



# LINEAR FRESNEL

---

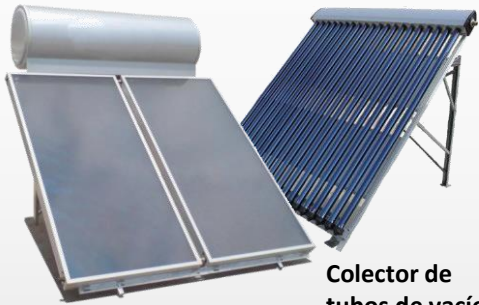
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA  
MEDIA TEMPERATURA

**INERSUR**  
INICIATIVAS ENERGÉTICAS DEL SUR



# ANTECEDENTES

# SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR PARA USO TÉRMICO



Colector plano

Colector de  
tubos de vacío

**< 80°C – 90 °C**

- Rendimiento cae al elevar  $T^a$  de trabajo
- $T^a$  de salida de 45 a 90 °C
- Bajo coste



**90°C – 250°C**



**>250°C**

- Necesita radiación directa
- $T^a$  de salida más de 250 °C
- Alto coste de inversión y operación

**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

# OBJETIVOS

# OBJETIVOS GENERALES DEL PROYECTO

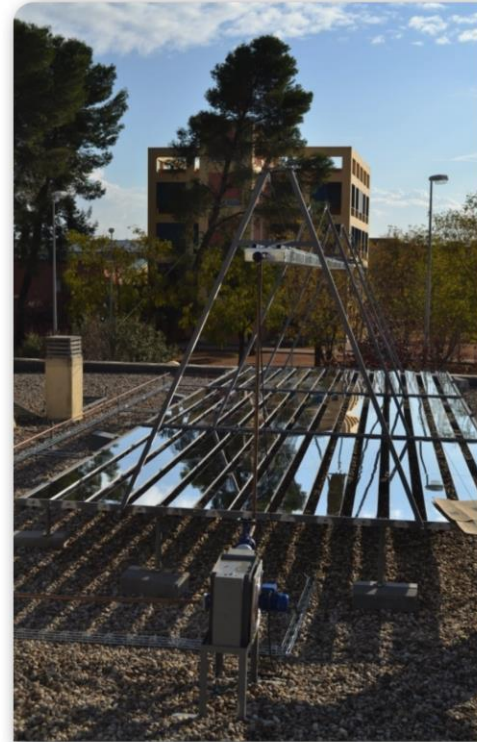
- Alcanzar prestigio y diferenciación a través de I+D
- Iniciar nueva línea de negocio para crecer como empresa
- Superar el reto tecnológico: aplicar energía solar a uso industrial a coste reducido
- Diseñar una solución técnica y económicamente sostenible

---

**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

# OJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ligero (máximo 30 kg/m<sup>2</sup>)
- Reducido mantenimiento
- Carga de viento baja
- Rango de temperaturas 90° a 250 ° C
- Bajo coste de construcción, montaje y puesta en marcha
- Generación de vapor o fluido térmico

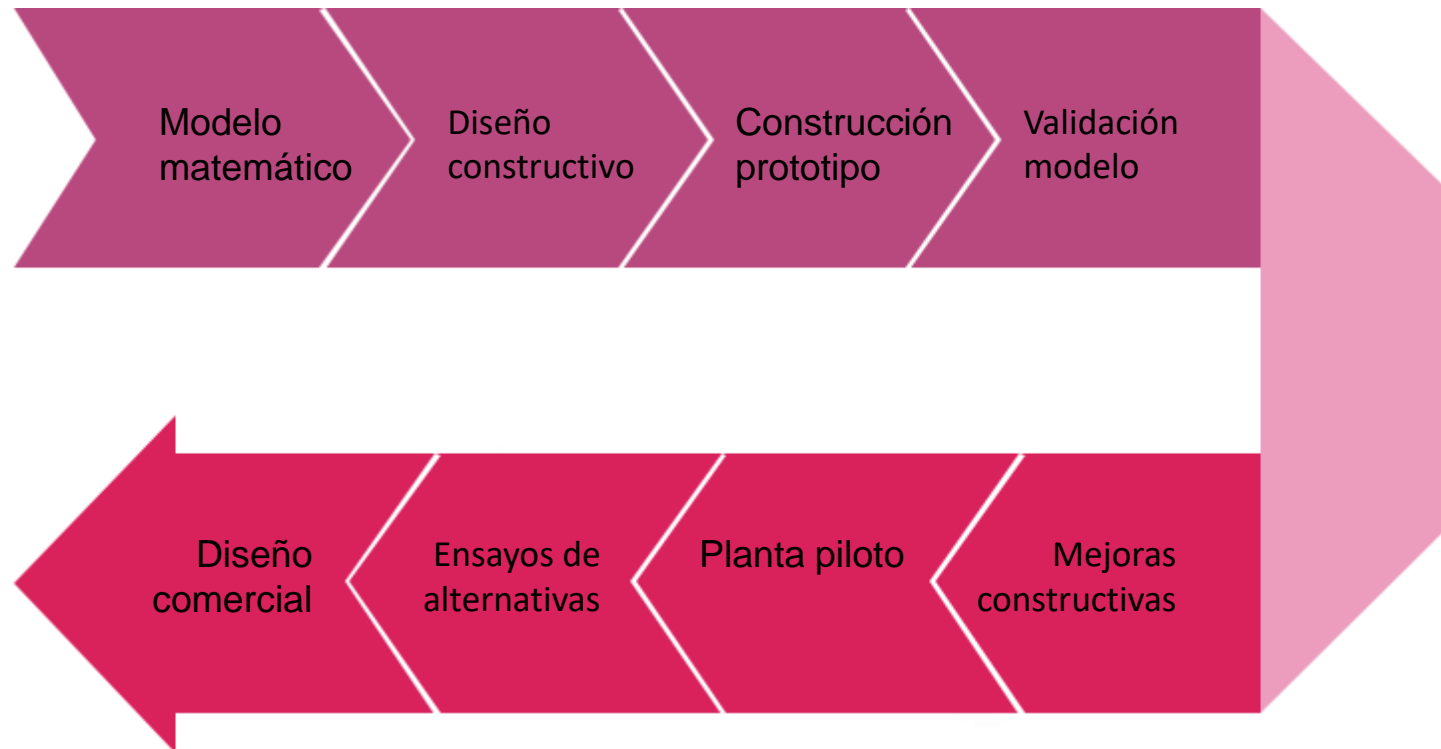


**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

# FASES Y RESULTADOS



# FASES DEL PROYECTO



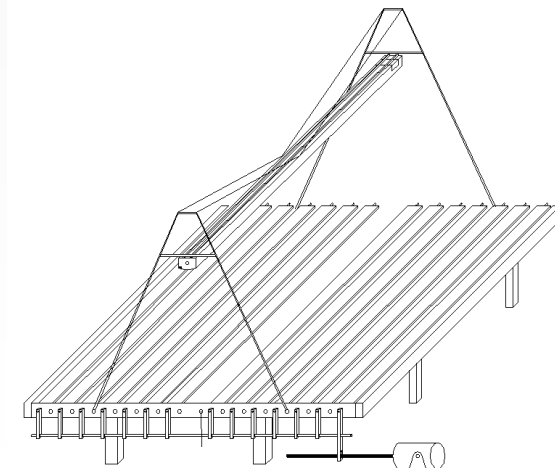
**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

# DISEÑO: REFLECTOR

- Dimensiones módulo básico: 4000x4000 mm
- Material: Acero al carbono y acero galvanizado en caliente (soporte espejos). Planta piloto en acero inoxidable.

Numero de espejos: 14

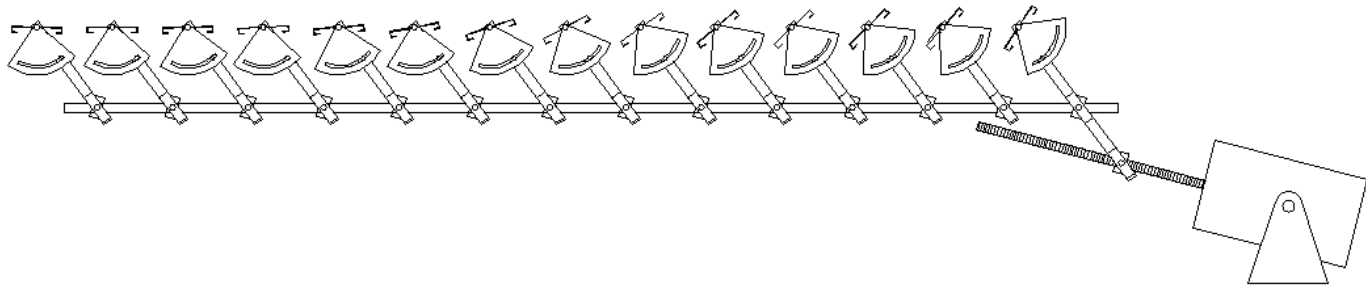
- Dimensiones espejo: 2000x200 mm
- Tipo espejo: Plano alta reflectividad
- Altura total: 2,6 m



**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

# DISEÑO: SEGUIDOR

- Accionamiento: Solidario
- Motor: Paso a paso con alto grado de reducción
- Control: Algoritmo propio sobre PLC con realimentación mediante LDR sobre absorbedor

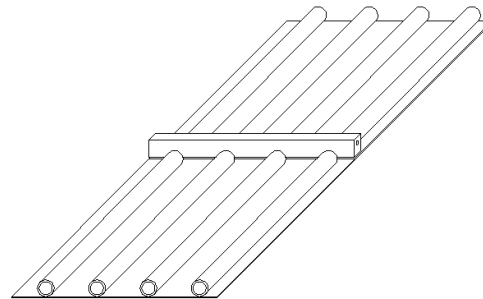
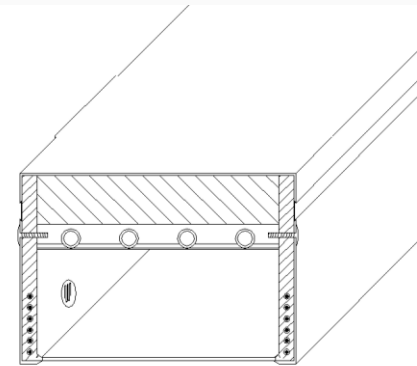


**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA



# DISEÑO: ABSORVEDOR

- Tipo: Plano multitubular
- Material: Superficie selectiva de cobre con soldadura ultrasónica
- Cofre: Chapa de acero plegada (en planta piloto, perfil de aluminio extrusionado)
- Cierre: Vidrio plano alta transmitancia



**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

# PROTOTIPO: Campus de Rabanales (Córdoba)

- N° de módulos en serie: 3
- Superficie ocupada: 60 m<sup>2</sup>
- Superficie de reflexión: 33,6 m<sup>2</sup>
- Altura total: 2,6 m
- Fluido de trabajo: Agua sobrecalentada a 6 bar
- Potencia térmica pico: 18,5 kW
- Producción energética: 23.310 kWh/año (energía útil)
- Datos geográficos: 37° 54' N 4° 42' W



**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

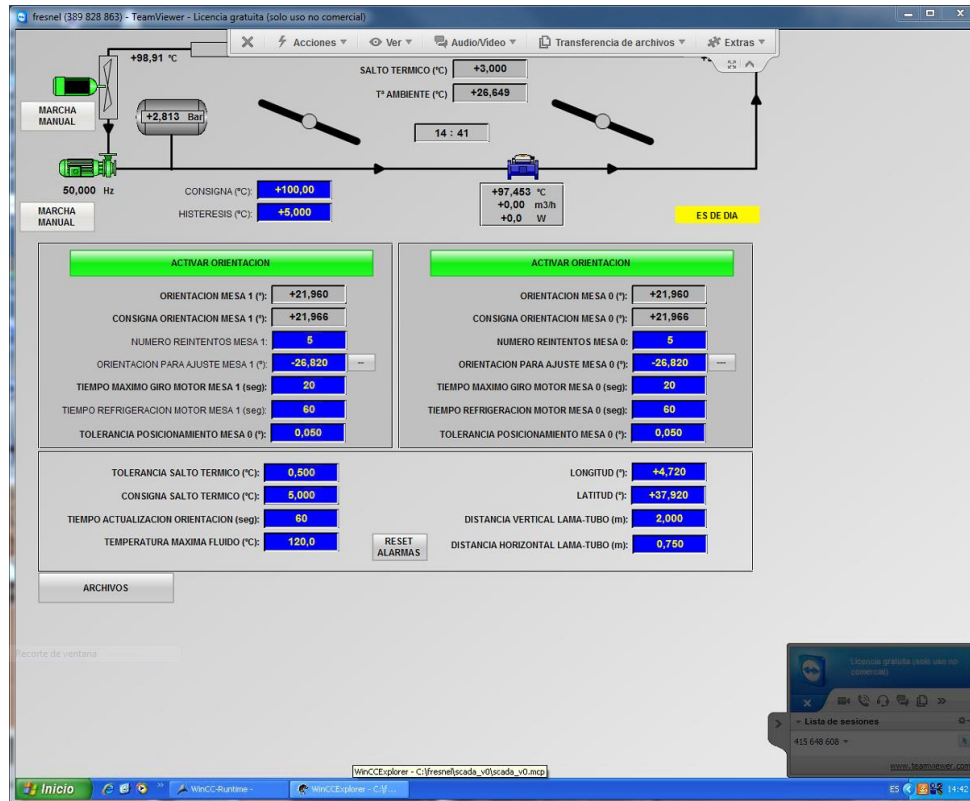
# DETALLES DE LA INSTALACIÓN

## PROTOTIPO



**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

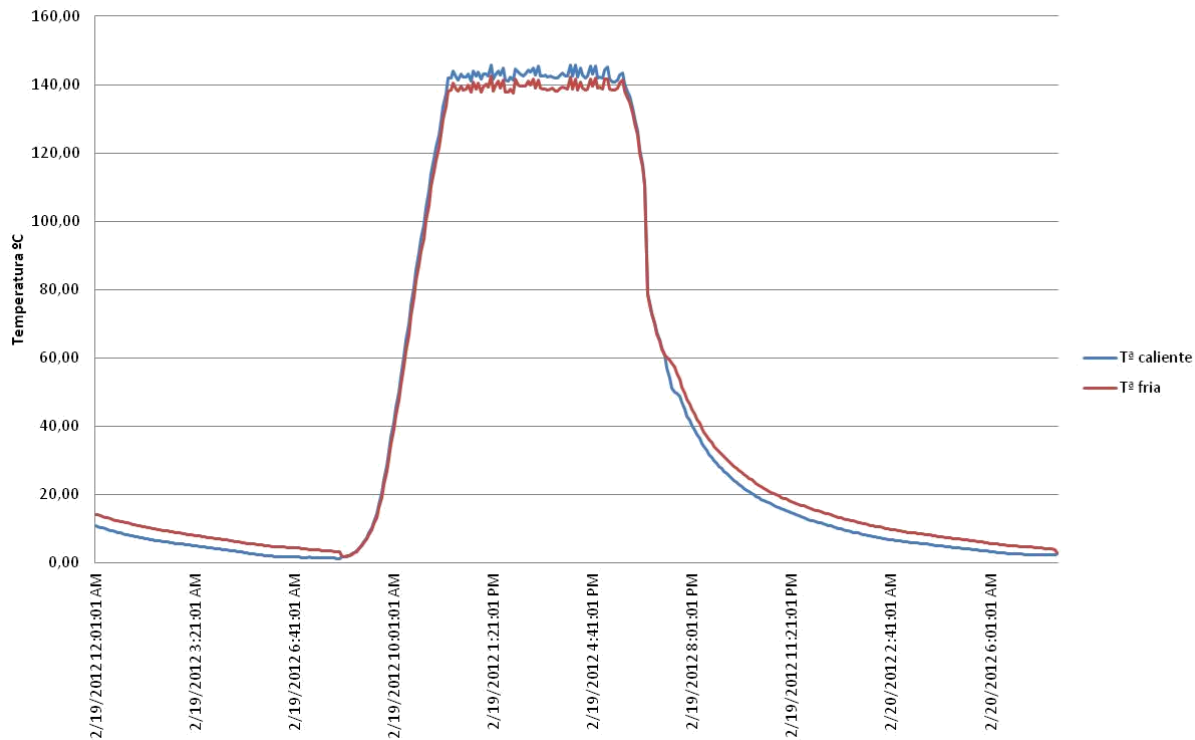
# PROTOTIPO: MONITORIZACIÓN Y TELECONTROL



**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

# PROTOTIPO: RESULTADOS

Evolución de temperaturas día medio febrero



- Estabilidad de funcionamiento durante todas las horas de radiación solar.
- Entrada en máximo régimen de producción muy rápida.

**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

# PRESTACIONES DEL SISTEMA

Tipo:	Linear Fresnel
Módulo básico:	4x4 m con 14 espejos, escalable en serie.
Reflector:	Espejo de vidrio de alta reflectividad con tto. epoxi para intemperie
Estructura:	Acero galvanizado en caliente
Absorbedor:	Colector plano con superficie selectiva de alto rendimiento
Altura total:	2,6 m
Peso:	25 kg/m <sup>2</sup>
Fluido de trabajo:	Hasta 160°C Agua presurizada a 8 bar Hasta 250°C Aceite térmico
Potencia térmica:	Entre 50 y 1000 kW
Rendimiento máximo:	550 W/m <sup>2</sup> de superficie colectora 375 W/m <sup>2</sup> de superficie ocupada
Producción energética:	1260 kWh/kW (Azimut 180° Latitud 38° N)

**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

# PLANTA PILOTO



# PLANTA PILOTO

Validación de mejoras respecto al prototipo

Energía térmica para proceso. Condiciones reales de operación.

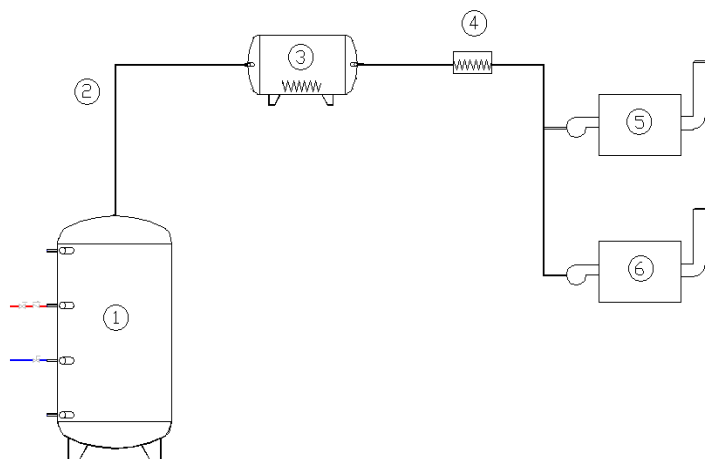
Instalación demostrativa para futuros clientes

Es un hito de inicio para futuras colaboraciones

---

**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

## SITUACIÓN DE PARTIDA



- ① Depósito Fuel 50m<sup>3</sup> Calefactado con retorno de condensados
- ② Tubería Fuel Calefactada con resistencia eléctrica
- ③ Depósito Fuel 1,5m<sup>3</sup> Calefactado con resistencia eléctrica (T<sup>o</sup> = 60°C)
- ④ Precalentador eléctrico (T<sup>o</sup> = 130°C)
- ⑤ Caldera 3 Tm/h 7 bar
- ⑥ Caldera 4 Tm/h 7 bar

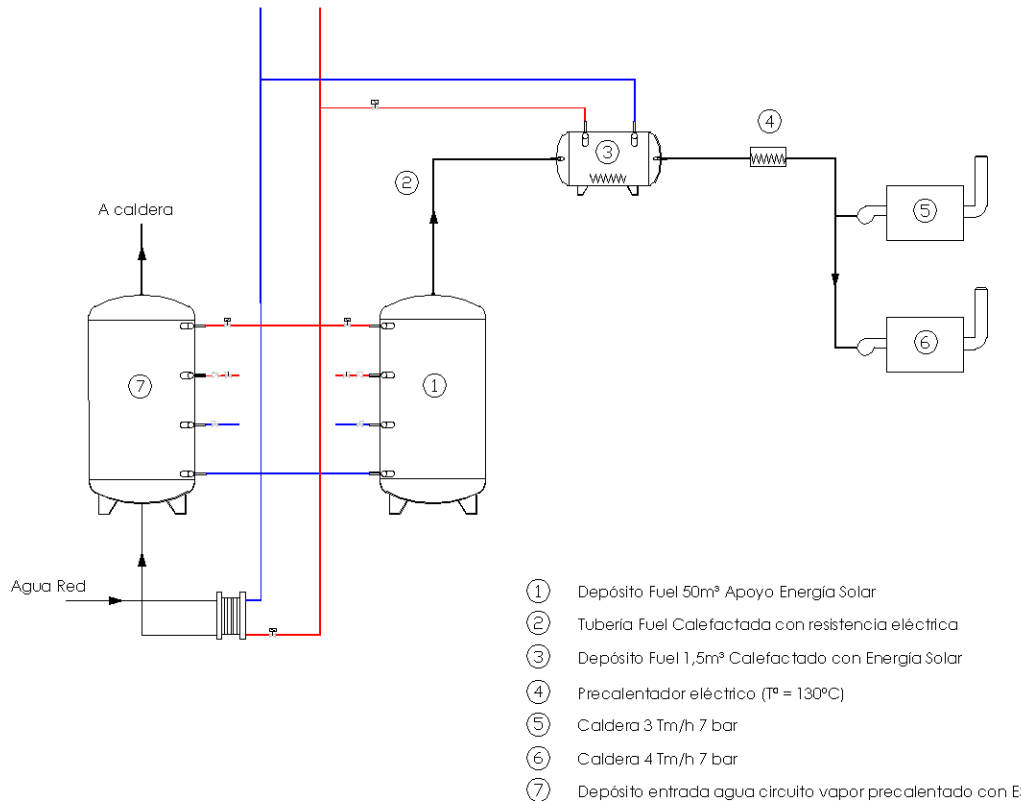
- Demanda térmica:
- Calefacción del fuel oil mediante resistencias eléctricas: en conducciones, a 60 °C en depósito previo a calderas y a 130 °C entrada a calderas

2 Calderas para generación de vapor, por combustión de fuel oil

■ Agua caliente para limpieza

**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

## SITUACIÓN FINAL



- Aporte solar:
- 56 kWp instalados
- Apoyo a calefacción del fuel oil
- Precalentamiento del agua de aporte a calderas
- Excedente para agua caliente para limpieza

**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

## SITUACIÓN FINAL

- 89 m<sup>2</sup> SUPERFICIE REFLECTORA PRIMARIA
- 32 m ABSORBEDOR PLANO DE 32 cm DE ANCHURA
- ACCIONAMIENTO DEL SEGUIDOR: 4 MOTORES DE 7 W
- FLUIDO: AGUA SOBRECALENTADA
- TEMPERATURA DE TRABAJO: 130 °C

---

**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

## PROCESO CONSTRUCTIVO

NIVELACIÓN



**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

## PROCESO CONSTRUCTIVO

ESTRUCTURA



**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

## PROCESO CONSTRUCTIVO

REFLECTOR PRIMARIO



**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

## PROCESO CONSTRUCTIVO

PLANTA TERMINADA



**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA



## PROCESO CONSTRUCTIVO

PLANTA TERMINADA



**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

## CONCLUSIONES

### **FORTALEZAS DEL SISTEMA ACTUAL:**

- **ACCIONAMIENTO DEL REFLECTOR PRIMARIO**
- **SEGUIDOR Y PRECISIÓN EN EL ENFOQUE**
- **COSTE DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN**

---

**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

## CONCLUSIONES

### DEBILIDADES DEL SISTEMA ACTUAL:

- **ABSORBEDOR**
- **TRATAMIENTO Y MONTAJE DE LOS ESPEJOS DEL PRIMARIO**

## ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

- **REDISEÑO DE ABSORBEDOR COMPUESTO POR TUBO DE VACÍO COMERCIAL Y REFLECTOR SECUNDARIO**
- **RE-ESCALADO DEL SISTEMA A 2:1 (ACCESO A ESPEJOS TRATADOS PARA INTEMPERIE)**

---

**LINEAR FRESNEL** PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA MEDIA TEMPERATURA

**INERSUR**  
INICIATIVAS ENERGÉTICAS DEL SUR

