

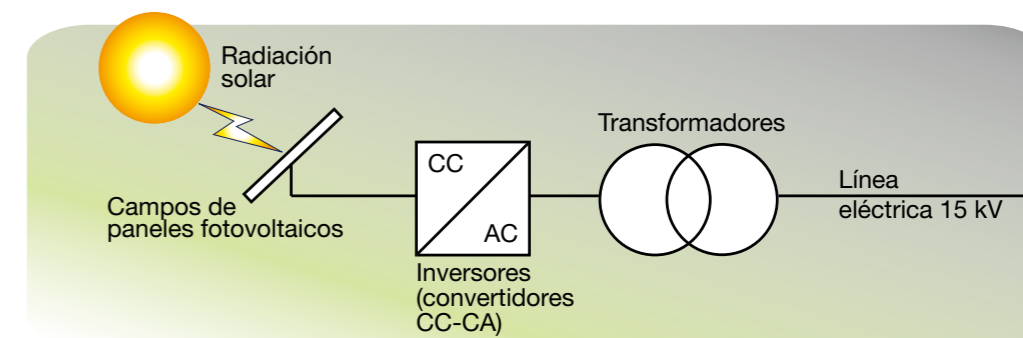


tecnología

## Aplicaciones de la energía solar



El captador solar Fresnel es capaz de calentar el fluido caloportador hasta 195° C.



# Al calor del sol

La gran disponibilidad del recurso solar, así como una reglamentación favorable al desarrollo e implantación de energías renovables, han conducido a lo largo de la última década al desarrollo de una variedad de soluciones para el aprovechamiento de la energía solar.

Por Héctor Rubio Plana y Heiko Kleemann

Actualmente, en nuestro país, junto al enorme despliegue de centrales eléctricas fotovoltaicas y el creciente interés en soluciones híbridas solar-gas para calefacción y agua caliente sanitaria, comienzan a aparecer las primeras plantas de generación eléctrica termosolar y también instalaciones que son capaces de aprovechar la energía solar para la producción de frío.

### Energía solar fotovoltaica

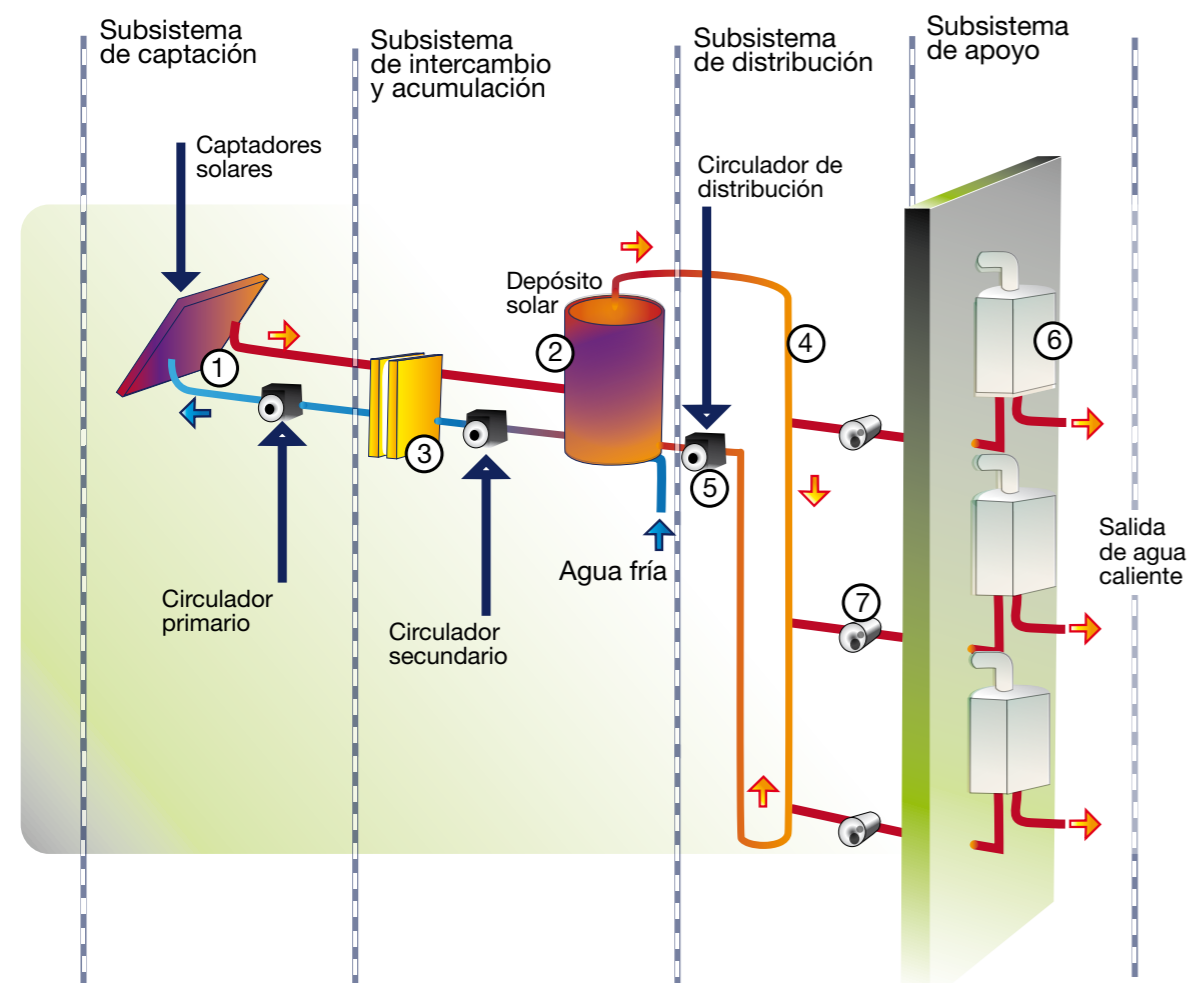
Gas Natural participa en la planta de demostración a gran escala de Toledo PV, cuyo objeto es el diseño, construcción, explotación y evaluación de una planta solar fotovoltaica con un coste optimizado del kWh. En su diseño se utilizaron los equipos fotovoltaicos europeos más avanzados

tecnológicamente y más adecuados para una gran planta fotovoltaica, para reducir los costes de instalación y la infraestructura asociada, incluyendo el desarrollo en España de prototipos de inversores y seguidores solares.

Tecnológicamente, se contemplan varios objetivos subsidiarios al objetivo general de demostración a gran escala, que son:

- Probar la validez de módulos de alta eficiencia y coste mayor, orientados a la utilización de producción eléctrica (módulos BP Solar).
- Probar la validez de módulos de baja eficiencia y coste menor, orientados a integración en edificios (módulos Nukem).
- Probar la viabilidad de un sistema de seguimiento solar horizontal (campo de seguimiento) y comparar sus resultados con los de un campo fijo.

## Esquema de una instalación con acumulación centralizada y apoyo individual



En Toledo PV, la luz solar incide sobre los 8.526 módulos fotovoltaicos instalados y es convertida en estos en energía eléctrica (corriente continua) gracias al efecto fotovoltaico.

Dichos módulos o paneles se conectan entre sí formando "series" y estas a su vez en paralelo formando "campos"; de modo que la corriente continua que llega a cada inversor tiene la tensión e intensidad adecuadas a su funcionamiento. La planta cuenta con tres campos, que son:

- Dos campos con estructuras fijas orientadas al sur con inclinación a 30° y una potencia nominal de 450 kWp cada una (Campo Nukem y Campo BP).

- Un campo de seguimiento compuesto por una estructura de seguimiento a dos ejes y cuatro estructuras de seguimiento a un eje horizontal con orientación norte-sur, con una potencia nominal de 100 kWp. Estas estructuras de seguimiento van cambiando su orientación durante el día para

mantener los módulos en la mejor orientación posible con respecto al sol, con el resultado de una mayor producción de electricidad.

Esta planta es la primera instalación experimental a gran escala (mayor o igual a 1MW) llevada a cabo en Europa. Desde su entrada en operación, el 7 de junio de 1994, ha vertido a la red eléctrica más de 15.000 MWh. Ello está permitiendo determinar el funcionamiento y costes reales de operación y mantenimiento asociados a grandes instalaciones fotovoltaicas, fijas y con seguimiento solar, tanto en el corto como en el largo plazo, observándose, entre otros, la influencia del envejecimiento y degradación de elementos constructivos a lo largo del tiempo. El conocimiento de dichos fenómenos permitirá conocer de manera muy realista el comportamiento de este tipo de instalaciones a lo largo de su vida útil.



caliente sanitaria, exige la necesidad de disponer de un subsistema auxiliar, o de una energía de soporte que complemente el proceso.

Los componentes de este tipo de sistemas son:

- **Captador solar:** es el elemento encargado de transformar la energía procedente del sol y transferirla al fluido que circula por su interior. El captador más extendido, en una instalación solar térmica de baja temperatura, es el captador plano. Su cubierta transparente deja pasar la radiación solar que es de onda corta, y una vez incide en el absorbedor (elemento con muy baja reflectividad), éste se calienta y emite una radiación de onda larga, que no puede salir del captador, ya que la cubierta transparente es opaca a esta radiación, y por tanto, se incrementa la temperatura del interior del captador.

- **Estructura de soporte:** permite sujetar los captadores y orientarlos de modo adecuado. Este es un aspecto importante a tener en cuenta en el momento de planificar la orientación e inclinación de la instalación de un sistema de captación solar. Para España, la orientación ideal es la sur, y con desviaciones inferiores a 15° respecto al sur no se aprecian variaciones sensibles del rendimiento.

- **Almacenamiento térmico:** generalmente, las horas de mayor incidencia solar no suelen coincidir con las horas de mayor consumo, por lo que es necesario disponer de un sistema de acumulación para poder almacenar la energía en los momentos de generación y transferirla a los usuarios cuando éstos la demanden. La forma más usual de almacenar esta energía es en acumuladores de agua, que básicamente son grandes depósitos con un buen aislamiento para minimizar las pérdidas de calor.

- **Apoyo con energía convencional:** es un subsistema que complementa a la instalación solar térmica y genera la energía adicional necesaria para garantizar un suministro continuo de agua caliente sanitaria. La calidad como combustible del gas natural, que le permite ser la energía fósil que genera menos CO<sub>2</sub>, pero también menos contaminantes de otro tipo, junto con la flexibilidad y disponibilidad de su uso, que facilitan la hibridación con otras energías, lo sitúan en el complemento ideal como energía de soporte de una instalación de captadores solares térmicos.

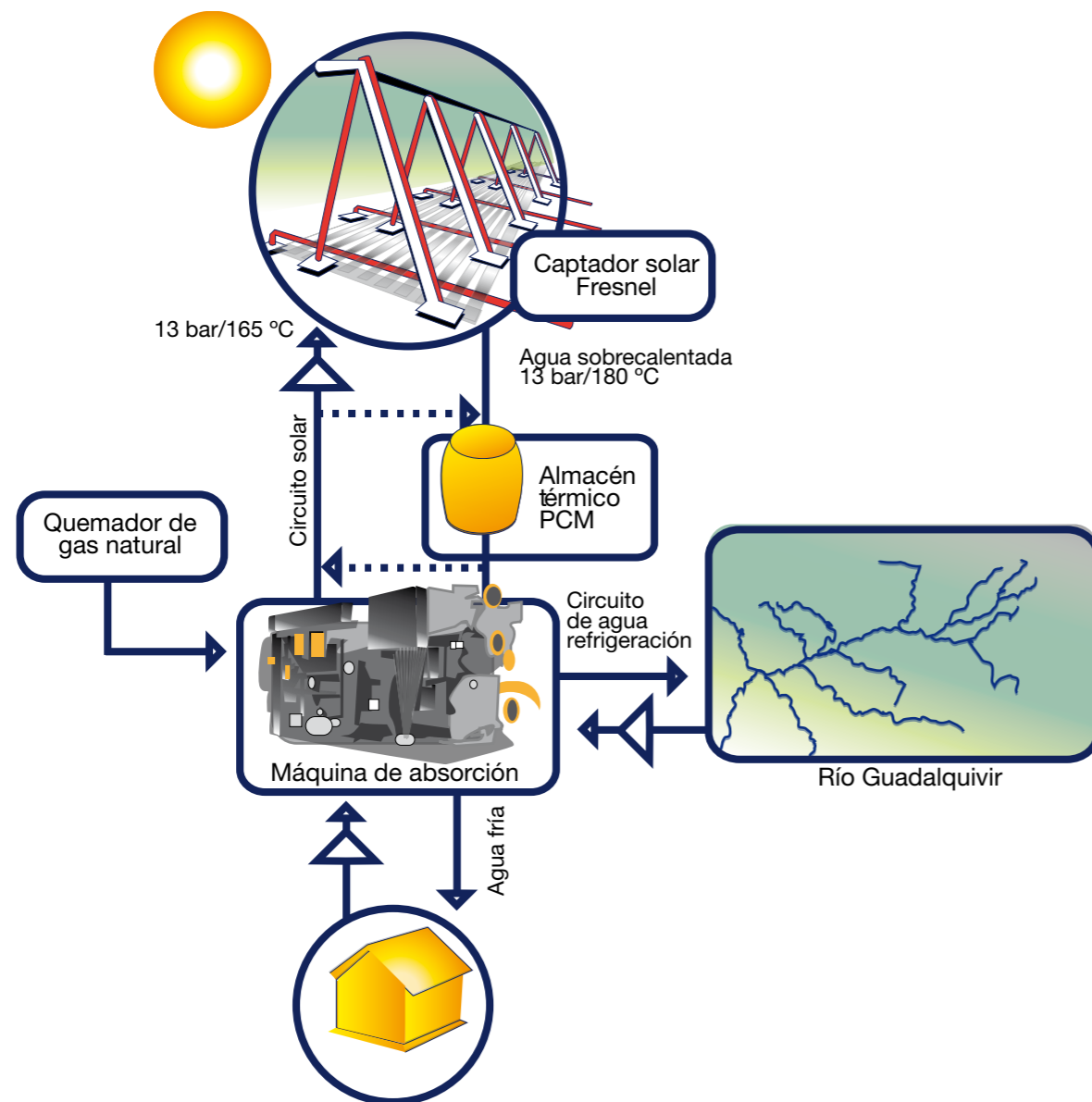
- **Control y regulación:** consiste en el conjunto de elementos destinados a asegurar el correcto funcionamiento y la seguridad de la instalación solar, garantizando la calidad en el servicio de agua caliente y aprovechando al máximo la energía solar. El equipo

### Calefacción y agua caliente sanitaria

El principio de funcionamiento de una instalación solar térmica de baja temperatura para la producción de agua caliente sanitaria se basa en la transformación de la energía solar en agua caliente. Este proceso se realiza mediante los captadores solares térmicos: la energía captada se transfiere al sistema de almacenamiento, habitualmente un acumulador de agua, y posteriormente al consumo. En el caso de que el sistema de captación no suministre la suficiente energía para elevar la temperatura a las condiciones de consumo, el sistema de soporte (caldera o calentador) se encargará de aportar la energía necesaria.

La posible discontinuidad del aporte solar por la variabilidad meteorológica, así como la necesidad de elevar la temperatura del agua procedente de la acumulación solar hasta el valor de confort del agua

## Esquema de funcionamiento del Captador Lineal Fresnel



de control de la planta es un elemento necesario e imprescindible para un correcto funcionamiento de la instalación.

### Refrigeración solar por absorción

El Grupo Gas Natural ha desarrollado la planta de refrigeración solar por absorción en la Escuela Técnica de Ingenieros de la Universidad de Sevilla en colaboración con los grupos de investigación de Termotecnia y Automática de la Asociación de Investigación y Corporación Industrial de Andalucía (AICIA) y cuenta con el apoyo económico de la Corporación Tecnológica de Andalucía. Este proyecto ha

sido presentado también al Programa de Incentivos a la Innovación y al Desarrollo Empresarial promovido por la Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía (IDEA) de la Junta de Andalucía.

La tecnología termosolar aprovecha la radiación solar para calentar un fluido, pero a diferencia de la solar térmica utiliza diversas técnicas de concentración para lograr temperaturas más altas en el fluido caloportador, llegando en la actualidad a los 400 °C y estando en desarrollo soluciones que alcanzarán los 550 °C. La aplicación principal para la energía termosolar es la generación de vapor para su utilización en turbinas que generen electricidad, aunque un uso especialmente interesante es la climatización solar mediante procesos

de absorción de doble efecto, que permiten generar frío, siendo capaces de lograr la paradoja tecnológica de generar frío a partir del sol.

La planta de demostración de refrigeración solar de alta eficiencia de Sevilla es una de las primeras en su género a nivel mundial, ya que presenta la particularidad y novedad de que incorpora un equipo de absorción de doble efecto asociado a captadores solares de media temperatura de tipo Fresnel.

En el circuito primario de la instalación se calienta un fluido caloportador mediante un captador solar de concentración. El captador seleccionado es de tipo Fresnel y es capaz de calentar el fluido caloportador (agua sobrecalentada) hasta 195 °C. Este sistema consta de 176 espejos distribuidos en once filas de 64 metros de largo que se orientan en función de la posición del sol, con el fin de reflejar su radiación hacia un único tubo situado en la parte superior por el que circula el fluido de trabajo. El área de captación es de 352 m<sup>2</sup> con lo que se consigue una potencia calorífica máxima cercana a los 180 kW.

La energía térmica recogida por los captadores solares se utiliza para accionar la máquina de absorción de doble efecto, la cual producirá un caudal de agua fría que será distribuido para la climatización del edificio.

El equipo de absorción de doble efecto instalado tiene una potencia nominal de refrigeración de 174 kWf. En invierno, este equipo puede funcionar produciendo calor con un rendimiento similar al de una caldera convencional, pero en este caso alimentada con energía solar. Como cualquier instalación de climatización precisa de un sistema de disipación del calor para lo cual se utiliza una captación de agua del río Guadalquivir que actúa como sistema de refrigeración.

Adicionalmente, la máquina de absorción instalada incorpora un quemador de gas natural que entra en funcionamiento como fuente de energía auxiliar de forma que se garantiza la disponibilidad del servicio en momentos de carencia de potencia térmica desde el lado solar.

Las ventajas principales de una instalación de refrigeración solar son:

- Reducción de la demanda de energía eléctrica punta, y por tanto de la energía primaria necesaria para su generación.
- Apoyo a las redes eléctricas en los periodos de gran demanda.
- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, tanto por la electricidad no consumida, como por los refrigerantes convencionales no utilizados.

“ La gran disponibilidad de sol, junto con una reglamentación favorable, han conducido a lo largo de la última década al desarrollo de una gran variedad de soluciones para el aprovechamiento de la energía solar ”

- Utilización de una fuente energética inagotable.
- Coincidencia de la máxima producción solar con la máxima demanda de aire acondicionado.

La planta de demostración se ubica en el edificio denominado Plaza de América, actual emplazamiento de la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla. Este edificio presenta unas características idóneas a nivel de disponibilidad de espacio en la azotea para la instalación de los captadores solares, a nivel de demanda de refrigeración, de fácil acceso, y por tratarse de un edificio público relacionado con una Universidad facilita el acceso a investigadores de alta cualificación.

La potencia media utilizada para climatización de la Escuela Técnica de Ingenieros de la Universidad de Sevilla está alrededor de 500 kW de frío, por lo que en los días más soleados, la instalación de refrigeración solar puede aportar aproximadamente un tercio de la potencia de frío necesaria. Así, funcionando en condiciones óptimas, se estima un ahorro anual de emisiones entorno a las 34 toneladas de CO<sub>2</sub>, que variará en función de la demanda y de las condiciones de insolación registradas.

En paralelo, en el marco de este proyecto también se ha desarrollado una herramienta informática de libre difusión denominada SICAR (Simulador de Instalaciones de Climatización por Absorción mediante Renovables) para el pre-diseño, selección y optimización de sistemas de refrigeración por absorción alimentados con energía solar térmica. Los resultados obtenidos de la planta piloto construida han permitido validar e implementar la citada herramienta. De esta forma, esta aplicación será previsiblemente la primera aplicación certificada como capacidad adicional a Calener, la herramienta de referencia para la Certificación Energética de Edificios.■