

## Anexo: Espejos

Los espejos en las plantas termosolares suponen uno de los elementos fundamentales, junto con el tubo absorbedor o el receptor, en función de la tecnología, forman el sistema encargado de concentrar la energía solar y de transformar la energía de los rayos solares en la energía térmica.

Es uno de los elementos en los que se está investigando para mejorar su rendimiento y para disminuir los costes de producción de los mismos, ya que el coste de estos es una parte importante de la inversión en una planta termosolar.

### Mejoras en los Espejos

#### Aumento de la Reflectividad

Para aumentar la reflectividad en los espejos las mejoras posibles son:

- Usar espejos de cristal fino con bajo hierro y capa trasera plateada. Para cilindro-parabólico es necesario templar el vidrio para proporcionarle la curvatura necesaria, pero este proceso es actualmente muy caro y necesita de mayores mejoras.
- Uso de espejos de superficie frontal recubierta con sustratos flexibles. Por el momento la resistencia a las condiciones ambientales (durabilidad exterior) es limitada.
- Uso de espejos repelentes de suciedad para mejorar la limpieza de los mismos. La limpieza está requiriendo nuevos materiales y una mejora significativa en los equipos de limpieza y en los métodos.

#### Nuevos Materiales

También se puede pensar en la reducción de costes debido al procesado más barato de espejos. Esto se puede conseguir con nuevos materiales que deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Buena durabilidad a la intemperie.
- Alta reflectividad solar (mayor de un 92%) para longitudes de onda entre 300 y 2.500 nm.
- Buena resistencia mecánica para aguantar los lavados periódicos.
- Bajo coeficiente de suciedad ( $<0,15\%$ , que es el de los espejos de vidrio plateado).

#### Tamaño (Helióstatos)

Además de las características ópticas de los espejos, también influye en el coste el tamaño de los mismos. Esto se puede mejorar en los helióstatos usados en las tecnologías de receptor central (o de torre). Hasta el momento el tamaño de los mismos no supera los  $150 \text{ m}^2$ .

#### Mega-Helióstatos

Una de las posibles mejoras es aumentar el tamaño de los mismos hasta llegar a los  $200 \text{ m}^2$  de superficie reflectante, esto implicaría una reducción de costes del 30% en unos 5 años para tener un pleno desarrollo y una aplicación comercial operativa.

### Hexa-Helióstato

Otra mejora a la versión de helióstato anterior es combinar el gran tamaño del mega-helióstato con una mejora en el sistema de seguimiento. Esta mejora podría llevar a una reducción en el coste de entre 30-60%. Se requieren unos 5 a 10 años de mejoras para poder obtener un desarrollo completo y una implementación comercial, ya que depende del desarrollo de componentes específicos. Estos componentes están basados en actuadores hidráulicos y un sistema de seguimiento nuevo con una elevada precisión.

### Helióstatos Autónomos

Son helióstatos que consiguen moverse de forma autónoma, se está probando con módulos fotovoltaicos para suministrarle la energía eléctrica, por lo que funcionan sin cableado entre ellos ni los componentes derivados. Las ventajas de estos helióstatos frente a los convencionales son:

- Disminución del coste de la infraestructura por la eliminación del cableado.
- Inmunidad a daños debido a ataque de roedores o por caída de rayos.
- Al disponer de suministro independiente no se depende de la red eléctrica.
- Aumento del tamaño del campo solar con facilidad.
- Los límites de operación debido al viento pueden ser establecidos para cada helióstato.

Se espera que el desarrollo de estos helióstatos pueda suceder en unos 5 años y que el potencial en la reducción del coste esté en torno al 30-60%, todo esto con un nivel bajo-medio de riesgo e incertidumbre tecnológica.

### Espejos Fresnel

En lugar de la geometría parabólica se puede plantear los espejos Fresnel como sustitutivo. Las principales ventajas de los colectores lineales Fresnel, en comparación con los cilindro-parabólicos son las siguientes:

- Espejos planos más baratos y sencillo sistema de seguimiento.
- Tubo absorbedor fijo sin necesidad de juntas flexibles de alta presión.
- No se requiere los tubos de vacío ni el sellado vidrio – metal.
- Tubo absorbedor sin la necesidad de la expansión térmica en los lazos.
- Debido a la planaridad del reflector, la carga del viento se reduce sustancialmente de manera que el ancho del reflector para un tubo absorbedor puede ser tres veces el ancho del cilindro- parabólico.
- Debido a la generación directa de vapor no se necesita intercambiador de calor.
- Uso eficiente de la superficie, ya que los colectores se pueden colocar uno junto al otro.

Una de las mayores desventajas de los espejos Fresnel es la notable reducción de la eficiencia entre un 30-40%, lo que tiene que ser compensado por el menor coste de inversión. Por lo tanto, tenemos que tener en cuenta que la reducción de costes de alrededor de un 30-40% para el campo solar en comparación con el cilindro-parabólico es implícita a la reducción de la eficiencia. También se podría reducir costes debido a economía de escala y a un diseño óptimo del colector. Además de la reducción de costes en el campo solar, también hay un ahorro

considerable por los menores costes de operación y mantenimiento. Un objetivo de coste realista para los colectores sería menos de 120 €/m<sup>2</sup>.

### **Resumen**

En la siguiente tabla se muestra de forma esquemática lo comentado anteriormente.

CLASE DE INNOVACIÓN		Fresnel	Mega-helióstatos	Hexa-helióstatos	Superficie frontal de espejos (CCP)	Espejos repelentes suciedad	Helióstatos autónomos
Madurez en términos de	durabilidad y robustez	Medio	Medio	Alto	Medio	Bajo	Alto
	Rendimiento/eficiencia	Medio	Medio	Alto	Medio	Bajo	Alto
Tiempo requerido para desarrollo (alto: >10 años, medio: 5-10, bajo:<5)		Medio	Bajo	Medio	Medio	Alto	Bajo
Dependencia del coste en función de	Producción en masa	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
	Sustitución de componentes	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Avances tecnológicos en fase desarrollo	Alto	Medio	Medio	Alto	Alto	Bajo
	Escalado	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
Potencial reducción de coste (alto >60%, medio: 30-60%, bajo:<30%)		Medio	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Medio
Incertidumbre	Técnica	Alto	Bajo	Medio	Medio	Medio	Bajo
	Económica	Alto	Bajo	Medio	Medio	Alto	Bajo
	Operación	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio
Riesgo	Técnico	Alto	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio
	Económico	Alto	Bajo	Medio	Medio	Alto	Bajo
	Operación	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio

**Durabilidad**

Referido a las garantías a aportar acerca de la reflectividad, la investigación de nuevos formatos debe asegurar el mantenimiento de los valores garantizados por encima de lo contratado.

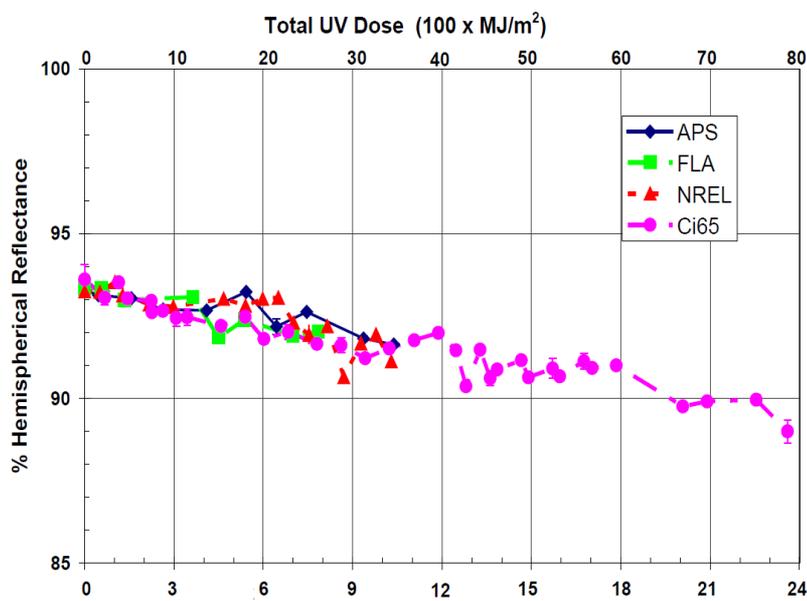


Figura 18. Degradación de la reflectividad de espejos alto contenido en Pb (tipo Flabeg) según atmósfera acelerada

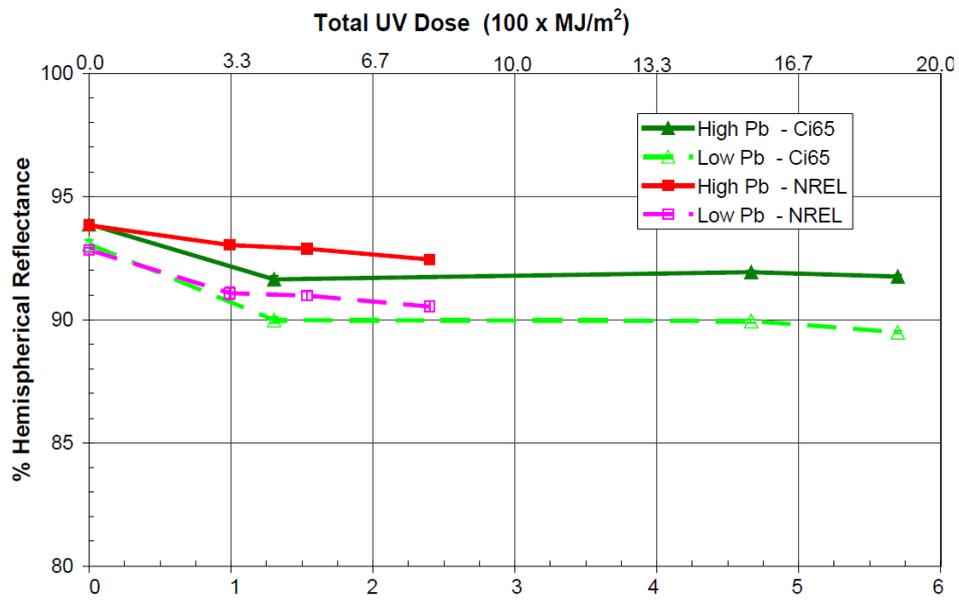


Figura 19. Degradación de la reflectividad de espejos bajo contenido en Pb (tipo Flabeg) según atmósfera acelerada