

# Geotermia-energía renovable al alcance de todos

**Nicolau Cassaca;** *director técnico Waterkotte Iberia.*

Asistimos actualmente a un creciente movimiento de interés y demanda por las energías renovables. Este movimiento resulta debido principalmente a la actual inestabilidad que se vive en el mercado de los combustibles fósiles, junto con los sucesivos aumentos de los precios y la creciente aparición de una conciencia medio ambiental.

Cuando llega el momento de decidir que tipo de sistema de climatización instalar, la Bomba de calor geotérmica (BCG) surge como una de las alternativas más sólidas a los tradicionales sistemas de combustión en la producción de aguas calientes sanitarias y calefacción.

## ¿Como funciona una bomba de calor geotérmica Waterkotte?

La bomba de calor es una máquina térmica con capacidad de transferir calor de un medio a baja temperatura (subsuelo) hacia otro con una temperatura más elevada (nuestra casa o nuestra agua caliente), con la ayuda de un compresor alimentado de energía eléctrica. El compresor funciona como si fuese una bomba de circulación, sin embargo, en vez de transportar agua de un lago hacia una montaña, lo que transporta es calor. En verano es posible invertir el sentido de transporte de calor, refrescando de este modo su casa.

## Ventajas de la bomba de calor frente a los tradicionales sistemas de combustión de gas o gasóleo

La gran ventaja de la bomba de calor en comparación con los sistemas tradicionales de combustión, reside en su capacidad de conseguir transferir grandes cantidades de calor gratuito, proveniente del suelo, con la ayuda de

una pequeña cantidad de energía eléctrica en lugar de liberarla por completo, como ocurre en la combustión.

De este modo, el usuario pagará apenas la parte eléctrica de la alimentación del compresor (cerca de un 20% del valor total de la energía consumida).

## Ventajas de las bombas de calor frente a los sistemas con paneles solares

En la utilización de paneles solares, siempre será necesario proporcionar una fuente de energía de apoyo, con el fin de garantizar el calentamiento del agua, y principalmente, la calefacción, en los periodos de insuficiente incidencia de radiación solar. Además, los sistemas basados en paneles solares son muy poco solidos, dado que el período en el que más precisamos de calor, es en plena estación fría, correspondiente al período de menor insolación. Es decir, en esos periodos tendremos la fuente de energía de apoyo (normalmente una caldera a gas o gasóleo) funcionando para compensar la falta de sol.

## Ventajas del sistema Waterkotte

El atractivo tiempo de retorno de la inversión inicial resultante de los ahorros en los running costs (gastos de funcionamiento), constituyen un fuerte argumento a favor de la opción Waterkotte. Sin embargo, existen otros factores importantes a tener en consideración, tales como:

- Ahorro en los gastos de mantenimiento;
- Menor volumen de equipamiento instalado en comparación a los sistemas convencionales;

- Razones de preservación del medio ambiente. Un sistema Waterkotte emite 3,5 veces menos CO<sub>2</sub> (considerando un COP=5 de la bomba de calor; un rendimiento de 90% de la caldera y que el 40% de la energía eléctrica proviene de fuentes de energía renovables – hidroeléctricas, eólicas, etc).
- Mayor confort acústico..
- Mayor confort estético, dado que esta tecnología no tiene equipamiento visible en el exterior y la bomba de calor puede ser colocada en un espacio confinado y no útil. Además, para calefacción y refrigeración de la vivienda se pueden instalar suelos y techos radiantes.
- Elevada seguridad del sistema (no libera gases tóxicos).
- Existencia de algunos incentivos/beneficios fiscales por parte de los gobiernos.
- La opción Waterkotte permite satisfacer todas las necesidades térmicas de una construcción.
- La bomba de calor Waterkotte posee un COP elevado y constante durante todo el año.
- Las bombas de calor Waterkotte al trabajar con fuentes de calor Geotérmicas, caracterizadas por presentar una elevada estabilidad térmica (pequeñas variaciones de temperatura a lo largo del año), tienen un rendimiento anual constante y elevado.

### El sistema Waterkotte

El sistema Waterkotte está constituido principalmente por tres partes: la fuente de calor, el grupo energético (formado principalmente por la bomba de calor geotérmica) y el sistema de climatización.

El dimensionamiento y la ejecución de la fuente de calor son muy importantes para el proceso de instalación y determinan tanto su funcionalidad como eficiencia.

El dimensionamiento de la fuente envuelve diversas variables, tales como: el tipo de formación geotécnica e hidrogeológica de la

zona, la potencia instalada de calefacción y de refrigeración y el respectivo número de horas anuales de funcionamiento.

Las fuentes de calor se dividen en dos grandes grupos en cuanto a la naturaleza de su circuito hidráulico: sistemas abiertos o sistemas cerrados. En los sistemas abiertos, el fluido portador de calor es constantemente substituido por otro.

Ejemplo de este tipo de sistemas muy difundido es el aprovechamiento del potencial energético de las aguas freáticas (acuíferos). En estas instalaciones, el agua captada pasa por el evaporador de la BCG, donde se da la transferencia de calor para el fluido refrigerante. El agua, ahora más “fría”, es restaurada nuevamente al lecho freático, aunque, en otro punto, de forma que se evite la saturación del acuífero.

En los sistemas cerrados, el fluido portador de calor circula cíclicamente en el interior de una red de tubos instalados en el suelo. La transferencia de calor se da del suelo para el fluido a través de las paredes de los tubos, y del fluido para el refrigerante, en el evaporador de la BCG.

Los sistemas cerrados se dividen en: circuitos intercambiadores horizontales, verticales y oblicuos. En los circuitos intercambiadores horizontales, los tubos son colocados horizontalmente en una zanja con una profundidad que varía entre los 0,6 -1,4 metros dependiendo de la localización del punto de congelación del suelo en la zona.

El circuito intercambiador oblicuo es semejante al horizontal y se da siempre que el terreno presenta un desnivel.

El circuito intercambiador vertical está constituido por un tubo de ida y de retorno unidos en su extremo por una curva de 180°. Los tubos son instalados en un pozo de aproximadamente 120 mm que nuevamente es rellenado para asegurar una buena conductividad entre el suelo y las paredes del tubo. En este tipo de explotación podemos encontrar pozos con dos tubos de ida y retorno, vulgarmente designadas por “sondas dobles”.

Fuente de Calor	Circuito Intercambiador Horizontal / Oblicuo	Circuito Intercambiador Vertical	Explotación Hidrotérmica de aguas freáticas
Clasificación Hidráulica	Sistema Cerrado		Sistema Abierto
Resistencia a la corrosión	Excelente	Excelente	Depende de la calidad del agua, la cual no es una propiedad inmutable.
Eficacia de la calefacción	Bueno	Excelente	Excelente
Eficacia en <i>active cooling</i> <sup>(1)</sup>	Bueno	Excelente	Excelente
Eficacia en <i>free cooling</i> <sup>(2)</sup>	Varía de mala a razonable en función de la disponibilidad de agua.	Bueno	Generalmente buena. Depende de la profundidad a la que se hace la captación.
Observaciones	Inutiliza el terreno para la construcción e imposibilita la impermeabilización. La energía debe ser renovada por la lluvias y por la incidencia solar.	Ninguna	Calidad y cantidad de agua.
Parámetros de Dimensionamiento en calefacción	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Número de horas anuales de calefacción y refrigeración.</li> <li>■ Potencia de calefacción y de refrigeración.</li> <li>■ Tipo de formación geotécnica.</li> <li>■ Tipo de formación hidrogeológica.</li> </ul>		Caudal mínimo
Materiales usados	<p>■ Tubos intercambiadores en PEAD con clase de presión y calidad elevadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ En los sistemas verticales DN40, o Dupla de DN32, de 100 a 125 m de longitud.</li> <li>■ En los sistemas Horizontales/Oblicuos DN20 con 75 m de longitud.</li> <li>■ Adición de anti-congelante WATERKOTTE en el agua en la dosis precisa.</li> <li>■ Instalación de un filtro a la entrada del evaporador.</li> <li>■ Instalación de un colector de distribución, con caudalímetros de ajuste (manual/automático), para el equilibrio hidráulico del circuito de la fuente de calor.</li> <li>■ Utilización de accesorios electrosoldables. Tecnología usada en las redes de abastecimiento de gas urbano. Recordamos que las conexiones entre los tubos en la fuente de calor deben dar garantía vitalicia al instalador. Estas conexiones van a quedar enterradas, en lugares casi imposibles de identificar y de difícil acceso.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dependiendo de la calidad del agua, puede ser necesario colocar un intercambiador entre la captación y la BC. En caso de conexión directa al evaporador, se deberá utilizar la opción BC con evaporador de Níquel.</li> <li>■ La protección de la BCG para la temperatura mínima (incorporada de serie).</li> <li>■ Se aconseja la instalación de un dispositivo de protección de la BC para la ausencia repentina de agua.</li> </ul>
Dimensionamiento de la fuente	Área de instalación: De 20 a 32 m <sup>2</sup> por kW de calor útil, hasta 1800h de funcionamiento anual.	Profundidad de pozo: Entre 60 a 100 W de calor útil por metro de profundidad (60-100W/m), hasta 1800h de funcionamiento anual.	Caudal: Contabilizar 0,2 a 0,25 m <sup>3</sup> /h de agua por cada kW de potencia útil.
Dimensionamiento de la Bomba de Calor	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para Suelo o techo Radiante, la bomba de calor debe ser elegida para la potencia presentada en nuestro catálogo en las condiciones B0/W35 (temperatura de retorno de la fuente 0°C / temperatura de ida para el suelo radiante 35°C) o B5/W35, dependiendo del tipo de dimensionamiento. La refrigeración es realizada por <i>free-cooling</i> o <i>active-cooling</i>. En este último caso, con sistema de detección del dew point.</li> <li>■ Para Ventilador-convectores y UTAS, la bomba de calor debe ser elegida para la potencia de calefacción presentada en nuestro catálogo en las condiciones B0/W45 (temperatura de retorno de la fuente 0°C / temperatura de ida para los ventilador-convectores 45°C) o B5/W45, dependiendo del tipo de dimensionamiento.</li> <li>■ Para Ventilador-convectores y UTAS, la bomba de calor debe ser elegida para la potencia de refrigeración presentada en nuestro catálogo en las condiciones W10/W35 (temperatura de retorno de los ventilador-convectores 12°C / temperatura de ida para la fuente 35°C), sustraída de la potencia de alimentación eléctrica en esas mismas condiciones. (generalmente, la potencia de calefacción y de refrigeración son sensiblemente iguales).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para Suelo o techo Radiante, la bomba de calor debe ser elegida para la potencia presentada en nuestro catálogo en las condiciones B10/W35 (temperatura de retorno de la fuente 10°C / temperatura de ida para el suelo radiante 35°C). La refrigeración es realizada por <i>free-cooling</i> o <i>active-cooling</i>. En este último caso, con sistema de detección del dew point..</li> <li>■ Para Ventilador-convectores y UTAS, la bomba de calor debe ser elegida para la potencia de calefacción presentada en nuestro catálogo en las condiciones B10/W45 (temperatura de retorno de la fuente 10°C / temperatura de ida para los ventilador-convectores 45°C)</li> <li>■ Para Ventilador-convectores y UTAS, la bomba de calor debe ser elegida para la potencia de refrigeración presentada en nuestro catálogo en las condiciones W10/W35 (temperatura de retorno de los ventilador-convectores 12°C / temperatura de ida para la fuente 35°C), sustraída de la potencia de alimentación eléctrica en las mismas condiciones. (generalmente, la potencia de calefacción y de refrigeración son sensiblemente iguales).</li> </ul>

1. Refrigeración realizada con el compresor conectado

2. Refrigeración realizada con el compresor desconectado

Como se puede observar en el cuadro, la fuente vertical es la más eficaz y viable.

Por debajo de los 8/10 m de profundidad, la temperatura del suelo se estabiliza independientemente de la hora del día y de la época del año. La enorme estabilidad térmica de la fuente vertical, posibilita la aplicación del refrescamiento natural (free-cooling), que consiste en el intercambio directo de calor del suelo radiante con el pozo a través de un intercambiador de calor de placas y dos bombas de circulación (sin recurrir al accionamiento del compresor). El free-cooling puede ser usado cuando se pretende enfriar por suelo o techo radiante. En techo se pueden alcanzar os 60W/m<sup>2</sup>. con consumos eléctricos de 0,5 kW! Por todos estos motivos, esta es la fuente que recomendamos.

## Bombas de calor con Expansión directa en el Suelo


Muchos años atrás, Waterkotte adoptó las bombas de calor geotérmicas de expansión/evaporación directa, pues todo parecía indicar que suprimiendo el circuito de agua exterior (tubos intercambiadores) e instalando directamente el circuito frigorífico de la bomba en el suelo se podría obtener un mayor rendimiento.

En 1998, después de 12 años de experiencia, Waterkotte abandonó esta técnica, sobre la cual posee un enorme conocimiento. Por eso podemos ahora afirmar lo siguiente:

- Estos equipamientos no pueden ser certificados por la CE pues son montados por el instalador. Debido a esto el instalador es considerado fabricante y pasa a contraer la responsabilidad por el producto y a ser el exclusivo titular de las obligaciones de

garantía. Posiblemente, este factor es desconocido por algunas empresas instaladoras que instalan estos productos.


- La bomba de calor con evaporación directa representa un riesgo de funcionamiento relativo al retorno de aceite en el circuito de refrigeración. El retorno de aceite solo funciona si circula suficiente gas refrigerante. Si el circuito del gas refrigerante se ve perturbado, (filtro obstruido, válvula defectuosa, pérdidas por fuga, etc.) los tubos intercambiadores, que, generalmente, uno a uno llevan el volumen de aceite del compresor, pueden, por ruptura, funcionar como trampa para ese aceite. El compresor pasa a funcionar sin




## Bombas de calor compactas

### Bombas de calor de 5 a 500 kW

*WATERKOTTE-Control de consumo de energía- Medición de eficiencia integrado. Opción de monitorización y vigilancia del sistema a distancia.*



*... con el potencial de una larga experiencia ...*



WATERKOTTE IBERIA S.L.  
Rua Padre Feijoo N.1-Nido 9  
32005 Ourense  
[www.waterkotte.es](http://www.waterkotte.es)

Con nuestros distribuidores y sus instaladores, le ofrecemos una gran experiencia, 40 años, y un trabajo integral con nuestro SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN WATERKOTTE

lubricación y en consecuencia se avería. Contrariamente a esto, un aparato compacto, en un caso semejante, verificaría inmediatamente el control de presión y desconectaría el compresor.

- La instalación exige mucho cuidado, limpieza y protección contra humedades. Pero, sabemos bien que estas condiciones normalmente no existen durante el proceso de instalación. Por estos motivos eliminamos este método de nuestro programa. Queremos no obstante resaltar que lo que aquí expresamos resulta de la experiencia de Waterkotte, como no conocemos los métodos aplicados por todas las empresa, puede siempre suceder que, hipotéticamente, algunas hayan desenvuelto una tecnología que anula todos estos inconvenientes.

## Ficha técnica resumida de las bombas WATERKOTTE

Las bombas de calor Waterkotte son el resultado de 40 años de desenvolvimiento, con la finalidad de producir alta calidad y funcionalidad, todo esto en una carcasa de dimensiones compactas.

Las series hasta 250kW son protegidas externamente por paneles de revestimiento con aislamiento acústico y térmico que han sido dimensionados para que resulten unidades compactas, funcionales y silenciosas.

En estas series, la carcasa está montada en una estructura base estable constituida por un perfil en forma de L. La concepción en doble chasis protege la unidad de propagación de ruidos y vibraciones a través de la estructura en contacto con las partes mecánicas de la bomba de calor.

○ revestimiento de los paneles exteriores protegen contra la resonancia y pérdida de calor e es móvil, permitiendo total acceso a todas las partes interiores, sin a necesidad de interrumpir las conexiones entre las tuberías.

En la serie de mayor potencia (de 250 hasta 500kW por unidad), las bombas de calor tienen una presentación del tipo open frame (sin paneles de revestimiento exteriores), por ser una gama industrial pesada.

○ circuito de refrigeración de la bomba de calor está compuesto por tres intercambiadores de calor en acero inoxidable de elevada calidad V4A: Evaporador; Condensador y Economizador.

Los compresores de las series domésticas son herméticos del tipo scroll de elevada eficiencia y se encuentran fijados al chasis interno a través de conexiones flexibles.

En las series de gama industrial, los compresores pueden ser herméticos o semi-herméticos (en las potencias más elevadas) del tipo scroll, tornillo o pistón. Los compresores no necesitan mantenimiento y tienen un elevado período de vida útil.

Se encuentra disponible la utilización de un atenuador de picos de corriente eléctrica, para anular los picos de corriente durante el arranque el compresor.

El circuito de refrigeración es testado herméticamente 2 veces: en vacío y a presión y automáticamente llenado con el gas refrigerante.

En la gama doméstica las bombas de calor vienen de serie con un conjunto de accesorios y detalles que permiten acelerar el tiempo de instalación e incluso evitar que algún componente importante sea olvidado por parte del instalador.

## Sistema de control

Es común a todas las unidades el sistema de regulación por microcontrolador, con la tecnología DDC, compatible con LON bus e RS 232 para PC.

El regulador ofrece la posibilidad de que el usuario efectúe múltiples funciones.

## Aguas Calientes Sanitarias

Las aguas calientes producidas por la bomba de calor pueden ser almacenadas a temperaturas de utilización final (40 a 50°C) resultando en una mayor eficiencia para la bomba de calor.

## Sistema de climatización

Las bombas de calor WATERKOTTE pueden ser instaladas con varias opciones de

climatización: ventilo-convectores, suelo y techo radiante.

Puede ser instalada con unidades de tratamiento de aire para sistemas todo aire o articuladas con unidades de ventilación y recuperación de calor.

Son ejemplos el edificio de Volksbank en Rheine proyectado por la Ingeniería Alemana CommonCunsult y el Ikea en la ciudad de Colonia.

### **Volksbank en Rheine:**

- 600kW térmicos instalados.
- 3 bombas de calor modelo DS 6388.4.
- Fuente de calor vertical con 50 pozos de 130 metros.
- Calefacción y refrescamiento activo (active cooling).

- 2 pozos para captación e inyección de agua (70m de profundidad).
- Alimentación de las baterías de las unidades de tratamiento de aire, recuperación de aire-nuevo.

### **Ikea en Colonia (inaugurado en 2009):**

- 480kW térmicos instalados.
- 2 bombas de calor da serie DS 6500.
- Calefacción y refrescamiento activo (active cooling).
- Fuente de calor en capa freática. 4 pozos, 2 para captación y 2 para inyección de agua (70m de profundidad).
- Alimentación de las baterías de las unidades de tratamiento de aire, recuperación de aire-nuevo.