

La Refrigeración Solar de los Edificios

La climatización, además de afectar al confort de una vivienda, es importante en sectores como la economía. De esta depende, por ejemplo, la productividad de un invernadero. Por ello, la innovación en este campo pasa por estudiar sistemas más eficientes que aprovechen energías limpias como el sol.

> José Manuel Cejudo López, Antonio Carrillo Andrés, Fernando Domínguez Muñoz / Grupo de Energética de la UMA (GEUMA)

Desde siempre, la climatización de los espacios donde el hombre habita ha sido una aspiración. Es cierto que inicialmente era una cuestión de supervivencia: el fuego fue el primer medio de calefacción con que contó la humanidad. En nuestros días, superada, aunque no olvidada, la simple meta de la supervivencia, el objetivo de la climatización de los edificios es el confort térmico. No siempre por una cuestión

de bienestar fisiológico, sino también relacionado con variables económicas como la productividad, el más rápido crecimiento de animales, por ejemplo en granjas porcinas, o la posibilidad de cultivar especies de alto valor añadido, como en el caso de invernaderos.

En el otro lado de la balanza está el coste, no solo económico sino también ambiental, que los sistemas de climati-

En España, aproximadamente el 25 por ciento de la energía primaria se consume en la climatización de edificios

zación provocan: en España, aproximadamente el 25 por ciento de la energía primaria se consume en la climatización de edificios.

> Esquema básico de un ciclo de absorción

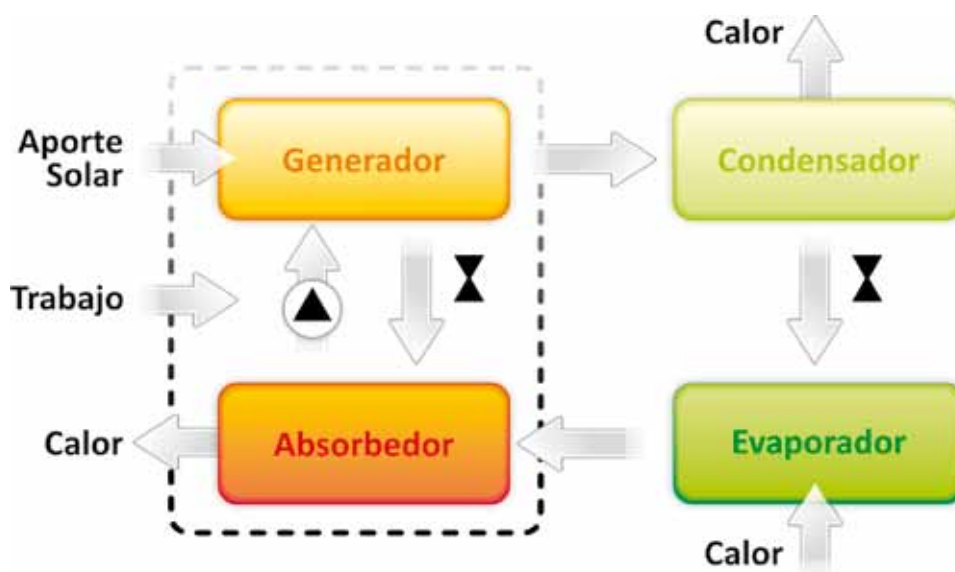


Figura 1. El refrigerante que proviene del evaporador es absorbido por una sal. La bomba de solución mueve la mezcla de sal diluida al generador. En el generador se vuelve a separar el refrigerante como gas caliente que se envía al condensador, mientras que la sal concentrada vuelve al absorbedor. El efecto útil de refrigeración se produce en el evaporador y en el condensador se cede calor al ambiente.



Figura 2. Instalación experimental de absorción de pequeña potencia.

Por nuestra situación geográfica y las propias características del balance térmico de un edificio, el mayor consumo de energía se produce en refrigeración. Es difícil, si no imposible, dar un dato cierto del consumo de energía en climatización. Son escasos los edificios de los que se dispone de datos medidos, y las estimaciones se hacen a partir de modelos matemáticos del comportamiento térmico, apoyados en observaciones puntuales.

El Grupo de Energética de la UMA (GEUMA) viene trabajando en los últimos cinco años en técnicas de auditorías energéticas que combinan el modelado físico con la experimentación (termografía, ensayos de permeabilidad, flujometría, etc.). Todo ello con el objetivo de hacer una diagnosis cierta del consumo energético de los edificios que pueda utilizarse como base de la propuesta de medidas de ahorro. Sirva como dato que el consumo de energía final (electricidad, por ejemplo) en un edificio de oficinas en Málaga está en torno a los 40 kilovatios hora por metro cuadrado (kWh/m²). A 20

céntimos de euro el kWh supone un coste de 8.000 euros al año para un edificio de 1.000 metros cuadrados. Y no es solo una cuestión de coste económico sino también, y más importante, de los costes que no están internalizados: emisiones de CO₂ y el impacto en el territorio de las infraestructuras eléctricas y gasísticas, entre otras. En resumen, que toda iniciativa que busque reducir la demanda y el consumo energético asociado para satisfacerla, será bienvenida.

| La refrigeración solar

Es evidente que la demanda de refrigeración de los edificios está relacionada con la radiación solar. Directamente el sol provoca mayor demanda porque al entrar en los edificios a través de los cerramientos semitransparentes, tienden a aumentar la temperatura de los locales.

El Grupo de Energética de la UMA viene trabajando en los últimos cinco años en técnicas de auditorías energéticas que combinan el modelado físico con la experimentación

Si no se extrae esa energía, la temperatura del local aumenta. Pero también indirectamente, en definitiva, son la mayor duración del día y el aumento del nivel de radiación incidente sobre la superficie de la Tierra en los meses de verano los que hacen aumentar la temperatura del aire exterior. A esto se añaden, lógicamente, los flujos de calor hacia el edificio que habrá que combatir con los sistemas de climatización.

Si se pudiera utilizar la propia radiación solar para producir frío, se estaría en cierta medida cuadrando el círculo. Desde un punto de vista profano, parece una contradicción producir frío a partir del “calor” consecuencia de la radiación solar. Sin embargo, parece factible si se piensa que la radiación solar no es más que una forma de energía que puede ser transformada a partir de las leyes de la termodinámica en calor o trabajo. Por ejemplo, a nadie sorprende que a partir del calor aportado en el generador de una central térmica se produzca electricidad. Pues bien, nada impediría con esa electricidad accionar el compresor de una máquina frigorífica (por ejemplo, un equipo partido convencional) y producir frío.

La anterior es una de las posibilidades de producción de frío a partir de la radiación solar que, sin embargo, en los edificios no se aplica. En la actualidad se utilizan dos tecnologías de nombre parecido: absorción y adsorción. En una máquina de absorción (ver figura 1) se sustituye el compresor mecánico de los sistemas convencionales por una compresión térmica. El refrigerante, que proviene del evaporador, se combina químicamente con el absorbente y se mueve, con la bomba de la solución, al generador. Allí es separado nuevamente mediante el aporte térmico de un sistema solar. A

> Esquema de un ciclo abierto de refrigeración con desecante sólido

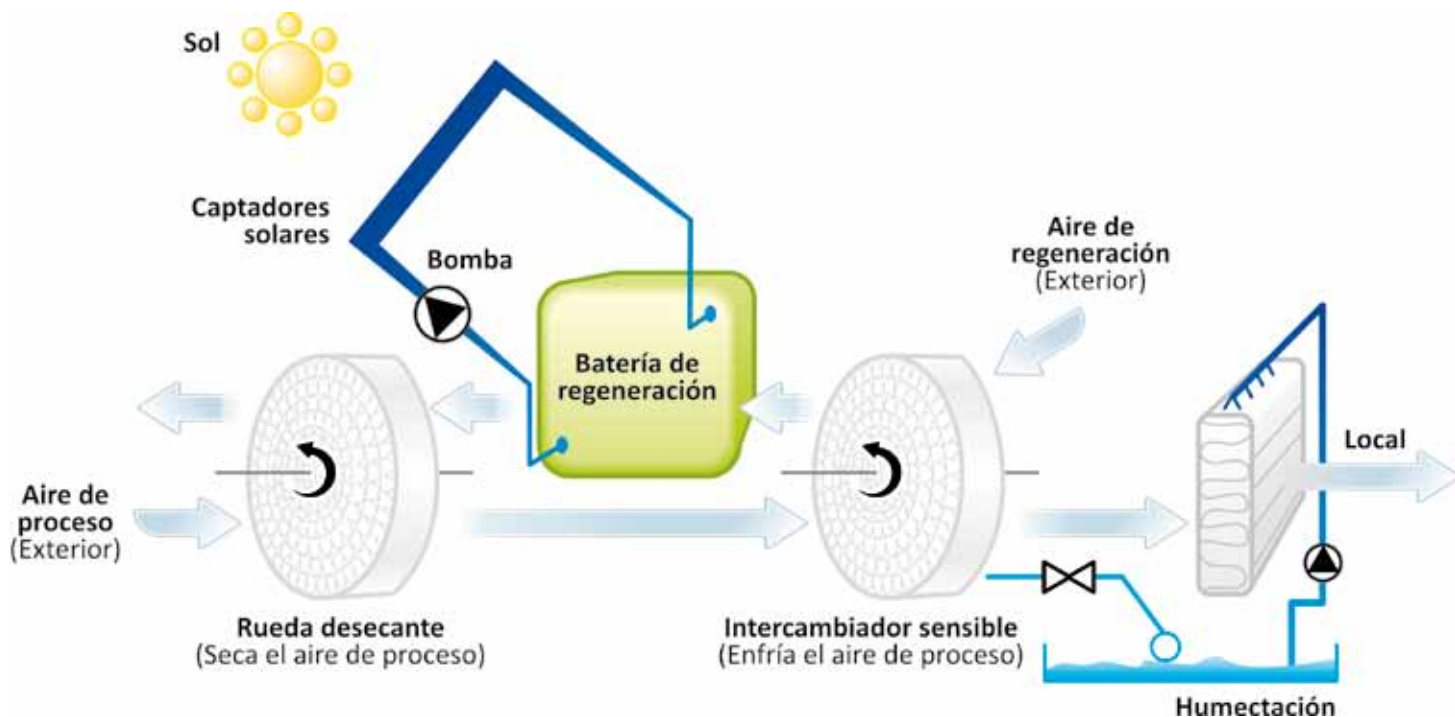


Figura 3. La rueda desecante consigue muy bajas humedades del aire de proceso. Después de un enfriamiento con aire exterior en el intercambiador sensible, se pasa a un enfriamiento evaporativo en la sección de humectación antes de impulsarlo al local a climatizar.

Hoy la investigación se dirige a trabajar con pares refrigerante-absorbente que minimicen la temperatura de activación de la máquina y mejoren el rendimiento

continuación, el gas caliente que sale del generador se dirige hacia el condensador —como en cualquier ciclo convencional— y el absorbente regresa al absorbedor a través del intercambiador de la solución.

Las máquinas comerciales de absorción para aplicaciones solares utilizan el agua como refrigerante y el bromuro de litio como absorbente. Hoy la investigación se dirige a trabajar con pares refrigerante-absorbente que minimicen la temperatura de activación de la máquina y mejoren el rendimiento. Además se trabaja en la integración de todos los componentes con el objetivo de reducir costes. La figura 2 muestra una instalación experimental en la que ha trabajado el GEUMA. En este proyecto se optimizó el diseño de captadores solares planos, el diseño de la máquina de absorción y la configuración del sistema.

La otra posibilidad, como se mencionó anteriormente, es la refrigeración por adsorción, tanto en ciclo abierto como cerrado. En el ciclo abierto se utiliza el efecto de enfriamiento que se produce cuando se evapora agua en una corriente de aire. Si el proceso se hace sin aporte de calor (adiabático) el calor latente de cambio de fase del agua (2.500 kilojulios por kilogramo) se toma de la corriente de aire que se enfría. El ciclo de refrigeración se muestra esquemáticamente en la figura 3. El aire exterior pasa por una rueda impregnada con un material desecante como el gel de sílice. De esta manera se consigue reducir el contenido de agua del aire hasta valores muy bajos: alrededor de 2 gramos de vapor de agua por cada kilogramo de aire seco. Posteriormente se enfría en un intercambiador sensible, normalmente rotativo y, finalmente, el aire tratado pasa por una sección de humectación donde se enfría hasta alcanzar

condiciones muy parecidas a los sistemas convencionales (15 grados centígrados y 90 por ciento de humedad relativa).

Los ciclos desecantes tienen todavía mucho camino por recorrer hasta que los veamos extendidos. Aunque existe alguna iniciativa pionera en España, deben reducirse costes. El GEUMA viene trabajando desde hace más de diez años en esta tecnología. En su inicio se propuso la hibridación de máquinas convencionales de compresión en las que el calor de condensación se utiliza para la regeneración de la rueda. En la actualidad, a través de un proyecto INNPACTO concedido por el Ministerio de Economía y Competitividad, se busca la integración de desecantes en fachadas.

Cualquiera que sea la tecnología empleada para aprovechar el sol como aporte energético a los ciclos de climatización, en el futuro convivirá con los sistemas actuales de compresión mecánica, cuyo rendimiento ha aumentado de manera importante en los últimos años. ●