiendo ampliamente en proyectos de construcción comercial en todo el mundo.

Para más información consulte los sitios web de Grundfos en Latinoamérica o síguenos en Facebook y LinkedIn.

[www.grundfos.ar](http://www.grundfos.ar)

[www.grundfos.br](http://www.grundfos.br)

[www.grundfos.cl](http://www.grundfos.cl)

[www.grundfos.co](http://www.grundfos.co)

[www.grundfos.mx](http://www.grundfos.mx)

