



Seminario sobre:

Energía Solar Térmica de Concentración

Barranquilla. Septiembre de 2017

Sistemas Solares Térmicos de Concentración

El Recurso Solar y otros parámetros importantes para su Viabilidad Económica

Dr. Eduardo Zarza Moya
Unidad de Sistemas Solares de Concentración
E-mail: eduardo.zarza@psa.es



SSTC: Recurso Solar y otros Parámetros Importantes

Contenidos

- **El Sol y la Radiación Solar**
- **Medida y evaluación de la radiación solar**
- **Otros parámetros importantes**
- **Comentarios Finales**

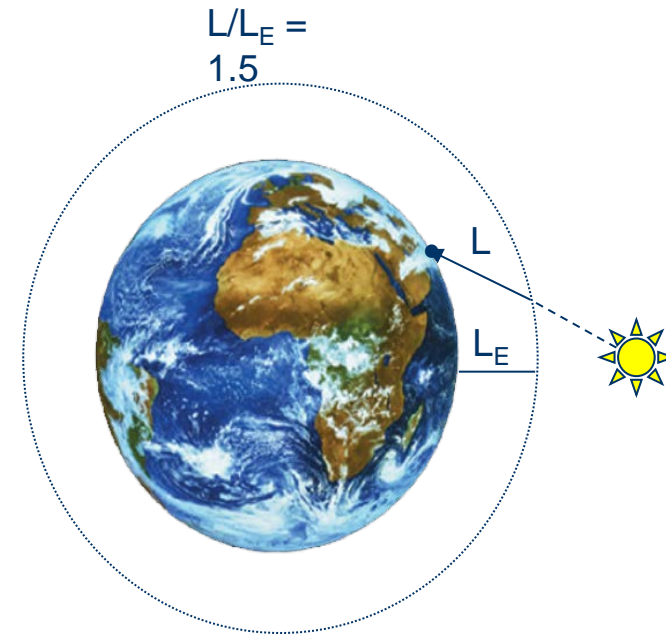
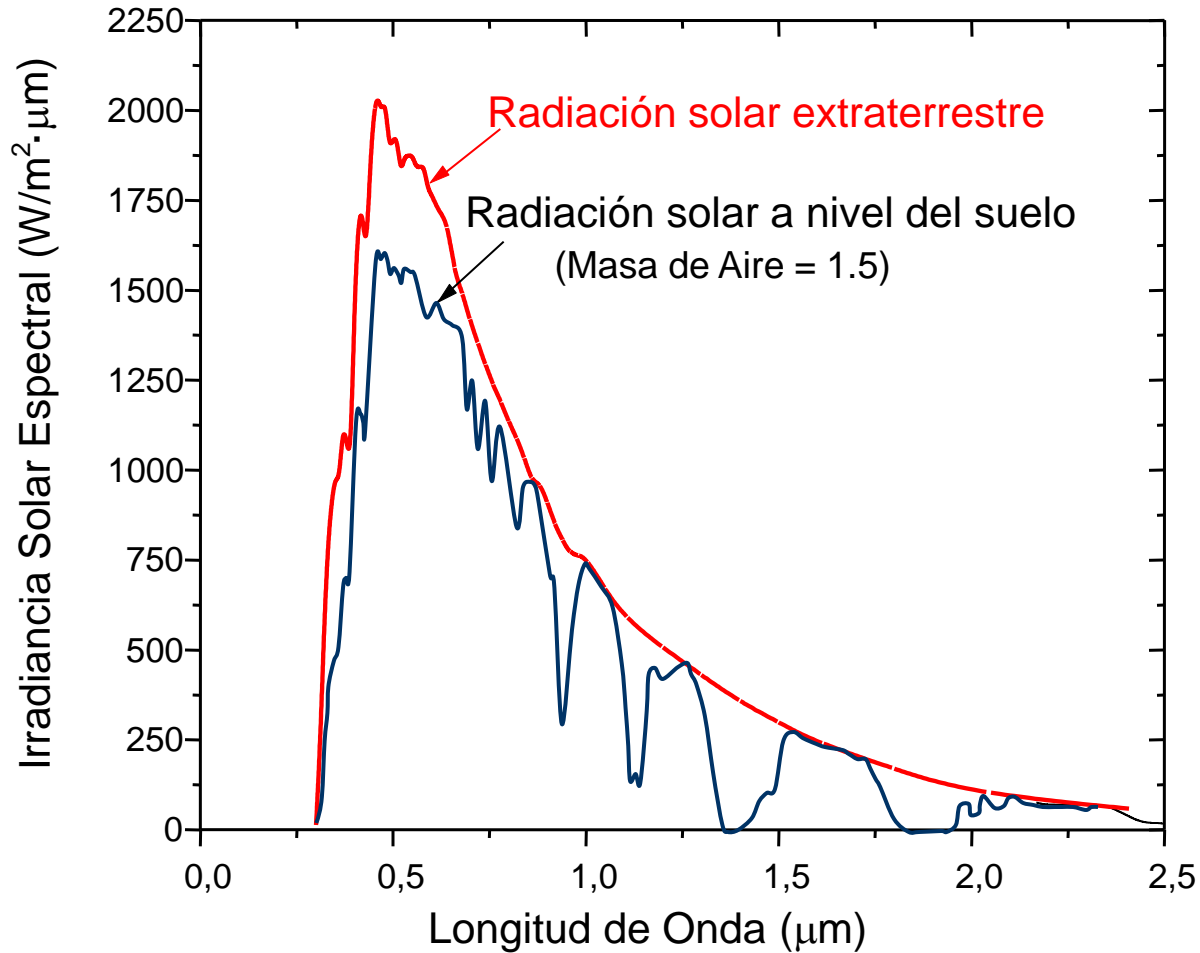
Contenidos

- ➔ ● **El Sol y la Radiación Solar**
- Medida y evaluación de la Radiación Solar
- Otros parámetros importantes
- Comentarios finales

El Sol y la Radiación Solar

☀ El Sol es un enorme reactor nuclear (radio = 7×10^5 km) que emite una gran cantidad de energía radiante ($3,8 \times 10^{23}$ kW, 5800°K), la cual puede ser fácilmente convertida en energía térmica

Irradiancia Solar Espectral

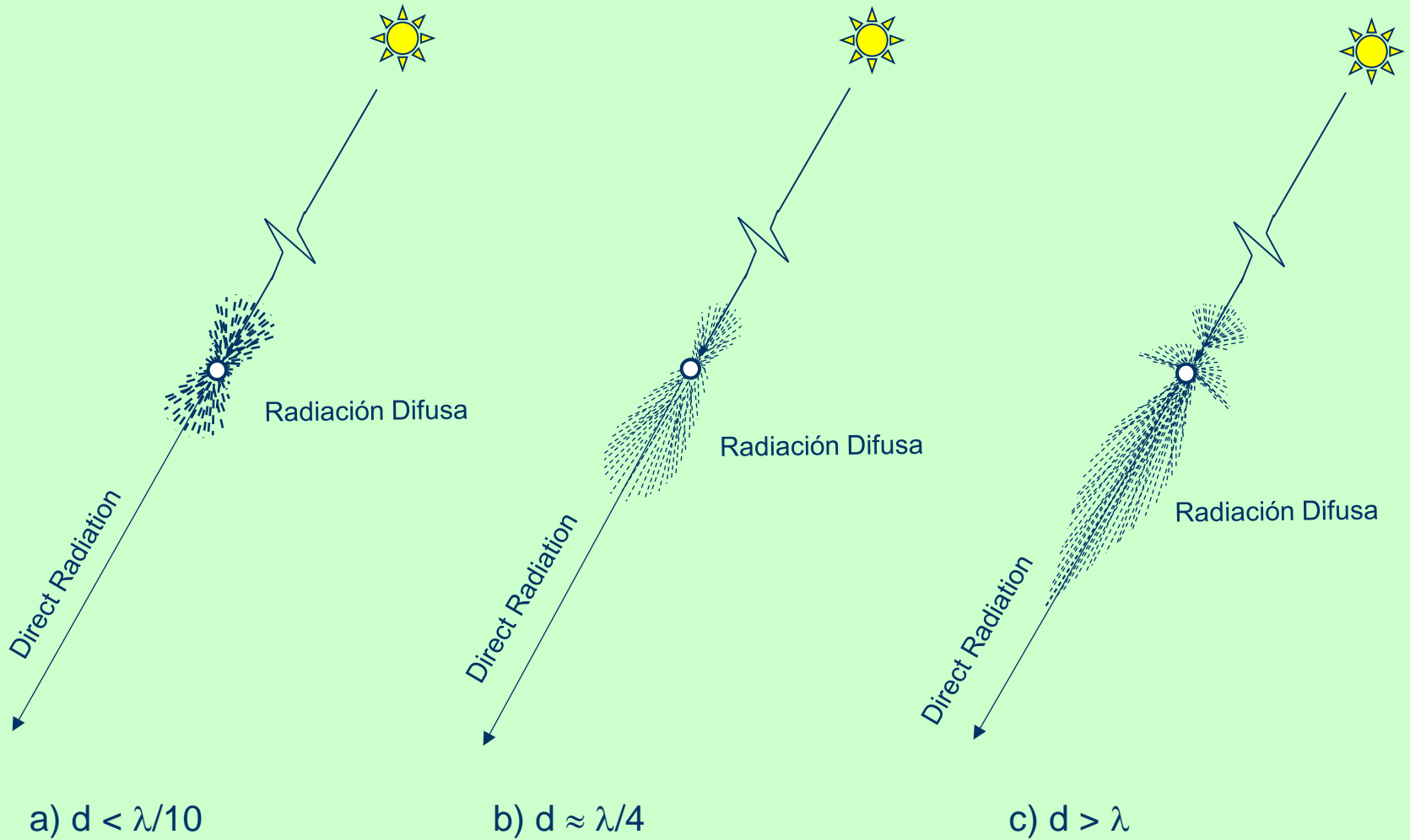


- * Rango Ultravioleta: 0.20 - 0.39 μm
- * Rango Visible: 0.39 - 0.78 μm
- * Infrarrojo cercano: 0.78 - 4.00 μm
- * Infrarrojo lejano: 4.00 - 100.00 μm

El Sol y la Radiación Solar

- ☀ El Sol es un enorme reactor nuclear (radio = 7×10^5 km) que emite una gran cantidad de energía radiante ($3,8 \times 10^{23}$ kW, 5800°K), la cual puede ser fácilmente convertida en energía térmica
- ☀ La Tierra intercepta solamente $1,7 \times 10^{14}$ kW of radiación solar. No obstante, en 10 días equivales a todos los recursos fósiles conocidos actualmente
- ☀ La Irradiancia Solar en el exterior de la atmósfera terrestre es casi constante. Su valor se denomina “Constante Solar”, 1367 W/m^2
- ☀ La radiación solar a nivel del suelo tiene dos componentes: la **Radiación Directa** y la **Radiación Difusa**. La suma de ambas sobre un mismo plano nos da la **Radiación Global** sobre dicho plano

Radiación Solar Directa y Difusa



El Sol y la Radiación Solar

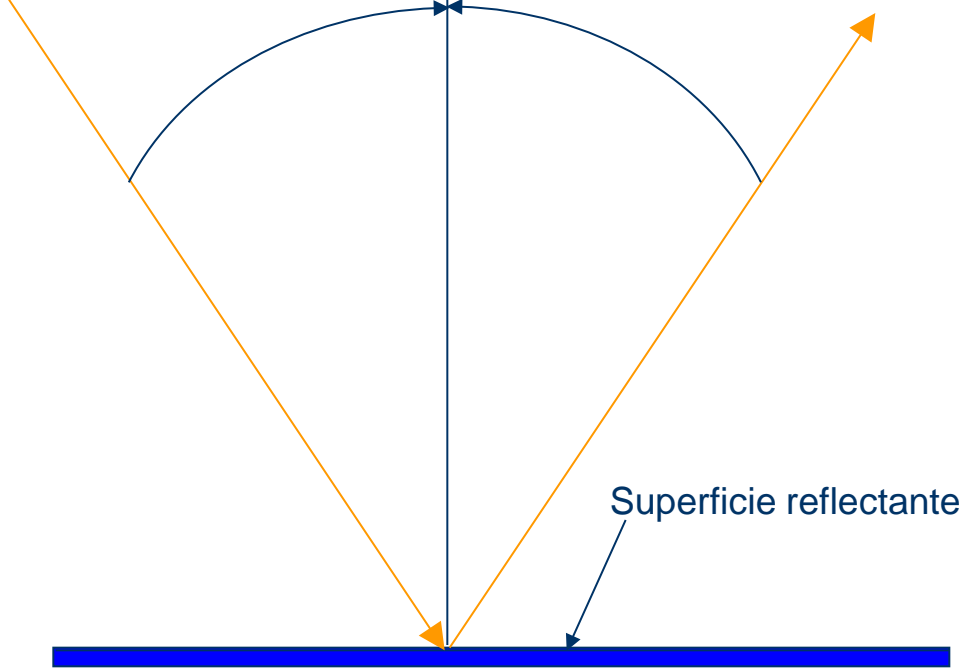
- ☀ El Sol es un enorme reactor nuclear (radio = 7×10^5 km) que emite una gran cantidad de energía radiante ($3,8 \times 10^{23}$ kW, 5800°K), la cual puede ser fácilmente convertida en energía térmica
- ☀ La Tierra intercepta solamente $1,7 \times 10^{14}$ kW of radiación solar. No obstante, en 10 días equivales a todos los recursos fósiles conocidos actualmente)
- ☀ La Irradiancia Solar en el exterior de la atmósfera terrestre es casi constante. Su valor se denomina “Constante Solar”, 1367 W/m^2)
- ☀ La radiación solar a nivel del suelo tiene dos componentes: la **Radiación Directa** y la **Radiación Difusa**. La suma de ambas sobre un mismo plano nos da la **Radiación Global** sobre dicho plano
- ☀ Solamente la **Radiación Directa** puede concentrarse

El Sol y la Radiación Solar

La ley de la Reflexión Especular

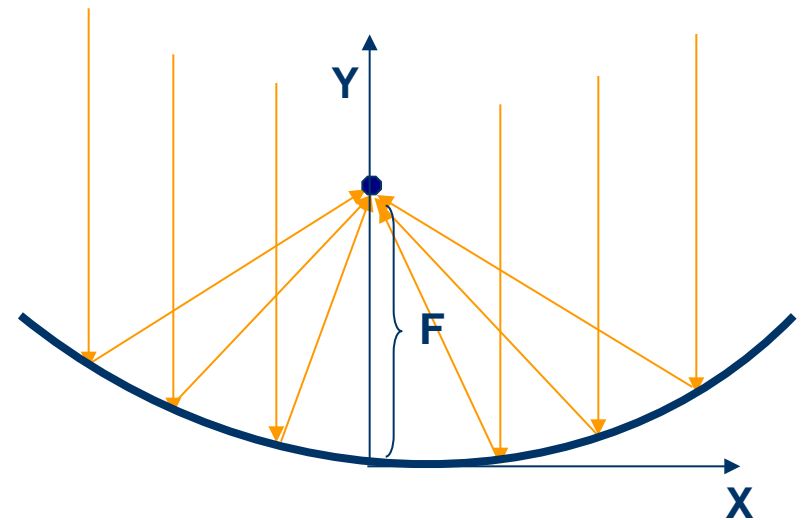
$$\alpha = \beta$$

α = ángulo de incidencia β = ángulo de reflexión



El concentrador Parabólico

$$Y = X^2 / 4.F$$



Contenidos

- El Sol y la Radiación Solar
- ➔ • **Medida y Evaluación de la radiación solar**
- Otros parámetros importantes
- Comentarios finales

Medida de la Radiación Solar

La Radiación Solar Directa se mide con **Pirheliómetros**, mientras que la Global y la Difusa se mide con **Piranómetros**



Un piranómetro típico



Pirheliómetro montado en su seguidor



Un pirheliómetro típico



Un Pirheliómetro y dos Piranómetros
Para medir la radiación directa,
difusa y global

Medida de la Radiación Solar

La evaluación de la radiación solar directa disponible en un lugar es un elemento clave para analizar la idoneidad de ese lugar para instalar un sistema solar térmico de concentración. Hay tres opciones diferentes para evaluar la radiación solar:

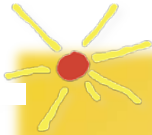
- **Opción 1:** mediante medidas “in-situ” usando un pirheliómetro. Esta es la opción más precisa. Se recomienda una campaña de medida de al menos 3 años completos
- **Opción 2:** mediante el análisis de las imágenes B/N de la Tierra tomadas por los satélites meteorológicos se pueden obtener los valores de la temperatura ambiente, radiación solar global y difusa. A partir de estos parámetros se puede calcular la radiación directa. La incertidumbre es de un $\pm 7\%$

Medida de la Radiación Solar

La evaluación de la radiación solar directa disponible en un lugar es un elemento clave para analizar la idoneidad de ese lugar para instalar un sistema solar térmico de concentración. Hay tres opciones diferentes para evaluar la radiación solar:

- **Opción 1:** mediante medidas “in-situ” usando un pirheliómetro. Esta es la opción más precisa. Se recomienda una campaña de medida de al menos 3 años completos
- **Opción 2:** mediante el análisis de las imágenes B/N de la Tierra tomadas por los satélites meteorológicos se pueden obtener los valores de la temperatura ambiente, radiación solar global y difusa. A partir de estos parámetros se puede calcular la radiación directa. La incertidumbre es de un $\pm 7\%$
- **Opción 3:** es un procedimiento híbrido de las opciones 1 y 2. Se procesan las fotos digitales de los satélites usando algoritmos matemáticos cuyos parámetros son previamente afinados usando medidas “in situ” durante varios meses

Contenidos



- El Sol y la Radiación Solar
- Medida y Evaluación de la radiación solar
- ➔ • **Otros parámetros importantes**
- Comentarios finales

Otros Parámetros Importantes

Factores medioambientales

- Alta insolación
- Temperaturas ambiente altas
- Bajos niveles de polución

Factores del proceso

- Operación continua (7 días a la semana)
- Picos de demanda de electricidad durante las horas de Sol

Factores económicos

- Altos costes de combustible
- Incierto suministro de combustibles
- Suelo disponible
- Capital disponible
- Incentivos fiscales federales, estatales y locales

Contenidos



- El Sol y la Radiación Solar
- Medida y Evaluación de la radiación solar
- Otros parámetros importantes

➔ • **Comentarios finales**

SSTC: Recurso Solar y otros Parámetros Importantes

Comentarios Finales

- El Sol es una enorme fuente de energía limpia que puede satisfacer nuestras necesidades energéticas
- Solo la Radiación Directa puede ser concentrada y convertida en energía térmica de media o alta temperatura
- Hay diferentes opciones para medir el recurso solar, pero el más preciso es la medida “in situ” mediante pyr heliómetro
- Los estudios de viabilidad para construir sistemas solares térmicos de concentración deben incluir otros parámetros importantes además de la radiación solar

Seminario sobre:

Energía Solar Térmica de Concentración

Barranquilla. Septiembre de 2017

Sistemas Solares Térmicos de Concentración

El Recurso Solar y otros parámetros importantes para
su Viabilidad Económica

Fin de la Presentación

! Gracias por su atención !