

Centrales Termosolares y Predicción Meteorológica

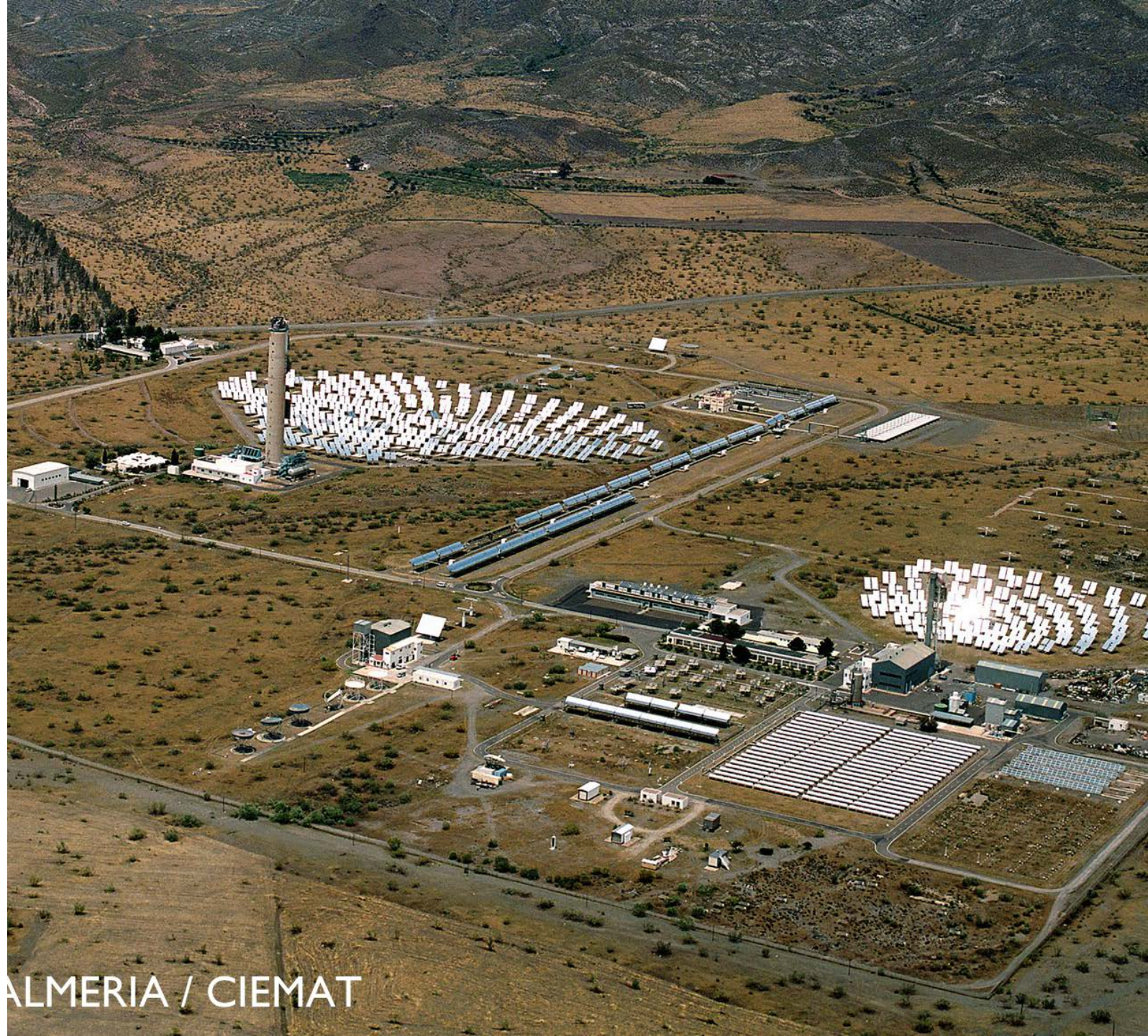
Manuel Silva Pérez

Grupo de Termodinámica y Energías Renovables

El Grupo de Termodinámica y Energías Renovables (GTER)

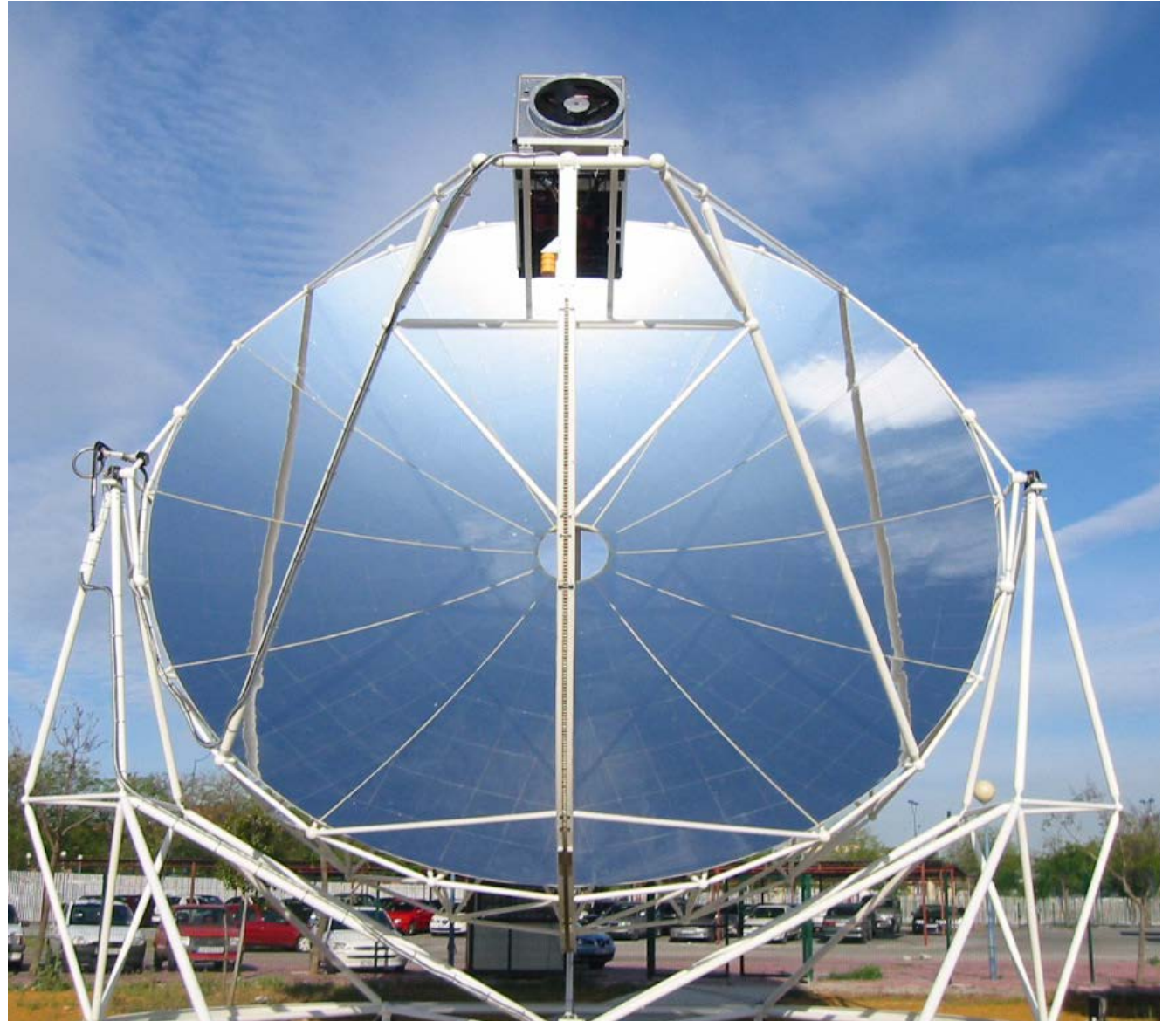
- Creado en 1981 asociado a la Cátedra de Termodinámica (Prof. Valeriano Ruiz)
- Energía Solar
 - Radiación solar
 - Sistemas termosolares de concentración
 - Aspectos energéticos de los sistemas fotovoltaicos
- Análisis Termodinámico del Sistema Energético
- Vinculación histórica a PSA y otros centros tecnológicos
- Grupo TEP 122 del PAI, incorporando investigadores de la US, PSA y otros

La Plataforma Solar de Almería



ALMERIA / CIEMAT

Disco parabólico
Envirodish (ETSI
Sevilla)



Estación
meteorológica
ETSI Sevilla



Sistemas termosolares de concentración

Sistemas de aprovechamiento de la energía solar por concentración de la **radiación solar directa (DNI)** y conversión en energía térmica a media y alta temperatura.

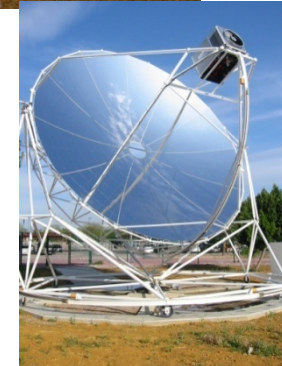
- Aplicaciones:

- Generación de electricidad (centrales termosolares)
- Calor de proceso
- Refrigeración por absorción
- Procesos químicos
- ...

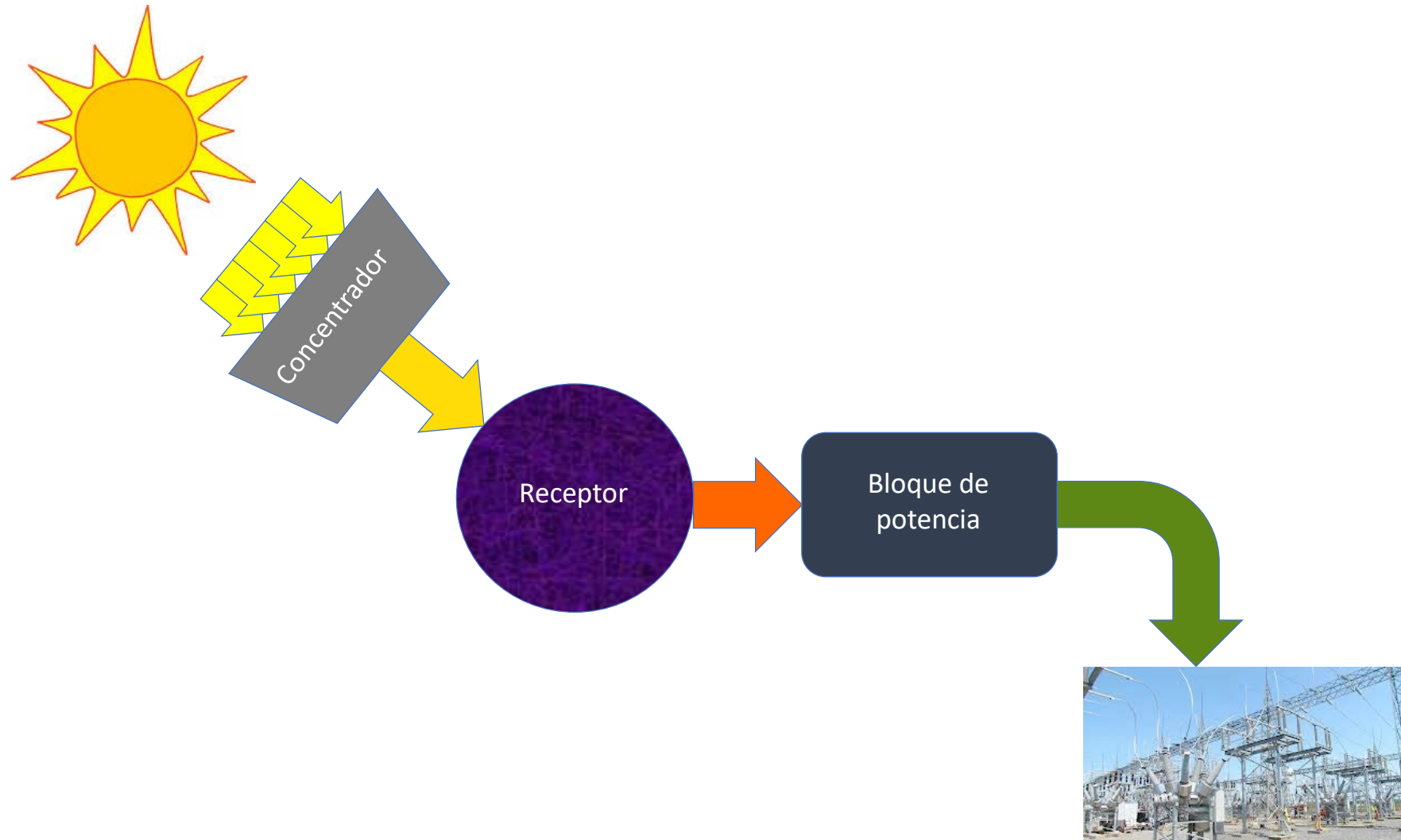


Centrales termosolares

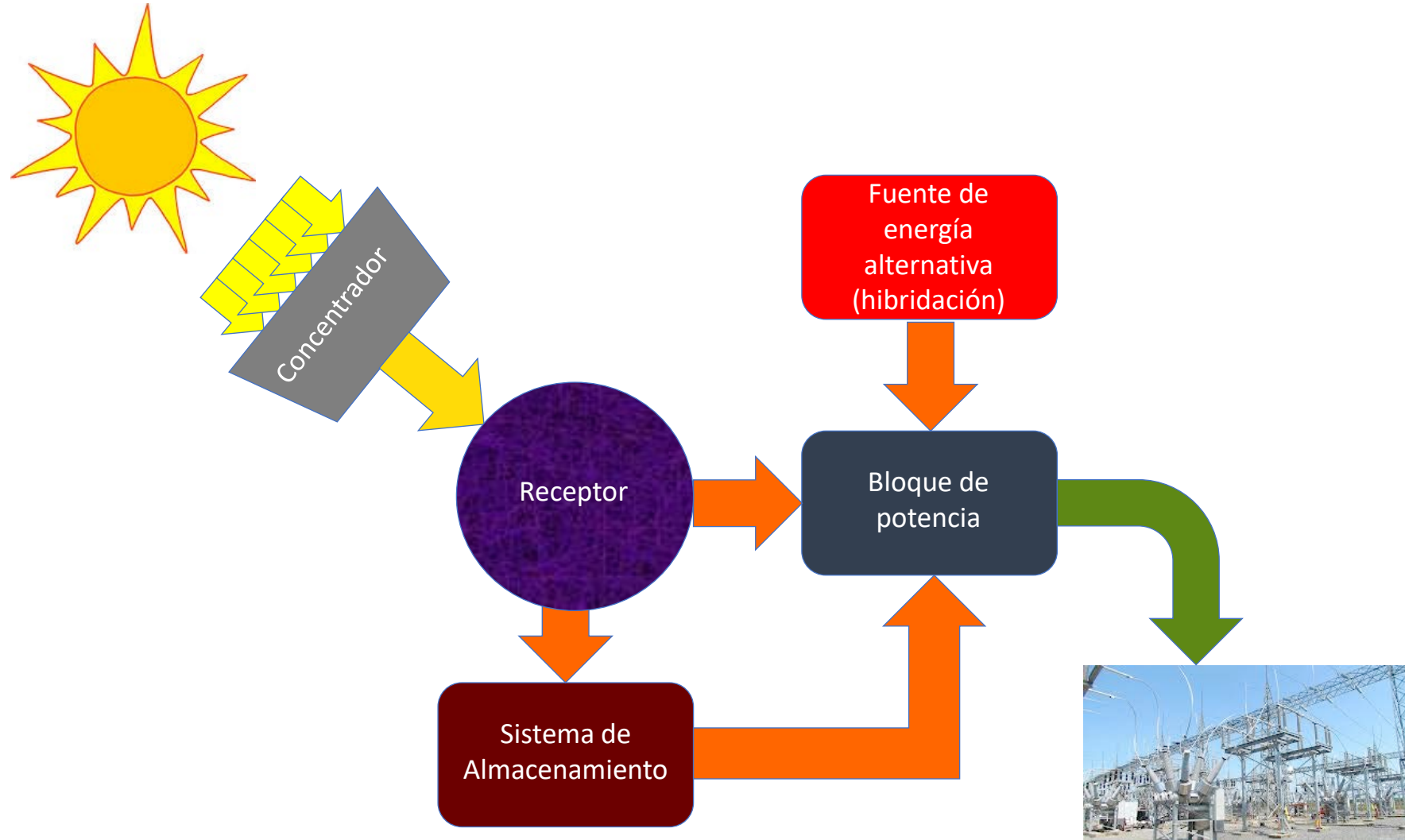
Sistemas Termosolares de Concentración para generación de electricidad



Configuración básica



Configuración básica









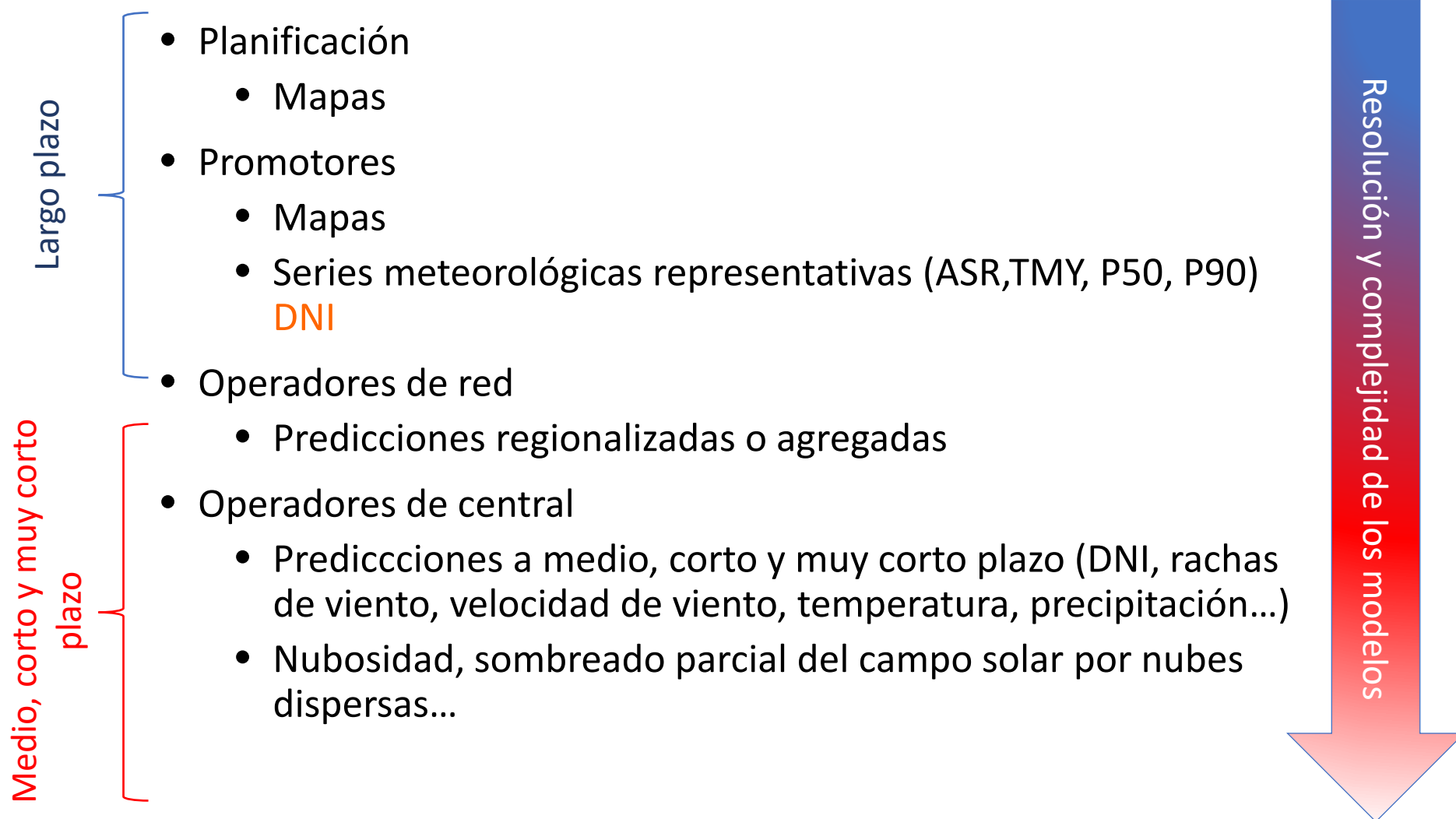


Predicción
meteorológica para
centrales termosolares.
Requisitos y campos de
aplicación.

A photograph of a solar tower structure with a white control box. The box features the GDE logo (a stylized 'G' and 'E' in blue and green) and the Chinese characters '宏海能源' (Great Ocean Energy) above the English text 'GREAT OCEAN ENERGY'. The background shows a blue sky with white clouds and the curved, reflective panels of the solar tower.

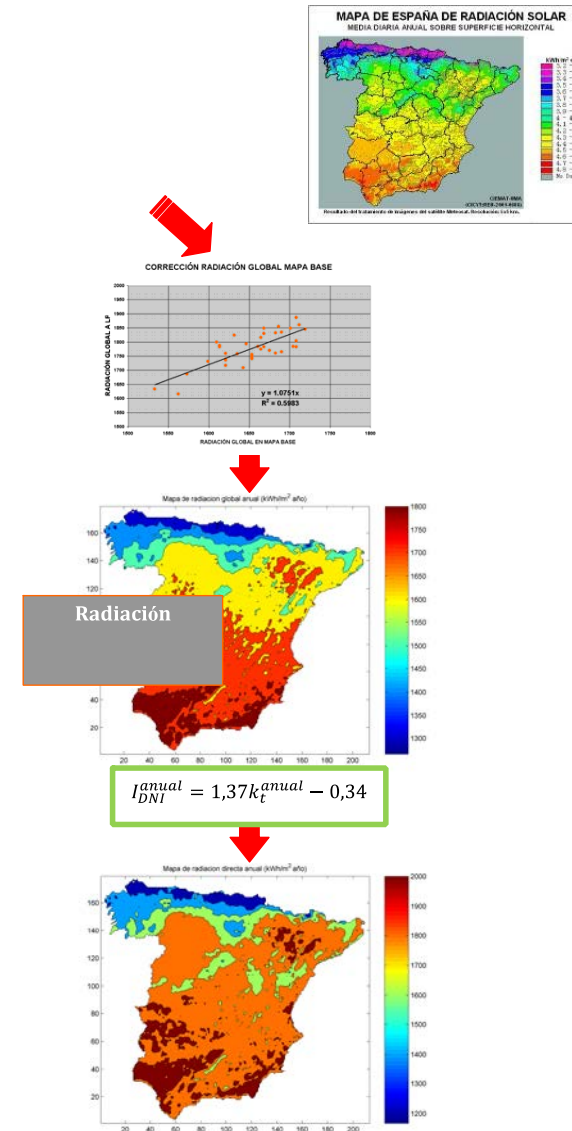
GDE 宏海能源
GREAT OCEAN ENERGY

Diferentes usuarios, distintas necesidades



Mapas

- Planificación.
- Identificación de emplazamientos (promotores)
- Basados en el análisis estadístico de series temporales (DNI, otras variables) y empleo de modelos (incl. estimación a partir de imágenes de satélite).



Evaluación del potencial en la España peninsular
(CENER, AICIA, IDOM, 2010)

Planificación

- El empleo de GIS permite combinar recursos, restricciones y modelos de producción para

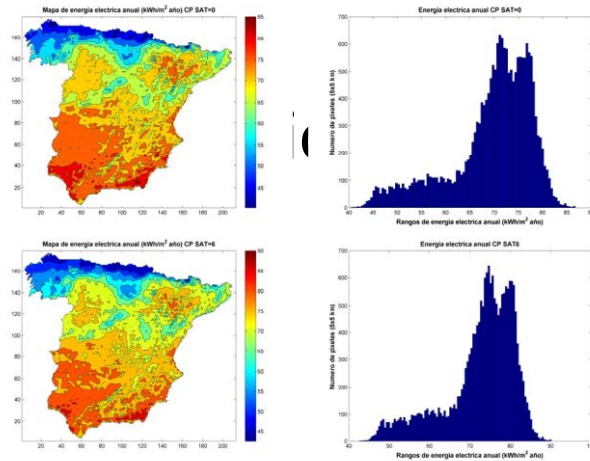
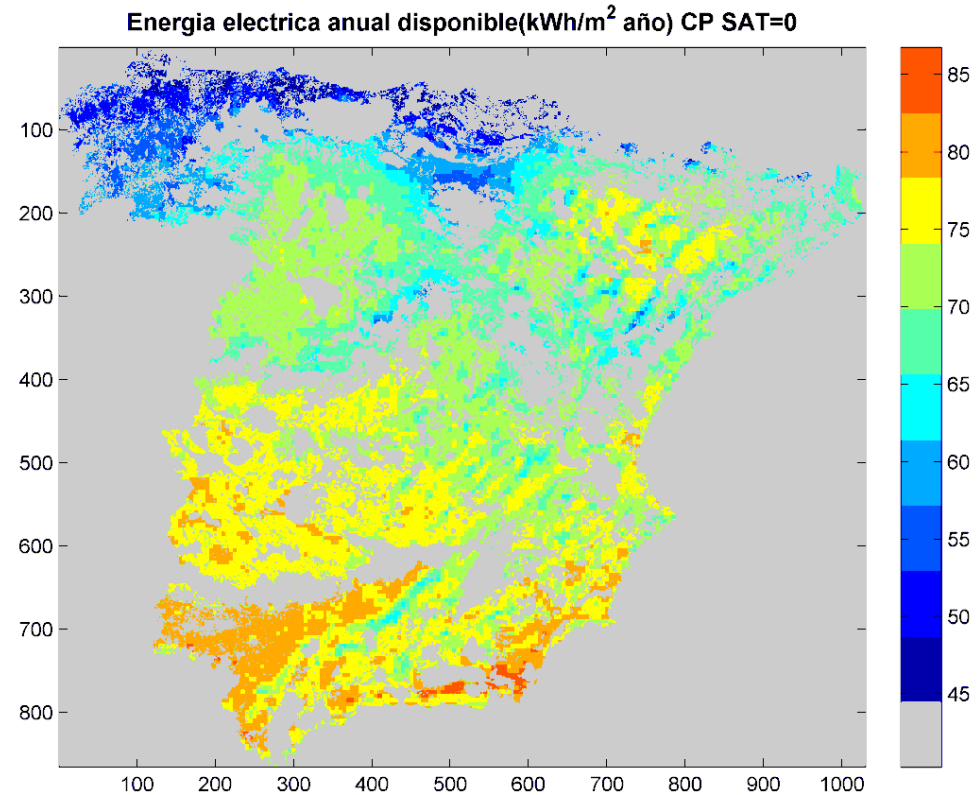


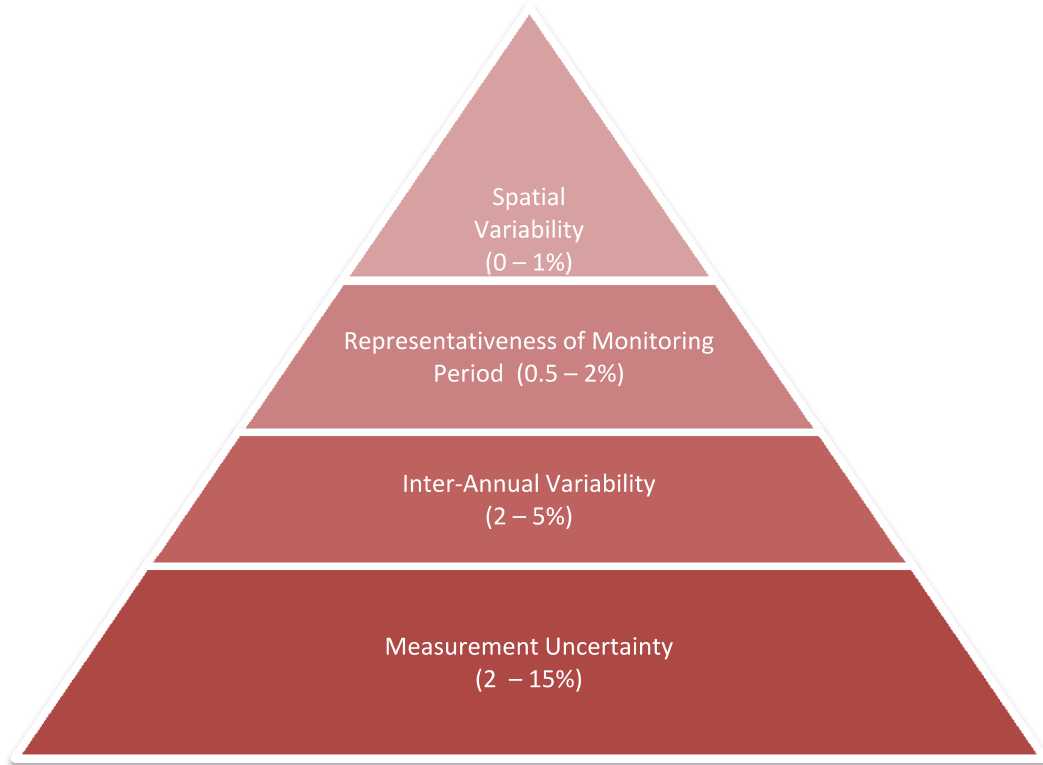
Figura 6. Potencial total, Eficiencia y energía eléctrica producida. Resultados CP. Sin almacenamiento y con 6 horas de almacenamiento.



Evaluación del potencial en la España peninsular (CENER, AICIA, IDOM, 2010)

Series temporales representativas de DNI (ASR, TMY, P90...)

- Basadas en el tratamiento estadístico de series temporales de DNI y/o otras variables relacionadas + modelos; incluyendo estimaciones a partir de imágenes de satélite.
- Resolución temporal –intervalo de registro- definido por los requisitos de los modelos de producción empleados.
- Si la resolución requerida es alta (intervalo $< 1h$) se prefiere el uso de valores medidos de DNI.
- Para estimar los percentiles, anuales o mensuales, normalmente se asumen distribuciones Normal o Weibull.
- La distribución estadística de los valores de DNI no está bien estudiada.



Incertidumbre

- La DNI es la principal fuente de incertidumbre en la estimación de la generación de electricidad de una central termosolar durante su vida útil.
- La incertidumbre de la medida es la más importante.

Campañas de medida

- Permiten la elaboración / corrección / ajuste de series representativas
- Desde varios meses a varios años
- El mantenimiento es una cuestión esencial.



Operación y Mantenimiento. Predicción a medio plazo

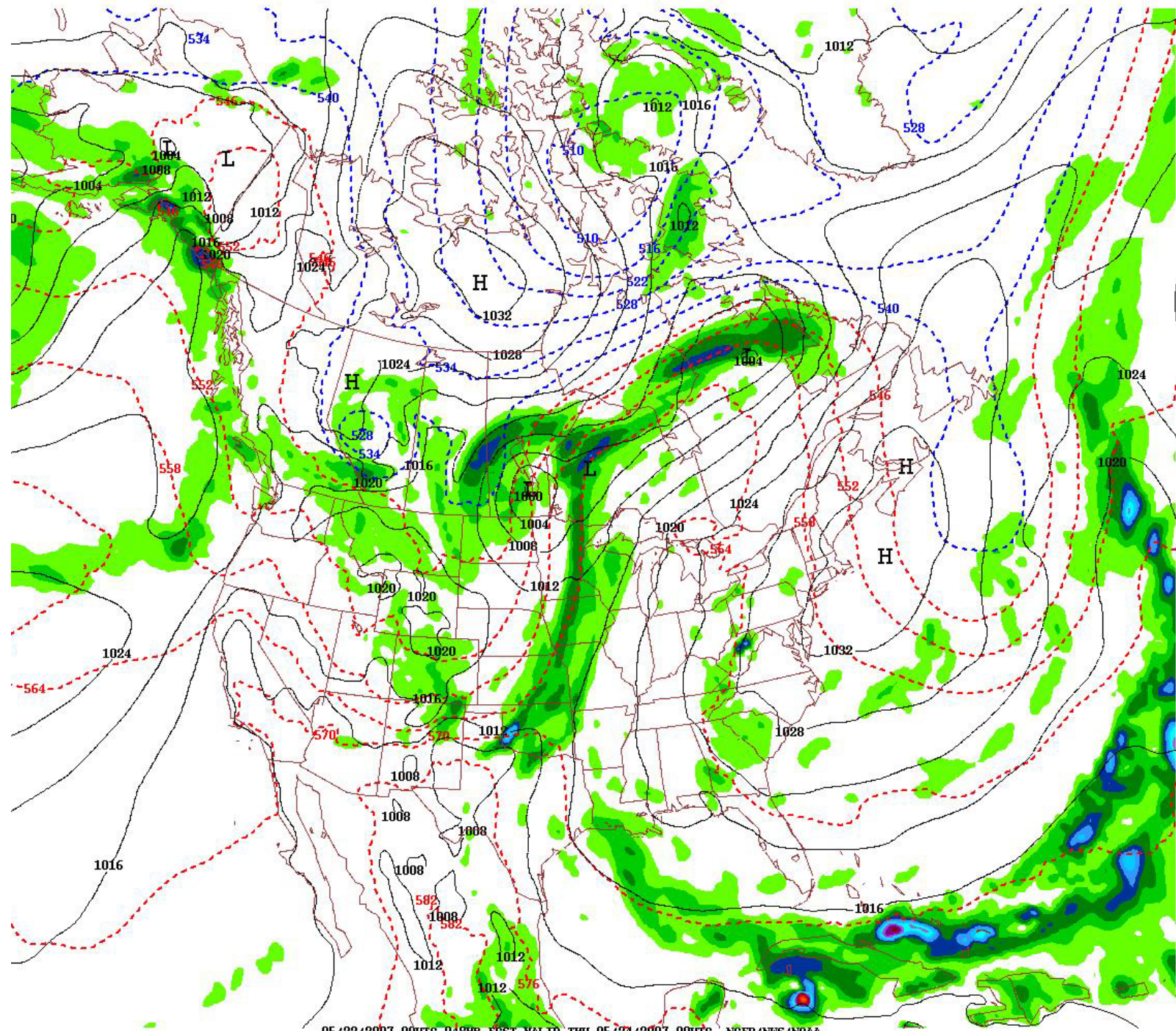
- Principalmente orientadas a la planificación de las operaciones de mantenimiento (revisión de turbina, sustitución de espejos dañados, etc.)



Operación y Mantenimiento. Predicción a corto plazo

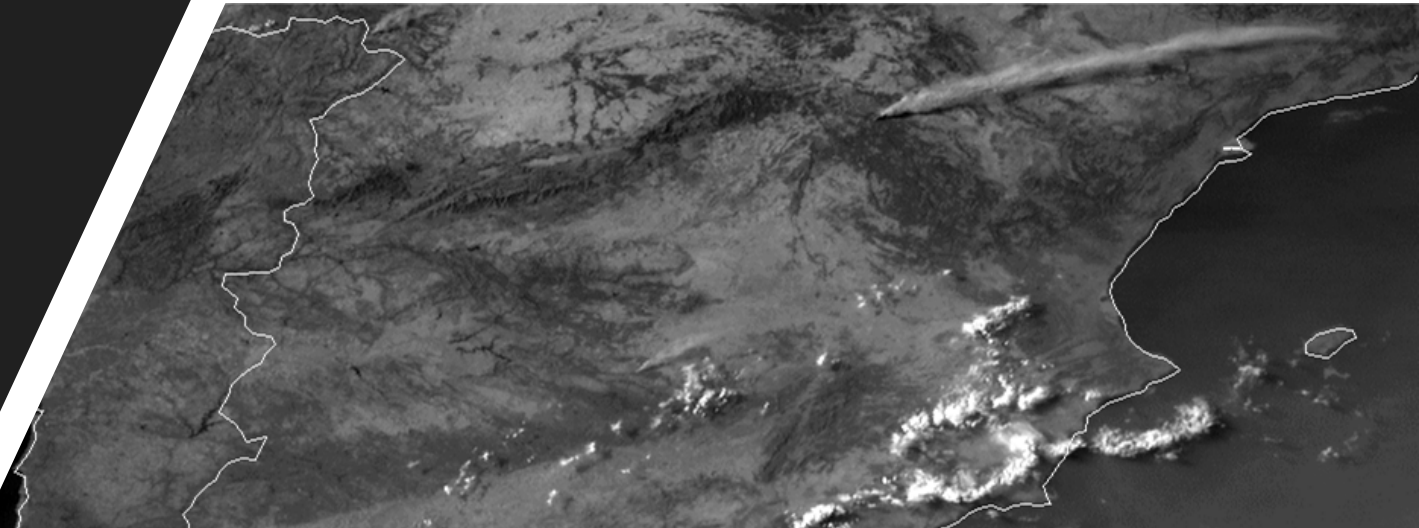
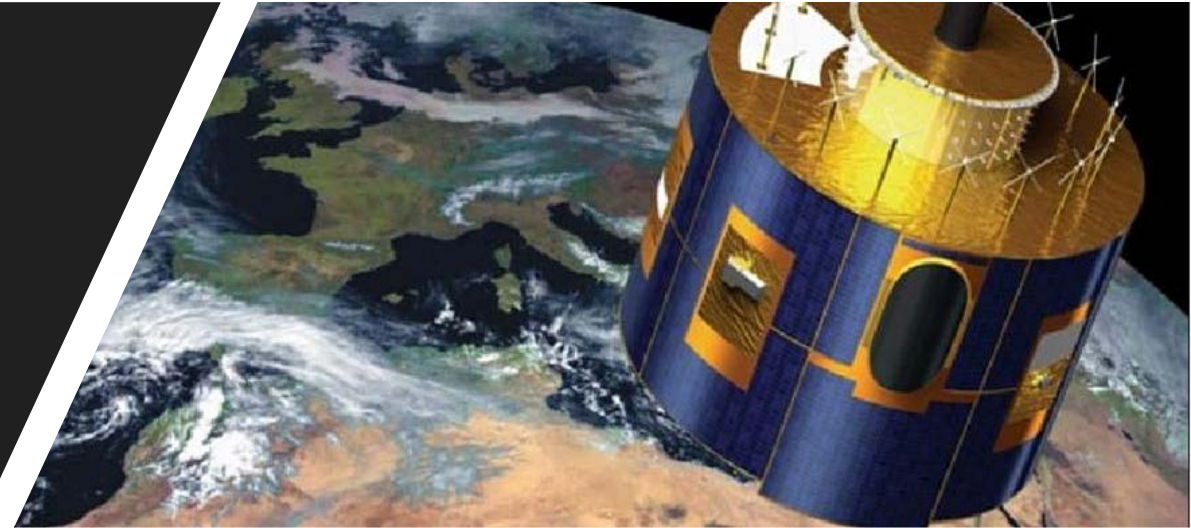
- DNI (y otras variables) en horizonte de días a horas
- Predicción de la producción para:
 - Operación en mercados eléctricos (diario, intradiario)
 - Definición de estrategias de operación
- Otra información útil:
 - Incertidumbre de las predicciones
 - Información cualitativa (por ejemplo, probabilidad de nubes dispersas)
 - Eventos significativos (tormentas eléctricas o de arena, granizo...)
- Basada en modelos meteorológicos numéricos y tratamiento de imágenes de satélite

Modelos meteorológicos numéricos



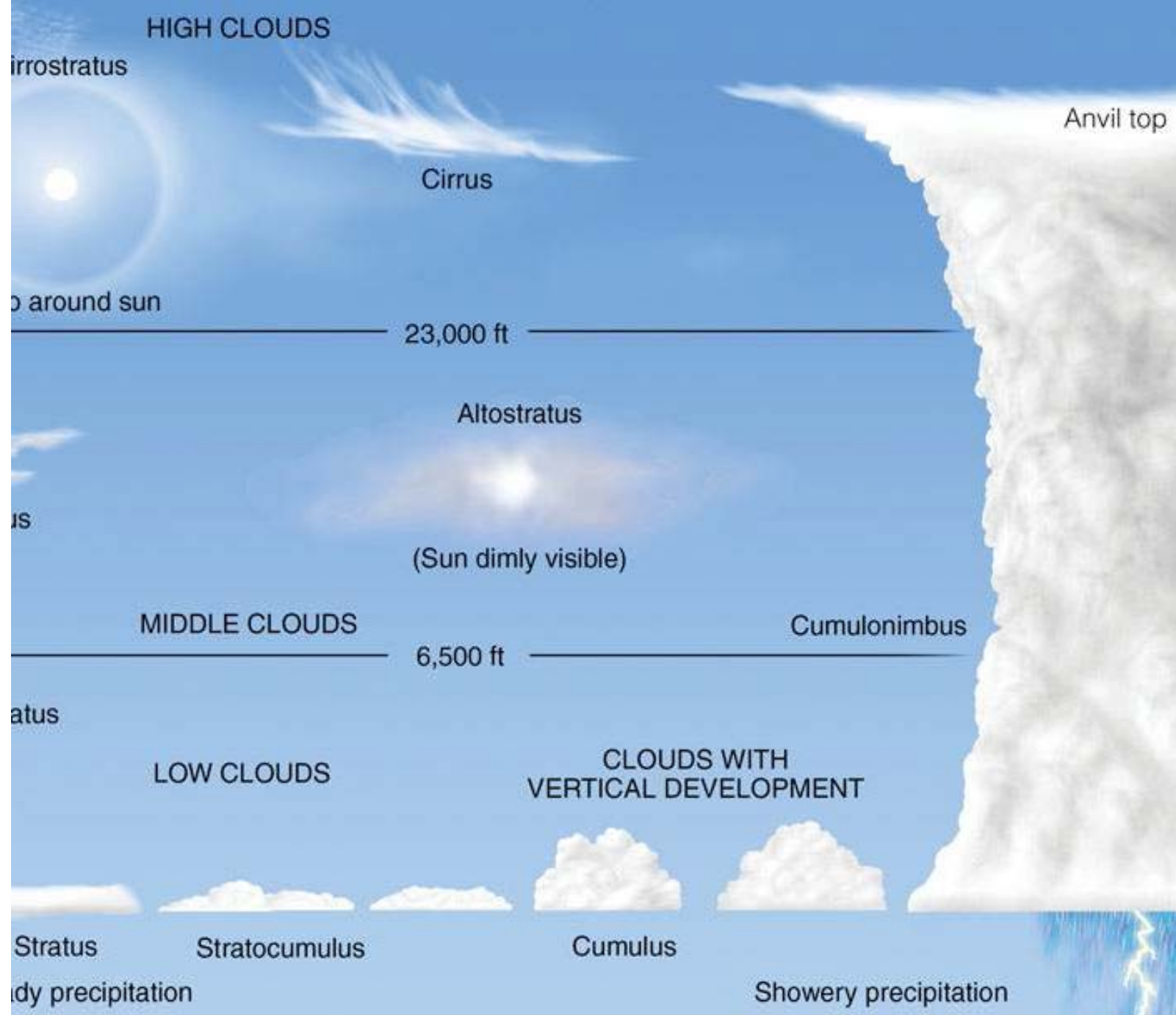
Imágenes de satélite

- Usadas para predicción en horizontes de pocas horas
- Tratamiento complejo
 - Detección e identificación de los distintos tipos de nubes
 - Modelado de la radiación solar con cielo despejado y con nubes traslúcidas



Tipos de nubes

- Producen diferentes atenuaciones de la radiación solar



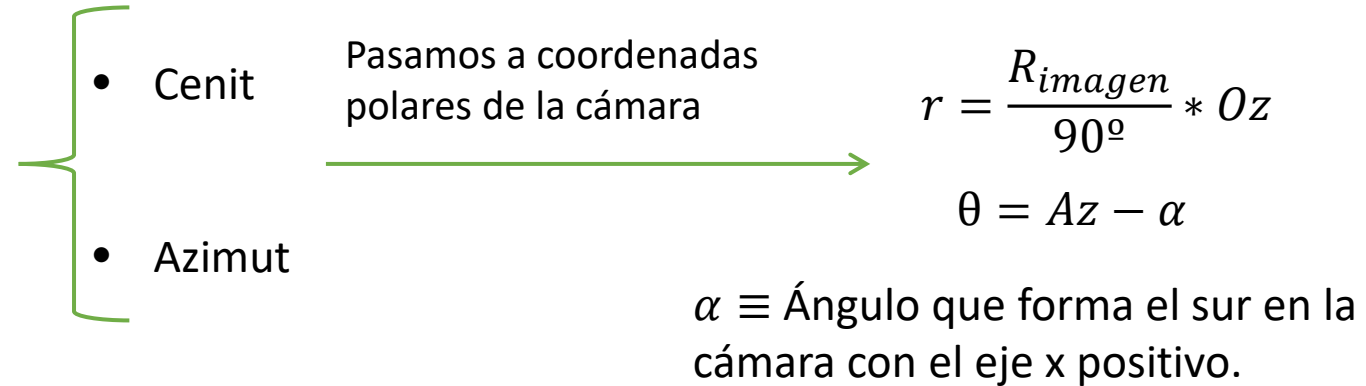


Predicción a
muy corto
plazo:
cámaras de
cielo



Metodología

Ecuaciones de posición solar **1**



2 Realizamos cambio de variables

$$\begin{cases} x_o = r * \cos(Oz) \\ y = r * \cos(Oz) \end{cases}$$

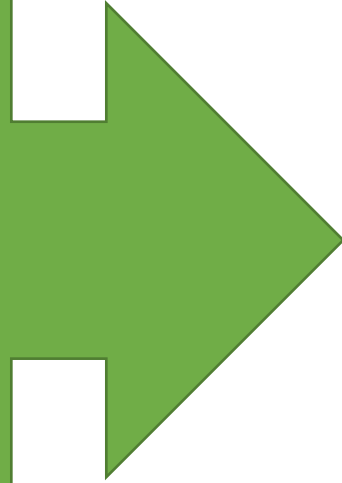
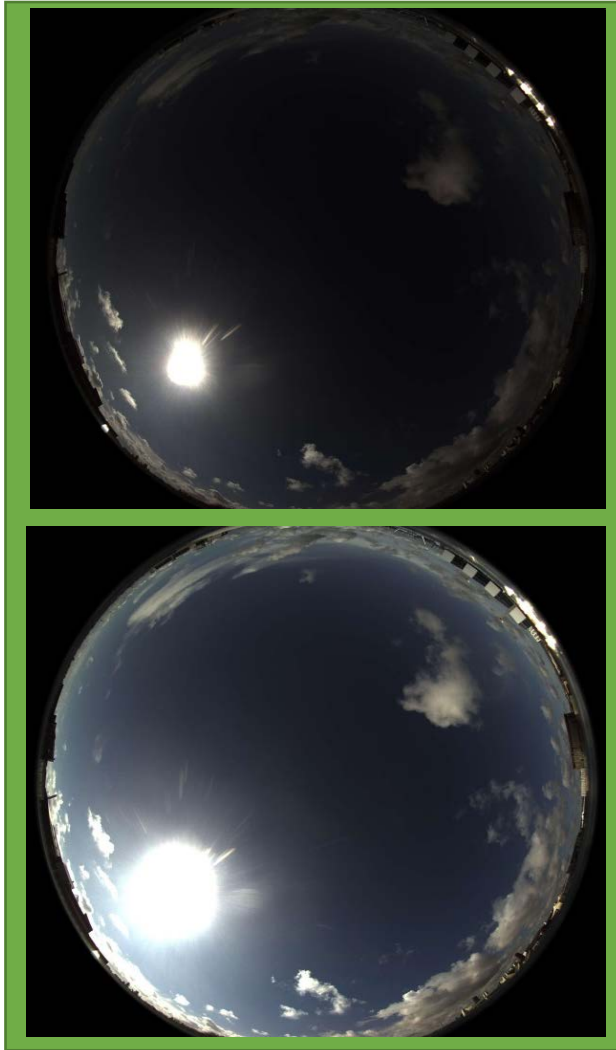
3 Trasladamos el origen al centro de la imagen

$$\begin{cases} x = x_o + x_c \\ y = y_c - y_o \end{cases}$$

x_c e $y_c \equiv$
coordenadas del centro de la imagen

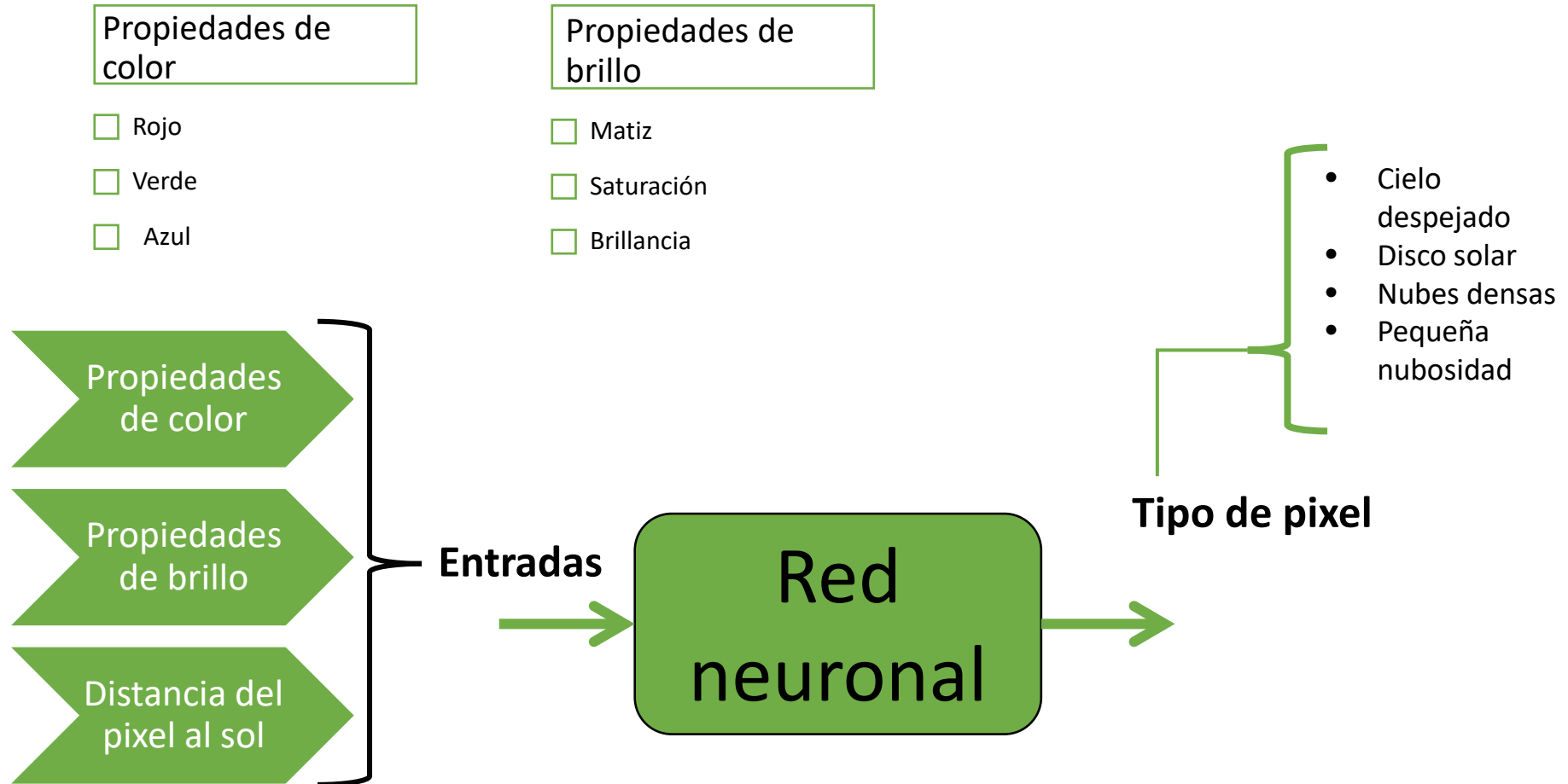
- Red neuronal clasificadora de píxeles. Localización del sol en la imagen

Metodología



Permitiendo obtener mas información en la zonas mas oscuras y en la zona cercana al sol

- Red neuronal clasificadora de píxeles. Código HDR



Metodología

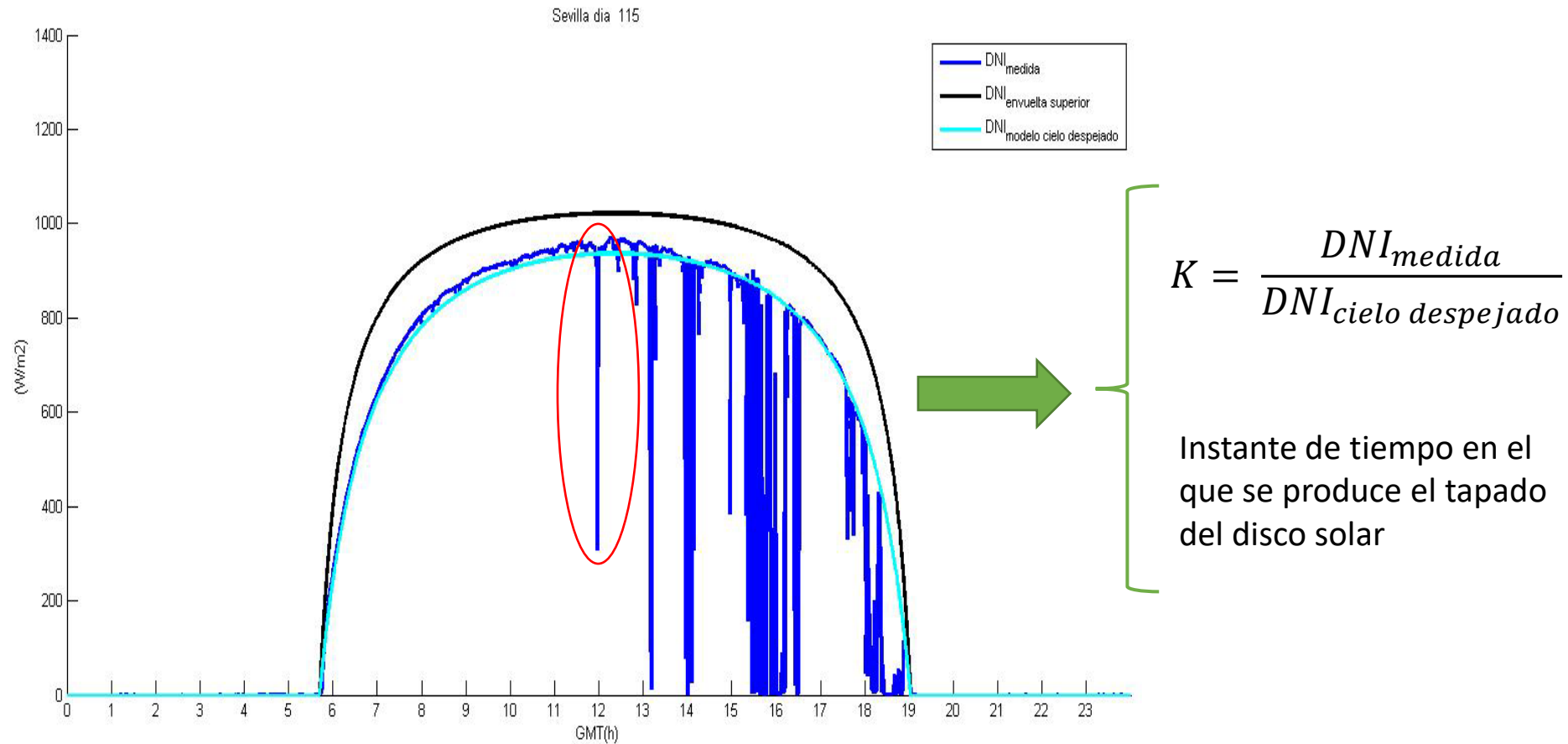
$$E_{bn} = I_{cs} * E_o \frac{A}{1 + B * m_R}$$

- ❑ A y B modelan la transparencia o turbidez de la atmósfera
- ❑ Donde m_R es la masa de aire relativa

$$K = \frac{DNI_{medida}}{DNI_{cielo despejado}}$$

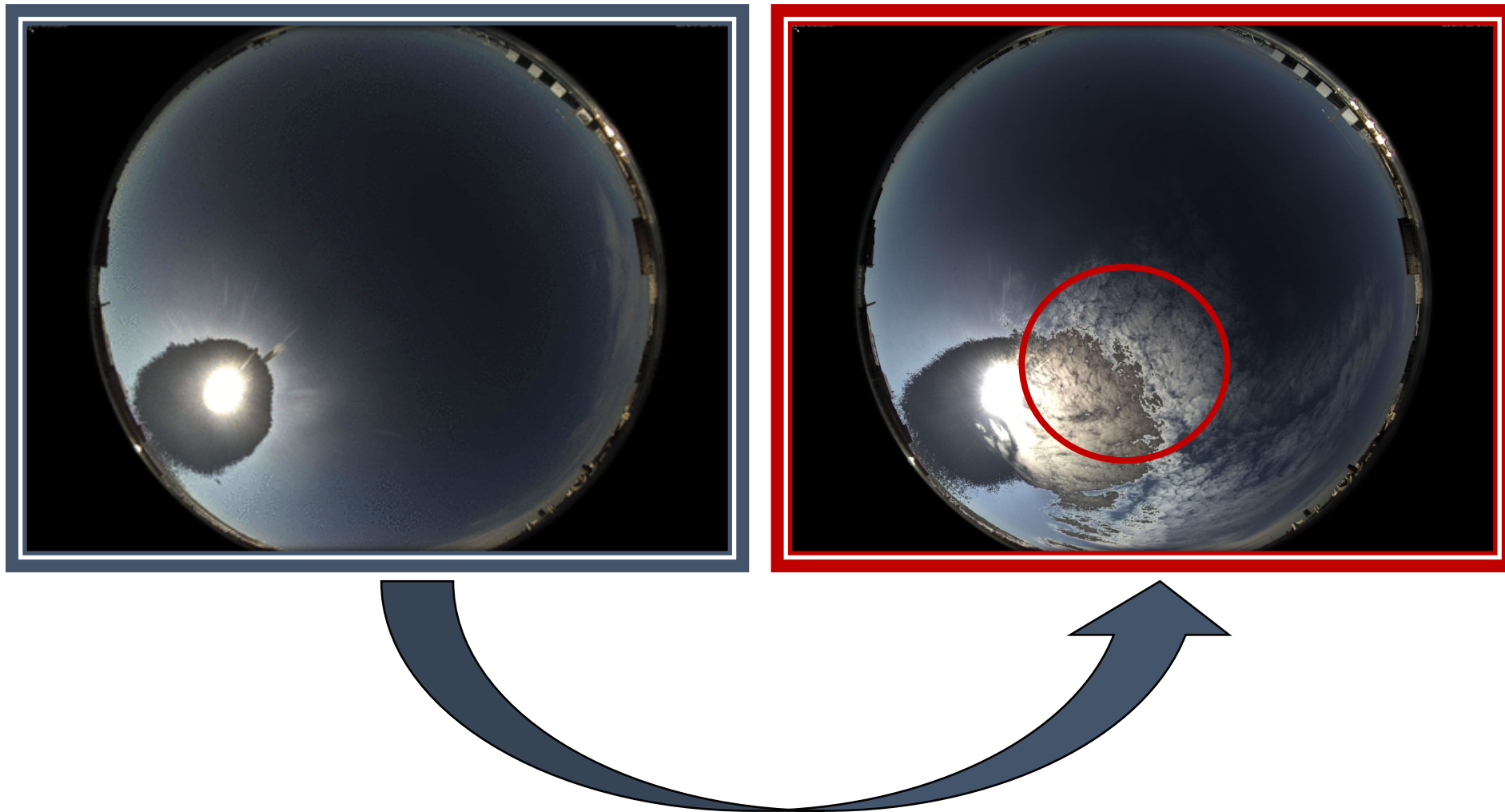
- Red neuronal calculadora de la atenuación. Obtención del factor de atenuación.

Metodología



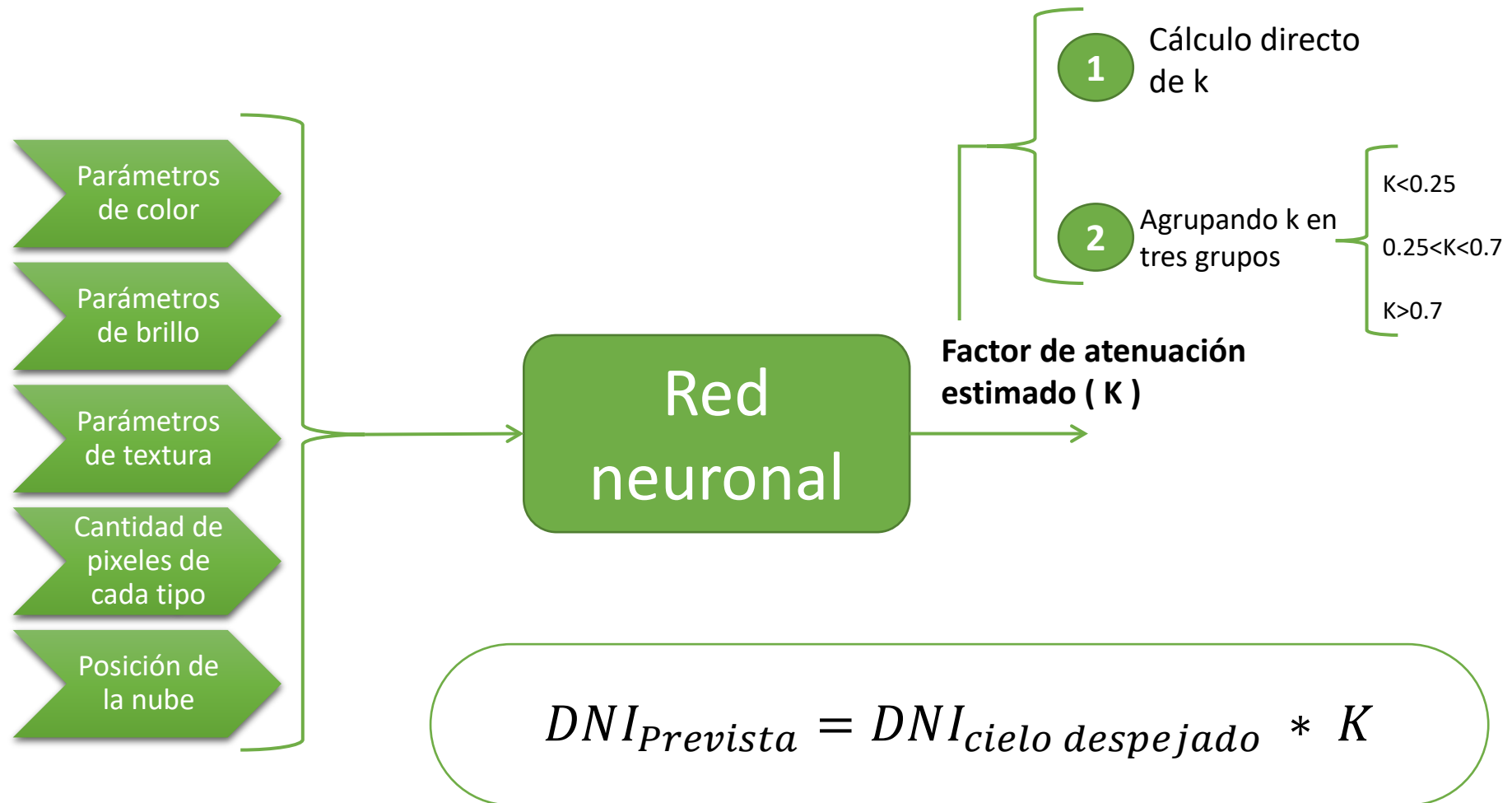
- Red neuronal calculadora de la atenuación. Relación de un factor de atenuación a una nube.

Metodología



- Red neuronal calculadora de la atenuación. Relación de un factor de atenuación a una nube.

Metodología



- Red neuronal calculadora de la atenuación. Red neuronal

i Muchas gracias por su
atención!