



El agua de abastecimiento. Una nueva fuente energética para la bomba de calor

MARIA JESUS DIOS VIEITEZ, DRA. ARQUITECTO

SINTESIS

La teoría clásica de bomba de calor ha considerado el agua como una "fuente energética fría" empleable solamente en situaciones muy concretas: a saber, en edificios ubicados en las proximidades de cauces o masas de agua, superficiales o subterráneos (río, lagos, capas freáticas...). Este artículo pretende modificar ese tradicional punto de vista, proponiendo un campo aplicativo más amplio para las bombas de calor que extraen energía térmica del agua.

1. PLANTEAMIENTO

Siendo la bomba de calor una máquina térmica que posibilita un cierto ahorro energético, su aplicación viene condicionada por la disponibilidad y naturaleza de los medios de donde extrae la energía de baja temperatura necesaria para su funcionamiento, recurriéndose, para ello, al aire, al agua y, en menor medida, a la tierra y a la energía solar.

Pues bien, el uso del aire exterior tiene limitaciones en climas fríos. La utilización del aire de extracción de locales, como foco frío de la máquina es, en nuestro país, casi inviable en edificios de viviendas, debido a la infrecuencia de los sistemas de ventilación mecánica controlada, siendo, en consecuencia, su inclusión sólo posible en algunas edificaciones singulares.

Escasa difusión tienen, por otra parte, la tierra y la energía solar como fuentes energéticas. Quedan relegadas para edificaciones con reducidas demandas térmicas. Las peculiaridades de esas instalaciones las excluyen de ámbitos urbanos densificados.

En cuanto al agua, que se ha demostrado como la fuente energética más eficaz, ha quedado reservada, tradicionalmente, para inmuebles con ubicación especial: aquéllos emplazados en las proximidades de masas de

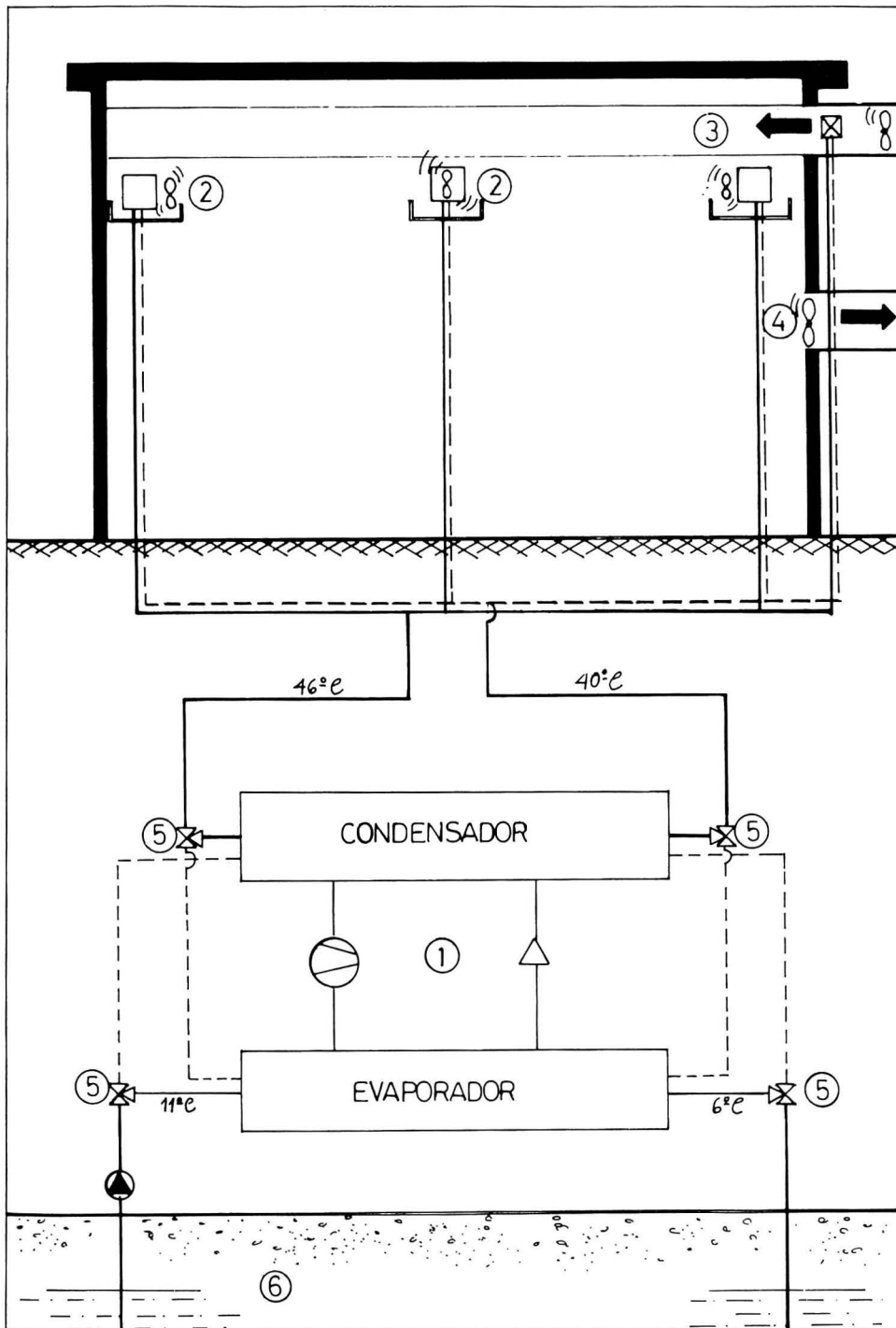


FIGURA 1. BOMBA DE CALOR AGUA-AGUA CONVENCIONAL

1. Bomba de calor.
2. Aerotermos.
3. Impulsión de aire exterior.
4. Extracción de aire viciado.
5. Válvulas de inversión de ciclo (calefacción o refrigeración).
6. Acuífero.

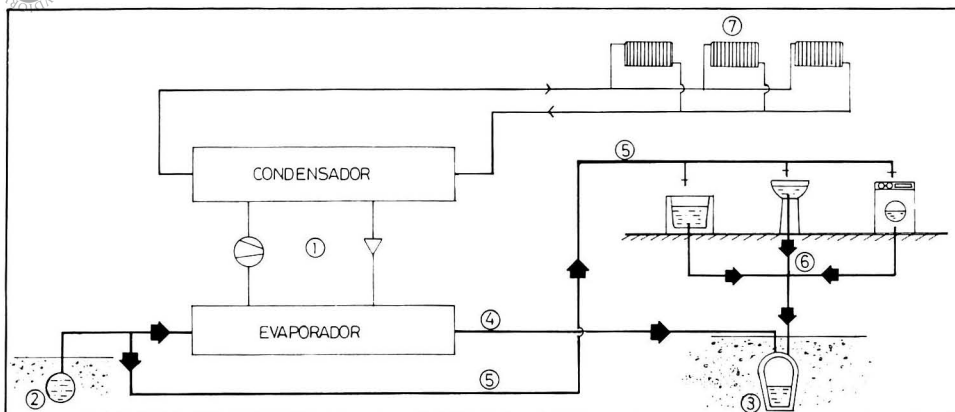


FIGURA 2. AGUA DE ABASTECIMIENTO COMO FUENTE ENERGÉTICA: DISEÑO INADECUADO

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Bomba de calor. | 5. Red de distribución de agua fría al edificio. |
| 2. Red de abastecimiento de agua. | 6. Red de evacuación del edificio |
| 3. Red de alcantarillado. | 7. Instalación de aprovechamiento térmico. |
| 4. Agua enfriada en evaporador. | |

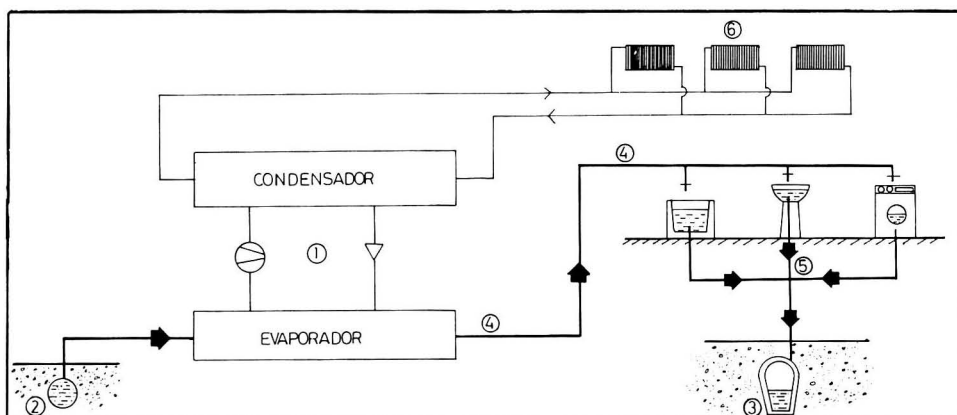


FIGURA 3. AGUA DE ABASTECIMIENTO COMO FUENTE ENERGÉTICA: DISEÑO IDÓNEO

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Bomba de calor. | 4. Agua enfriada en evaporador y red de distribución de agua fría al edificio. |
| 2. Red de abastecimiento de agua. | 5. Red de evacuación del edificio. |
| 3. Red de alcantarillado. | 6. Instalación de aprovechamiento térmico. |

agua, superficiales o subterráneas. Así, por ejemplo, la figura nº 1 recoge una instalación de bomba de calor que extrae energía del agua de un acuífero próximo a 11°C, reinyectándola posteriormente a 6°C.

Este trabajo propone la consideración del agua de abastecimiento como potencial foco frío de una bomba de calor. Es decir, se pretende extraer energía calorífica del agua de consumo, en el evaporador de una bomba de calor, para trasvasarla a una instalación de aprovechamiento térmico.

Ello supone una ampliación en el uso restrictivo que tradicionalmente ha tenido ese medio -el agua- en instalaciones con aquella máquina térmica. La razón es que la presencia del agua de abastecimiento es imprescindible en los asentamientos y edificaciones habitadas por el hombre. En consecuencia, el proyecto de una red de distribución de agua es inevitable, y precisamente caudales circulantes por esa red hidráulica son los que, en esta ocasión, sirven al evaporador de la bomba de calor. Por tanto, cualquier edificio dispone, en principio, de la fuente energética definida.

No obstante, hay que precisar las

condiciones en que una fuente energética como ésta debe actuar.

Sería absurdo pretender un cierto ahorro energético a costa de un consumo no deseado de agua. Ello acontecería si el agua de abastecimiento, una vez extraída una fracción de su energía térmica, se vertiese al alcantarillado (véase figura 2). El rendimiento energético podría ser elevado, pero también lo sería el gasto de agua necesario para que la bomba de calor funcionase continuamente. No es permisible que un bien cada vez más escaso, el agua, se utilice **únicamente** para extracción de energía térmica y posteriormente se vierta, limpia, al alcantarillado. Téngase en cuenta, además que las "Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua" (B.O.E! 13/1/76) en su Título 3º -Suministro de agua para refrigeración y acondicionamiento de aire- especifican: "No es lógico el verter esta agua al alcantarillado y desaprovechar unos caudales considerables de agua potable que se han empleado únicamente para absorber cierta cantidad de calor, cuando en la actualidad la mayoría de los estados, organismos y empresas dedicadas al suministro de agua, están cada vez más preocupa-

dos por la escasez de agua que se empieza a sentir en el mundo. Por otra parte, el consumo de agua para estos fines es tantas veces superior al que corresponde a usos corrientes que, aun disponiendo de la necesaria, las instalaciones de distribución de agua deberían sufrir un cambio total para hacer frente a esta demanda extraordinaria". Y a continuación: "...debe procederse a un uso racional del agua".

La Norma se refiere a los suministros de agua para refrigeración y acondicionamiento de aire. Pero, aun no estando explícitamente contemplado en ella, esos criterios deben hacerse extensivos al empleo de bombas de calor agua-agua actuando en régimen de caldeoamiento de locales o de agua sanitaria, imponiendo sistemas de recirculación.

Por las razones aducidas, lo que se propone es la extracción de energía calorífica del agua potable que, posteriormente, el usuario recibirá en los puntos de consumo (véase figura 3). De este modo, el inmueble no demanda más agua que la estrictamente necesaria para satisfacer sus necesidades de consumo habituales. El agua de abastecimiento una vez que ha cedido una parte de su energía térmica en el evaporador de una bomba de calor, a continuación, es distribuida a los usuarios.

Una instalación que se diseñe según lo estipulado en el párrafo anterior, funciona en recuperación de energía gratuita, en el sentido definido por el Reglamento e "Instrucciones Técnicas Complementarias de Instalaciones de Calefacción, Climatización y ACS" en IT-IC-01.31: "Energía gratuita es aquella obtenida de fuentes de energía primaria de libre disposición para el usuario, normalmente 'in situ'". Aunque, en esta ocasión sería más correcto decir "de obligada disposición", ya que no se concibe un asentamiento humano sin distribución de agua corriente; gratuita, después de todo, porque el usuario no reclama nuevas cantidades de agua para satisfacer la nueva demanda, sino que a los caudales que ya tenía previstos, y por tanto pagados, les da un nuevo uso. El agua que van a recibir los edificios es la misma con instalación de bomba de calor o sin ella.

Dos reflexiones se imponen antes de presentar las aplicaciones de lo expuesto hasta ahora. En primer término, el empleo del medio energético definido conlleva la reutilización de los recursos naturales, porque el agua, además de servir a los usuarios, se utiliza para extracción de energía térmica. El agua de abastecimiento tiene, en consecuencia, un doble cometido en las instalaciones a diseñar según los criterios enunciados.



La segunda reflexión se refiere a la naturaleza de la fuente energética. La calidad química del agua, su temperatura y las cantidades disponibles, condicionan su empleo como frío de una bomba de calor. En este sentido, la composición química del agua de abastecimiento no plantea problemas iniciales.

La temperatura de los focos fríos es otra de las características a tener en cuenta. Niveles térmicos más altos se traducen en coeficientes de prestación -COP- superiores y, en consecuencia, en mayores ahorros energéticos.

Desde este punto de vista, el agua de abastecimiento no parece plantear, en principio, buenas perspectivas. Sin embargo, el nivel térmico del agua de distribución puede oscilar ampliamente, según localidades, época del año, el tipo de captación de donde procede (manantial, pantano...), registrándose datos desde 8°C, 10°C, 12°C hasta 18°C y más.

Además, no hay que olvidar que la bomba de calor es capaz de recuperar energía calorífica de baja temperatura que, en definitiva, es la que aporta el agua de abastecimiento. Por consiguiente, no puede despreciarse a priori, sin efectuar los estudios pertinentes, su utilización como fuente energética.

Habiéndonos referido a la composición química y a la temperatura del agua, el tercer condicionante para el empleo del agua como fuente energética es su cantidad.

El caudal circulante por la red de distribución de agua fría es la fuente energética. Pues bien, el consumo de

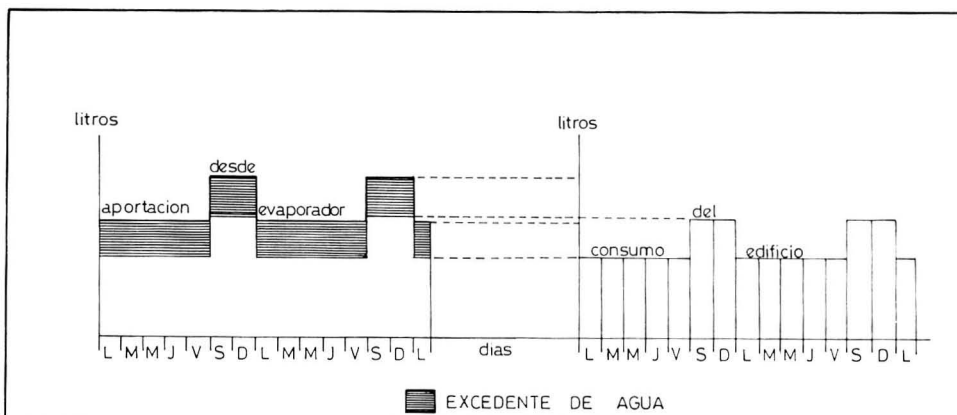


FIGURA 4. PERFILES DE CONSUMO Y APORTACIONES DE AGUA DESDE EL EVAPORADOR

Descripción: las aportaciones desde el evaporador son superiores al consumo de agua del edificio, en consecuencia, el agua de abastecimiento no puede actuar como fuente energética.

agua fría del edificio, o conjunto de ellos, tiene que ser superior, o igual, a la cantidad de agua de abastecimiento que se necesita para el funcionamiento de la bomba de calor. En caso contrario, y como se muestra en la figura nº 4, existirá un excedente de agua limpia que, a la larga, debería verterse al alcantarillado.

Por tanto, los edificios que registren consumos de agua fría inferiores a las cantidades de agua que van a atravesar el evaporador de la bomba de calor, no pueden plantear las aplicaciones que se presentan en el apartado siguiente. En cualquier caso, el dimensionamiento de la bomba de calor, con la cuantificación de los caudales de agua precisos para su funcionamiento, y el estudio de los perfiles de consumo de agua, entre otros aspectos, per-

mitirán observar si las instalaciones que se recogen a continuación pueden llegar a plantearse en un determinado edificio.

2. APLICACIONES

Se muestran en este apartado dos aplicaciones del agua de abastecimiento como nueva fuente energética de la bomba de calor.

En la primera de ellas, la energía calorífica extraída al agua de abastecimiento se emplea en el calentamiento del agua sanitaria de los edificios, siendo el modelo de instalación propuesto, resultando de un trabajo de investigación realizado en la E.T.S.A.N.

En la segunda aplicación, el agua de abastecimiento atraviesa el evaporador

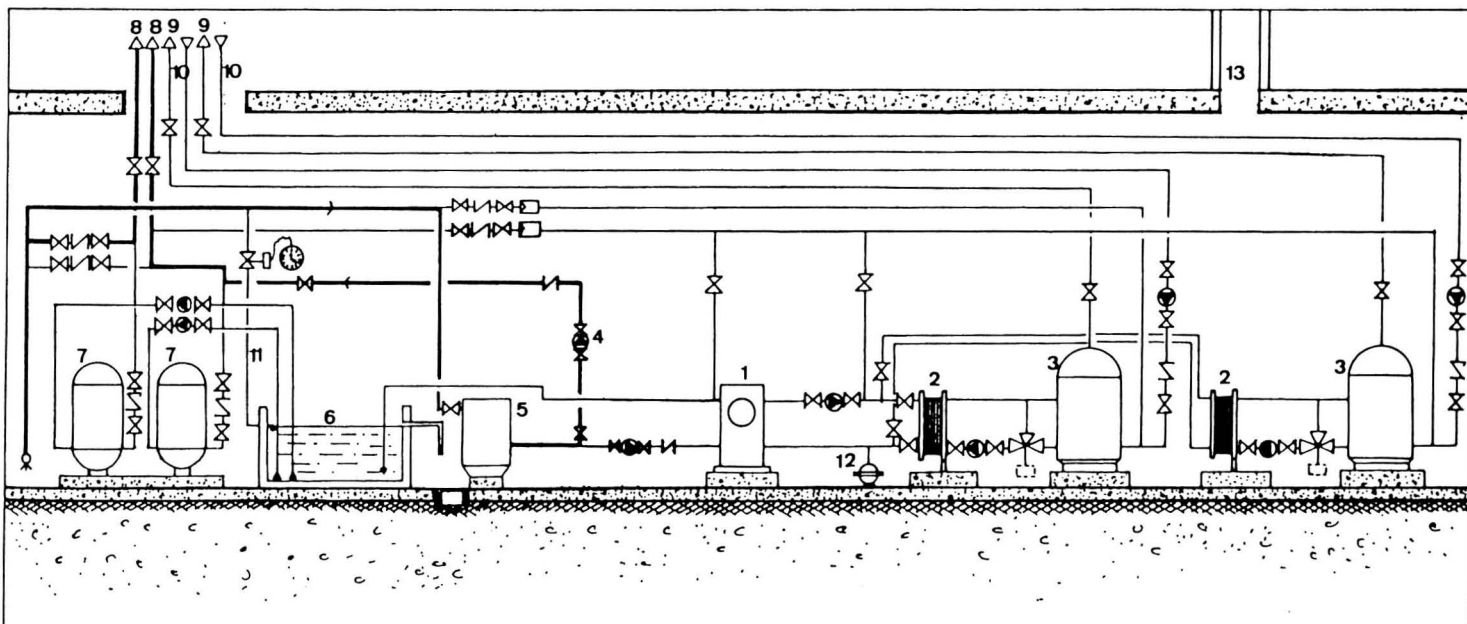


FIGURA 5. PREPARACION DE ACS CON AGUA DE ABASTECIMIENTO COMO FUENTE ENERGETICA

- | | | |
|----------------------------|--------------------------------|---|
| 1. Bomba de calor. | 6. Depósito de abastecimiento. | 11. Alimentación directa al depósito de abastecimiento. |
| 2. Intercambiador. | 7. Hidrocompresores. | 12. Vaso expansión. |
| 3. Acumulador ACS. | 8. Montantes AF. | 13. Ventilación. |
| 4. Bomba de emergencia. | 9. Montantes ACS. | |
| 5. Depósito de regulación. | 10. Retorno ACS. | |

→ Suministro de agua fría en caso de emergencia.

de una bomba de calor con la finalidad de obtener, en el condensador, energía calorífica para la calefacción de un edificio. Este segundo modelo de instalación ya se encuentra, en la actualidad, en funcionamiento en Estados Unidos.

2.1. Preparación de Agua Caliente Sanitaria

Los conceptos enunciados en párrafos precedentes conforman la instalación presentada en la figura nº 5, destinada a la preparación del agua caliente sanitaria -ACS- para edificios colectivos de viviendas. La bomba de calor es de tipo agua-agua, en explotación monovalente, con extracción de energía calorífica procedente de la red interior de abastecimiento de agua del edificio.

La bomba de calor (nº 1 en la figura 5) cede energía calorífica a un circuito primario de agua, trasvasándola éste, a través de un intercambiador de calor (nº 2 en la figura) a los acumuladores de consumo de ACS (nº 3). La distribución se realiza, con retorno, desde los acumuladores (nºs 9 y 10).

Por otra parte, el agua procedente de la acometida municipal aborda al depósito nº 5. Desde él, es bombeada al evaporador de la bomba de calor, donde cede parte de su energía calorífica de baja temperatura. El depósito nº 5 regula, por tanto, el caudal circulante por el evaporador de la máquina térmica.

El agua enfriada accede a un depósito de abastecimiento (nº 6), al servicio de los usuarios. Este depósito es imprescindible. La razón es que la demanda de agua por parte de los consumidores y la

enviada hacia el depósito desde el evaporador, no coinciden ni en el tiempo, ni en cuantía. Se precisa, en consecuencia, tener un volumen almacenado para hacer frente, en todo momento, a las necesidades de agua fría del edificio. Además, la presencia de ese depósito, garantiza una reserva de agua para las instalaciones de protección contra incendios.

Los grupos hidrocompresores (nº 7) aspiran el agua del depósito de abastecimiento (nº 6), y la envían a las viviendas, a través de la red interior (nº 8). Estos grupos mantienen, además, una cierta reserva de agua a presión.

Se incide en lo siguiente: la fracción de agua de abastecimiento que penetra en el edificio y que, posteriormente será calentada y distribuida a los usuarios en forma de agua caliente sanitaria, no atraviesa el evaporador de la máquina térmica.

Por el contrario, acomete directamente a la instalación de calentamiento conservando, en unos casos, la presión de la acometida municipal, y en otros —para las plantas de viviendas que requieren elevación de la presión— es dirigida al depósito nº 6, desde donde los hidrocompresores las envían a los tanques de agua sanitaria.

La tubería nº 11 de la figura 5 tiene la misión, por tanto, de enviar al depósito 6 esa fracción de agua fría, que posteriormente se bombea a los acumuladores de agua caliente.

Además tiene otra finalidad. Según se ha comentado anteriormente esta instalación sólo es posible si el edificio consume una cantidad de agua fría superior,

o igual, a la cantidad que reclama la bomba de calor para funcionar. En consecuencia, el caudal de agua evacuado desde el evaporador es, en ocasiones, inferior al que necesitan los usuarios en las viviendas.

Pues bien, la tubería nº 11 envía al depósito 6 el agua que los habitantes del inmueble precisan, y que la bomba de calor no les aporta.

Hasta aquí, una muestra de las aplicaciones que el agua de abastecimiento puede tener como fuente energética. En el apartado siguiente se contempla esa visión, incluyendo una instalación para acondicionamiento de locales.

2.2 Acondicionamiento térmico de locales

El agua de la red municipal puede actuar también como fuente energética de una instalación de bomba de calor, para la calefacción de locales, manteniendo simultáneamente su papel principal de abastecimiento a los usuarios.

Sirva como ejemplo, en esta ocasión, la presentación de una instalación piloto, ensayada en la ciudad de Ephrata —Washington—, y que suministra calefacción a su Palacio de Justicia. La figura nº 6 recoge el esquema básico de funcionamiento.

El abastecimiento de agua a la ciudad de Ephrata se alimenta de un acuífero próximo, y envía agua al núcleo de población a unos 27°C. Esta temperatura provocaba la queja de los ciudadanos por el alto nivel térmico a que recibían el agua fría en sus hogares.

Cuando se planteó la necesidad de

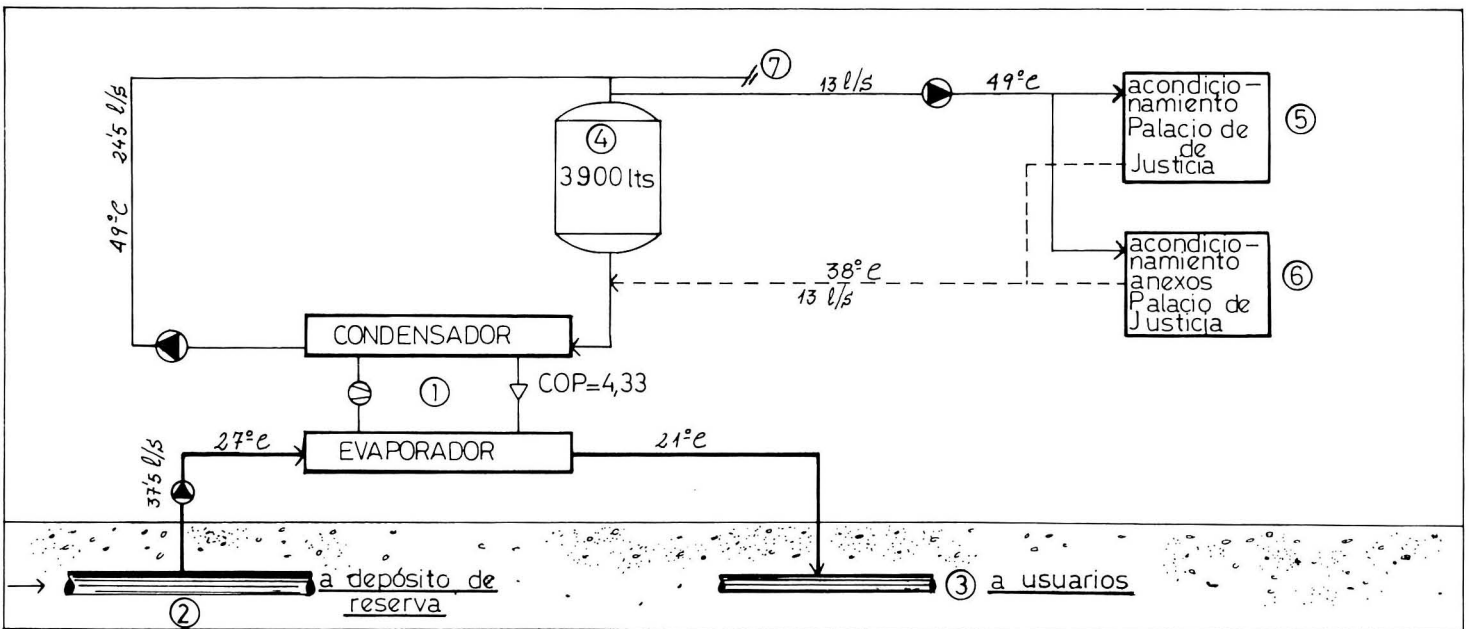


FIGURA 6. ACONDICIONAMIENTO TERMICO DE LOCALES CON AGUA DE ABASTECIMIENTO COMO FUENTE ENERGETICA

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Bomba de calor. 2. Tubería de distribución urbana de agua. 3. Tubería de distribución urbana de agua destinada a la población Ephrata. 4. Tanque de almacenamiento. | <ul style="list-style-type: none"> 5. Calefacción de Palacio de Justicia. 6. Calefacción de anexos del palacio de Justicia. 7. Conexión para futura ampliación. |
|---|--|



reforma y ampliación de las instalaciones higrotérmicas del Palacio de Justicia, surgió la idea preliminar de emplear el agua de abastecimiento como fuente energética fría de una bomba de calor, en sustitución de las calderas que hasta entonces suministraban calefacción al edificio.

Esa sugestiva idea ha sido llevada a la práctica y, en la actualidad, el agua de la red municipal es enfriada en el evaporador de un bomba de calor, mientras que la energía calorífica obtenida en el condensador se emplea en el acondicionamiento térmico del edificio.

De esa forma, el proyecto ha servido para conseguir un importante ahorro energético; en concreto, la factura abonada en concepto de consumo energético para acondicionamiento del Palacio de Justicia se ha reducido en un 51%. Pero en esta ocasión, además, se ha posibilitado que los ciudadanos de Ephrata reciban el agua en sus hogares a una temperatura más adecuada (entre 16°C y 21°C).

3. CONSIDERACIONES FINALES

No cabe duda que el nivel térmico del agua de abastecimiento es uno de los factores que inciden en el proyecto de instalaciones como las presentadas.

Así, la favorable temperatura —desde el punto de vista energético— registrada en el segundo caso —instalación de Ephrata— parece resultar poco frecuente.

Por otra parte, el enfriamiento en el evaporador del agua de consumo debe limitarse por razones de confort, para evitar que los usuarios reciban agua excesivamente fría en sus hogares. Un valor de 8°C a 10°C como tope puede resultar satisfactorio.

Pues bien, con ese límite de enfriamiento, la mínima temperatura que debe presentar el agua en la red urbana, para que las instalaciones puedan llegar a diseñarse, es de unos 12°-14°C, valores registrados en diversos núcleos de población de nuestro país. No es, por tanto, imprescindible contar con temperaturas tan elevadas como la de Ephrata.

Es evidente también que la viabilidad de este tipo de instalaciones depende, además, de los consumos de agua del edificio. En España apenas si se dispone de estudios estadísticos de consumos, lo que supone una dificultad para los nuevos diseños.

Sin embargo, puede vislumbrarse que el empleo del agua de abastecimiento como medio energético, conlleva una ampliación de las aplicaciones de las bombas de calor.

BIBLIOGRAFIA

BERNIER J., *La pompe de chaleur. Mode d'emploi*, I y II (Pyc Edition, París 1979 y 1981).

DIOS VIEITEZ, M.J., *Recuperación de energía residual y gratuita en edificios de viviendas para la preparación de ACS mediante bombas de calor*, Tesis doctoral, (E.T.S.A.N., Pamplona, 1987).

KNIFE, E.C., *A city taps savings. Potable water supply is used as a heat source for a courthouse in Washington*, en *ASHRAE JOURNAL* (Marzo 1987).



* ESTRUCTURAS METALICAS
* CALDERERIA

OFICINAS:

Plaza de la Encarnación, 23-5.º
Teléfonos: 21 68 31 - 21 35 07
SEVILLA - 3

FACTORIA:

Carretera de Alcalá de Guadaíra, km. 8,200
Teléfonos: 70 07 59 - 70 19 35
ALCALA DE GUADAIRA

