

# Diseño y dimensionado de instalaciones de climatización con energía solar

Pedro Juan Martínez Beltrán  
Ingeniero Industrial

***Los días 4 y 5 de febrero se celebraron en Murcia unas jornadas sobre instalaciones de aire acondicionado mediante energía solar. Las jornadas fueron organizadas por la Agencia de Gestión de Energía de la Región de Murcia (ARGEM) y reunieron a unas doscientas personas entre las que se hallaban representantes de ingenierías, empresas de mantenimiento e instaladores. Una de las conclusiones que extraje de estas jornadas, fue que la producción de aire acondicionado mediante energía solar, aunque técnicamente viable, se encuentra aún en pañales en los aspectos de diseño, dimensionado y viabilidad económica. Si hablamos de producción de agua caliente sanitaria, la energía solar térmica todavía no se ha consolidado en el mercado. Aún depende de las subvenciones para ser una tecnología económicamente rentable.***

El Plan de Fomento de las Energías Renovables ha previsto un desarrollo con horizonte en 2010, para el que, en mi opinión, la solar térmica no está preparada. Aún no han concurrido las circunstancias que permitan su afianzamiento.

Puede que la solución al problema sea el tan deseado tamaño crítico de mercado. El Código Técnico de la Edificación, aún por entrar en vigor, se refiere únicamente a ACS y obliga a la implantación de estos sistemas. De la obligación se pasará a la producción en masa, de ahí al

abaratamiento de los sistemas y a la consiguiente viabilidad económica.

Hay personas que evitan asociar el concepto de rentabilidad económica con la energía solar térmica, los que piensan que el aprovechamiento de la energía solar es algo necesario para el futuro del medioambiente. Estas personas encontrarán sorprendente el hecho de que esté siendo necesario legislar para conseguir que se instalen de forma generalizada los sistemas de preparación de ACS mediante energía solar.

Dejando a un lado el ACS, la calefacción mediante energía solar por sí sola no es viable si no va acompañada de la producción de aire acondicionado. Lo contrario supondría tener parados la mayoría de los colectores de una instalación durante gran parte del año. De nuevo, este hecho iría contra la necesaria, en mi opinión, rentabilidad económica de estos sistemas.

Así pues, es necesario profundizar en el diseño y dimensionado de las instalaciones de aire acondicionado mediante energía solar para conseguir que esta tecnología consiga abrirse paso en el mercado y competir con sistemas hoy convencionales.

Claro está que siempre queda la posibilidad de modificar el Código Técnico de la Edificación para que obligue también en un futuro a instalar calefacción y aire acondicionado en los edificios mediante energía solar térmica.

### **DIMENSIONADO DE INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

Existen métodos para el dimensionado de las instalaciones de energía solar térmica para ACS, calefacción y aire acondicionado y estos métodos son especialmente sencillos en el caso de las instalaciones de ACS y de calefacción [1].

La razón de lo asequible de estos procedimientos es, por un lado la facilidad del cálculo de la demanda térmica (en calefacción mediante el método de los grados día), y por otro lado la existencia de un método como el f-chart basado en correlaciones sencillas de implementar en una hoja de cálculo.

En frío, el cálculo de la demanda térmica no puede simplificarse al igual que en calefacción debido a la importancia de

la carga por radiación y de las cargas internas. Tampoco se dispone de correlaciones como en el caso del ACS y de la calefacción para el cálculo de la fracción solar que sirva de punto de partida al análisis económico del que finalmente depende el dimensionado óptimo de la instalación.

Existen, no obstante, herramientas informáticas como el programa TRNSYS [2] que permiten acometer estas tareas. No es un programa sencillo, como tampoco lo será la opción general prevista en el Código Técnico de la Edificación, y que finalmente tendremos que asumir como obligatoria para el cálculo de la demanda energética de determinados edificios [3].

Debemos pensar pues en la necesidad de disponer de unos datos climáticos fiables como punto de partida de estos estudios; en la necesidad de describir el edificio y sus características ocupacionales y funcionales medias (buscamos consumos energéticos, no cargas punta para selección de máquinas); y en la necesidad de implementar las características de los equipos implicados en la instalación para poder calcular la fracción solar del sistema.

El análisis económico de diferentes superficies de captadores (para las cuales se habrá calculado su fracción solar correspondiente) permitirá determinar el dimensionado óptimo de la instalación.

### **DISEÑO DE INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

De nuevo damos por superado el tema del ACS. En el caso de la calefacción falta, en mi opinión, experiencia relativa a la combinación de energía solar y energía auxiliar; el uso del suelo radiante (sistema de emisión más común y apropiado en instalaciones de calefacción).

ción solar térmica) como elemento de acumulación; el control de la instalación mediante temperatura externa, etc.

Algunos proyectos surgidos de la iniciativa privada con apoyo de la universidad y de la administración [4], están ayudando a recopilar esa experiencia, que junto con simulaciones detalladas de estos sistemas, serán el origen del futuro diseño óptimo de este tipo de instalaciones.

¿Y las instalaciones de aire acondicionado mediante energía solar? También en este caso hay proyectos de investigación en marcha [5], a los que hay que sumar la experiencia que está ganándose en las primeras instalaciones que están en funcionamiento de hace poco tiempo a esta parte en nuestro país.

Las empresas responsables de gran parte de estas instalaciones actuaron como ponentes en la jornada desarrollada en Murcia.

En mi opinión hay factores que nos hacen concebir esperanzas relativas a un correcto desarrollo de la ingeniería de estos sistemas. En primer lugar, el reconocimiento de los puntos débiles encontrados hasta ahora:

- Falta de inversión por parte de las empresas en I+D+I.
- Dificultad en el control de estas instalaciones.
- Necesidad de un mantenimiento adecuado.

El optimismo nace de saber que las tres dificultades tienen solución. Hay universidades y grupos de investigación en España con experiencia y herramientas adecuadas para afrontar con éxito el desarrollo del diseño de este tipo de instalaciones.

La optimización del control puede ser acometida tanto desde herramientas de simulación como desde la experiencia ganada en las instalaciones en marcha. En cuanto a la formación del personal técnico, cada vez son más las universidades en las que se explican los fundamentos termodinámicos y los aspectos tecnológicos de las máquinas de absorción. También son cada vez más frecuentes las jornadas o cursos destinados a conseguir la formación en este campo. Sirvan como ejemplo las jornadas que han dado pie a este artículo.

Sin embargo, no hay que llamarse a engaño, la evolución de estas instalaciones y la corrección en su dimensionado y diseño no serán rápidas. Como ya se ha señalado, por el momento no son obligatorias y distan mucho de ser económicamente rentables.

Hasta entonces la experiencia ganada dependerá de proyectos de investigación financiados por la administración o por empresas privadas, y de instalaciones singulares o de demostración.

### Aspectos técnicos

Para finalizar me permito una aclaración de nomenclatura y una consideración técnica sobre los esquemas presentados en la jornada de Murcia, y que responden a esquemas de instalaciones ejecutadas y actualmente en funcionamiento en nuestro país.

La mal llamada (por lo que explicaré a continuación) configuración con caldera en serie, consiste en emplear una caldera como fuente de apoyo cuando la energía procedente del campo de captadores no es suficiente para accionar la máquina de absorción (figura 1).

La caldera actuará en serie únicamente cuando la temperatura del depósito se

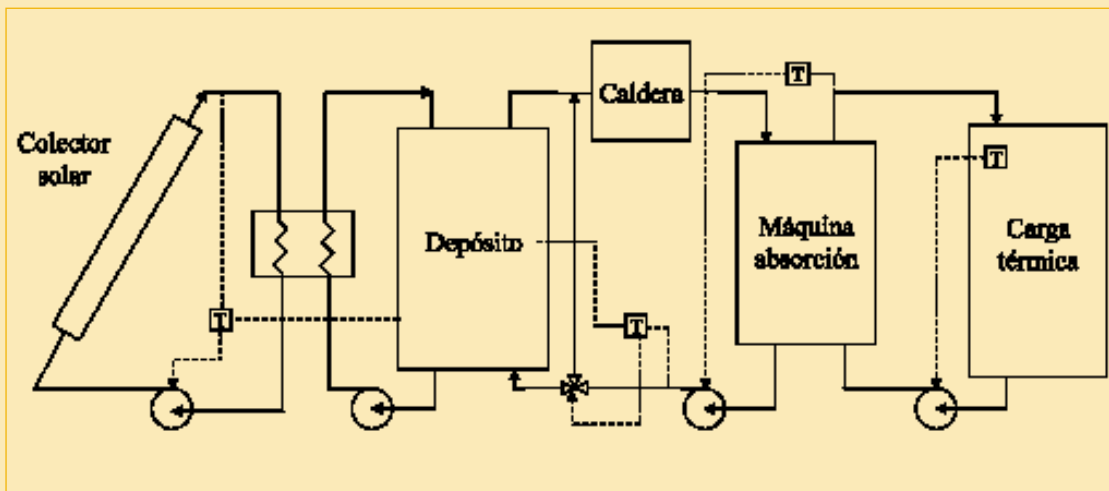


Figura 1. Configuración con caldera en serie-paralelo

encuentre entre la de retorno del generador de la máquina de absorción y la de impulsión al mismo. Con la temperatura del depósito por debajo de la temperatura de retorno, la caldera se conectará en paralelo. De otro modo la caldera calentaría el depósito de acumulación solar.

Es de esperar que la caldera cuando funcione, lo haga la mayor parte del tiempo en paralelo. En este caso hay que observar que el producto del rendimiento de la caldera 0,8 por el COP de la máquina de absorción de simple efecto 0,7 arroja una eficiencia global de 0,56.

La alternativa a este sistema consiste en disponer un sistema de compresión de vapor convencional en paralelo que entre en marcha cuando la energía solar es incapaz de accionar la máquina de absorción. (figura 2)

Considerando un COP para el sistema de compresión de vapor de 3 y una eficiencia de 0,35 en la central térmica para la generación de energía eléctrica, se obtiene una eficiencia global referida al consumo de energía primaria de 1,05. A la vista de este resultado, el segundo esquema resulta más adecuado que el

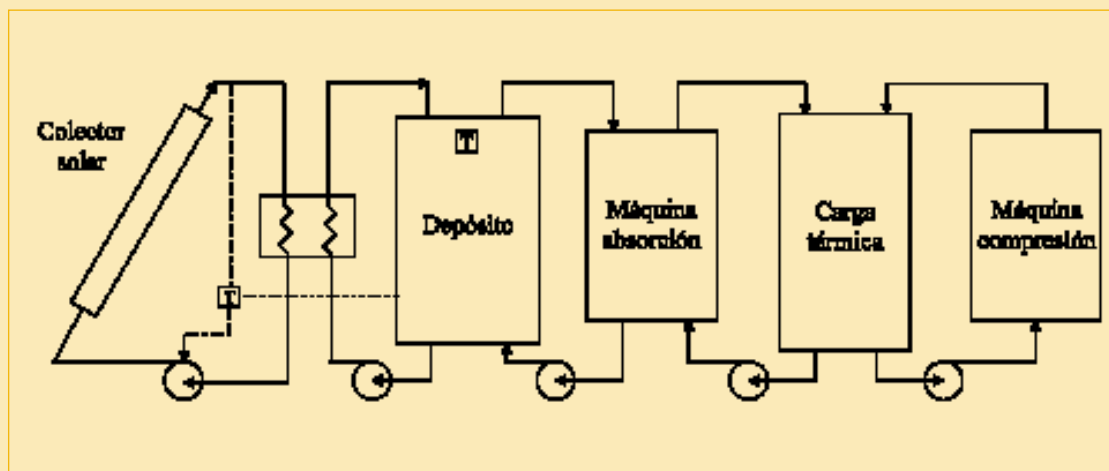


Figura 2. Sistema con máquina de compresión en paralelo

primero para este tipo de instalaciones. Sin embargo, y dado que la caldera cumple la función de apoyo para las aplicaciones de ACS y calefacción, y se considera presente en la instalación, el coste inicial de este segundo esquema respecto del primero se vería incrementado al incluir la enfriadora de compresión.

Razones económicas y de espacio para la instalación de captadores obligarán en gran número de instalaciones a limitar la potencia de frío suministrada mediante la máquina de absorción a una fracción de la demanda térmica del edificio.

Recordemos que estamos hablando de instalaciones que rondan o superan con holgura los 100 kW de potencia frigorífica instalada. En la actualidad, la oferta de máquinas de absorción para el sector residencial es muy limitada, por no decir nula.

### Torres de refrigeración

El Hotel Belroy Palace en Benidorm ha dispuesto hasta hace poco de una instalación emblemática en el Levante español de producción de aire acondicionado con energía solar. Con 329 m<sup>2</sup> de tubos de vacío y una enfriadora de absorción

Trane de 125 kW en paralelo con una enfriadora de tornillo, la instalación también cuenta con una caldera como sistema de apoyo para ACS y calefacción (no para aire acondicionado).

La retirada del sistema de producción de aire acondicionado obedece al deseo de la propiedad de eliminar la torre de refrigeración (según información proporcionada por la empresa Trane).

Las máquinas de absorción de bromuro de litio no pueden funcionar sin torre de refrigeración, y estos equipos están atravesando en la actualidad un momento delicado debido al problema de la legionelosis.

No obstante, y como dice el refrán, el tiempo lo cura todo, incluida la fobia o el exceso de celo mostrado por parte de algunas administraciones y la falta de rigor de los medios de comunicación al abordar este tema. Y espero que esta actitud pase pronto ya que las torres de refrigeración tienen mucho que aportar en los campos de la eficiencia energética y de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (Protocolo de Kioto) con los que nuestra sociedad, al



Figura 3. Campo de colectores de vacío en la cubierta del Hotel Belroy Palace



Figura 4. Torre de refrigeración (Hotel Belroy Palace)

menos en teoría, se encuentra tan comprometida.

Me gustaría felicitar a la ARGEM por el poder de convocatoria y éxito obtenidos con esta y otras actividades relativas a la promoción de las energías renovables.

Y apuntar, finalmente, que para avanzar en el campo de la producción de aire acondicionado mediante energía solar térmica, en mi opinión, son imprescindibles dos aspectos: la suma de capacidades de empresas, administración y centros de investigación; y que las personas con acceso pongan a disposición de la comunidad científica los datos de funcionamiento de las instalaciones actualmente en marcha.

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] J.A. Duffie, W.A. Beckman, Solar engineering of thermal processes. John Wiley and Sons, Inc., 1991.
- [2] Laboratorio de Energía Solar de la Universidad de Wisconsin, Manual de referencia de TRNSYS, 2000.
- [3] Documento Básico HE Ahorro de Energía. Código Técnico de la Edificación. Propuesta de Real Decreto de aprobación, [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org), 2003.
- [4] Desarrollo y validación experimental de modelos para diseño de instalaciones de calefacción por suelo radiante accionadas con energía solar. Informe final. Consejería de Educación y Universidades de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, PI-84/00877/FS/01, 2004.
- [5] Optimización de los sistemas de absorción aplicados a climatización por energía solar. Ministerio de Ciencia y Tecnología, REN2003-09684-C02-02, 2003-2006. ■