

# COMPLEJO EXPERIMENTAL DE CONCENTRADORES DE FOCO LINEAL



## OBJETIVOS:

Estudiar y optimizar el uso de diferentes fluidos de trabajo en captadores cilindroparábolicos y Fresnel

Estudiar y ensayar componentes o concentradores completos para sistemas de concentración solar con foco lineal en condiciones reales con radiación solar natural

Desarrollar y optimizar la operación de sistemas con concentradores cilindroparábolicos y Fresnel

## ÁMBITO:

Desarrollo y evaluación de sistemas innovadores a nivel de planta piloto e industrial

## ÁREA TEMÁTICA:

Energías renovables y ahorro energético

## TIPO DE SERVICIOS:

Investigación, Desarrollo e Innovación

## FUNCIONES:

- Caracterizar nuevos modelos de concentradores solares de foco lineal y sus componentes en condiciones de operación
- Optimizar la operación y control de concentradores solares de foco lineal
- Analizar el uso de nuevos fluidos de trabajo en los receptores de concentradores solares de foco lineal
- Estudiar el envejecimiento acelerado, ciclado termo-mecánico y análisis de componentes para concentradores solares de foco lineal (reflectores, receptores, juntas de unión)

## UBICACIÓN:

Plataforma Solar de Almería (PSA). Ctra. de Senés km. 4,5 - 04200 Tabernas (Almería).

[www.psa.es](http://www.psa.es)

## CONSTA DE:

### 1) Instalación de ensayo de uniones flexibles y juntas rotativas para captadores cilindroparábolicos (instalación REPA)

En esta instalación se realizan ensayos para la evaluación de uniones flexibles y juntas rotativas para receptores lineales.

El elemento principal es una unidad cinemática preparada para realizar movimientos de rotación y translación lineal para el ensayo de este tipo de uniones con objeto de simular de forma acelerada su comportamiento con ciclos mecánicos trabajando con un fluido térmico que circula a alta temperatura. Incluye un sistema hidráulico y bloque de balance de planta, con equipo de bombeo y calentamiento de aceite térmico hasta  $60 \text{ m}^3/\text{hr}$  y  $450^\circ\text{C}$ .

Se completa con un completo sistema de instrumentación y actuadores, para la monitorización de par/esfuerzo y temperatura incluyendo elementos de seguridad como detectores de humo, de pérdida de presión y de fugas. El sistema de control y adquisición de datos permite una monitorización, control y registro de datos de todo el sistema.

Se completa con un completo sistema de instrumentación y actuadores, para la monitorización de par/esfuerzo y temperatura incluyendo elementos de seguridad como detectores de humo, de pérdida de presión y de fugas. El sistema de control y adquisición de datos permite una monitorización, control y registro de datos de todo el sistema.

### 2) Plantas piloto de concentradores de foco lineal

Formada por un conjunto de plantas piloto tanto de captadores solares cilindroparábolicos como de concentrador lineal Fresnel.

El objetivo general de estas instalaciones es el desarrollo y ensayo de tecnología que permita obtener el mejor aprovechamiento de la radiación solar para la producción de energía térmica que puede utilizarse posteriormente en diferentes aplicaciones, bien sea para generación de electricidad como para aprovechamiento de esa energía térmica en procesos industriales, aplicaciones de frío y calor solar...

Estas plantas son:

- √ *Lazo de ensayos HTF (lazo de ensayo LS-3)*. Se caracteriza por utilizar aceite térmico como fluido de intercambio calorífico en los receptores de los captadores cilindroparábolicos.

Consta de un circuito cerrado de aceite térmico conectado a 3 unidades de captadores cilindroparábolicos con geometría estándar de ancho de apertura 5,76 m, distancia focal 1,71 m y diámetro de tubo absorbedor 70 mm. Los modelos de captador instalados son versiones de prueba de captadores modelo EuroTrough-II, AlbiasaTrough y UrssaTrough, con una superficie total de captación solar cada uno de ellos de unos  $410 \text{ m}^2$  y longitud 75 m. El aceite térmico usado tiene una temperatura máxima de trabajo de  $400^\circ\text{C}$  y un punto de congelación de  $-40^\circ\text{C}$ .

El circuito de aceite tiene una presión de trabajo máxima de 18 bar y está constituido por: un tanque de expansión para el aceite, de 1 m<sup>3</sup> de capacidad, con sistema automático de inertización mediante nitrógeno, un tanque de drenaje del circuito de aceite, un enfriador de aceite mediante flujo de aire, con un poder de enfriamiento máximo de 400 kW, una bomba centrífuga de aceite, con un caudal de hasta 8,3 l/s y dos calentadores de aceite, de 40 kW cada uno, 3 x 380 V.

- √ *Lazo DISS (Direct Solar Steam)*. Lleva a cabo experimentos relacionados con la generación directa de vapor a alta presión y temperatura (hasta 100 bar/500°C) en los tubos absorbedores de captadores solares cilindroparabólicos, permitiendo el estudio del comportamiento termohidráulico de sistemas bifásicos (agua líquida/vapor).

Consta de dos subsistemas: el campo solar y el sistema de balance de planta (BOP). En el campo solar, el agua de alimentación se precalienta, evapora y convierte en vapor sobrecalentado hasta una presión máxima de 100 bar y una temperatura máxima de 500 °C. Este proceso se realiza a medida que el fluido circula por los tubos absorbedores de un lazo de captadores cilindroparabólicos de 1000 m de longitud y 5000 m<sup>2</sup> aprox. de superficie de captación solar. En el sistema de balance de planta sobrecalentado se condensa, procesa y se utiliza de nuevo como agua de alimentación para el campo solar (funcionamiento en ciclo cerrado).

La planta en su conjunto posee un alto grado de flexibilidad de operación, desde muy bajas presiones hasta 100 bar. Además está equipada con un completo sistema de válvulas que permite la configuración del campo solar en modo *recirculación* (zonas de evaporación y sobrecalentamiento perfectamente diferenciadas), en modo *once-through* (el separador intermedio de agua-vapor y la bomba de recirculación situados en el campo solar no se utilizan en este modo de funcionamiento ya que se conecta directamente la salida de la sección de evaporación con la entrada de la sección de sobrecalentamiento), y en el modo *inyección* (parte del agua de alimentación se inyecta en diversos puntos a lo largo de la zona de evaporación del lazo de captadores cilindroparabólicos).

- √ *Lazo de ensayos de gases presurizados en captadores cilindroparabólicos (Lazo GAS)*. Estudio de gases a presión como fluidos de trabajo en captadores cilindroparabólicos, que no se hayan estudiado hasta el momento, evaluando su comportamiento bajo diversas condiciones reales de operación.

La planta piloto es capaz de trabajar a presiones de hasta 100 bar y temperaturas de 500 °C con un caudal de 1,2 kg/s.

Consta de dos captadores cilindroparabólicos con una superficie total de captación por colector de 274,2 m<sup>2</sup> y una longitud de 50 m cada uno que están conectados para trabajar en modo serie, un enfriador refrigerado por aire de 400 kW, una soplante accionada por un motor de 15 kW para suministrar un caudal suficiente de gas a presión a los captadores solares. Además, está conectada a otra instalación de ensayo de almacenamiento de energía térmica en sales fundidas mediante intercambiador de calor.

**Ciemat**

- √ *Lazo de ensayos para pequeños captadores cilindroparábolicos (CAPSOL)*. Realiza ensayos de captadores solares cilindroparábolicos de pequeño tamaño, con una elevada precisión y bajo condiciones ambientales reales.

Diseñada para operar con agua a presión en un amplio rango de condiciones de operación: temperaturas de fluido desde temperatura ambiental hasta 230 °C, caudales desde 0,3 hasta 2,0 m<sup>3</sup>/h y presiones hasta 25 bar. Permite el ensayo de diferentes orientaciones de captadores y tamaños de los mismos (anchos de apertura hasta 3 m) así como la medida de otros parámetros, como temperatura del fluido en varios puntos del circuito, presión, nivel del depósito, temperatura ambiente, velocidad y dirección de viento... además de la obtención de los parámetros de eficiencia requeridos para la caracterización de un captador cilindroparábolicos de pequeño tamaño.

- √ *Lazo FRESMEDO*. Planta piloto para la demostración de la tecnología de concentración solar "Concentrador Lineal Fresnel".

Esta anexo al lazo de generación directa de vapor DISS y consta de un módulo de 100 m de longitud y 21 m de ancho, con una superficie total de espejo primario de 1.433 m<sup>2</sup>. Esta superficie de espejo se distribuye en 1.200 facetas sobre 25 filas paralelas que abarcan toda la longitud del lazo. Este lazo colector está diseñado para la producción directa de vapor a una presión máxima de 100 bar y una temperatura máxima de 450 °C.

- √ *Banco de ensayos rotatorio para componentes cilindroparábolicos (KONTAS)*. Este banco de ensayos permite la cualificación de todos los componentes de un captador y módulos completos de hasta 20 m de longitud (estructuras, reflectores, receptores, juntas flexibles...). También permite el seguimiento de radiación solar incidente de cualquier ángulo deseado. Está equipado con instrumentación de alta precisión y control para medidas concretas, rápidas y automatizadas.

El módulo captador está conectado a una unidad de calentamiento y refrigeración. Una bomba circula aceite térmico Syltherm 800® como fluido de transferencia de calor (HTF) con un caudal másico similar al de las plantas comerciales. El caudal másico se mide directamente con el principio de medida Coriolis evitando las dudas relativas a la densidad del fluido. La unidad de calentamiento y refrigeración disipa la energía del HTF (fluido de transferencia térmica) captada a través del módulo y asegura una temperatura constante de HTF ( $\pm 1K$ ) a la entrada del captador. Los sensores de medida de temperaturas de entrada y salida son de alta precisión y pueden calibrarse en la planta. Una estación meteorológica de alta precisión aporta datos exactos de radiación solar y velocidad de viento.

- √ *Instalación TCP-100 cilindro parabólico de 2,3 MWth*. Está compuesta por un campo solar de captadores cilindroparábolicos modelo TCP-100 y un tanque de almacenamiento termocline con capacidad de 115 m<sup>3</sup> de aceite. El campo solar está compuesto por 6 captadores cilindroparábolicos instalados en tres lazos paralelos, con dos captadores en serie en cada lazo. Cada captador está compuesto tiene una longitud de 100 m y una anchura de parábola de 5,77 m. La superficie solar total de concentración de cada colector es de 545 m<sup>2</sup>, con una distancia focal de 1,71 m, un factor de interceptación geométrica  $\geq 0,95$  y un pico de eficiencia óptica del 77,5%.

El campo solar está conectado con un tanque de expansión de aceite Syltherm 800® de 10 m<sup>3</sup> con un temperatura máxima de 400°C. La energía térmica puede ser transferida desde el circuito primario del campo solar al tanque de almacenamiento termoclino que utiliza aceite Therminol® 55 con un temperatura máxima de funcionamiento de 300°C.

Esta instalación está especialmente diseñada para el estudio de los sistemas de control de los campos solares de sistemas cilindroparabólicos.

√ *Lazo de ensayos PTTL (Parabolic-Trough Test Loop)*. Se trata de una gran instalación situada en una extensión de terreno de 420 m x 160 m y compuesta por dos campos solares:

- Un campo Norte diseñado para instalar prototipos de captadores cilindroparabólicos con una longitud máxima de 180 m. Se pueden instalar hasta 4 unidades en paralelo en este campo.
- Un campo Sur compuesto por un campo solar de 6 captadores cilindroparabólicos modelo TCP-100 instalados en tres lazos paralelos, con dos captadores en serie en cada lazo, y un tanque de almacenamiento termoclino con capacidad de 115 m<sup>3</sup> de aceite.

Cada captador tiene una longitud de 100 m y una anchura de parábola de 5,77 m. La superficie solar total de concentración de cada colector es de 545 m<sup>2</sup>, con una distancia focal de 1,71 m, un factor de interceptación geométrica  $\geq 0,95$  y un pico de eficiencia óptica del 77,5%.

√ *Lazo de ensayos PROMETEO*. Este lazo de ensayos con captadores cilindroparabólicos de gran apertura permite el estudio de nuevos fluidos de trabajo, aceites térmicos, hasta una temperatura máxima de 450°C.

La instalación está formada por un campo solar con dos captadores cilindroparabólicos de 100 m de longitud y 7,5 m de apertura conectados en serie. En los captadores se pueden instalar receptores con tubos absorbedores de 70 a 90 mm de diámetro. El bloque de balance de planta consta de un equipo de circulación de aceite térmico, tanque de expansión y aerofriador para disipar la energía térmica que se genera en el campo solar.

La instalación está formada por un campo solar con dos captadores cilindroparabólicos de 100 m de longitud y 7,5 m de apertura conectados en serie. En los captadores se pueden instalar receptores con tubos absorbedores de 70 a 90 mm de diámetro. El bloque de balance de planta consta de un equipo de circulación de aceite térmico, tanque de expansión y aerofriador para disipar la energía térmica que se genera en el campo solar.

El fluido térmico utilizado actualmente en la instalación es un aceite siliconado que permite la operación del sistema hasta una temperatura máxima de 425°C en la salida del campo solar.

Todas las plantas piloto tienen su propio sistema de control y adquisición y registro de datos, y un completo equipamiento de sensores y actuadores (válvulas, equipo de bombeo, enfriadores, etc) gracias a los cuales se controlan los parámetros de operación manteniendo el sistema siempre en condiciones de operación seguras.

**Ciemat**