



**CONAMA10**  
CONGRESO NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

PONENCIA

## **Innovación en Energía Solar Termoeléctrica**

Autor: Eduardo Zarza Moya

Cargo: Jefe de Unidad de Sistemas de Concentración Solar

Institución: Plataforma Solar de Almería (PSA)



# CONAMA 2010

## Sesión Técnica sobre Innovación y Nuevas Tecnologías en Ahorro, Eficiencia Energética y Energías Renovables

### INNOVACIÓN EN ENERGÍA SOLAR TERMOELÉCTRICA

Eduardo Zarza Moya  
CIEMAT-PSA  
(e-mail: eduardo.zarza@psa.es)

*Innovación en Energía Solar Termoeléctrica*      *CONAMA 2010*      *Madrid, 24 de noviembre de 2010*      Slide 1

## Innovación en Energía Solar Termoeléctrica



### Contenido

- ➡ Introducción
- ➡ Retos actuales de I+D más importantes
- ➡ Medidas de acompañamiento necesarias

*Innovación en Energía Solar Termoeléctrica*      *CONAMA 2010*      *Madrid, 24 de noviembre de 2010*      Slide 2



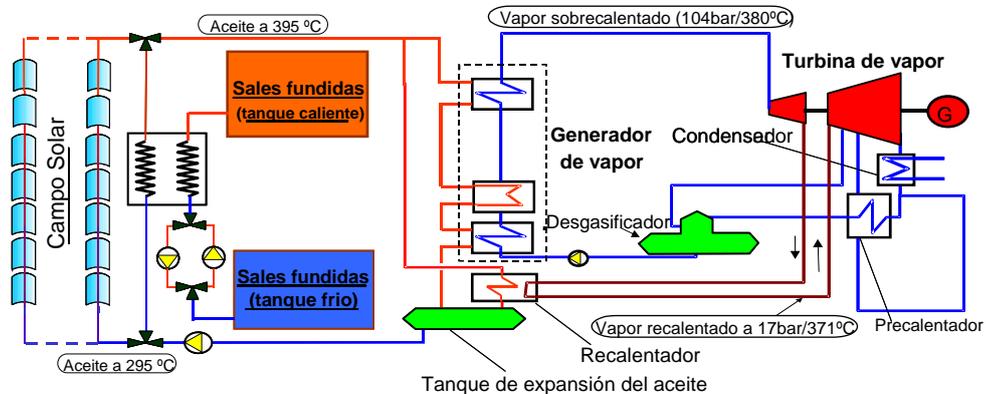
## Algunas reflexiones sobre la situación actual de la tecnología

- Está teniendo lugar, especialmente en España, un importante despliegue comercial de las plantas solares termoeléctricas



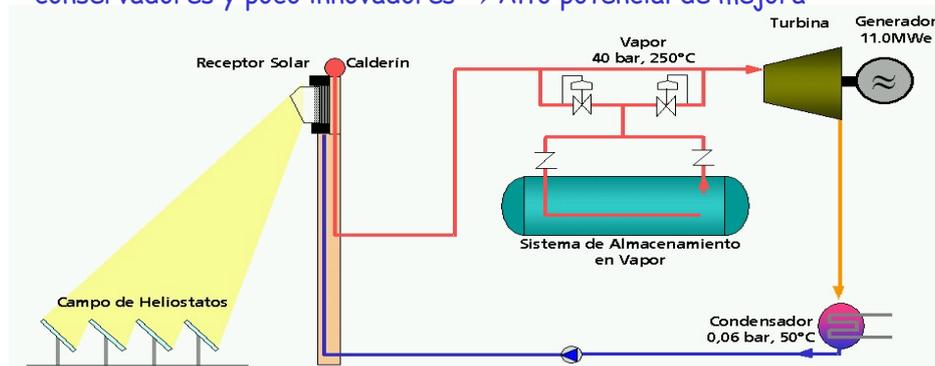
## Algunas reflexiones sobre la situación actual de la tecnología

- Está teniendo lugar, especialmente en España, un importante despliegue comercial de las plantas solares termoeléctricas
- La generación actual de plantas solares termoeléctricas está fundamentalmente basada en esquemas y componentes tecnológicamente conservadores y poco innovadores



## Algunas reflexiones sobre la situación actual de la tecnología

- Está teniendo lugar, especialmente en España, un importante despliegue comercial de las plantas solares termoeléctricas
- La generación actual de plantas solares termoeléctricas está fundamentalmente basada en esquemas y componentes tecnológicamente conservadores y poco innovadores → Alto potencial de mejora



**Esquema de las plantas comerciales de receptor central actuales en España**

## Algunas reflexiones sobre la situación actual de la tecnología

- Está teniendo lugar, especialmente en España, un importante despliegue comercial de las plantas solares termoeléctricas
- La generación actual de plantas solares termoeléctricas está fundamentalmente basada en esquemas y componentes tecnológicamente conservadores y poco innovadores → Alto potencial de mejora
- Las plantas solares termoeléctricas actuales resultan rentables gracias a los incentivos en forma de primas o desgravaciones fiscales que se le conceden
- Todo parece indicar que las actuales ayudas que en los diversos países existen se irán reduciendo paulatinamente

### CONCLUSIÓN

Es necesario un importante esfuerzo de I+D+i en la tecnología de las plantas solares termoeléctricas si deseamos que siga expandiéndose comercialmente y desarrollar todo su potencial para llegar a ser un importante pilar de un nuevo mercado energético más sostenible.

### Contenido

- Introducción
- Retos actuales de I+D más importantes
- Medidas de acompañamiento necesarias

## Retos actuales de I+D

Las plantas solares termoeléctricas tienen que mejorar su sostenibilidad medioambiental y aumentar su competitividad frente a las plantas eléctricas convencionales. Los cuatro requisitos principales para lograr estos objetivos son:

- Reducción de costes
- Mayor gestionabilidad
- Mejorar la modularidad
- Mejorar la sostenibilidad medioambiental

Se deben definir y desarrollar programas adecuados de I+D que acometan los retos tecnológicos asociados a estos requisitos, lo cual permitirá continuar con la implantación comercial a gran escala de las plantas solares termoeléctricas

## Retos para la Reducción de Costes



Los retos existentes para conseguir una reducción de los costes finales de la electricidad generada son:

- **Mejora de los procesos de fabricación y de los diseños de componentes**
  - Producción masiva de componentes → automatización de los procesos
  - Nuevos diseños de estructuras (heliostatos, colectores cilindro parabólicos, discos parabólicos, fresnel, .) especialmente concebidos para reducir la cantidad de mano de obra requerida, tanto para la fabricación como para el montaje en campo

## Retos para la Reducción de Costes



Los retos existentes para conseguir una reducción de los costes finales de la electricidad generada son:

- **Mejora de los procesos de fabricación y de los diseños de componentes**
  - Producción masiva de componentes → automatización de los procesos
  - Nuevos diseños de estructuras (heliostatos, colectores cilindro parabólicos, discos parabólicos, fresnel, .) especialmente concebidos para reducir la cantidad de mano de obra requerida, tanto para la fabricación como para el montaje en campo



Diseño SkyFuel (EEUU)



Diseño AlbiasaTrough (España)

## Retos para la Reducción de Costes

Los restos existentes para conseguir una reducción de los costes finales de la electricidad generada son:

- **Mejora de los procesos de fabricación y de los diseños de componentes**
  - Producción masiva de componentes → automatización de los procesos
  - Nuevos diseños de estructuras (heliostatos, colectores cilindro parabólicos, discos parabólicos, fresnel, .) especialmente concebidos para reducir la cantidad de mano de obra requerida, tanto para la fabricación como para el montaje en campo



Heliostatos de 14,3 m<sup>2</sup> desarrollados por BrightSource (Israel)

Heliostatos de 1 m<sup>2</sup> desarrollados por E-Solar (EEUU)

## Retos para la Reducción de Costes

Los restos existentes para conseguir una reducción de los costes finales de la electricidad generada son:

- **Mejora de los procesos de fabricación y de los diseños de componentes**
  - Producción masiva de componentes → automatización de los procesos
  - Nuevos diseños de estructuras (heliostatos, colectores cilindro parabólicos, discos parabólicos, fresnel, .) especialmente concebidos para reducir la cantidad de mano de obra requerida, tanto para la fabricación como para el montaje en campo
- **Reducir los gastos de operación y mantenimiento**
  - Desarrollo de nuevos fluidos de trabajo que tengan un menor mantenimiento que el aceite térmico usado actualmente en los colectores cilindro parabólicos

## Retos para la Reducción de Costes



Desarrollo de nuevos fluidos de trabajo que tengan un menor mantenimiento que el aceite térmico usado actualmente en los colectores cilindro parabólicos

### La Planta DISS instalada en la PSA para generar directamente en los colectores vapor a 400°C/100bar



Campo solar DISS (lado Sur)



Vista aérea de la planta DISS

## Retos para la Reducción de Costes



Desarrollo de nuevos fluidos de trabajo que tengan un menor mantenimiento que el aceite térmico usado actualmente en los colectores cilindro parabólicos

### Planta experimental de la PSA con colectores refrigerados por gases a presión (CO<sub>2</sub> a 70 bar)



Vista general de la planta



Colectores en funcionamiento

## Retos para la Reducción de Costes



Desarrollo de nuevos fluidos de trabajo que tengan un menor mantenimiento que el aceite térmico usado actualmente en los colectores cilindro parabólicos

[Planta experimental de ENEA en Casaccia \(Italia\) con sales fundidas utilizando sales fundidas como fluido de trabajo en los colectores](#)



Vista general del campo solar

## Retos para la Reducción de Costes



Los retos existentes para conseguir una reducción de los costes finales de la electricidad generada son:

- **Mejora de los procesos de fabricación y de los diseños de componentes**
  - Producción masiva de componentes → automatización de los procesos
  - Nuevos diseños de estructuras (heliostatos, colectores cilindro parabólicos, discos parabólicos, fresnel, .) especialmente concebidos para reducir la cantidad de mano de obra requerida, tanto para la fabricación como para el montaje en campo
- **Reducir los gastos de operación y mantenimiento**
  - Desarrollo de nuevos fluidos de trabajo que tengan un menor mantenimiento que el aceite térmico usado actualmente en los colectores cilindro parabólicos
  - Desarrollo de componentes (reflectores, tubos receptores y elementos de unión) con menores requerimientos de mantenimiento y menor tasa de roturas y fallos
  - Reducir los gastos de mantenimiento de los Motores Stirling actuales, a partir de diseños innovadores y/o el uso de nuevos materiales que soporten condiciones severas de trabajo (presión, temperatura y fricción)

### Nuevos desarrollos en motores Stirling



Nuevo Disco Stirling de 25 kW (EEUU)



Disco Stirling de 3 kW (EEUU)

### ➤ Mejorar el rendimiento global de la planta

- Receptores para torre que sean duraderos y eficientes, para fluidos líquidos, capaces de trabajar con flujos de hasta  $1 \text{ MW/m}^2$  (nuevos materiales), los cuales permitirían conseguir mayores eficiencias termodinámicas
- Desarrollo de receptores volumétricos de matriz metálica, para usar aire atmosférico como fluido de trabajo
- Desarrollo de receptores de aire comprimido para plantas de torre, duraderos y que permitan un acople directo con ciclos Brayton.
- Nuevos fluidos de trabajo que permitan conseguir mayores temperaturas en cilindro parabólicos (generación directa de vapor, gases comprimidos..)
- Tubos receptores eficientes y duraderos para trabajar a temperaturas del orden de los  $500^\circ\text{C}$  con colectores cilindro parabólicos
- Desarrollo de turbo-maquinaria específica para plantas solares termoelectricas, en un amplio rango de potencias nominales

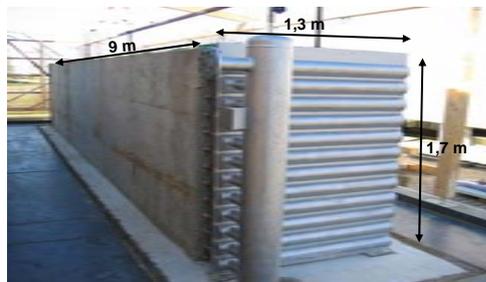
## Retos para la Reducción de Costes

- Desarrollar plantas con potencias unitarias superiores a los 50 MWe
  - Aparte de resolver el actual impedimento legal que existe en algunos países, sería necesario desarrollar conceptos modulares del campo solar que minimizaran las pérdidas parásitas por bombeo.
- Aumento del número de horas de operación de las plantas
  - Mejorar los actuales sistemas de almacenamiento térmico en calor sensible basados en sales fundidas (componentes con alta durabilidad y fiabilidad)
  - Desarrollar nuevos y rentables sistemas de almacenamiento térmico, tanto para calor sensible como latente (cambio de fase). Nuevos conceptos y nuevos materiales

## Retos para la Reducción de Costes

Desarrollar nuevos y rentables sistemas de almacenamiento térmico, tanto para calor sensible como latente (cambio de fase). Nuevos conceptos y nuevos materiales

### Prototipo de sistema de almacenamiento térmico en hormigón (Alemania) (400 kWh de capacidad)



## Retos para la Reducción de Costes

Desarrollar nuevos y rentables sistemas de almacenamiento térmico, tanto para calor sensible como latente (cambio de fase). Nuevos conceptos y nuevos materiales

### Prototipos de almacenamiento mediante cambio de fase (PCM)



Prototipo de 200 kWh diseñado en el proyecto europeo DISTOR



Prototipo de 700 kWh diseñado en el proyecto REALDISS

## Retos para la Reducción de Costes

- **Desarrollar plantas con potencias unitarias superiores a los 50 MWe**
  - Aparte de resolver el actual impedimento legal que existe en algunos países, sería necesario desarrollar conceptos modulares del campo solar que minimizaran las pérdidas parásitas por bombeo.
- **Aumento del número de horas de operación de las plantas**
  - Mejorar los actuales sistemas de almacenamiento térmico en calor sensible basados en sales fundidas (componentes con alta durabilidad y fiabilidad)
  - Desarrollar nuevos y rentables sistemas de almacenamiento térmico, tanto para calor sensible como latente (cambio de fase). Nuevos conceptos y nuevos materiales
  - Desarrollar sistemas de almacenamiento termo-químicos,
  - Desarrollar conceptos de almacenamiento electro-químicos basados en nuevas baterías de alta capacidad y eficiencia, para sistemas distribuidos (pequeña potencia)

## Retos para la Mejora de la gestionabilidad



Una de las mayores ventajas que presentan las plantas solares termoeléctricas es su mayor facilidad para conseguir una buena gestionabilidad de la producción.

- **Desarrollo de sistemas de almacenamiento térmico más rentables**
  - Mejorar los actuales sistemas de almacenamiento térmico en calor sensible basados en sales fundidas (componentes con alta durabilidad y fiabilidad)
  - Desarrollar nuevos y rentables sistemas de almacenamiento térmico, tanto para calor sensible como latente (cambio de fase). Nuevos conceptos y nuevos materiales
  - Desarrollar sistemas de almacenamiento termo-químicos
  - Desarrollar conceptos de almacenamiento electro-químicos basados en nuevas baterías de alta capacidad y eficiencia, para sistemas distribuidos (pequeña potencia)
- **Buena predictibilidad de la producción eléctrica**
  - Desarrollo de modelos de simulación precisos y contrastados
  - Desarrollo de herramientas fiables de predicción meteorológica

## Retos para mejorar la Modularidad



Hay claras aplicaciones comerciales para sistemas eléctricos distribuidos con pequeñas plantas solares termoeléctricas (zonas con alto coste del terreno, sitios alejados de las líneas eléctricas de distribución, ..), lo que hace atractivo el desarrollo de diseños de plantas solares modulares de pequeña potencia

- **Desarrollo de motores Stirling fiables, rentables y eficientes para pequeñas potencias**
- **Diseños modulares de planta multi-torre de pequeño tamaño, en el rango de potencias 100 kWe – 5 MWe**
  - Desarrollo de micro turbinas para ciclos Brayton solarizados
  - Desarrollo de pequeños campos de heliostatos altamente automatizados



Planta piloto de torre de 100 kWe (Israel)

## Retos para mejorar la Modularidad



Hay claras aplicaciones comerciales para sistemas eléctricos distribuidos con pequeñas plantas solares termoeléctricas (zonas con alto coste del terreno, sitios alejados de las líneas eléctricas de distribución, ..), lo que hace atractivo el desarrollo de diseños de plantas solares modulares de pequeña potencia

- Desarrollo de motores Stirling fiables, rentables y eficientes para pequeñas potencias
- Diseños modulares de planta multi-torre de pequeño tamaño, en el rango de potencias 100 kWe – 5 MWe
  - Desarrollo de micro turbinas para ciclos Brayton solarizados
  - Desarrollo de pequeños campos de heliostatos altamente automatizados
- Diseño de plantas con cilindro parabólicos de pequeña potencia (100 kWe – 5 MWe)
  - Nuevos diseños de cilindro parabólicos adecuados para campos pequeños
  - Mejorar el acople de ORC con pequeños campos solares para reducir la mano de obra necesaria para su operación y mantenimiento
- Idem para plantas con concentradores lineales Fresnel

## Retos para una mayor sostenibilidad medioambiental



Los lugares con alta insolación suelen tener escasez de agua, lo que aconseja reducir el consumo de agua de las plantas solares termoeléctricas. Adicionalmente es necesario buscar fluidos de trabajo menos agresivos medioambientalmente que el aceite térmico actual

- Reducir el consumo de agua de las plantas solares termoeléctricas
  - Mejorar el rendimiento de los sistemas de refrigeración con aerocondensadores
  - Implementar sistemas duales de refrigeración
  - Desarrollar sistemas con aerocondensador que hagan uso de las menores temperaturas nocturnas mediante el llamado “almacenamiento térmico negativo”
  - Desarrollo de tratamientos anti-suciedad para los reflectores
- Nuevos fluidos de trabajo para colectores cilindro parabólicos medioambientalmente más benignos que los aceites térmicos

## Retos de I+D prioritarios



- Nuevos fluidos de trabajo para colectores cilindro parabólicos medioambientalmente más benignos que los aceites térmicos y con mayores temperaturas de trabajo
- Sistemas de almacenamiento térmico más rentables
- Motores Stirling solarizados con alta fiabilidad y bajo mantenimiento
- Diseños de heliostatos, cilindro parabólicos y Fresnel más económicos
- Reducción del consumo de agua de las plantas solares termoeléctricas
- Tubos absorbedores más económicos sin deterioro de la eficiencia

## Innovación en Energía Solar Termoeléctrica



### Contenido

- Introducción
- Retos actuales de I+D más importantes
- **Medidas de acompañamiento necesarias**

## Condiciones necesarias para acometer de forma eficiente el esfuerzo en I+D+i



- Marco legal estable y adecuadamente planificado, que de confianza y seguridad al sector.
- Mecanismos y procedimientos estables que garanticen una eficaz y fluida comunicación entre los diversos sectores involucrados en el esfuerzo de I+D+i necesario (Gobiernos, U.E., Centros de I+D y sector industrial)
- Diseminación de la tecnología, mediante titulaciones específicas, masters, seminarios, etc., que permitan al sector disponer de profesionales con una adecuada formación para incorporarse de forma eficaz a las diversas parcelas que conforman este sector tecnológico
- Programas, tanto nacionales como europeos, de apoyo a los proyectos de I+D y plantas innovadoras, con dotación presupuestaria adecuada
- Dotar al sector de una normativa específica en cuanto a estandarización.
- Avanzar en la mejora de las interconexiones eléctricas internacionales.