

# Energía Solar Fotovoltaica

## Aplicaciones y Contexto Mundial

Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Contexto Mundial

Oscar Perpiñán Lamigueiro  
<http://oscarperpinan.github.io>

# Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

## Contexto Mundial

# Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

## Clasificación

SFCR

Sistemas Autónomos

Sistemas de Bombeo

## Contexto Mundial

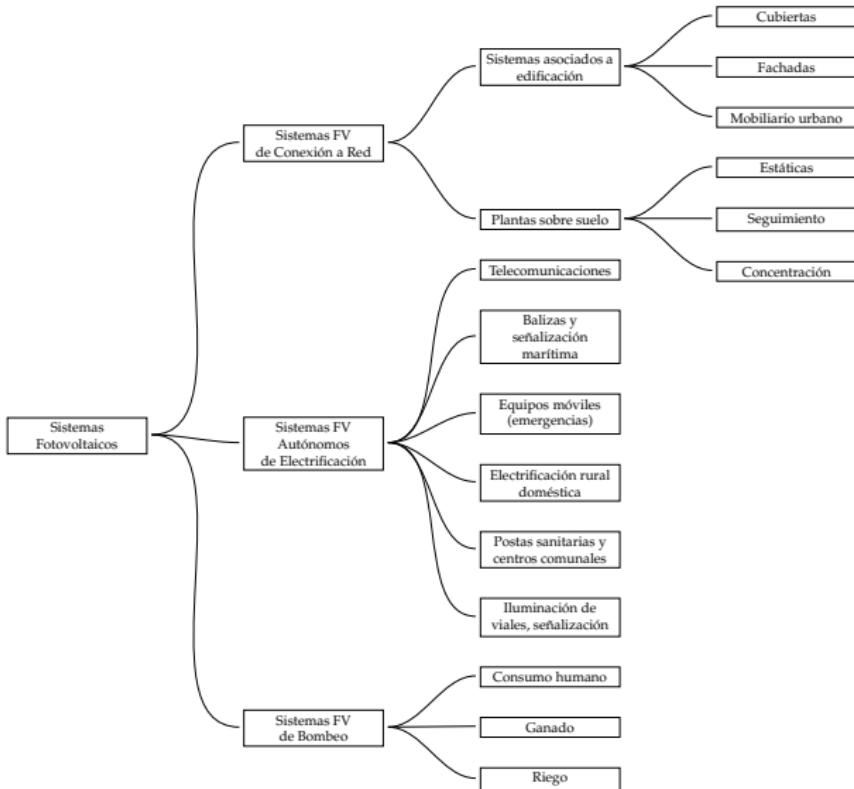
# Definición

- ▶ Un sistema fotovoltaico es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar.
- ▶ El principal componente de este sistema es el módulo fotovoltaico.
- ▶ El resto de equipos incluidos en un sistema fotovoltaico depende de la aplicación.

## Tipos

- ▶ Conectados a red (*grid connected*)
- ▶ Autónomos (*off-grid*)
- ▶ Bombeo

## Clasificación



# Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

Clasificación

SFCR

Sistemas Autónomos

Sistemas de Bombeo

Contexto Mundial

# Definición

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

- ▶ Los sistemas conectados a red producen energía eléctrica para ser **inyectada en la red convencional**.
- ▶ Dado que no deben satisfacer ninguna demanda de consumo de forma directa ni garantizar el mismo, **no necesitan incorporar equipos de acumulación de energía**.
- ▶ Para permitir el correcto acoplamiento con la red eléctrica estos sistemas **incorporan un equipo inversor** que adecúa la potencia producida por el generador fotovoltaico a las condiciones de la red convencional.

Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Clasificación  
SPCR  
Sistemas Autónomos  
Sistemas de Bombeo

Contexto Mundial

# Tipos de SFCR

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

## Sistemas sobre Suelo

- ▶ Concebidos exclusivamente para producir energía y obtener el rendimiento económico asociado. Suelen superar los 100 kW de potencia.

## Sistemas en Edificación

- ▶ Abarcan funciones adicionales a la producción de energía, tales como sustitución de componentes arquitectónicos, efecto estético, sombreado de acristalamientos, etc.
- ▶ En general, son sistemas más pequeños que los instalados sobre suelo, normalmente de potencias inferiores a los 100 kW.

Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Clasificación

SFCR

Sistemas Autónomos

Sistemas de Bombeo

Contexto Mundial

# Sistemas sobre Suelo

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)



Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Clasificación

SFCR

Sistemas Autónomos

Sistemas de Bombeo

Contexto Mundial

# Sistemas en Edificación

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)



Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Clasificación

SFCR

Sistemas Autónomos

Sistemas de Bombeo

Contexto Mundial

# Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

Clasificación

SFCR

Sistemas Autónomos

Sistemas de Bombeo

Contexto Mundial

# Definición

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Clasificación

SFCR

Sistemas Autónomos

Sistemas de Bombeo

Contexto Mundial

- ▶ Objetivo: satisfacer una demanda energética determinada.
- ▶ Incorporan un equipo de acumulación de energía.
- ▶ Tipos: profesionales, electrificación rural y pequeño consumo.

# Aplicaciones profesionales

- ▶ Radioenlaces, la protección catódica de gasoductos, hoteles, señales de tráfico y navegación aérea, refrigeración de vacunas, equipos remotos de adquisición y transmisión de datos, e incluso alimentación de equipos espaciales como satélites.
- ▶ Requieren una fiabilidad muy elevada.
- ▶ El corte de suministro en estas aplicaciones tiene consecuencias de elevado coste: generador fotovoltaico y un acumulador electroquímico de tamaño superior al estrictamente necesario para reducir al mínimo la probabilidad de fallo.
- ▶ En algunos casos se opta por incorporar un grupo electrógeno, ya sea para reducir el tamaño del acumulador o para funcionar como equipo de socorro.



# Energía Solar Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Sistemas Autónomos

Sistemas de Bombeo

# Sistemas de Electrificación Rural

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Clasificación

SFCR

Sistemas Autónomos

Sistemas de Bombeo

Contexto Mundial

- ▶ Los sistemas de electrificación rural suministran energía eléctrica a poblaciones rurales alejadas de redes eléctricas convencionales.
- ▶ Proporcionan energía para alimentar equipos de iluminación, radio, televisión y pequeñas herramientas eléctricas.
- ▶ Son sistemas frecuentemente englobados en programas de cooperación al desarrollo, financiados por ONG's u organismos como el Banco Mundial o la Unión Europea.
- ▶ Dentro de los sistemas de electrificación rural predominan los sistemas domésticos (*solar home systems, SHS*) y las centrales híbridas.

- ▶ Los sistemas domésticos habitualmente con potencias de 100W o 200W, están asociados a una vivienda familiar y en algunos casos a centros comunales o centros de salud.



# Híbridos

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Clasificación  
SFCR  
Sistemas Autónomos  
Sistemas de Bombeo

Contexto Mundial

- ▶ Las centrales híbridas, compuestas por un generador fotovoltaico, un acumulador electroquímico y un grupo electrógeno o turbina eólica, proveen una red eléctrica para un poblado rural.
- ▶ El tamaño de estas centrales depende del tamaño de la población asociada, con potencias que van desde los 10 kW hasta los 100 kW.

# Aplicaciones pequeño consumo

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Clasificación

SFCR

Sistemas Autónomos

Sistemas de Bombeo

Contexto Mundial

Pequeños módulos fotovoltaicos, frecuentemente de silicio amorfo, alimentando equipos electrónicos como calculadoras o relojes, cargadores de móviles, pequeñas herramientas eléctricas, balizas domésticas, etc.

# Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

Clasificación

SFCR

Sistemas Autónomos

Sistemas de Bombeo

Contexto Mundial

# Definición

- ▶ Los sistemas de bombeo emplean la energía eléctrica que produce el generador fotovoltaico para accionar una motobomba que eleva y transporta agua desde un acuífero hasta un depósito o una red de distribución.
- ▶ Para reducir costes y aumentar la fiabilidad es frecuente acumular la energía en forma de energía potencial del agua almacenada en el depósito elevado.
- ▶ Suministro de agua para consumo humano o animal, el riego de plantaciones individuales o comunitarias y la desalinización del agua extraída con sistemas de ósmosis inversa.



Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Clasificación

SFCR

Sistemas Autónomos

Sistemas de Bombeo

Contexto Mundial

# Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

## Contexto Mundial

# Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

## Contexto Mundial

Mercado Fotovoltaico

Paridad de Red

Segmentos de mercado

# Potencia Instalada

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Contexto Mundial

Mercado Fotovoltaico

Paridad de Red

Segmentos de mercado

Según el informe del mercado fotovoltaico publicado por la Agencia Internacional de la Energía (IEA-PVPS), a finales de 2016 había una potencia fotovoltaica acumulada de 303 GW a nivel mundial.

# Potencia por Países

24 países han superado la cifra de 1 GW de potencia instalada

1. China: 78 GW
2. Japón: 42,8 GW
3. Alemania: 41,2 GW
4. Estados Unidos 40,3 GW
5. Italia: 19,3 GW
6. Reino Unido: 11,6 GW
7. India: 9 GW
8. Francia: 7,1 GW
9. Australia: 5,9 GW
10. España: 5,4 GW

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

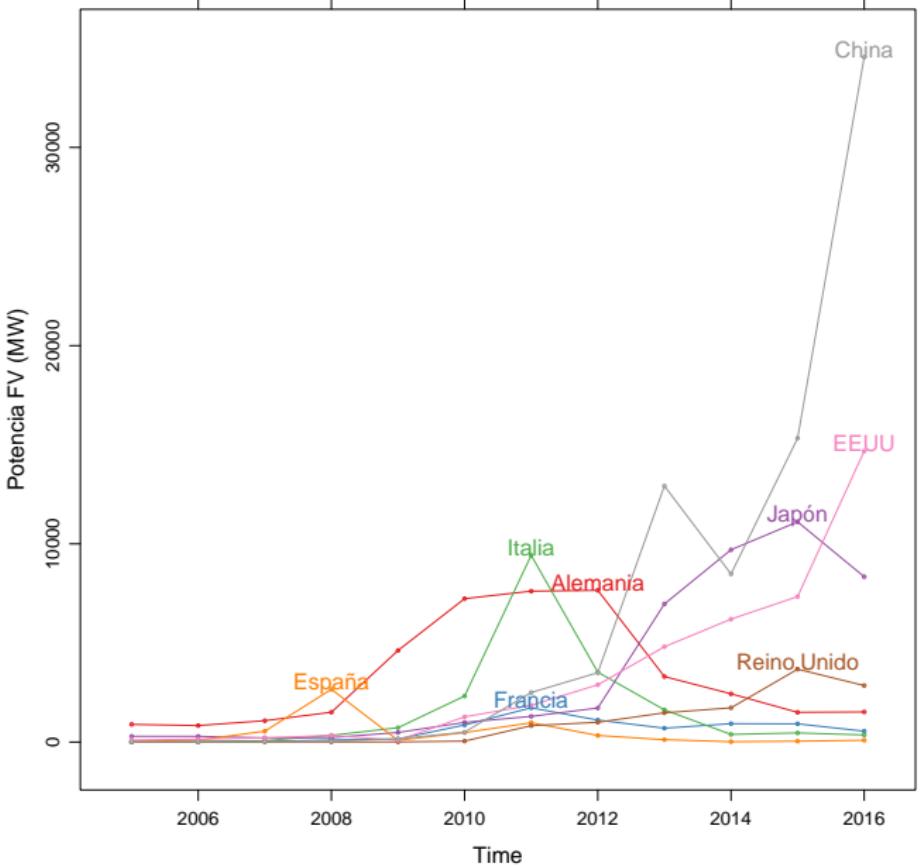
Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Contexto Mundial

Mercado Fotovoltaico

Paridad de Red

Segmentos de mercado



# Contribución energética

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

## La ESF aporta el 1.8% de la energía eléctrica mundial

- ▶ Honduras: 12.5%
- ▶ Grecia: 7.4%
- ▶ Italia: 7.3%
- ▶ Alemania: 7%
- ▶ Japón: 4.9%
- ▶ España: 3.2%
- ▶ China: 1.6%

Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Contexto Mundial

Mercado Fotovoltaico

Paridad de Red

Segmentos de mercado

# Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

## Contexto Mundial

Mercado Fotovoltaico

Paridad de Red

Segmentos de mercado

# Paridad de Red

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Contexto Mundial

Mercado Fotovoltaico

Paridad de Red

Segmentos de mercado

- ▶ Crecimiento sostenido fuertemente relacionado con el ritmo de reducción del precio del módulo, siendo causa y consecuencia del mismo.
- ▶ En estas circunstancias, los sistemas fotovoltaicos han alcanzado ya la paridad de red en muchas partes del mundo.

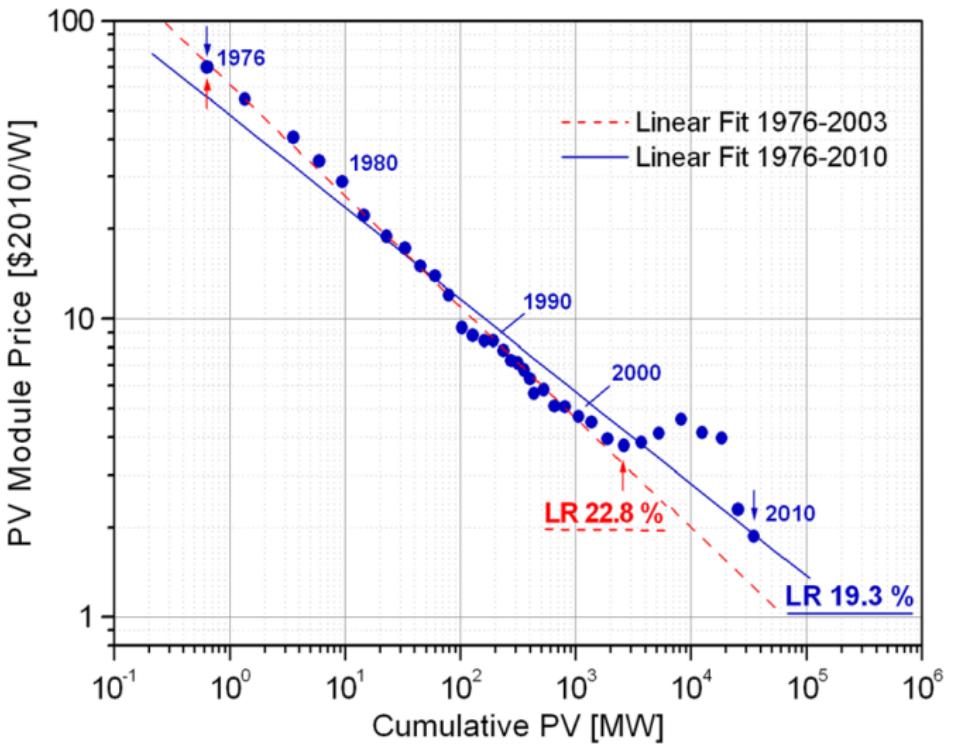
Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Contexto Mundial

Mercado Fotovoltaico

Paridad de Red

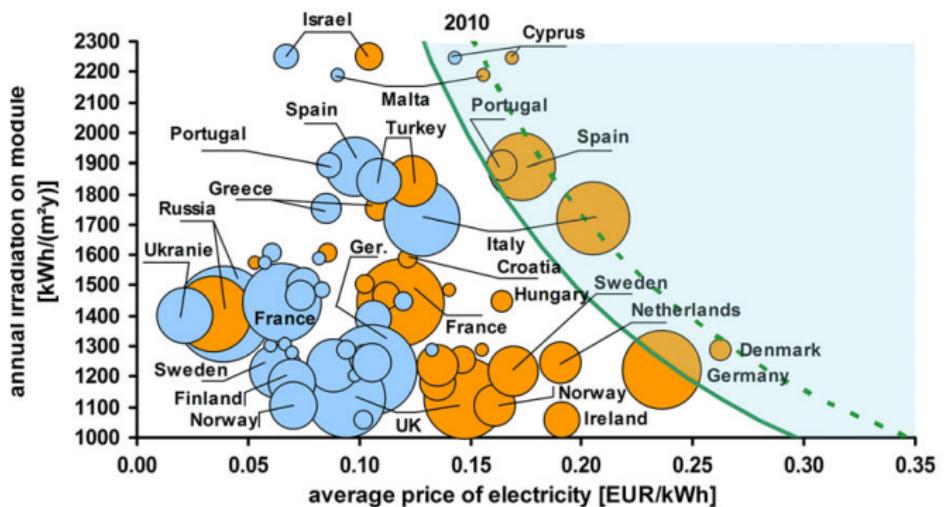
Segmentos de mercado



# Paridad en 2010\*

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)



Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Contexto Mundial

Mercado Fotovoltaico

Paridad de Red

Segmentos de mercado

\*El color naranja identifica los sistemas residenciales y el azul los sistemas industriales. El tamaño de los círculos está relacionado con el tamaño del mercado eléctrico de cada país.

# Paridad en 2013<sup>†</sup>

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
<http://oscarperpinan.github.io>

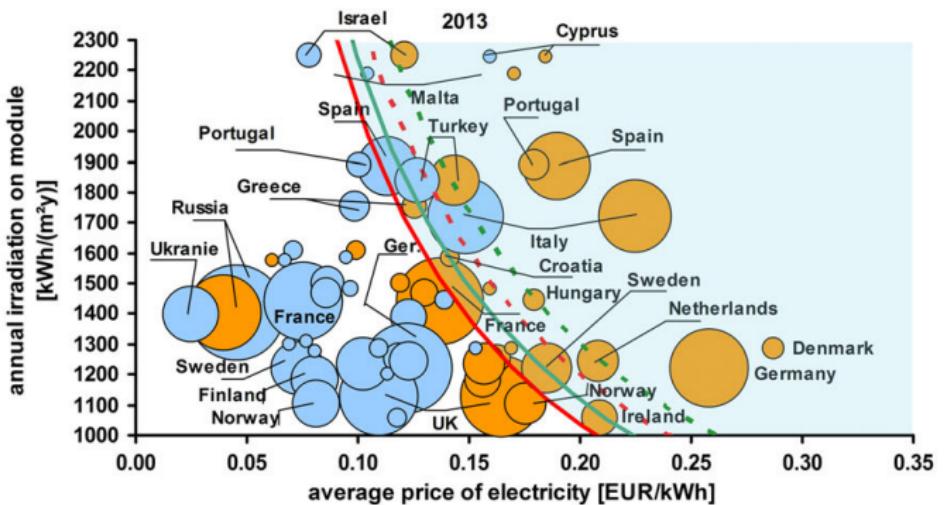
Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Contexto Mundial

Mercado Fotovoltaico

Paridad de Red

Segmentos de mercado



<sup>†</sup>El color naranja identifica los sistemas residenciales y el azul los sistemas industriales. El tamaño de los círculos está relacionado con el tamaño del mercado eléctrico de cada país.

# Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

## Contexto Mundial

Mercado Fotovoltaico

Paridad de Red

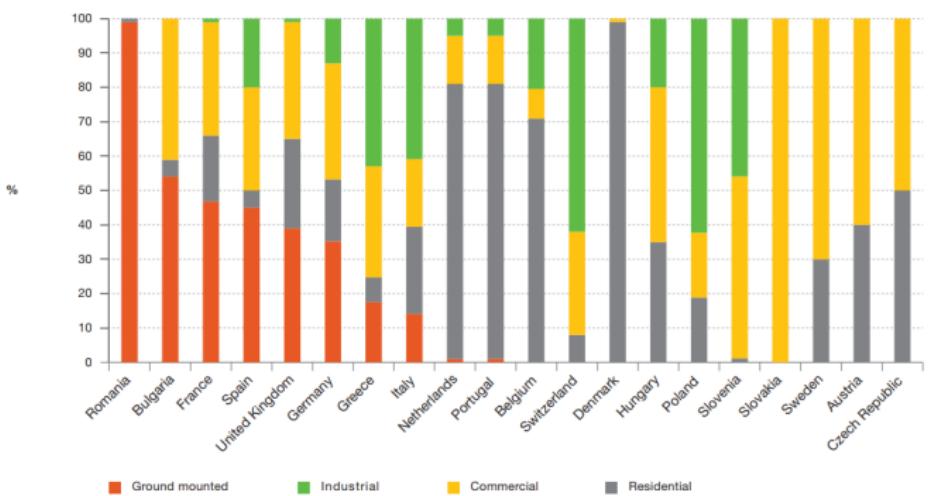
Segmentos de mercado

## Segmentos de Mercado

## Energía Solar Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

## Segmentos de mercado



# Segmentación en Alemania y España

Energía Solar  
Fotovoltaica

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Aplicaciones de la  
Energía Solar  
Fotovoltaica

Contexto Mundial

Mercado Fotovoltaico

Paridad de Red

Segmentos de mercado

- ▶ El mercado fotovoltaico español se ha basado en sistemas sobre terreno (plantas fotovoltaicas).
- ▶ El mercado alemán ha diversificado las opciones dando mayor preponderancia a sistemas comerciales y residenciales.

# Tamaño de instalación y Conexión

## España

- ▶ Tamaño medio 107 kW
- ▶ 64% en redes de AT/MT.
- ▶ 36% en redes de BT.

## Alemania

- ▶ Tamaño medio 17 kW
- ▶ 38% en redes de AT/MT
- ▶ 62% en redes de BT

## Japón

- ▶ Tamaño medio por debajo de 5 kW
- ▶ 80% del total en BT.