

## Extresol 3 Rendimiento controlado

*El éxito de la industria termosolar en nuestro país se ha basado en la gestionabilidad de la instalación, y ésta se ha fundamentado en dos parámetros principales: En los tanques de sales que permiten el almacenamiento de la energía para su uso nocturno, y en la utilización de calderas de gas hasta en un 15% para el mantenimiento de la temperatura adecuada del circuito de fluido térmico. Esto último, que hace que la turbina no sufra paradas, puede verse limitado por la nueva reglamentación que tiene previsto aplicar el Gobierno; según la normativa, la generación a partir de gas natural dejaría de estar primada. Como quiera que el tope de generación con gas para este tipo de plantas es del 15%, los promotores deberán replantearse su cuenta de explotación antes de acometer nuevos proyectos.*

*EnergyNews visitó recientemente una de las últimas plantas instaladas, Extresol 3, que es un buen ejemplo de la tecnología termosolar con apoyo de gas natural. A continuación hacemos una descripción técnica de su funcionamiento.*

pruebas funcionales y conjuntas satisfactoriamente con un rendimiento muy alto. Desde su puesta en marcha hasta el 17 de septiembre se ha obtenido una producción que supera lo previsto para los primeros meses de operación de una planta de este tipo.



### Extresol 3

La tercera de las plantas que Cobra ha instalado en la provincia de Badajoz comenzó su operación con fecha 1 de agosto, pasando las

Además, el proyecto se ha terminado en 19 meses y medio, muy por debajo de la fecha prevista, noviembre de 2012.

### Emplazamiento y datos de interés

El complejo de Extresol se encuentra ubicado en la Comarca de Olivenza, en el municipio de Torre de Miguel Sesmero, y a diez kilómetros al Este de La Albuera en la provincia de Badajoz. El proyecto está constituido por tres plantas termosolares Extresol-1, Extresol-2 y Extresol-3, y ocupa un terreno total de 600 hectáreas (Ha). La idoneidad de la ubicación viene determinada por la proximidad a la subestación de Alvarado de 66kV de Endesa, la disponibilidad de aguas de refrigeración provenientes del embalse de Nogales y del río Guadiana, los accesos cercanos a la N-432, y la disposición de terreno llano sin protección por causas medioambientales.

### Datos principales de la generación solar térmica

-Tecnología: Cilindro-parabólica con colectores Senertrough  
-Almacenamiento térmico: El sistema de almacenamiento de cada planta tiene una capacidad de 1010 MWh térmicas para 7'5 horas de operación a plena carga.

- Superficie reflectante del campo solar: 1.530.360 m<sup>2</sup>.
- Radiación normal directa anual recibida por metro cuadrado: 2165 kWh/m<sup>2</sup>a
- Capacidad total de turbinas: 149'7 MWe nominal
- Generación anual eléctrica: 536.571 MWh
- Eficiencia anual media de conversión de radiación a energía eléctrica: 16%
- Horas de operación al año: 3.584 horas a plena carga.
- Producción evitada de CO<sub>2</sub>: 448.500 tm/año.
- Central gestionable
- No detrae potencia del nudo de evacuación
- Estabilidad ante huecos de tensión.
- Programable

## Proceso de generación

### Campo solar:

Superficie 1.530.360 m<sup>2</sup>. Con una radiación de 2.165 kWh/m<sup>2</sup>a le llega anualmente 3.241.950 MWh/a de radiación al campo solar.

### Turbina de vapor

149'7 MW netas.  
38'1% eficiencia.  
3.584 horas anuales de operación.  
Generación eléctrica anual bruta 536.571 MWh/a.

### Producción eléctrica anual

Suministro anual a la red: 461.082 MWh/a de electricidad solar térmica  
Eficiencia anual media de radiación solar a energía eléctrica neta: 16%







**Enrique Sánchez, Director de proyectos**

### Consumo de gas y agua

El hecho de que este tipo de plantas estén organizadas en grupos de 2 o 3 permite el aprovechamiento común de instalaciones como las que abastecen de agua y gas. Por ejemplo, la planta de regasificación, que es común a las tres plantas, tiene una capacidad de 800m<sup>2</sup> y se encarga de distribuir un caudal de 15.000m<sup>3</sup>. El gas es un apoyo a la generación, ya que se utiliza para subir la temperatura del aceite en circunstancias de baja temperatura exterior, mediante 3 calderas principales de 15MW cada una.

En cuanto al consumo de agua, éste viene generado principalmente por las torres de refrigeración

(180m<sup>3</sup>/h) que se encargan de enfriar el condensador. El agua proviene de una concesión del embalse de Nogales, y del río Guadiana, y requieren de un buen pretratamiento para su uso en el proceso. La planta de pretratamiento, instalada por Tedagua, está complementada por otras tres plantas de tratamiento final en cada una de las plantas. No todas las plantas tienen este problema de conductividad del agua, dependiendo de la fuente de abastecimiento, se requerirá más o menos inversión para su tratamiento. Cada ciclo de agua puede ser utilizada cuatro veces antes de que se expulse a una balsa de tratamiento de efluentes para ser homogeneizada y

neutralizada químicamente.

### Estructura de la planta

El complejo consta de tres áreas casi cuadradas de 1.400m x 1.500m cada una con espejos orientados Este-Oeste, y una superficie de captación de 510.000m<sup>2</sup> cada una. Alrededor de toda la plataforma se ha instalado sendas tuberías de ida y de retorno en forma de "H" por las que circula el fluido térmico o HTF. Dividido el campo solar en cuatro terrazas, una tubería colectora recoge de las dos terrazas que están situadas más al norte y otra de las dos terrazas del sur, el colector central recoge la conexión norte-sur.

La unidad elemental de un campo solar es el SCE un colector solar de 12 metros con 3 tubos HCE, que lleva el fluido térmico HTF. Los tubos son de acero encapsulado al vacío en un vidrio exterior que recoge la radiación de los espejos. 12 unidades de SCE componen el SCA. Una fila en una de las terrazas estaría compuesta por 2 SCA (24 SCE), y dos filas (4 SCA) componen el lazo, que es la mínima unidad que se puede aislar en un campo solar. Cada planta, está compuesta por 156 lazos.

### Tubos receptores

Uno de los componentes de Extresol 3 son los tubos receptores que SCHOTT Solar ha desarrollado y fabricado íntegramente en la propia empresa. Estos tubos constituyen el núcleo de las centrales termosolares cilindro-parabólicas. El receptor solar tiene una longitud de 4m y cuenta con un envolvente hecho de un robusto vidrio borosilicato de gran transparencia y con un nivel de vacío que asegura unas muy bajas pérdidas térmicas, lo cual desempeña un papel clave en la eficiencia de las centrales termosolares.

El tubo receptor incorpora un novedoso recubrimiento antirreflectante, que es resistente a la abrasión y, al mismo tiempo, deja pasar más del 96,5% de la radiación solar. Además se incrementa la absorción hasta el 95,5% con un nuevo recubrimiento solar selectivo que a su vez disminuye la emisividad hasta el 9.5%

### Funcionamiento

Cada mañana el campo solar es enfocado mediante un programa que determina la posición en la que se encuentra cada SCA, y la ideal con respecto al sol. Cada SCA tiene un

motor hidráulico que hace girar los doce SCE al mismo tiempo. Una vez enfocado, el campo solar empieza a calentar el fluido térmico que es recirculado por los colectores hacia el intercambiador con el circuito de agua para generar vapor para alimentar la turbina.

Paralelamente, también aprovechamos el fluido térmico del campo solar para calentar sales mediante seis intercambiadores. Partimos de que las sales están almacenadas en un solo tanque y que son calentadas durante el día. Cuando la radiación cae en la tarde comenzamos a descargar sales calientes al tanque frío. En este proceso, estamos intercambiando con fluido térmico que vuelve a pasar por el tren de generación de

vapor.

### Tanques de sales

En la ejecución de los tanques de sales y bajo los mismos, se construyó un anillo de un metro veinte de altura, que está contenido por un aro perimetral de acero con arlita, para evitar las pérdidas de temperatura. Más abajo se han colocado unos tubos de aireación con un sistema forzado de aire, que también trata de evitar la pérdida de calor hacia el terreno.

En lo que respecta a la puesta en marcha de los tanques de sales, se necesitaron dos meses para fundir las 29.000Tn (a razón de 500 Tn diarias) de sales sódicas y potásicas con un horno montado a tal efecto, antes de introducirlas en el tanque el tanque frío (38m de diámetro y 14m



de altura). Las sales, que previamente se almacenaron en carpas, vienen en sacas de una tonelada y fueron necesarios unos 1.100 camiones aproximadamente para transportarlas.

Entre los dos tanques, existen 6 intercambiadores fluido térmico /sales que permiten recuperar el calor mediante el fluido HTF. El volumen total de fluido térmico de la planta es de 2.200 Tn, que son movidas por 3 bombas principales de la empresa Esinval. Por seguridad, existen dos tanques de rebose y una balsa de seguridad.

## Isla de potencia

### Turbina de vapor

La turbina de vapor es de marca Siemens SST-700, que puede llegar a alcanzar un valor nominal de 175 MW

La SST-700 es una turbina de dos carcasas consistente en dos módulos: un módulo de AP (alta presión) con reductor y otro de BP (baja presión). Se utiliza para aplicaciones de generación de energía, especialmente en ciclo combinado o centrales termo-solares. Cada módulo se puede usar independientemente o combinado en una configuración ideal. Datos técnicos

Potencia entregada de hasta 175 MW.

Presión de entrada (con recalentamiento) de hasta 165 bar

Temperatura de entrada (con recalentamiento) de hasta 585 °C

Temperatura de recalentamiento de hasta 415 °C

Velocidad de giro de 3.000 – 13.200 rpm

Extracción controlada de hasta 40 bar y hasta 415 °C

Hasta 7 tomas; hasta 120 bar

Presión del vapor de salida: contrapresión de hasta 40 bar o condensación de hasta 0,6 bar

Presión del vapor de escape (recalentado) de hasta 3 bar

Área de escape 1,7 – 11 m<sup>2</sup>

Entre las principales ventajas de la turbina SST-700, se encuentra su diseño compacto, la facilidad que ofrece para la instalación y mantenimiento, su amplio rango de aplicación y su alta fiabilidad, disponibilidad y eficacia. Todo ello, la hace especialmente indicada para plantas termosolares.

La fabricación, suministro, acabado superficial y montaje de toda la estructura metálica de los edificios y Racks de tuberías de la isla de potencia, así como de la cubierta y cerramientos de los edificios, ha corrido a cargo de Metaldeza

### Zona de vapor

Consta de 8 equipos principales (4 y 4) fabricados por

Lointek. El intercambio de fluido térmico/agua se produce en el precalentador, y el recalentador, que entra después de la turbina de alta presión. El recalentador es el equipo más crítico porque es donde tenemos un gradiente mayor de calor, y ha sufrido algunos cambios con respecto al diseño inicial.







### Transformación de salida

Formada por 3 trafos de ABB: uno principal que eleva de 11kV a 66 kV para posteriormente enviar la corriente hasta la subestación que la eleva hasta 220kV. El segundo trafa es el de autoconsumo que va de 11kV a 6,3kV. Y el tercer trafa, que baja de 20 a 6,3kV para ser usado sólo en caso de emergencia (Sólo en una situación de black out se puede hacer uso de la línea auxiliar de 20kV) Aparte de esto cuentan con dos grupos diesel de emergencia marca SDMO.

### Sala de control

Desde la sala de control los componentes de cada turno pueden monitorizar todos los parámetros técnicos de la planta y operar los distintos equipos para ejecutar los distintos modos de operación de

la planta. Estos puestos son 24/7, es decir funcionan 24 horas al día, 365 días al año.

### Aislamiento

Como comentábamos, la pérdida de calor en la planta es crítica en cuanto que a menor temperatura de fluido, peor rendimiento de la turbina. En este caso para aislar toda la planta, se ha contado con Aislamientos Suaval, que ha suministrado el aislamiento térmico para los dos tanques de sales, los equipos y tuberías que integran el sistema de sales de la planta, el aislamiento térmico para los colectores, tuberías de interconexión y crossover, así como

para los elementos singulares que conforman los lazos solares del Campo Solar de la planta. También ha suministrado el aislamiento de los equipos, tuberías y accesorios del Bloque de potencia.

### Tuberías

Cobra se ha encargado directamente de la compra de toda la tubería a Conduvav. El diseño y prefabricación ha corrido a cargo de Moncobra que o bien ha utilizado los talleres de la propia obra o lo ha encargado a talleres cercanos a la planta, concretamente a los de La Albuera, con lo que se ha generado una buena carga de trabajo para la zona.



## Listado suministradores:

Espejos:	FLABEG, HCE, SCHOTT
Estructura del campo solar:	
	IMEDEXSA
	IDEAS EN METAL
	DACERO
	TRP
	GONVARRI
	BATZ
Sales:	BASF
Turbina:	SIEMENS
Sistema de Control, celdas:	ABB
Celdas de conexiones:	CONSONNI
Intercambiadores:	LOINTEK
Montaje Tuberías, Accesorios y Ensamblaje y	
Montaje de Campo Solar:	MONCOBRA
Bombas Principales:	ENSIVAL MORET
Tanques de Expansión y Rebose:	INDÁLICAS
Montaje Tanque de Sales:	CALPRISA
Montaje Eléctrico:	COBRA
Montaje Instrumentación:	CYMI
Tuberías:	CONDUSAV
Traceado:	AKO
Aislamiento:	SUAVAL
Montaje Estructura:	METALDEZA
Transporte materiales:	LOGISTICA GENERAL DE TTES.
Tratamiento de agua:	TEDAGUA
Grupos de emergencia:	SDMO

