

Primera planta termosolar comercial a nivel mundial, por generación directa de vapor

Hace algo más de año y medio, InfoPower publicaba un artículo sobre generación directa de vapor mediante el empleo de colectores cilindro-parabólicos (InfoPower nº115, Abril 2009). El artículo, del mismo autor que este que presentamos ahora y titulado "Energía termosolar de generación directa de vapor, ¿Una realidad?", planteaba las particularidades y ventajas de esta tecnología, daba a conocer algunos de los proyectos que Sialsol estaba desarrollando en España y evaluaba las posibilidades de esta tecnología para convertirse en una realidad. Este tema sigue estando muy de actualidad y todos los indicativos del mercado solar termoeléctrico vaticinan que esta tecnología será la que se desarrolle en unos años, de hecho empiezan a surgir las primeras plantas comerciales que incorporan esta tecnología. Así pues, a día de hoy podemos decir con absoluta rotundidad, que la generación directa de vapor es una realidad.

Frank Rodríguez Trouwborst
Director General y Socio Fundador "Sialsol Tu Energía Solar"



A sí lo demuestran los últimos desarrollos en este campo, de hecho se encuentra ya en funcionamiento el primer proyecto de generación directa de vapor a escala comercial.

Solarlite, socio estratégico de Sialsol, ha sido la primera empresa fabricante de colectores cilindro-parabólicos y contratista EPC de campos solares, en desarrollar una planta solar termoeléctrica por generación directa de vapor comercial a nivel mundial. El desarrollo de este proyecto, ubicado en Kanchanaburi, Tailandia, viene precedido por la realización de ensayos en tres proyectos piloto de generación directa de vapor en Tailandia y Alemania, con unos resultados muy favorables, lo que le ha permitido acometer este primer proyecto comercial.

Además, en base al acuerdo de exclusividad firmado entre Solarlite y Sialsol, la em-

presa española implementará esta tecnología en España en una planta piloto, que además de la tecnología de generación directa de vapor, incorporará una caldera de biomasa que aportará el 50% de la energía eléctrica que se evacue a la red.

Las principales ventajas de la tecnología de generación directa de vapor son:

- Por su propio concepto, esta tecnología es mucho menos agresiva con el medioambiente que otras tecnologías que utilizan un fluido caloportador.
- Permite una reducción significativa de los costes de la inversión y de la propia generación de electricidad.
- La temperatura de operación de estas plantas es superior a las plantas en las que la temperatura está limitada por el fluido caloportador.

Todos estos conceptos sumados a las garantías que ofrece Solarlite, han permitido que la primera planta comercial por generación directa de vapor sea financiada a través de diferentes entidades financieras.

La empresa Solarlite, ha sido la empresa encargada de realizar la ingeniería básica de toda la planta. Posteriormente, la ingeniería de detalle así como el EPC del bloque de potencia fueron desarrollados por Thai Solar Energy. El EPC del campo solar así como su propio BOP, el diseño y control de la generación directa de vapor y el control sobre

toda la planta ha sido llevado a cabo por Solarlite.

Particularidades de un proyecto pionero

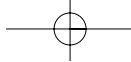
Este primer proyecto, es pionero a nivel mundial en al menos tres cuestiones fundamentales:

- Primera planta comercial por generación directa de vapor.
- En contraste con los colectores cilindro-parabólicos existentes en el mercado, la empresa Solarlite ha desarrollado el colector SL 4600, cuya estructura está formada por un novedoso material epoxi de un peso muy ligero, que a diferencia del resto de colectores, únicamente necesita una pequeña cantidad de acero con el fin de aumentar su resistencia a la torsión.
- Una vez más, diferenciándose del resto de los fabricantes de colectores cilindro-parabólicos cuyos colectores son implementados en plantas con una potencia mínima de 50 MWe, Solarlite ha sido capaz de construir una planta de 5 MWe, demostrando que no existe un límite mínimo para este tipo de plantas.

Innovador diseño de colectores

El elemento básico del colector Solarlite 4600 es un panel de resinas compuestas (composite) con unas dimensiones de





Termoeléctrica



2,3 m de ancho y 1 m de largo. Estos paneles se combinan de tal manera que forman un segmento de 4,6 m de ancho de apertura y 12 m de longitud. Es posible unir 10 de estos segmentos para formar un colector de 120 m de longitud. Estos colectores se combinan para formar filas (colectores alineados con el eje en la dirección norte-sur) y lazos (colectores conectados en serie donde el fluido frío entra por un extremo y el fluido caliente sale por el otro extremo). El colector se mueve de este a oeste con el fin de seguir el movimiento solar, gracias a un sistema de seguimiento hidráulico.

El concepto modular de Solarlite, permite escoger la longitud óptima del colector, en base a los datos relacionados con la fuerza del viento y en función del emplazamiento de implantación de la planta. La combinación del peso ligero del composite, así como una fina estructura de acero permite tener un colector con un peso específico muy inferior al resto de los fabricantes.

El composite como material de sujeción de los espejos, permite que los espejos encargados de reflejar la radiación sean muy finos, reflejando más de un 95% de la radiación normal directa (DNI) que reciben, sobre el tubo absorbedor que se encuentra en la línea focal del espejo parabólico. Los espejos tradicionales que se utilizan, tienen un grosor de cristal de 4 mm y su reflectividad es del 93%. En el caso de Solarlite, los espejos implementados tienen un espesor de 0,95 mm, esta diferencia, permite incrementos por encima del 1,5% en la eficiencia óptica pico.

El diseño modular basado en una combinación de una estructura ligera de composite

junto a un espejo fino muy eficiente, es muy ventajoso en varios aspectos, como por ejemplo en la descentralización de la producción eléctrica independientemente del emplazamiento de la central eléctrica, además permite diferentes tamaños de planta sin ningún tipo de límite. La generación directa de vapor sin el empleo de aceite como fluido caloportador, así como la posibilidad de una cogeneración con la energía térmica que se extrae, permite que la instalación sea prácticamente sin emisiones de CO₂ y por tanto, que sea muy favorable al medioambiente. La tecnología de Solarlite permite reducir el coste de la inversión total del proyecto de la planta solar termoeléctrica.

El sistema modular de Solarlite es único en el mundo y puede ser usado en diferentes aplicaciones como la producción eléctrica para inyectar a la red o para su empleo en diferentes procesos industriales. Su método de construcción permite soluciones aisladas y pequeñas plantas termosolares mediante el uso de colectores cilindro parabólicos, desde 500 kWe. Combinando la generación eléctrica con el uso de la energía térmica, se puede producir calor, frío a través de máquinas de absorción e incluso desalación de agua del mar.

Concepto de generación directa de vapor

El concepto de la generación directa de vapor de Solarlite, está basado en la combinación entre la recirculación y la inyección. La ventaja de combinar estas dos tecnologías permite un mejor control de los parámetros del proceso, incluso en condiciones de radiación normal directa inestables.

El de recirculación ayuda a que los tubos receptores en la fase de evaporación estén bien refrigerados, y que la presión en su interior se mantenga constante. El proceso de inyección permite tener un mejor control sobre las condiciones de vapor sobrecalentado. La combinación de estos dos sistemas permite un resultado óptimo en el control de la temperatura y presión del vapor sobrecalentado a la salida del campo solar, antes de ser introducido en la turbina de vapor.

Características técnicas generales del primer proyecto

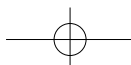
• Potencia eléctrica	5 MWe
• Potencia térmica	19 MWth
• Temperatura	330 °C
• Presión	30 bar
• Eficiencia del bloque de potencia	26,4%
• Superficie del campo solar	110.000 m ²
• Producción eléctrica anual	9 GWh/a
• Producción térmica anual	38,5 GWh/a

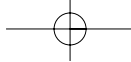
Disposición del campo solar

Todo el campo solar se ha diseñado en base a las condiciones del vapor que requiere la turbina. Solarlite ha escogido la turbina de MAN MARC 2, que ha demostrado ser la turbina actual más eficiente, que existe en el mercado actual para una potencia inferior a 30 MWe en un ciclo de Rankine.

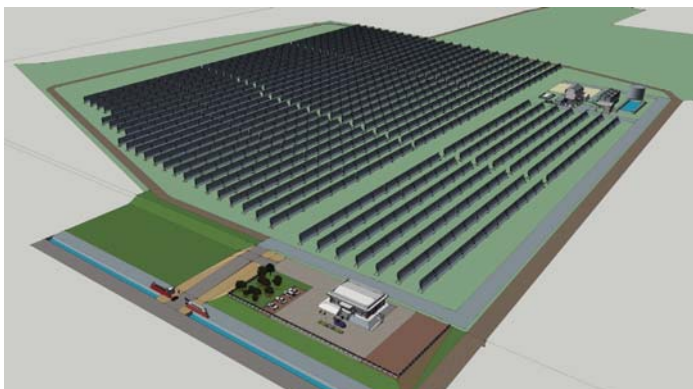
En el caso de la planta de 5 MWe pionera a nivel mundial, el área del campo solar fue calculada en base a los datos de carga nominal y parcial de esta turbina concreta. Con estos datos y en base a las dimensiones y características del colector Solarlite 4600, se estimó el número de segmentos y el número de filas. El número de colectores que forman la zona de evaporación y de sobrecalentamiento, así como el número de lazos y la dimensión de estos, se estimó en base a los siguientes criterios.

- Máxima diferencia de temperatura en el tubo receptor, en base a la normativa alemana que se aplica para la generación de vapor y que asegura una buena refrigeración de la superficie del metal.
- Mínimo caudal másico en cada lazo desde el punto de vista del control y de la seguridad del proceso.





Termoeléctrica



- Mínimas pérdidas de presión en cada lazo.

El siguiente esquema, representa la distribución en planta del campo solar, así como el área del bloque de potencia.

El campo solar en Kanchanaburi está compuesto por 12 lazos evaporadores y 7 lazos para sobrecalentar el vapor seco. Debido a las fluctuaciones diarias y anuales de la DNI, la operación de la planta se realiza a carga parcial. La parte evaporadora del

campo solar, se encuentra en la parte izquierda de la planta. El vapor húmedo generado en esta zona es conducido al depósito separador de vapor situado en el BOP del campo solar. El vapor seco es extraído del depósito y es reconducido a la parte del campo solar encargada de generar el vapor sobrecalentado, que se encuentra en la parte derecha del esquema. A pesar de que el sistema parece

complicado, realmente es muy similar a un sistema convencional de una caldera.

Avance del proyecto

Actualmente toda la obra civil ha sido finalizada. En agosto finalizó la implantación de las estructuras y en septiembre la construcción del edificio de turbinas así como el BOP de la planta.

El *commissioning* frío está previsto para febrero de 2011 y el *commissioning* caliente para el mes siguiente. La planta estará fun-

cionando de manera regular y evacuando energía a la red entre los meses de marzo y abril del 2011.

El inversor, propietario y futuro operador de la planta, es una empresa tailandesa denominada Thai Solar Energy. El objetivo principal de esta empresa, es construir plantas solares termoeléctricas basadas en tecnología de colectores cilindro-parabólicos, e inyectar la energía eléctrica generada en la red. La base de este proyecto es el sistema de tarifas existente en Tailandia. Según la regulación *Very Small Power Producer* (VSPP) existe un máximo de potencia para las centrales eléctricas de 10 MWe para poder acogerse a una tarifa de 8 baht/kWh para los primeros 10 años de conexión a red. Pasados estos 10 primeros años, la electricidad se pagará a 3,6 o 2 baht/kWh.

El coste global de la planta es cercano a los 20 M€. Esto incluye el campo solar, la turbina, el BOP, el terreno, obra civil, costes de infraestructuras y desarrollo de proyectos, etc. El campo solar tiene un coste inferior a 300 €/m².

