

Capítulo 2

Captador Solar Fresnel

Los captadores Fresnel para aplicaciones térmicas de media temperatura a nivel de edificio, están todavía en una fase experimental, aunque ya hay algunos captadores en una fase avanzada de prototipo y que en un futuro próximo podrían ser una opción comercial. Se estima que la reducción de costes, gracias al uso de la tecnología Fresnel, es de un 50%, si lo comparamos con otras técnicas.

En este capítulo, hablaremos en primer lugar del funcionamiento y ventajas de este tipo de tecnología de captación solar, para después describir detalladamente el campo solar Fresnel situado en la azotea de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla.

2.1. La tecnología de captación solar Fresnel

Los sistemas de concentración solar Fresnel, son una nueva tecnología que pretende abrirse camino en competencia directa con los captadores de tipo cilindro-parabólicos. Son *sistemas de foco lineal*, es decir, concentran la radiación solar a lo largo de una línea, que corresponde a un tubo de absorción por el que circula un fluido térmico.

2.1.1. Principio de funcionamiento

El sistema concentrador está constituido por superficies reflectoras con un elevado radio de curvatura que interceptan, concentran y reflejan la radiación solar dirigiéndola hacia el tubo receptor, situado en un plano diferente al de reflexión. Como el objetivo es concentrar los rayos solares sobre la superficie del receptor, el sistema concentrador debe disponer de un mecanismo de control que le permita seguir la trayectoria del sol de modo que siempre se encuentre enfocado hacia él. Una vez que la radiación concentrada llega al receptor, éste la convierte en energía térmica mediante una transferencia de energía al fluido de trabajo.

Los elementos que constituyen este captador son los siguientes:

- Concentradores reflectores de la radiación solar planos, (ligeramente curvados elásticamente en frío).
- Receptor, formado por un tubo o varios tubos absorbedores, con o sin cubierta. El receptor se encuentra en un plano paralelo y superior a los concentradores planos. Por el interior de los tubos absorbedores circula el fluido caloportador.
- Estructura portante del conjunto.
- Mecanismos de seguimiento solar de los concentradores. En este tipo de captadores, cada concentrador se mueve de forma independiente.

En la Ilustración 2, se pueden observar los diferentes elementos descritos.

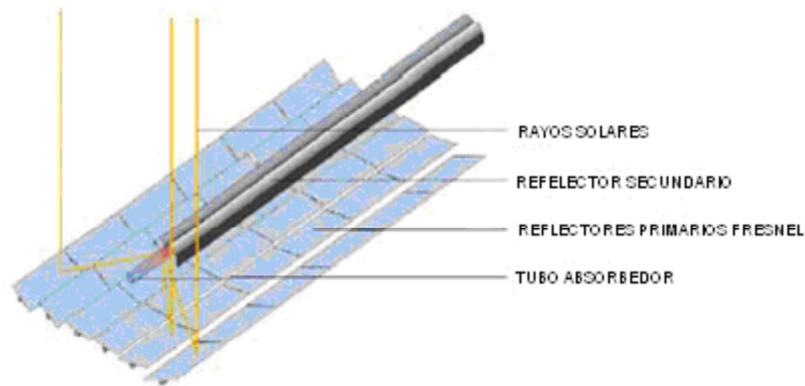


Ilustración 2. Esquema de un captador solar tipo Fresnel

2.1.2. Ventajas del uso de captadores tipo Fresnel

Las ventajas de uso de los captadores solares tipo Fresnel en comparación con los captadores cilindro-parabólicos, se explican a continuación:

- Espejos y sistema de seguimiento de bajo coste.
- Tubo absorbedor fijo, no se necesitan juntas de alta presión flexibles.
- No se necesitan tubos de vacío.
- No se necesitan codos de expansión (el absorbedor está libre por un extremo para dilatarse).
- Reflectores planos y situados cerca del suelo, reduciendo las cargas de viento.
- Uso eficiente del suelo, las filas de colectores pueden situarse cerca una de la otra.
- Fácil acceso a las partes móviles y superficiales.

2.2. Descripción del campo Fresnel de la E.S.I.

El sistema de captación instalado en la Escuela de Ingenieros, Ilustración 3, está conectado a una máquina de absorción de doble efecto para formar una planta piloto experimental de refrigeración solar. El agua que se calienta por medio de la energía solar, es introducida en la máquina de absorción para producir frío con el objetivo de refrigerar el edificio.

Las coordenadas generales para la instalación son de $37,41^\circ$ de latitud y de 6° de longitud oeste. El campo solar está situado paralelo a la fachada sur del edificio, pero esta fachada no está orientada puramente al sur, sino que tiene una desviación de $12^\circ 3' 1''$ hacia el Oeste.



Ilustración 3. Panorámica de la instalación

La siguiente tabla presenta las características principales del sistema de captación. Las magnitudes aquí presentadas serán utilizadas para realizar la evaluación de los datos experimentales de la planta piloto y para la determinación de sus prestaciones energéticas.

Extensión de terreno ocupada	480 m ²
Superficie reflectora total	352 m ²
Orientación planta	Este - Oeste
Número de líneas receptoras	1
Longitud línea receptor	64 m
Tipo de receptor	De cavidad con reflector secundario y cubierta de vidrio
Altura línea receptor	4 metros sobre los espejos
Anchura receptor	0,3 metros
Tipo absorbedor	Tubo de acero DIN 1.4541 (AISI 321): Acero inoxidable austenítico estabilizado
Fluido de trabajo	Agua
Generación de vapor	No
Presión de diseño	13 bar
Número de filas de reflectores por línea de absorbedor	22 filas
Longitud de cada módulo reflector	4 metros
Anchura reflector	0,5 metros
Número total de reflectores	176
Reflectividad	0,92
Relación de concentración	25

Tabla 1. Características del sistema de captación de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla

A continuación se explican cada uno de los elementos que componen el captador:

Estructura de acero

La estructura de acero recubierta con pintura en polvo sostiene los espejos y sus cojinetes, así como el tubo de absorción y el reflector secundario. La estructura marca los límites del área de espejos (Ilustración 4).



Ilustración 4. Estructura de acero del colector solar

Espejos reflectores

Los espejos primarios están hechos de vidrios de seguridad ligeramente curvados elásticamente (con un radio de curvatura entre 8,6 – 10,6 m) y pegados a la estructura soporte, que es movida por un mecanismo de arrastre. Dicho mecanismo forma parte del sistema de seguimiento solar y funciona de modo autónomo. En la Ilustración 5, se observa el conjunto de espejos en posición de seguimiento, y en posición de stand-by.

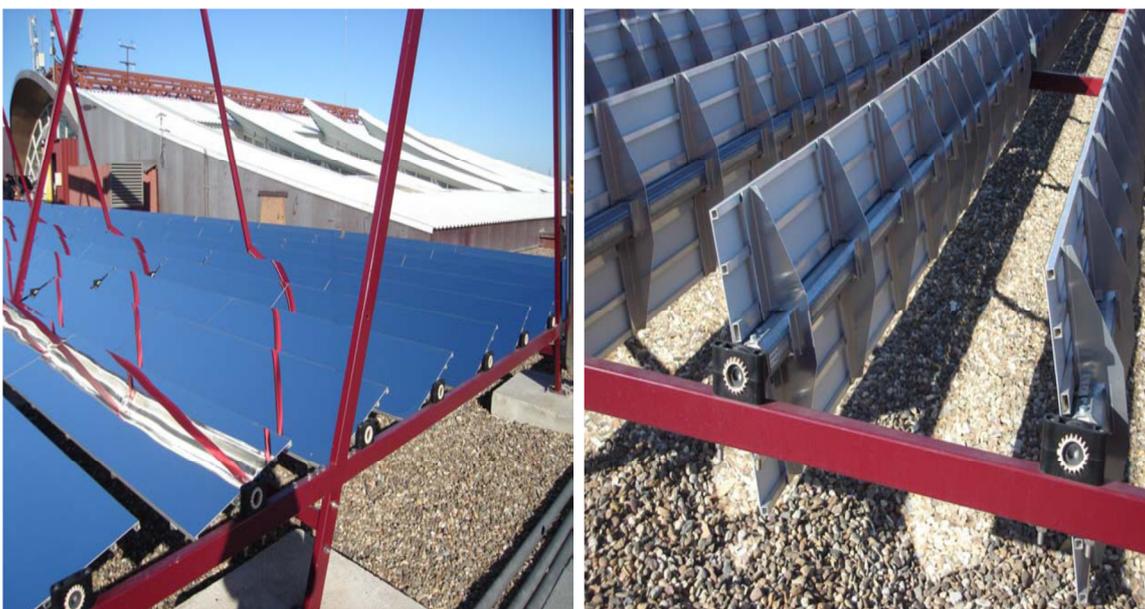


Ilustración 5. Espejos reflectores en posición de seguimiento (izquierda) y en posición de resguardo (derecha)

Mecanismo de arrastre

La transmisión de energía del motor impulsor, ver Ilustración 6, es liberada por una correa (poly V), con una reducción de velocidad de aproximadamente 1:2,8 en la polea de salida. Cada mecanismo de arrastre mueve ocho espejos de una fila, cuatro en cada lado.



Ilustración 6. Mecanismo de arrastre

Reflector secundario

El reflector secundario (Ilustración 7) consiste en una envolvente delgada de metal y un espejo (reflectividad nominal: 0,77) montado dentro de dicha cubierta. Su misión es reflejar la radiación solar que no incide directamente sobre el receptor desde los espejos primarios, optimizando de este modo la eficiencia óptica del sistema. Además, protege al tubo receptor.

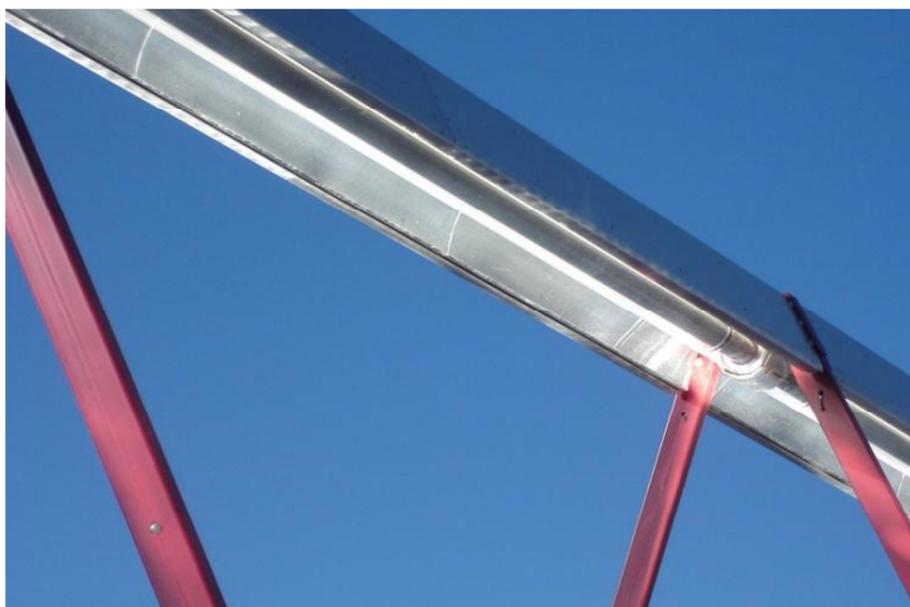


Ilustración 7. Reflector secundario

Las dimensiones y propiedades del reflector secundario se recogen en la siguiente tabla:

Absortividad	0,1
Emisividad	0,1
Conductividad	20 W/m.K
Longitud	64 metros
Diámetro exterior	165 mm
Espesor	5 mm

Tabla 2. Dimensiones y propiedades del reflector secundario

Tubo receptor

El absorbedor es un tubo soldado que consta de un receptor SCHOTT PTR[®] 70, con una absortividad nominal de 0,94. En los extremos del sistema del tubo hay bridas DN 50 (DIN 2633, PN16) para conectar el captador solar con el resto del circuito hidráulico. La temperatura en el circuito hidráulico está limitada a un máximo de 200 °C y la presión a un máximo de 16 bares. La presión estándar de operación está limitada a 13 bares, y la válvula de liberación de presión está ajustada a 16 bares. El caudal nominal de agua será de 13 m³/h.

El tubo absorbedor se encuentra rodeado por una cubierta de vidrio para asegurar el vacío entre ambos. El conjunto, tubo absorbedor y vidrio, conforman el tubo receptor (Ilustración 8).

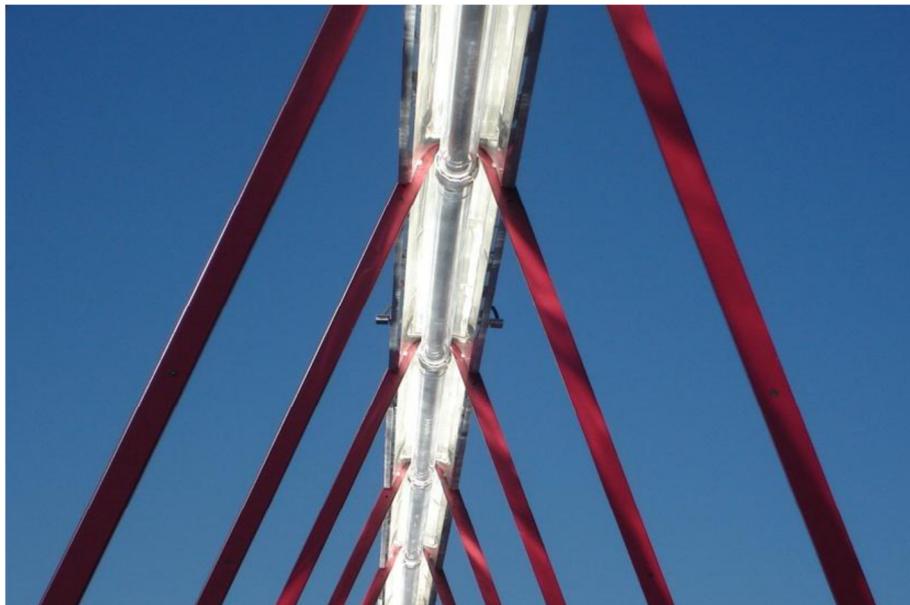


Ilustración 8. Tubo de absorción con cubierta de vidrio

Las dimensiones y propiedades del tubo receptor se recogen en la siguiente tabla:

PROPIEDADES	TUBO ABSORBEDOR	CUBIERTA DE VIDRIO
Emisividad	0,14	0,10
Absortividad	0,94	0,06
Transmisividad	-	0,96
Conductividad	16,3 W/m.k	0,8 W/m.k
Diámetro exterior	70 mm	125 mm
Espesor	2,1 mm	3 mm
Longitud	64 m	64 m

Tabla 3. Propiedades y dimensiones del tubo receptor

Sensores

- **Potenciómetro:** Cada fila de espejos está equipada con un potenciómetro para determinar la posición actual de las filas de espejos (los sensores se colocan junto a los mecanismos de arrastre). Las lecturas del sensor son transmitidas por medio de un CAN bus (CANOpen) al controlador. Se instala una interfaz analog/CAN para cada potenciómetro.
- **Sensor solar:** Para la calibración automática opcional de las filas de los espejos, se han montado sensores solares a cada lado del receptor, los cuales detectan líneas focales no centradas de los espejos primarios. Cada sensor solar consiste en un módulo PV que es sellado en un estuche de aluminio. Una interfaz CAN de cuatro canales transfiere el valor medido (V) al controlador en el armario de interruptores. Los sensores (Ilustración 9 izquierda) están montados fuera del concentrador para evitar su sobrecalentamiento.
- **Sensor de temperatura:** Para monitorizar las temperaturas, se ha instalado un sensor PT100 a la entrada y a la salida del tubo de absorción. Si la temperatura se eleva por encima de la temperatura máxima definida, el controlador comenzará a desenfocar las filas de espejos. El sensor (Ilustración 9 derecha) está conectado al sistema de control por medio de un bus CAN.



Ilustración 9. Sensor solar (izquierda) y Sensor de temperatura (derecha)