



ESTADO TECNOLÓGICO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES: EÓLICA, SOLAR Y BIOMASA



Consuelo Alonso Alonso
SOCOIN (Ingeniería del grupo Gas Natural – Unión Fenosa)

ÍNDICE



○ 1. Introducción

○ 2. Energía Eólica



○ 3. Energía Solar Fotovoltaica

○ 4. Energía Solar Termoeléctrica



○ 5. Energía de la Biomasa

○ 6. Conclusiones





1. Introducción

¿Por qué las Energías Renovables?



1. Desarrollo Sostenible

Sin emisión de contaminantes (CO₂, NO_x,...)
Sin Contribuir al Cambio Climático
Crecimiento energético sin consumo de Recursos

2. Estabilidad Económica

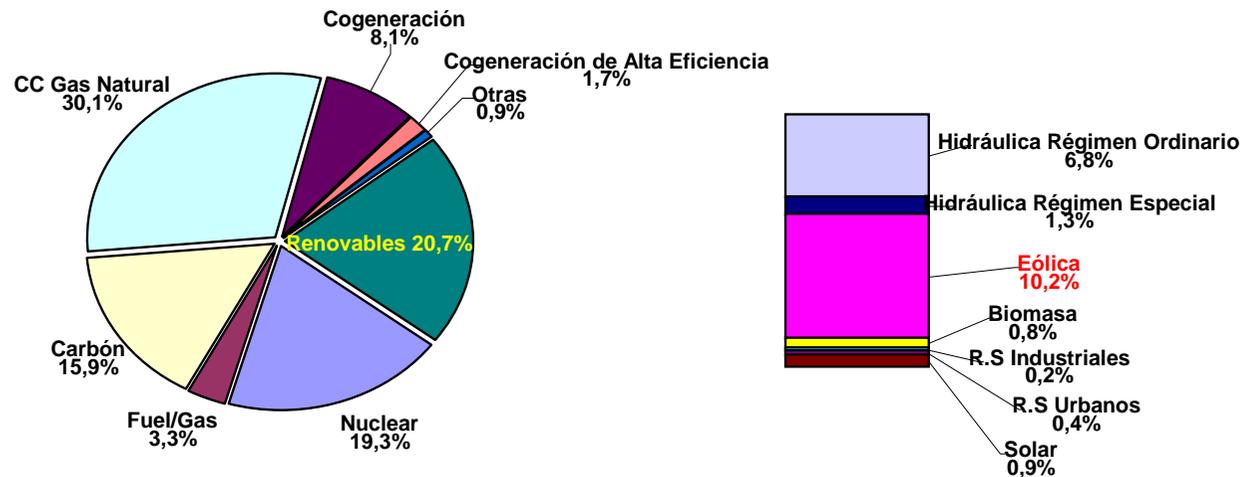
Al ser autóctonas dan **Seguridad en el suministro e Independencia** de precios de **combustibles fósiles de importación** (petróleo)



En España en 2.008, las Renovables aportaron el 20,7% de la electricidad total estando por encima de la aportación del Carbón (15,9 %) o la Nuclear (19,3 %)



Mezcla de Producción de Energía Eléctrica -2008



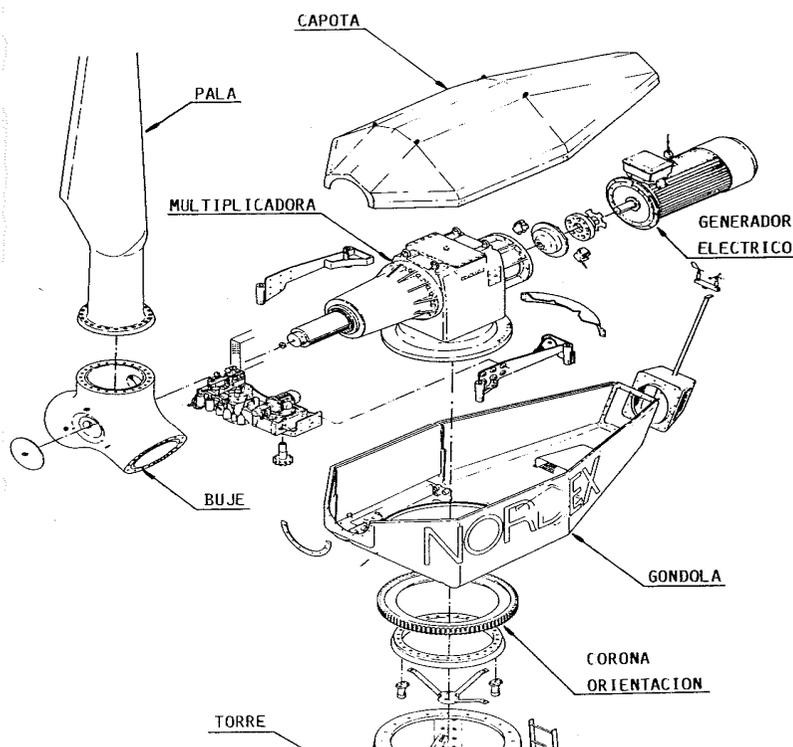
Energía Eléctrica Total= 315.980 GWh/año

2. Energía Eólica



Parque Eólico construido por Socoin en Albacete (36 MW tecnología Vestas)

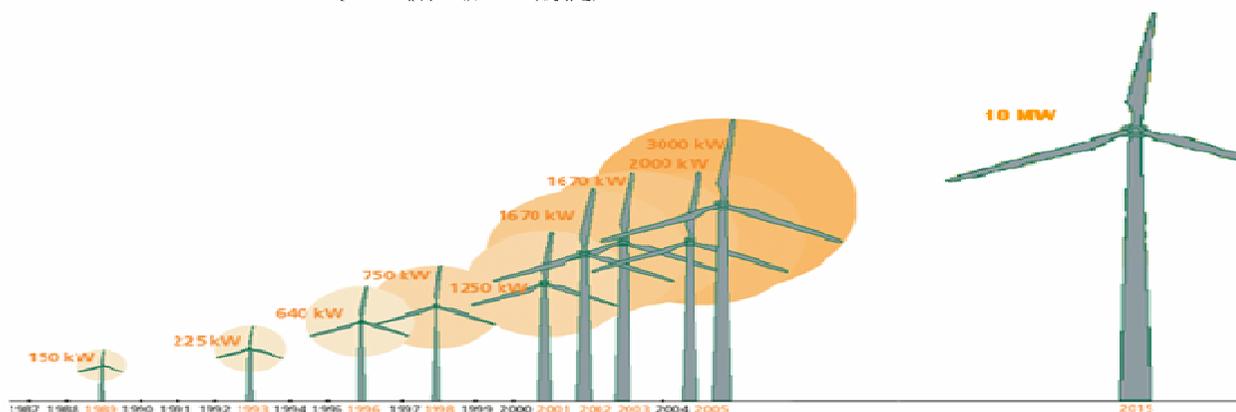
Descripción de la opción tecnológica mayoritaria del Mercado



Aerogenerador Tripala de Eje Horizontal de Velocidad y Paso variable: Tecnología Madura, Fiable y en Fase Comercial (121 GW en el mundo)

Aerogenerador:
Maquina que transforma la energía cinética del viento en energía mecánica en un eje que acoplado a un generador produce Electricidad (la eficiencia $C_p = 40-45\%$ vs Limite Betz 59%)

No se piensa en UNA RUPTURA TECNOLÓGICA.
Evolución de la tecnología actual en Tamaño y Potencia



Próximos 5-10 años:
aerogeneradores de 10 MW de potencia con 125 m altura buje y diámetro de palas

¿Como será la Tecnología del Futuro?: Tendencias Futuras



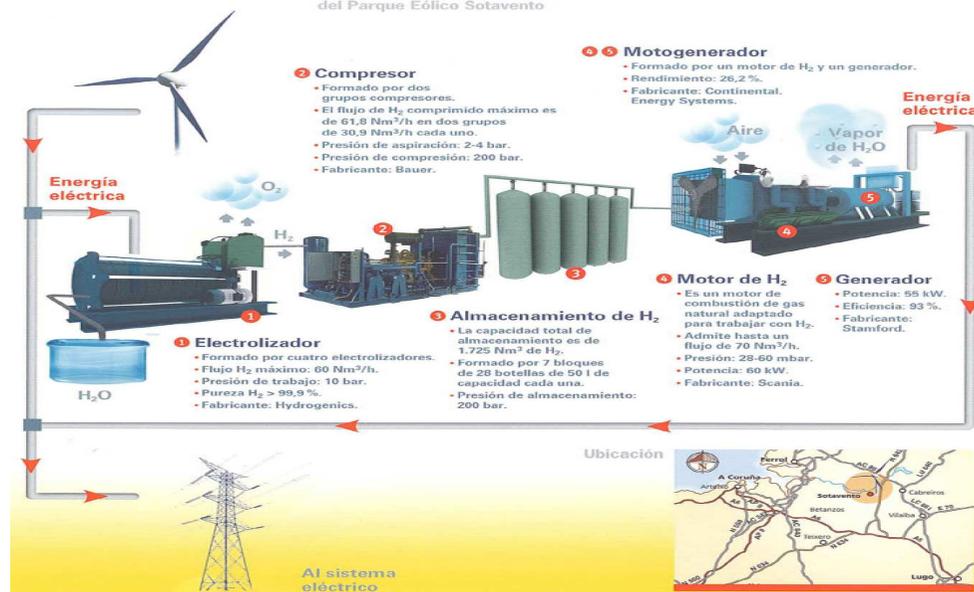
- Mejoras en componentes, rendimientos y costes
 - Nuevos materiales: + Ligeros: ↑ Rendimiento ↓ Coste
- Posibilidades de almacenamiento de energía:
 - Sistemas de bombeo de agua en C.H. reversibles
 - Cámaras Frigoríficas (CNER en España)
 - Aire Comprimido (USA)
 - Baterías Eléctricas de Vehículos (proyecto REVE-REOLTEC-coche eléctrico como almacén energía)
 - Generación de hidrógeno para Pila de Combustible/Motor



Estudia la viabilidad del Hidrógeno como medio de almacenamiento de energía eléctrica de origen eólico



Esquema de Instalación de Producción de Hidrógeno del Parque Eólico Sotavento



El Éxito de la Energía Eólica: Potencia Mundial y Fabricantes de Tecnología

Mundo

Dic. 2008

121 GW

65 GW Europa
27 GW Norte América
24 GW Asia

Previsión



Año 2012

225 GW

España

Dic. 2008

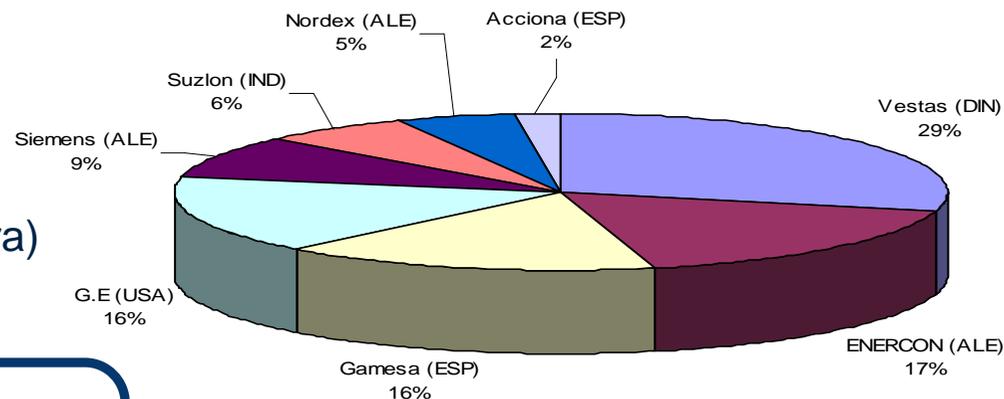
16,7 GW

3,4 GW CLM
3,3 GW CL
3,1 GW Galicia

España 3º en el Ranking por detrás USA y Alemania

Año

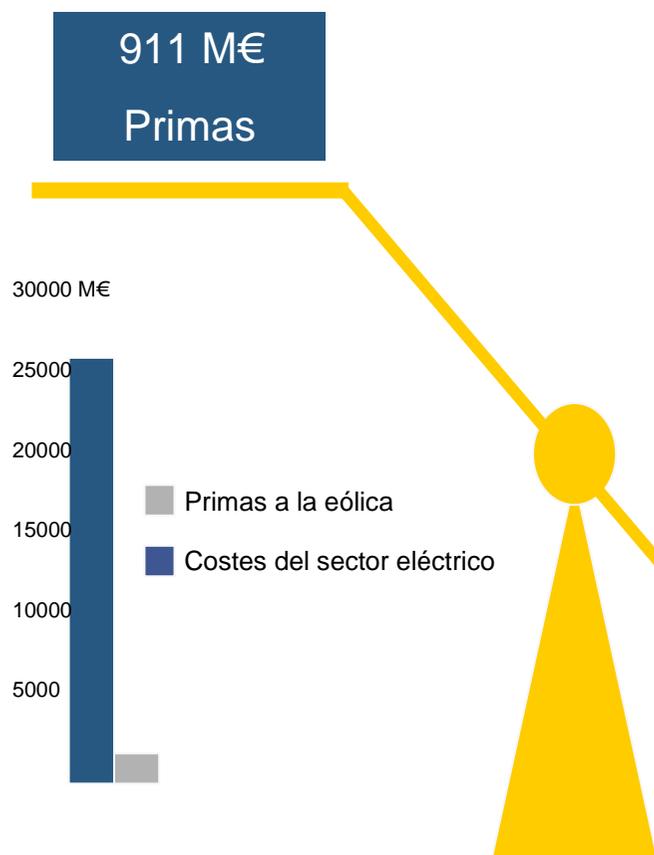
2010 → 20 GW
2016 → 29 GW
2020 → 40 GW (tierra)
4 GW (mar)



España lidera Tecnología Mundial
Gamesa (16 %) y Acciona (2 %)
Cuota Mundial Aerogeneradores 2008: 27 GW

El Éxito de la Energía Eólica: Un buen negocio para la economía española

IMPACTO EN LA MACROECONOMÍA 2007



Energía Producida	27 GWh/año (9,1%)
Inversión en I+D+i	174 M€
Nº Puestos trabajo:	37.000
% PIB global:	0,35 (3.270 M€) (+ sector calzado/pesca)
↓ Dependencia Energética:	↓5,5 Mtep. (850 M€)
↓ Emisiones:	18 Mton CO ₂ (360 M€) 11.000 ton SO ₂ 33.800 ton NO _x
Exportaciones:	2.550 M€ (+ sector vino)

(*) DATOS ESTUDIO DELOITTE/AEE

3. Energía Solar Fotovoltaica



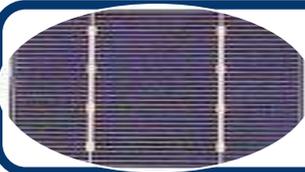
Planta construida por Socoin en Sevilla (2 MW tecnología Silicio Policristalino)

3. Energía Solar Fotovoltaica-Paneles de Silicio Cristalino y Capa Delgada

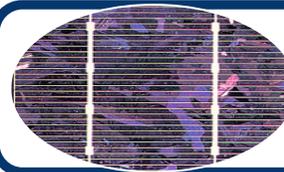
Basada en el Efecto Fotovoltaico- Principalmente 3 líneas tecnológicas:

- Silicio Cristalino
- Lamina Delgada y
- Sistemas de Concentración

El 90% de las aplicaciones son con tecnología de Silicio cristalino (mono o poli)



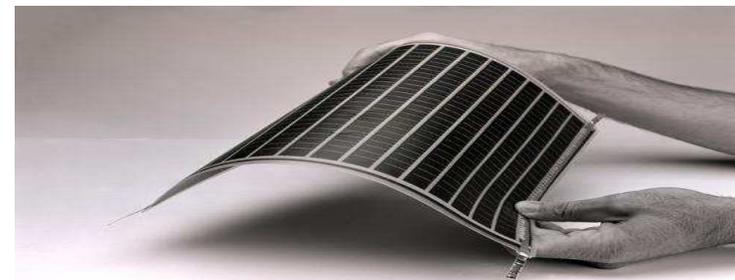
Silicio monocristalino
(Eficiencias 14 %-18 %)



Silicio Policristalino
(Eficiencias 12 %-14 %)

Los paneles de lámina delgada permiten reducir costes por tener menor cantidad de Si (espesores del orden de 100 veces)

Baja Eficiencia (7%-8 %)



Los módulos de lámina delgada se fabrican con diferentes semiconductores:

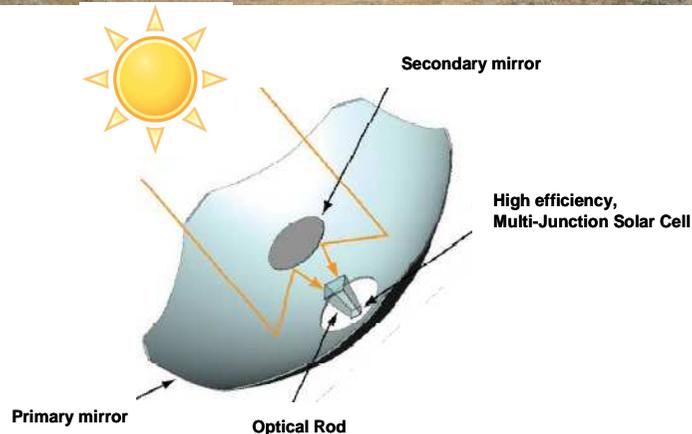
Silicio Amorfo (pierde rendimiento con el tiempo)
Diselenuro de Cobre, Indio y Galio, CIS (prototipo)
Telururo de Cadmio

Energía solar Fotovoltaica –Sistemas de Concentración Fotovoltaica



Se dispone de un elemento óptico que concentra la luz sobre la célula. Son necesarios dispositivos de seguimiento muy precisos (error de $0,4^\circ$) porque solo se aprovecha la radiación solar directa

Se alcanzan rendimientos del 40-50 %



Semiconductores más utilizados

- Silicio cristalino (Concentraciones < 500 soles)
- Arseniuro de Galio (Concentraciones >500 soles)
- Células multicapa (varias células unidas para captar mejor el espectro solar)

España es pionera en FV Concentración a través del ISFOC tiene un proyecto en CLM de 3 MW y 26 Meuros con diferentes tecnologías (Isofotón, Solfocus, Concentrix, Sol3g, ..) para demostrar su viabilidad y para I+D

Nota: 1 sol = 1kW/m^2

Energía solar Fotovoltaica – Potencia Instalada y Fabricantes de Tecnología

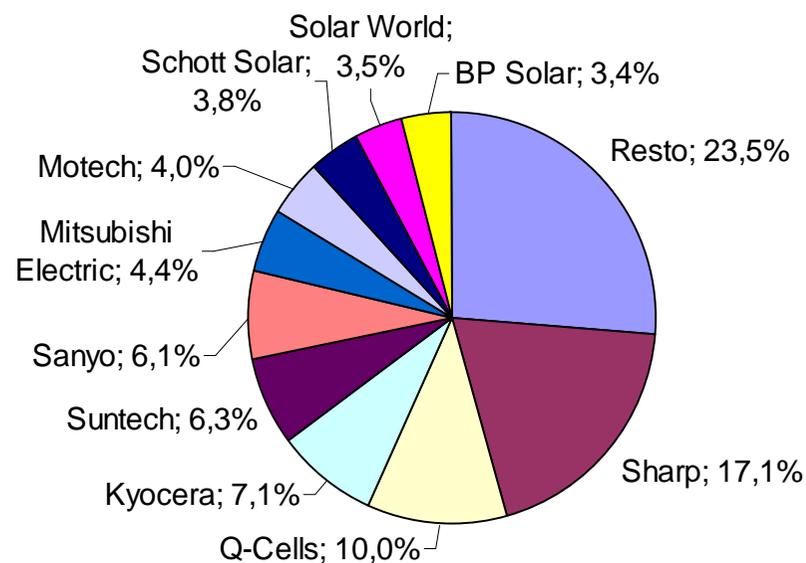
12,95 GW en 2.008

España: 3,3 GW (Líder Mundial)
Europa: 9,45 GW

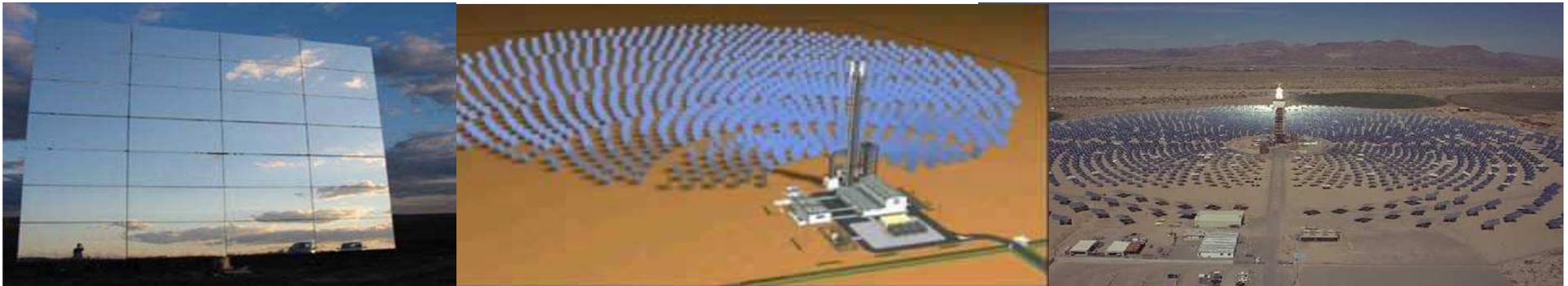
Cuotas de mercado
Tecnologías:

Silicio Poli-Mono cristalino:	46,50 -43,40 %
Capa Delgada-Silicio Amorfo:	4,70 %
Capa Delgada-CdTe:	2,70 %
CIS (CuInSe ₂):	0,20 %
Otros:	2,60 %

Cuotas de mercado
Fabricantes (2.006):



4. Energía Solar Termoeléctrica



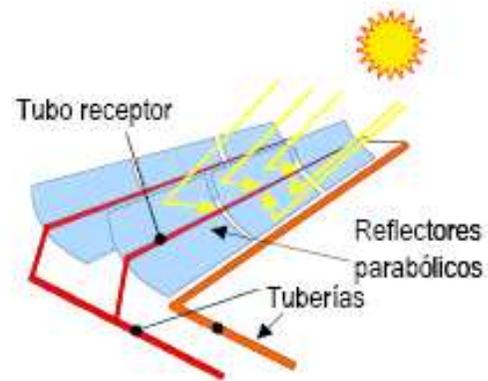
Tecnologías existentes en Solar Termoelectrica

Líneas Tecnologías:

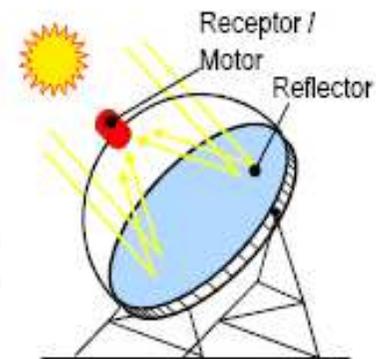
- Colectores Cilindro Parabólicos
- Torre Central
- Discos Parabólicos
- Concentrador Lineal Fresnel



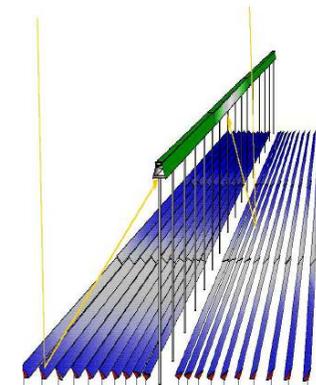
Receptor Central



Cilindro parabólicos



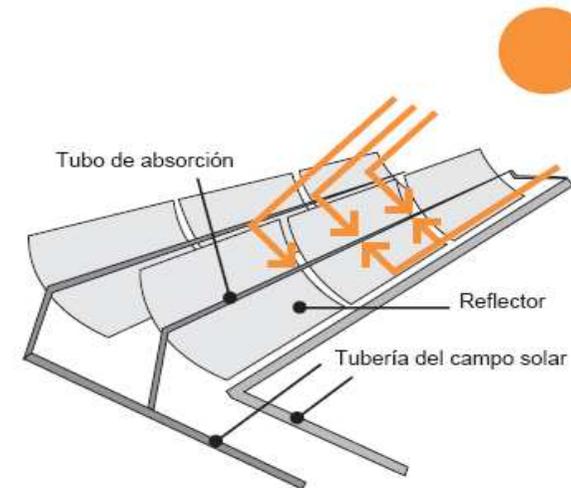
Discos parabólicos



Fresnel

Colectores Cilindro Parabólicos

- Concentran la radiación en un tubo receptor por donde circula aceite térmico, que se calienta hasta unos 400 °C
- Operación comercial desde 1985 en Mojave (USA)
- Opción mayoritaria de plantas actualmente en Operación/Proyecto



Operación Comercial (519 MW en el Mundo):

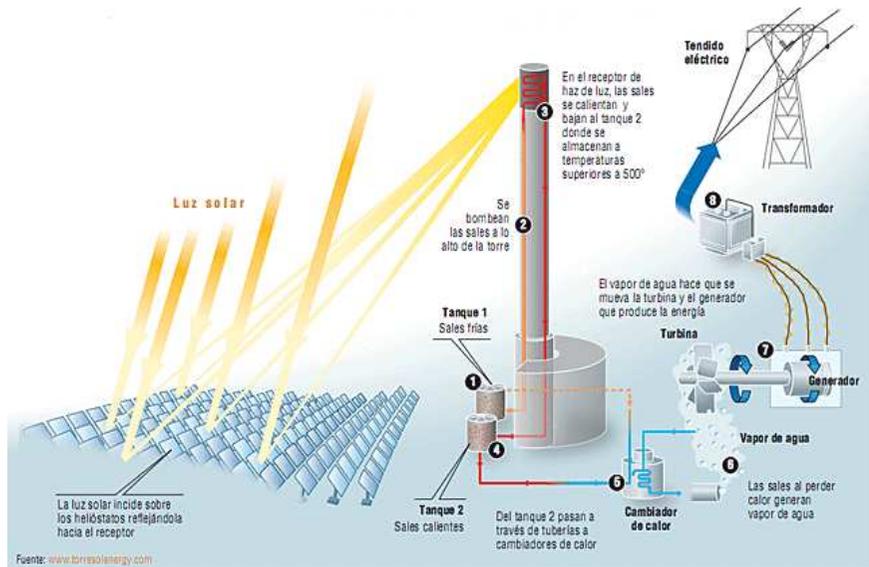
- USA: 340 MW en California (1985) y 64 MW en Nevada desde 2007
- España: 50 MW en Granada (2.008) y 50 MW en Puertollano (2.009)

Plantas en Construcción:

- España (IDAE): 950 MW en Construcción y 2.000 MW en Promoción Avanzada
- Argelia, Egipto, Marruecos , Creta y USA



Torre Central



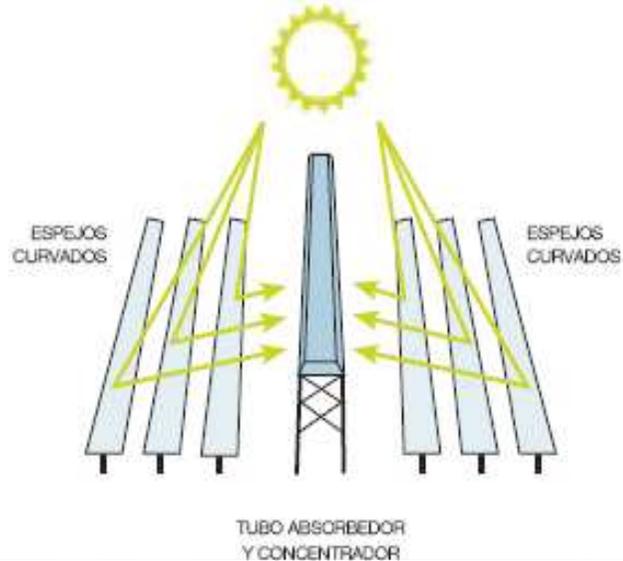
SOCOIN

- Espejos (heliostatos) captan la radiación solar y la dirigen hacia el receptor situado en lo alto de una torre, donde se transforma en energía térmica mediante un fluido de trabajo que puede alcanzar temperaturas hasta de 1.000 °C
- Fase Precomercial

Plantas en el Mundo:

- Solar One (California, 10 MWe, 1982-88)
- Solar Two (10 MWe, 1996-99)
- PSA-Programa Phoebus
- PS10 (Abengoa, Sevilla, 11MWe)
- PS20 (Abengoa, Sevilla, 20 MWe)
- Gemasolar (17MWe), Sevilla (Construcción)

Concentrador lineal Fresnel



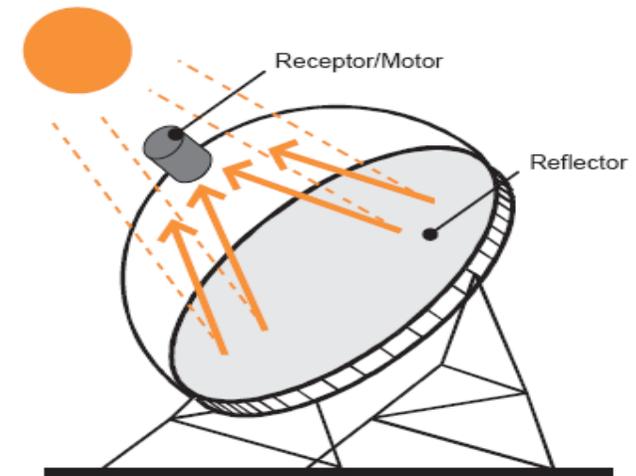
- Varias filas de espejos planos realizan el seguimiento del sol en un eje y concentran la radiación solar sobre un tubo receptor ubicado en la parte alta del concentrador, generándose directamente vapor
- Prototipos/Demostración

Operación Comercial (8,4 MW en Mundo) :

- Kimberlina (USA): 5 MW
- Puerto Errado I (Murcia): 1,4 MW
- Liddel Power Station (Australia): 2 MW

Disco Parabólico Stirling

- Un disco parabólico refleja y concentra la radiación en un receptor que actúa como foco caliente de un motor Stirling, el cual acopla un generador para la producción de electricidad (adecuado para generación distribuida)
- Prototipos/Demostración



Experiencias realizadas:

- DISTAL I y II (años 90, PSA)
- EURODISH (1998-2001, España-PSA y Alemania)
- ENVIRODISH (2002-2005, España, Francia y Alemania)
- Proyecto de futuro:
 - AZTH (Abengoa, 80 kWe)



5. Energía de la Biomasa



Tecnologías existentes en Biomasa

Líneas Tecnológicas:

Comercial:

Combustión Directa en Calderas

(En 2007: 507 MW en España)

Desarrollo-Precomercial:

Gasificación para generación de energía

en motores alternativos (En 2007: 7,5 MW en España)

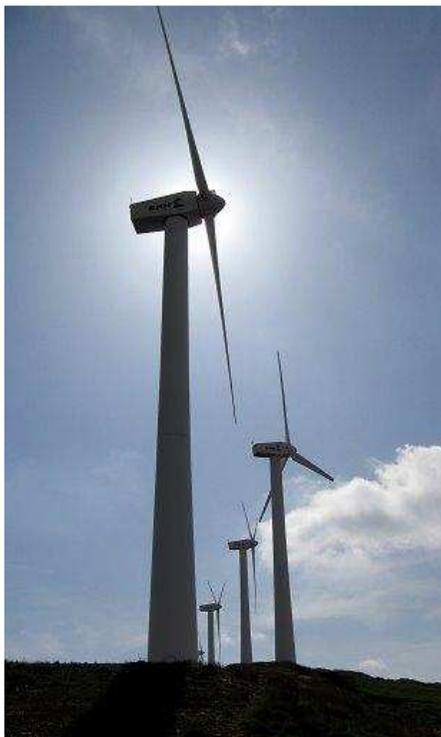
I+D:

Torrefacción consistente en tratamiento previo de la Biomasa para mejorar sus características como combustible para

↑PCI (↓ humedad, ↓ volátiles..)



6. Conclusiones



Conclusiones

- La Energía Eólica es la mas desarrolla de las Renovables. En 2008: 121 GW en el mundo / 16,7 GW en España (3ª en el ranking mundial detrás USA y Alemania). Gran crecimiento futuro que permitirá cumplir Kyoto y Directiva Europea: 40 GW (tierra) + 4 GW (mar) en el 2.020
- La Tecnología basada en Silicio Cristalino (Poli-Mono) es la tecnología más experimentada de la Solar Fotovoltaica (90% de las aplicaciones). En 2008: 12,95 GW en el mundo / 3,3 GW en España (líder mundial)
- La Tecnología Cilindro -Parabólica, es la más experimentada de la solar termoeléctrica con + 20 años experiencia comercial . En 2.008 : 509 MW en el mundo/100 MW en España (líder mundial junto a USA). Gran crecimiento futuro en España: 950 MW en construcción y 2.000 MW en fase Promoción Avanzada en 2.009
- Tecnología Combustión Directa, es la más experimentada de la Biomasa y está en fase Comercial. 507 MW en España a finales de 2.007