



HACIA UN SUMINISTRO SOSTENIBLE DE ELECTRICIDAD

LA ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA



INFORME ANUAL 2008



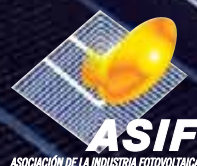
ASIF

ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA

HACIA UN SUMINISTRO SOSTENIBLE DE ELECTRICIDAD

LA ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA

INFORME ANUAL 2008





Sumario

| | |
|---|--------|
| Carta del Presidente | Pág.5 |
| Tecnología para un sistema energético sostenible | Pág.7 |
| 1) La energía fotovoltaica, esencial en cualquier mix de generación ... | Pág.7 |
| 2) El generador fotovoltaico | Pág.8 |
| 3) La instalación fotovoltaica | Pág.13 |
| Aplicaciones de la energía fotovoltaica | Pág.19 |
| 1) Fotovoltaica en áreas rurales sin red | Pág.19 |
| 2) Fotovoltaica conectada a la red | Pág.21 |
| Los mercados fotovoltaicos y los sistemas de apoyo | Pág.25 |
| 1) El condicionante del coste de producción | Pág.25 |
| 2) Diferentes esquemas de apoyo | Pág.28 |
| El mercado fotovoltaico mundial | Pág.33 |
| 1) Instalaciones de producción eléctrica | Pág.33 |
| 2) Fabricación de equipos | Pág.36 |
| 3) El caso alemán | Pág.38 |
| España: segundo mercado fotovoltaico del mundo | Pág.41 |
| 1) 2007, el año del despegue | Pág.41 |
| 2) El mercado fotovoltaico español | Pág.44 |
| 3) La industria fotovoltaica española | Pág.47 |
| 4) Estructura sociolaboral del sector | Pág.52 |
| La Asociación de la Industria Fotovoltaica | Pág.57 |
| 1) ASIF por dentro | Pág.57 |
| 2) El Décimo Aniversario | Pág.60 |
| Bibliografía y referencias | Pág.65 |
| Los socios de ASIF | Pág.67 |

NOTA: alguno de los apartados de este Informe está basado en un documento publicado este mismo año por la Asociación de la Industria Solar Alemana, BSW-Solar (Bundesverband Solarwirtschaft e.V.), a la que ASIF agradece haberle permitido adaptarlo.

© Asociación de la Industria Fotovoltaica
 Fotos: socios de ASIF
 Diseño: Print A Porter Comunicación, S.L.
 Impresión: Modelo, S.L.
 Depósito Legal: M-27342-2008

Doctor Arce, 14. 28034 Madrid
 Teléfono: +34 915 900 300 • Fax: +34 915 612 987

www.asif.org

CARTA DEL PRESIDENTE

Estimado lector:

La energía es uno de los pilares de nuestra existencia, de nuestro bienestar y de la eficiencia en nuestro trabajo; por eso el acceso a los recursos energéticos siempre determina, directa o indirectamente, nuestros comportamientos y políticas.

Ahora los temas sobre la energía son debatidos, no sólo por estrategias y políticos en despachos o parlamentos, sino por todos, en la calle, porque hemos tomado conciencia de dos asuntos de especial trascendencia: el primero, que las materias primas energéticas que usamos se acaban, como apreciamos por las señales de precios de muchas de ellas; y el segundo, que estamos cambiando el clima al obtener la energía útil que necesitamos –electricidad, calor, combustibles– produciendo crecimientos exponenciales de gases contaminantes en la atmósfera. Son asuntos muy preocupantes porque ponen en duda nuestro modelo energético y, por tanto, amenazan nuestra forma de vida y nuestro equilibrio.

La historia nos habla de la capacidad humana de superar los problemas cuando se han definido y se ha tomado la decisión de combatirlos; el enfoque catastrofista de la problemática energética, si tomamos medidas, no tiene, pues, base histórica.

Una vez que ya estamos concienciados del problema y hemos descartado la opción de no hacer nada, el protagonismo de las acciones a tomar no corresponde a los países cuya prioridad es ahora salir de la pobreza, sino los países desarrollados, los que tienen medios para atender los costes inherentes a la ingente tarea que supone cambiar el modelo energético. En esta tarea, España tiene una función importante porque, aunque sólo consume el 1% de la energía del planeta, es uno de los líderes del esfuerzo global de crear dicho nuevo modelo energético.



Dentro de las medidas que se están tomando, un pilar es el uso eficiente de la energía; otro, el uso de energías renovables.

La barrera principal para que las renovables desempeñen un papel más importante son sus costes: ahora son altos comparados –en términos convencionales– con el carbón o el petróleo, pero no parece que haya discusión en que las renovables tienen un gran recorrido para bajarlos siguiendo su curva de experiencia, como han hecho las tecnologías maduras a nuestro alcance; es decir, con el aumento de su mercado y sus volúmenes de producción –lo cual impulsa la I+D+i– se reducen los costes y se crea una espiral virtuosa hasta alcanzar el pleno desarrollo industrial.

Esta penetración en el mercado de las tecnologías renovables requiere importantes inversiones, inversiones que, con visión amplia de curva de experiencia, son rentables: no puede haber, en estos momentos, una inversión más rentable que la que se realiza en una tecnología energética renovable que esté siguiendo su curva de experiencia y esté dando pruebas tangibles de que alcanzará costes competitivos en pocos años. Ya tenemos un ejemplo en renovables de la validez de este planteamiento: la tecnología eólica, que con pequeño volumen y costes altos hace unas décadas, se nos ofrece ahora muy cerca de su plena competitividad.

Dentro de las energías renovables, la fotovoltaica reivindica el ser la forma más sencilla y limpia de generar electricidad y el estar demostrando que sigue sin desmayo su curva de decrecimiento de costes cuando aumenta su volumen, por lo que se encuentra a pocos años de hacer que la producción de electricidad de los paneles en nuestros tejados sea igual al precio que nos pide la empresa comercializadora que llega a nuestro hogar.

En este informe, la Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF), comprometida con esta tecnología y con su desarrollo ordenado en España, razona porqué es necesario seguir invirtiendo en fotovoltaica. La cuestión es particularmente delicada en un momento en el que el sector nacional afronta un importante cambio regulatorio, tras haber sobrepasado todas las expectativas sobre su crecimiento y haber alcanzado los objetivos que tenía planteados para 2010 con tres años de adelanto.

Las particularidades de la tecnología –vanguardia del conocimiento– y del mercado –aún muy joven y global, aunque muy concentrado–, exigen abordar su desarrollo y despliegue con una regulación flexible y con capacidad de adaptación al marco cambiante, pero sin que por ello se ahuyente la inversión, que necesita estabilidad a largo plazo.

Hoy la fotovoltaica ya puede ser un importante pilar del mix energético, y esta situación, tan deseable, la tenemos al alcance de la mano. En ASIF trabajamos duramente y en distintos planos –regulatorio, tecnológico, social, etcétera– para conseguir que esa posibilidad sea una realidad cuanto antes.

Deseo que pueda dedicar unos minutos a la lectura de este informe y que la considere de utilidad.

Agradeciéndole su apoyo al desarrollo de la tecnología fotovoltaica en España, le saluda muy cordialmente



Javier Anta
ASIF- Presidente

FOTOVOLTAICA PARA UN ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO SOSTENIBLE

1. LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA, ESENCIAL EN CUALQUIER MIX DE GENERACIÓN

Sólo las fuentes de energía que explotan recursos renovables, como el viento, el agua, la biomasa, la geotermia o el sol son inagotables a escala humana. Además, pueden cubrir toda la demanda de energía mundial: la irradiación solar, en una hora, deja en la superficie terrestre tanta energía como la humanidad consume en un año.

Por otro lado, las energías renovables no contribuyen a incrementar el CO₂ y otros gases causantes del efecto invernadero y el calentamiento global, por lo que su aprovechamiento es sostenible y básico para conseguir la seguridad de abastecimiento.

Por ello, contamos con las energías renovables para nuestro futuro energético. Y en ese futuro, la energía solar fotovoltaica será una parte esencial del conjunto de fuentes de energía renovable debido a sus características, pues presenta:

- Un inmenso potencial, al no tener límite la energía solar que podemos captar y disponer de superficie suficiente como para cubrir varias veces toda nuestra demanda de energía.
- Un balance energético muy positivo, pues genera, dependiendo de las tecnologías y la localización de las instalaciones, entre 10 y 20 veces más energía de la que se necesitó para producirlas.
- Una total independencia de importaciones energéticas, al tener su origen en un recurso tan autóctono como es la radiación del lugar. Dependiendo de la latitud, generará más o menos electricidad, pero





siempre se obtendrá energía, incluso con niveles mínimos de luz solar.

- Una sencillez y fiabilidad extraordinarias, que posibilitan ofrecer garantías de funcionamiento de varias décadas.
- Un mantenimiento mínimo en tiempo, costes y especialización profesional, ya que puede instalarse de forma que un simple particular se encargue de ello.
- Una gran versatilidad, pudiéndose utilizar en aplicaciones minúsculas, como una calculadora o un cargador portátil, o en extensas plantas con decenas de hectáreas.
- Una gran modularidad; la potencia y tensión necesarias se alcanzan, simplemente, adicionando módulos: si se quiere 1 kW se conectan en promedio cinco o seis módulos, y si se quieren 10 MW se conectan, de igual forma, 50.000 ó 60.000 módulos.
- Una producción máxima al mediodía, justo cuando hay mayor demanda de energía. Con ello se aplanan los picos de la demanda, se reduce el precio de la electricidad y se necesitan menos inversiones en las redes eléctricas de distribución.
- Una solución muy adecuada para dar electricidad en áreas remotas o rurales, aisladas de la red eléctrica. En algunos casos, como en las aplicaciones espaciales, es la solución óptima.
- Una enorme facilidad para integrar los paneles solares en la edificación, sustituyendo los materiales constructivos por elementos generadores de electricidad limpia y creando diseños arquitectónicos innovadores.
- Un factor de creación de nuevas empresas y de desarrollo tecnológico, puesto que el tejido industrial fotovoltaico es muy intensivo en I+D e innovación.
- Un yacimiento de empleo de primer orden y de creación de nuevos puestos de trabajo altamente cualificados y repartidos por todo el territorio, incluidas las deprimidas zonas rurales.
- Un gran potencial de reducción de costes, que se puede materializar agrandando su mercado y, con ello, estimulando la I+D+i, fortaleciendo la industria y generando un círculo virtuoso.

2. EL GENERADOR FOTOVOLTAICO

La palabra “Fotovoltaico” significa literalmente “Luz de electricidad”: “Foto” proviene de la palabra griega “Phos”, que significa “Luz”, y “Volt” del científico italiano Alessandro Volta, pionero en el estudio de la electricidad. El sistema fotovoltaico se compone de las siguientes partes:

- **Módulo.** Está formado por grupos de células fotovoltaicas, normalmente soldadas bajo una lámina de vidrio, y es el elemento que genera electricidad sin emisiones, sin ruido y sin residuos de ningún tipo. Los módulos fotovoltaicos se pueden adaptar a diferentes tamaños, potencias y diseños, de modo que pueden instalarse en prácticamente cualquier lugar. Además, son sólidos, fiables y robustos, y tienen una vida útil de más de 40 años.

- **BOS** (Siglas de la expresión inglesa *Balance of System*). Es el resto de elementos que forman una instalación, e incluye inversores, baterías, reguladores, cables, seguidores, y demás componentes que se puedan necesitar.

Tecnología en vanguardia del conocimiento

La energía fotovoltaica está basada en materiales semiconductores fotosensibles que producen electricidad cuando son irradiados. El polisilicio (silicio depurado hasta alcanzar una pureza que se mide en partes por millón) es la tecnología dominante por varias razones: primera, es abundante; segunda, es fiable y de fácil manipulación, y tercera, es muy conocida, puesto que está sobradamente probada desde hace décadas.

Dentro del sector de la energía fotovoltaica existen, hasta el momento, tres tipos distintos de tecnologías en estadio de desarrollo plenamente comercial: las tradicionales Monocristalina y Multicristalina, basadas en el polisilicio, y las tecnologías de Capa fina, que se han incorporado al mercado en los últimos años:

- **Silicio monocristalino.** Las células monocristalinas se obtienen cortando obleas de un solo cristal de silicio puro; son las más eficientes (entre el 15% y el 20%), pero tienen un coste superior. Durante 2007 ocuparon el segundo lugar en volumen de mercado, con el 33% del total; sin embargo, su cuota se redujo en dos puntos porcentuales respecto del año 2006.
- **Silicio multicristalino.** Las células multicristalinas, en cambio, se elaboran a partir de obleas formadas por muchos cristales de silicio; son menos eficientes (del 10% al 15%), pero también son más baratas. Durante 2007 continuó siendo la mayoritaria en términos de producción, alcanzando un crecimiento del 49%, si bien perdió un 8% y un 2% en su cuota de mercado respecto de la cifra alcanzada en el año 2005 y 2006, respectivamente.
- **Capa fina** (*Thin film*, en inglés). Se basan en materiales con propiedades fotosensibles extremadamente delgados de muy bajo coste. Estas células son las más eficientes en utilización de materia prima y energía durante su producción; también son menos intensivas en mano de obra y tienen una mayor capacidad de integración arquitectónica. No obstante, debe prevenirse la aparición de problemas de



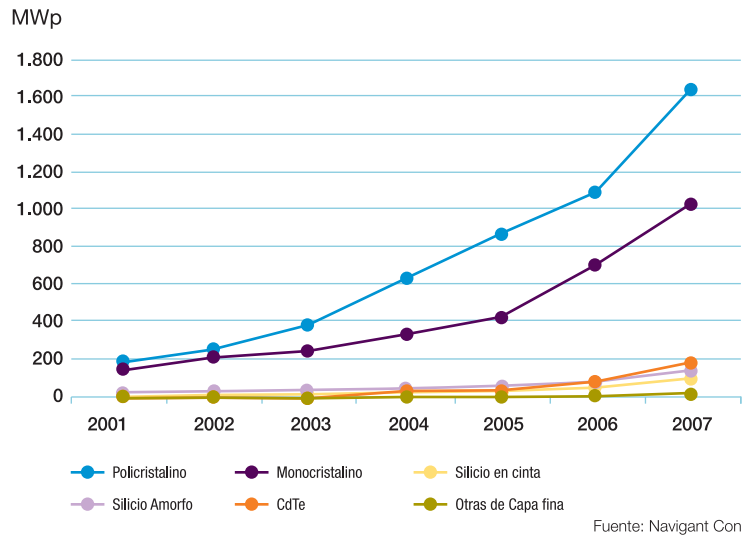
“fotovoltaica”
significa,
literalmente, “luz
de electricidad”



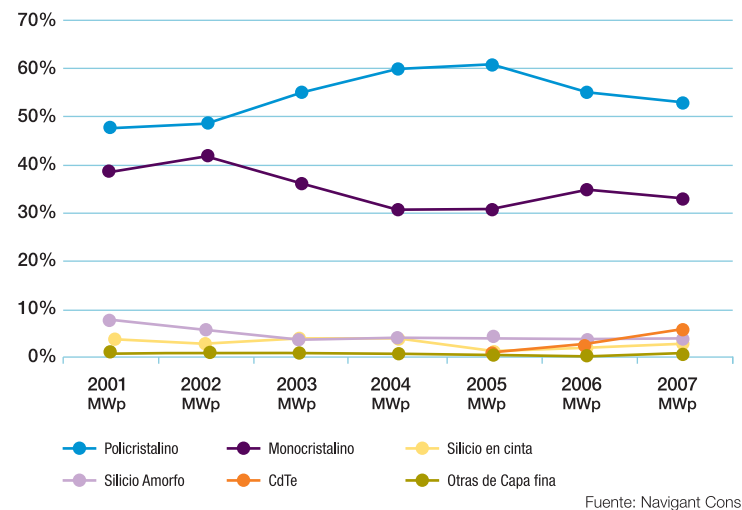


degradación a medio y largo plazo, y tienen una eficiencia más baja (del 7% al 10%), por lo que necesitan el doble de espacio que el polisilicio para producir la misma electricidad. Las tecnologías de Capa fina son las de mayor crecimiento en los últimos tres años; durante 2007 crecieron un 133%.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN POR TECNOLOGÍA

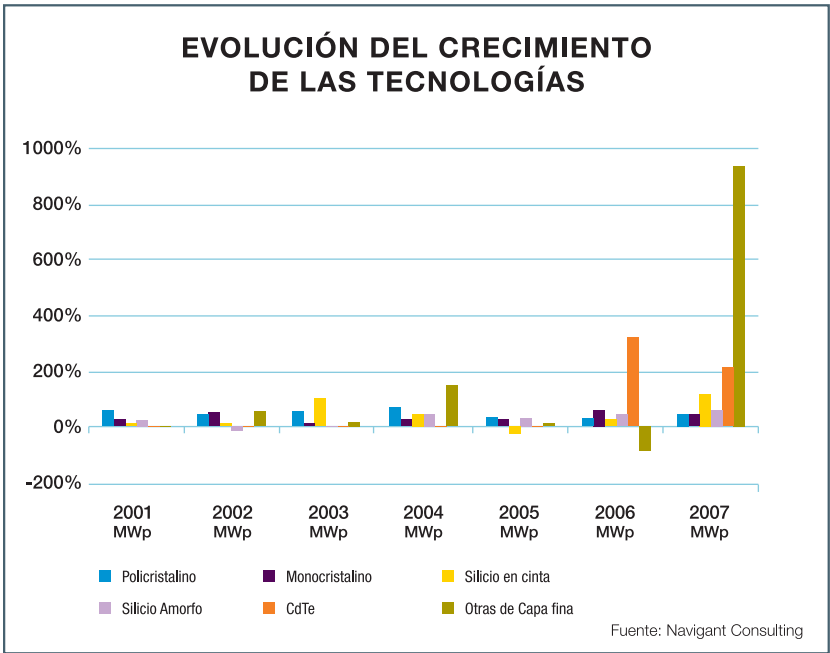


EVOLUCIÓN DE LA CUOTA DE MERCADO DE CADA TECNOLOGÍA

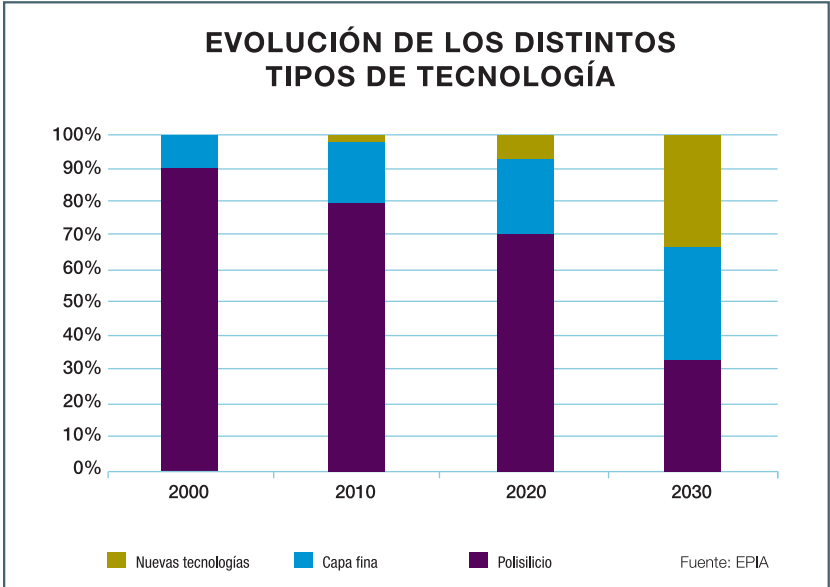


Capa fina, concentración y nuevos desarrollos

La escasez de polisilicio en el sector está impulsando fuertemente el desarrollo de la Capa fina y de otras nuevas tecnologías fotovoltaicas, todavía en estadio de I+D, como los Dispositivos Multi-unión, las Células Multibanda (banda metálica intermedia), los Dispositivos Full Spectrum o la Nanotecnología, entre otras, afianzando con ello una tendencia que continuará durante los próximos años. Prueba de ello es el anuncio de la construcción de grandes plantas de producción de tecnología de Capa fina, alguna con 1.000 MW de capacidad al año.



el mayor crecimiento se registra en las tecnologías de Capa fina, aunque todavía tienen una presencia minoritaria



Dentro de la Capa fina hay cuatro tecnologías destacadas: a-Si (Silicio amorfo), CIGS (Cobre, indio, galio y selenio), CdTe (Telurio de cadmio), y CIS (Cobre, indio y selenio). El Silicio Amorfo –silicio en una forma no cristalina– es la tecnología de Capa fina con mayor recorrido actualmente, con muchas empresas apostando por ella, por lo que ha alcanzado una cuota de mercado en el segmento de casi el 40%.

Otra línea destacada de investigación está en los denominados módulos de concentración, que potencia la incidencia de la luz del sol en una pequeña área de material fotovoltaico con lentes y espejos. Con ello se disminuye el tamaño de la célula utilizada y se obtienen importantes reducciones de costes (se sustituyen las caras células solares por los potencialmente más baratos elementos ópticos), notables incrementos de eficiencia (que en laboratorio han llegado al 40%) y un menor tiempo de amortización energética del sistema fotovoltaico.

De todos modos, a pesar de la gran cantidad de alternativas tecnológicas disponibles en el mercado y en fase de investigación, la tecnología basada en



silicio cristalino continuará dominando el panorama, por lo menos en la siguiente década.

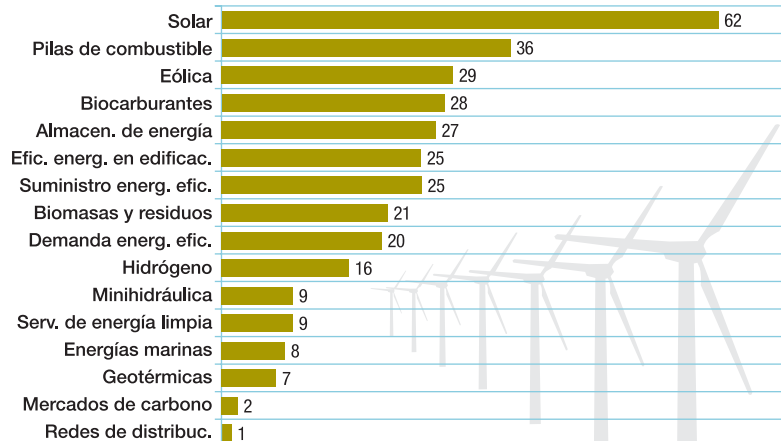
Tendencia de la I+D+i

Si el sector de las energías renovables es intensivo en Investigación, Desarrollo e Innovación, el subsector solar es el más intensivo de todos: las empresas dedican una media del 7% de su facturación a este capítulo, mucho más que sectores considerados punteros, como el informático o el farmacéutico, que no llegan al 5%.

Además, el número de empresas orientadas exclusivamente a la I+D fotovoltaica (*Start up* en inglés) es el mayor de todos los que se registran en el área de la energía sostenible. La experiencia en otros ámbitos, como las telecomunicaciones o el software, demuestra que la abundancia de empresas y proyectos tecnológicos en los estadios iniciales de la expansión del sector se traduce en una notable fortaleza en los momentos de consolidación y madurez.



EMPRESAS EXCLUSIVAMENTE DE I+D DE ENERGÍA SOSTENIBLE (Start up)



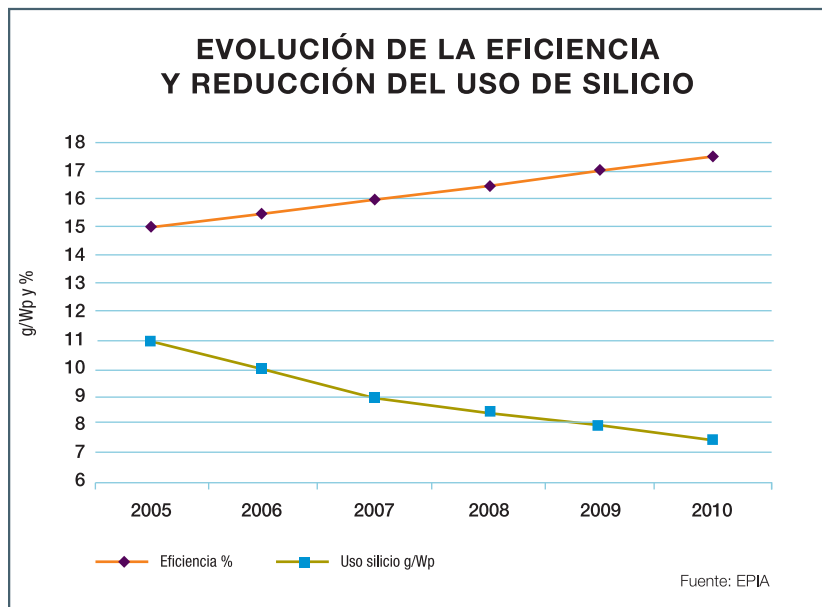
Nota: excluye China

Fuente: New Energy Finance

Partiendo de la base de ese sobresaliente esfuerzo innovador, la industria fotovoltaica tiene dos retos principales en estos momentos: conseguir un nivel óptimo de abastecimiento de polisilicio y reducir los costes de producción. Por ello, la inversión de I+D+i se destina al desarrollo de nuevas células, que sean más baratas porque empleen menos silicio en su elaboración y, a la vez, sean más eficientes.

Sin duda, los máximos exponentes de estas líneas de trabajo son las tecnologías de Capa fina y de Concentración, pero los avances que se han producido en los últimos años en las tecnologías convencionales de polisilicio no dejan de ser muy notables.

Así, hay una clara y progresiva reducción del grosor medio de la célula, que prácticamente se redujo un 50%, pasando de las 330 - 300 micras en 2003 a las 180 micras en la actualidad. Paralelamente, la eficiencia media de las células disponibles en el mercado ha crecido desde el 14% registrado en 2002 hasta el 15% - 16% en la actualidad.



el grosor de las células se ha reducido un 50% en cinco años

3. LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Por las particulares características de modularidad y por la gran variedad de formas con las que se pueden fabricar, los generadores fotovoltaicos permiten alimentar eléctricamente tanto satélites y artefactos espaciales como productos de consumo (relojes, calculadoras, juguetes...), equipos industriales (telecomunicaciones o protección catódica), sistemas de señalización (faros, boyas, balizamientos...), elementos de electrificación rural (viviendas, bombes de agua, motores...).

También, y principalmente, se puede inyectar la energía en la propia red eléctrica para distribuirla y usarla allí donde sea necesaria.

Las instalaciones suelen, en cuanto a tamaño, seguir la siguiente nomenclatura en función de la potencia del inversor: pequeñas (hasta 20 kW), medianas (de 20 kW a 200 kW) y grandes (mayores de 200 kW), conviniendo reservar la denominación de Central Fotovoltaica para la instalación mayor de 1 MW de potencia.



los módulos
tienen
una esperanza
de vida superior
a los 40 años

Vida útil

La vida útil de una planta fotovoltaica es la de sus componentes. Si la planta está diseñada correctamente y se realiza el mantenimiento recomendado, se pueden esperar en España los siguientes valores:

- Módulos: vida esperada de más de 40 años.
- Electrónica: vida útil de más de 30 años.
- Baterías: más de 10 años para las baterías de ácido-plomo, y más de 20 años para las baterías alcalinas-níquel-cadmio.
- Elementos auxiliares de la instalación: cableado, canalizaciones, cajas de conexión, etcétera, pueden durar más de 40 años.

Pérdidas

Las pérdidas de la instalación provienen de diversas causas, entre las que destacan las siguientes:

- **Tolerancia.** La tolerancia en los valores de potencia nominal del módulo fotovoltaico (normalmente entre un $\pm 5\%$ ó ± 3).
- **Degradación.** Un módulo fotovoltaico cuyo diseño haya sido certificado según la norma IEC 61215, si es de silicio cristalino, o la IEC 61646 si es de capa delgada, y haya sido fabricado con un sistema de calidad ISO 9001, no debe presentar degradación apreciable. Según la calidad del módulo, la degradación a lo largo de su vida útil estaría entre el 3% y el 7% en células de silicio de baja calidad, y por debajo del 2% en productos de alta calidad. De considerarse una pérdida de potencia por el paso del tiempo, ésta debe ser mínima.
- **Mismatch.** La conexión en serie de módulos con potencias no exactamente iguales produce pérdidas, al quedar limitada la intensidad de la serie a la que permita el módulo de menor corriente (*mismatch* en inglés). Los fabricantes de módulos suelen darlos ya clasificados en el caso de grandes pedidos.
- **Dispersión de características.** La potencia del módulo se mide en condiciones de iluminación específicas; en operación, en el módulo incidirá una radiación distinta a la del ensayo, es decir, no será siempre perpendicular y con un espectro estándar AM 1.5. Esta dispersión de características dará lugar a unas pérdidas angulares y espectrales.
- **Polvo y suciedad.** La potencia de salida del módulo disminuirá debido al polvo y la suciedad que probablemente se depositará sobre su superficie. Si el módulo está inclinado más de 15° y no se producen suciedades localizadas, como las producidas por los excrementos de aves, estas pérdidas serán pequeñas y normalmente no superiores a un 3%.
- **Temperatura.** Se produce una pérdida de potencia cuando el módulo trabaja con las células a temperaturas mayores de los 25° C con los que se midió en fábrica, estimándose en un 0,5% de potencia por cada grado que aumenta su temperatura para el caso de módulos de silicio cristalino.
- **Sombreado.** Las pérdidas por el sombreado sobre la superficie de células serán normalmente nulas, porque en el proyecto y la instala-

ción se habrá tenido en cuenta este factor, pero puede que el propio diseño tolere sombreados parciales en las horas extremas del día.

- **PMP.** Las pérdidas del inversor y el dispositivo de seguimiento del Punto de Máxima Potencia (PMP) están comprendidas entre un 4% y un 10%, excluyendo inversores sin transformador e inversores de muy bajo rendimiento. Muchas de las instalaciones aisladas no tiene inversor, pues se alimentan directamente de corriente continua, por lo que se ahorran las pérdidas del mismo, pero, en cambio, hay que considerar las pérdidas del regulador y la batería.
- **Caídas de tensión del cableado.** Las pérdidas por caídas de tensión del cableado, tanto del de corriente continua como el de alterna, suelen ser pequeñas, porque el buen diseñador preferirá poner cables de mayor diámetro antes que perder potencia por este concepto.
- **Disponibilidad.** Por último, la disponibilidad de la instalación fotovoltaica es un factor clave por el hecho evidente de que si la instalación está fuera de servicio estamos incurriendo en importantes pérdidas y estamos afectando significativamente el rendimiento global que se obtiene de la instalación. El mantenimiento correcto y rápido de las instalaciones es importante para conseguir una disponibilidad alta. El titular que durante semanas no sea consciente de que su instalación está fuera de servicio o funcionando incorrectamente, no podrá tener los rendimientos globales que espera. El rango de disponibilidad de una instalación bien mantenida estará en el 98% del tiempo total de insolación, o incluso superior, para grandes instalaciones, y algo inferior para instalaciones pequeñas.
- **Líneas eléctricas.** Deben también tenerse en cuenta, si existen, las pérdidas en la transformación de tensiones y las de la línea eléctrica de la conexión con la red (no se consideran como pérdidas del sistema fotovoltaico en sí, por lo que no se incluyen en la tabla que sigue).

El diseñador procurará minimizar estas pérdidas, ya que no podrá evitarlas. Haciendo un buen diseño y una correcta instalación, con materiales de calidad, estas pérdidas estarán comprendidas en el rango de valores que se reproduce a continuación:

| PÉRDIDAS EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA | PÉRDIDA ÓPTIMA | PÉRDIDA MÁS PROBABLE | PEOR CASO |
|--|----------------|----------------------|------------|
| Tolerancia del módulo / pérdidas con el tiempo | 0% | 3,00% | 5% |
| Dispersión de características (mismatch / espectrales, etc.) | 0,5% | 3,80% | 7% |
| Polvo y suciedad | 0,5% | 2,70% | 5% |
| Aumento de temperatura en las células | 3% | 6,50% | 10% |
| Sombreado de módulos | 0% | 1,00% | 2% |
| Caídas de tensión en cables de corriente continua | 0,5% | 0,80% | 1% |
| Rendimiento del inversor / seguimiento del PMP | 4% | 7,00% | 10% |
| Caídas de tensión en cables de corriente alterna | 0,5% | 0,80% | 1% |
| Falta de disponibilidad por mantenimiento | 1% | 2,40% | 4% |
| PÉRDIDAS TOTALES | 10% | 28,00% | 45% |

FUENTE: ASIF

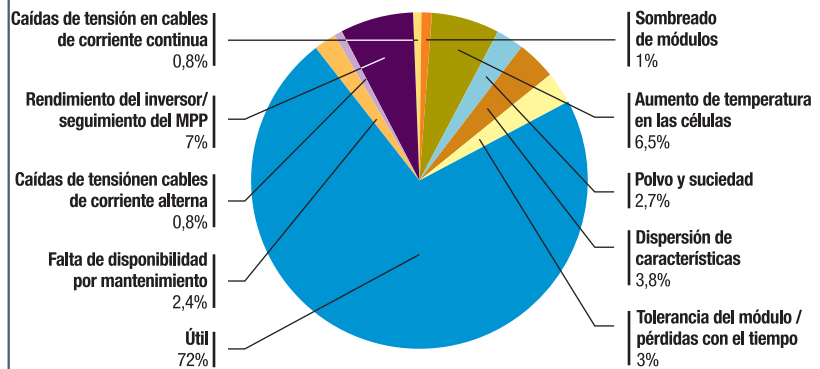
La potencia útil y las pérdidas más probables de un sistema fotovoltaico serán, expresadas gráficamente, las siguientes:



el diseño y el correcto mantenimiento de la instalación deben minimizar las pérdidas



POTENCIA ÚTIL Y PÉRDIDAS FV MEDIAS



Fuente: ASIF

Rendimiento Efectivo

Toda la radiación anual sobre la superficie de un módulo con una inclinación óptima en una localización central en España puede ser del orden de 1.800 kWh/m² cada año. Como la potencia nominal del módulo se obtiene cuando recibe una radiación de 1 kW/m², para un módulo con una inclinación óptima en un punto central de España es como si durante 1.800 horas hubiera estado incidiendo sobre su superficie 1 kW/m². Ello significa que, si no tuviera pérdidas, daría su potencia nominal durante esas horas y, por tanto, entregaría una energía eléctrica que sería el producto de su potencia nominal por esas horas.



En la Cornisa Cantábrica, un módulo con una inclinación óptima trabajaría a potencia nominal unas 1.500 horas al año; para un punto del Sur o Levante de España, trabajaría unas 2.000 horas.

Como el sistema fotovoltaico tiene las pérdidas que hemos mencionado, las horas por las que habría que multiplicar la potencia nominal no serían las horas antes mencionadas, correspondientes a la insolación y un rendimiento del 100%, sino que habría que minorarlas para tener en cuenta las pérdidas.

Considerando las pérdidas indicadas en la tabla anterior, las horas que los módulos estarían trabajando aproximadamente a su potencia nominal serían, según su localización geográfica, las siguientes:

PERÍODO DE RENDIMIENTO EFECTIVO

| IRRADIACIÓN ANUAL TOTAL DEL LUGAR, EXPRESADA EN HORAS CON UNA IRRADIANCIA SOLAR DE 1000 W/m ² (HORAS SOL PICO) | ENERGÍA ANUAL TOTAL DE LA INSTALACIÓN FV, EXPRESADA EN HORAS A POTENCIA NOMINAL DE LOS MÓDULOS | | | |
|---|--|---------------------------|------------------------|-------------------------|
| | CASO ÓPTIMO (MUY IMPROBABLE) | CASO MEDIO (MÁS PROBABLE) | PEOR CASO (IMPROBABLE) | |
| 2.000 | 1.800 | 1.450 | 1.100 | Sur / Levante de España |
| 1.800 | 1.600 | 1.300 | 1.000 | Centro de España |
| 1.500 | 1.350 | 1.050 | 820 | Cornisa Cantábrica |

FUENTE: ASIF

Este Informe recomienda tomar, en una primera aproximación, los valores indicados como Caso Medio o más probable. Valores más favorables que los indicados como el caso más probable deben estar muy bien documentados, para no contribuir a expectativas de rentabilidad poco objetivas.



Factor de Rendimiento Total

Un valor que se emplea de forma generalizada para medir el rendimiento de las instalaciones fotovoltaicas, independiente de la insolación que reciben, es el *Performance Ratio* en inglés (PR) o Factor de Rendimiento Total. Se trata de un indicador de las pérdidas de potencia en un sistema fotovoltaico, que se expresa como el cociente entre el rendimiento real y el teórico.

De las anteriores tablas, el PR se puede obtener mediante la división de las horas durante las cuales se espera que el sistema fotovoltaico trabaje a la potencia nominal y las horas que debería de haber estado dando la potencia nominal de no haber tenido ninguna pérdida:



FACTOR DE RENDIMIENTO TOTAL

| IRRADIACIÓN ANUAL TOTAL DEL LUGAR, EXPRESADA EN HORAS CON UNA IRRADIANCIA SOLAR DE 1000 W/m ² (HORAS SOL PICO) | PERFORMANCE RATIO (FACTOR DE RENDIMIENTO GLOBAL APROXIMADO) | | | |
|--|---|------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | CASO ÓPTIMO (MUY IMPROBABLE) | CASO MEDIO (MÁS PROBABLE) | PEOR CASO (IMPROBABLE) | |
| 2.000 | 90 | 72 | 55 | Sur / Levante de España |
| 1.800 | 90 | 72 | 55 | Centro de España |
| 1.500 | 90 | 72 | 55 | Cornisa Cantábrica |

FUENTE: ASIF.

Como corresponde a su definición, se observa que el PR es independiente de la irradiación del lugar y solamente depende de las pérdidas del sistema. Por otro lado, el PR es del orden del 72%¹. Ratios alejados de este valor, que es el valor más probable cuando se eligen productos de calidad y se hace un buen diseño, deben ser analizados con detalle para verificar su adecuación al diseño concreto que se trate. Valores optimistas son improbables pues es extraordinario que todos los muchos factores que inciden en el rendimiento del sistema caigan del lado favorable, más aún teniendo en cuenta que muchas de las pérdidas son inevitables.



¹ Análisis realizados por la Agencia Internacional de la Energía sobre un número importante de instalaciones en todo el mundo, muestran que los PR varían considerablemente, de 0,25 a 0,9, con un valor medio de 0,72, que es el que ASIF recomienda como valor de referencia. Los valores muy por debajo de la media, como puede ser los cercanos al extremo inferior de 0,25, corresponden a material, diseños o instalaciones defectuosas.

APLICACIONES DE LA FOTOVOLTAICA

1. FOTOVOLTAICA EN ÁREAS RURALES SIN RED

Por sus características, la fotovoltaica es la solución perfecta para llevar electricidad a las áreas rurales remotas, alejadas de las redes y las infraestructuras eléctricas: es fiable, no necesita combustibles, tiene un mantenimiento sencillo de bajo coste y puede usarse en cualquier lugar con cualquier tamaño.

Por ello, la fotovoltaica es, muy a menudo, la mejor forma de llevar electricidad a las casas y poblados de los más de 2.000 millones de personas que no tienen acceso a la energía o al agua potable. Los sistemas fotovoltaicos para estas aplicaciones rurales llevan más de 20 años siendo utilizadas en muchas regiones del mundo para el alumbrado y las comunicaciones, las estaciones de bombeo, la refrigeración de vacunas y medicinas, etc.

Instalaciones aisladas

Una casa rural alimentada con energía eléctrica de origen fotovoltaico necesita un panel solar, una batería y un regulador electrónico –para controlar la carga de la batería desde el panel–, cables y bases de enchufe en las que conectar las bombillas o los electrodomésticos que queramos, como una televisión.

Los sistemas aislados pueden también suministrar electricidad al motor de una bomba para un pozo, a una estación de purificación de agua, a un sistema de alumbrado exterior, a un teléfono público o a una estación de carga de baterías de la comunidad para, por ejemplo, teléfonos móviles.





Minirredes

Hablamos de minirredes cuando en un poblado o en una zona se conectan varias instalaciones de generación, o una instalación mayor que una aislada, de modo que se mejora el abastecimiento eléctrico del conjunto. Una de las ventajas conseguidas es que se necesita menor capacidad de acumulación que en el caso de las instalaciones individuales; otra es que las minirredes suelen trabajar con corriente alterna y permite el uso de componentes eléctricos más comunes.

Para optimizar el suministro eléctrico, las minirredes suelen ser sistemas híbridos que incluyen generadores de respaldo eólicos, minihidráulicos o de gasóleo. Las minirredes pueden ampliarse con facilidad si las circunstancias lo requieren.

Fotovoltaica para economías aisladas

La fotovoltaica es un medio muy eficaz para apoyar el progreso económico en zonas rurales sin red, al desarrollar la producción, la industria y los servicios en áreas sin electricidad. La electricidad solar puede, en cualquier parte del mundo, mover máquinas, ventiladores, bombas de agua, electrificar cercas, alimentar ordenadores, equipos de oficina o comunicaciones.

Como en la generación fotovoltaica no hay gastos de combustible a lo largo de su vida al ser el sol un recurso libre, toda la inversión debe hacerse al inicio, por lo que se requieren esquemas de financiación adecuados.



la energía solar puede, en cualquier parte del mundo, desarrollar tejido económico, riqueza y bienestar





2. FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED

Más de un 90% de los generadores fotovoltaicos están conectados a la red de distribución eléctrica y vierten a ella su producción energética. Esto evita que las instalaciones necesiten baterías y constituye una aplicación más directa y eficiente de la tecnología. Ya hay cientos de miles de sistemas fotovoltaicos conectados a red que demuestran que la conexión a red es técnicamente factible y muy fiable.

En países como Alemania, Japón o EE UU, un número cada vez más numeroso de personas y empresas están interesados en instalar un sistema fotovoltaico y conectarlo a la red. Las motivaciones para dar un paso semejante son diversas: algunos lo hacen para ganar dinero con la venta de la electricidad solar; otros, para ahorrar electricidad en los picos de demanda o para dar estabilidad al consumo si el suministro que reciben es inestable; muchos otros justifican en todo o en parte la inversión por conciencia ambiental. En todos los casos existe la motivación de contribuir al desarrollo de esta tecnología limpia.

Formas de conectarse a la red

Para la conexión a red se utiliza un inversor que convierte la corriente continua de los paneles en corriente alterna. El inversor cumple además otras funciones: monitoriza el sistema y lo desconecta de la red si hay algún funcionamiento anormal. Hay dos formas de conectarse a la red:

- **Facturación neta (*Net-metering* en inglés).** La electricidad solar se usa primero para consumo propio y los excedentes, si los hay, se inyectan en la red. El sistema fotovoltaico se conecta cerca del contador, pero en el lado del consumidor, reduciendo la necesidad de comprar electricidad; por lo tanto, disminuye la factura de la compañía eléctrica, que suministra sólo la energía que no aportan los paneles. Cuando se produce un excedente, esa producción eléctrica



**más del 90%
de los paneles
están
conectados
a la red**

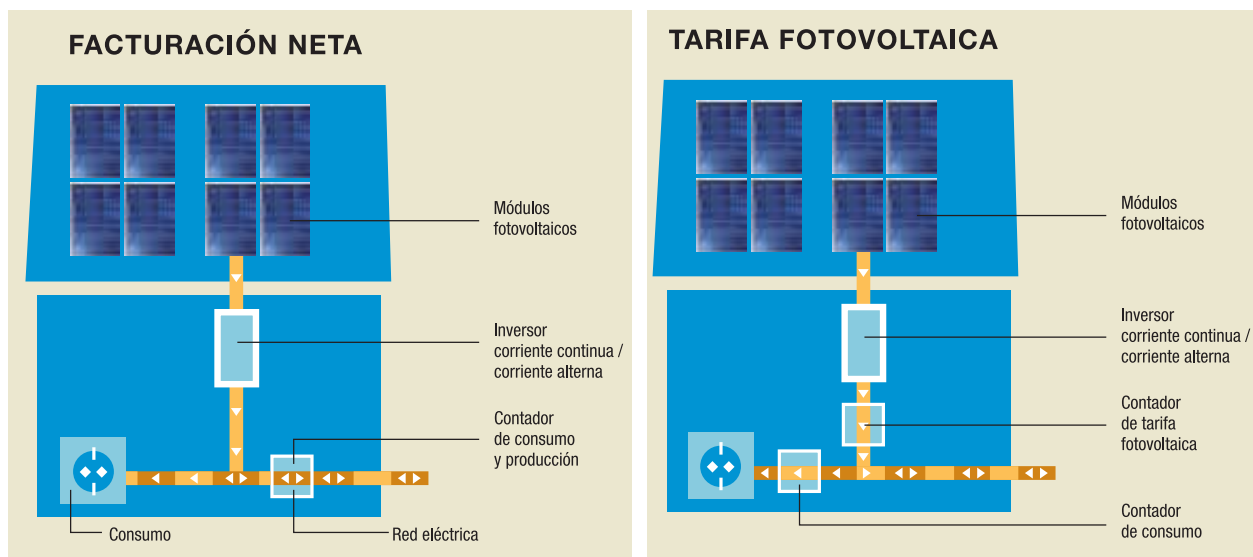


se vierte en la red y puede recibir la tarifa fotovoltaica correspondiente, si lo contempla la regulación.

- **Tarifa fotovoltaica** (denominada *feed in tariff* en inglés). En los países donde la legislación obliga a las compañías eléctricas a aceptar la generación que conecta en sus redes y existe una tarifa para recompensar el kWh de origen fotovoltaico, el sistema solar se suele conectar directamente a la red eléctrica, de modo que se inyecta el 100% de la energía producida.



En la práctica, las dos formas logran que la electricidad generada sea consumida en el lugar que se produce, ya sea en el propio edificio que aloja los paneles o por los consumidores cercanos a una instalación sobre suelo o sobre un elemento constructivo; sin embargo, financiera y administrativamente son dos casos muy distintos. En el caso de la tarifa fotovoltaica, mucho más eficaz para promover la fuente renovable, se tiene que emitir una factura y se tiene que llevar una contabilidad (en España, además, hay que hacer todos los trámites de una actividad económica, con independencia del tamaño de la instalación); en el caso de la facturación neta, en cambio, se obtiene un ahorro del consumo que no conlleva ninguna carga burocrática.



Fotovoltaica en edificación

La mayoría de los sistemas fotovoltaicos en edificios (viviendas, centros comerciales, naves industriales...) se montan sobre tejados y cubiertas, pero se espera que un creciente número de instalaciones se integren directamente en el cerramiento de los inmuebles, incorporándose a tejas y otros materiales de construcción. Los sistemas fotovoltaicos sobre tejados y cubiertas son de pequeño a mediano tamaño, esto es, de 5 kW a 200 kW, aunque a veces se supera este valor y se alcanzan dos o tres MW.

Los sistemas fotovoltaicos también pueden reemplazar directamente a los componentes convencionales de las fachadas. Las fachadas solares son elementos enormemente fiables que aportan un diseño moderno e innovador al edificio y, al mismo tiempo, producen electricidad. En varios países son elementos que contribuyen a la imagen y al prestigio corporativo de las empresas.

Asimismo, la fotovoltaica puede integrarse en otros elementos de la construcción: lamas y parasoles, lucernarios, pérgolas, marquesinas, etc.



Fotovoltaica en suelo

Hay tejados más que suficientes para poder cubrir toda la demanda eléctrica únicamente con paneles fotovoltaicos; sin embargo, la forma más sencilla de instalarlos es sobre el suelo. Las plantas fotovoltaicas sobre suelo utilizan mayoritariamente tierras de poco valor, de escaso o nulo rendimiento agrícola, e incluso degradadas, que no pueden ser utilizadas para otros usos.

Sobre un terreno, las instalaciones fotovoltaicas pueden adquirir cualquier tamaño debido a la modularidad de la tecnología. A medida que el tamaño de la planta crece, se aplican mayores economías de escala que redundan en una reducción de costes y en una mayor rentabilidad, aunque se deben buscar emplazamientos alejados de los centros de consumo, perdiéndose con ello el carácter de generación distribuida y sufriendo pérdidas en las redes de distribución. En la actualidad hay instalaciones sobre suelo de pocos kW y de decenas de MW.

Las instalaciones sobre suelo pueden orientarse con inclinaciones óptimas y posibilitan el uso de seguidores para capturar mejor la radiación solar. Los



sobre
edificación
se optimizan
las virtudes de
la generación
distribuida





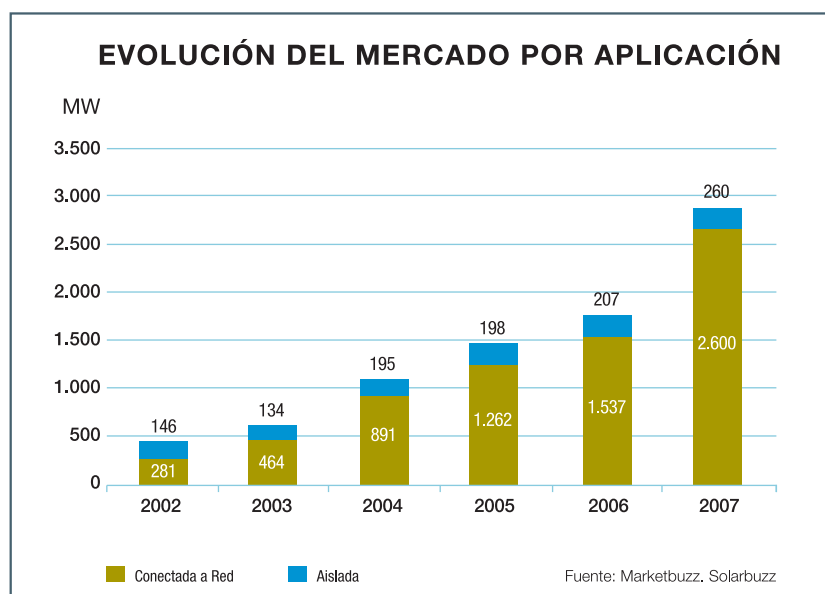
sobre suelo
se consiguen
economías
de escala, con
menores costes
y mayor
rentabilidad

seguidores pueden aumentar la captura de radiación y, por tanto, la producción eléctrica, entre un 25% y un 40%, pero los costes iniciales y el mantenimiento son también más altos que en una instalación con paneles sobre estructura fija.

En España el desarrollo del sector se ha centrado en la construcción de plantas fotovoltaicas en suelo por varias razones, como la falta de información e incentivos para los inmuebles y el segmento residencial, las trabas y barreras administrativas, las ya citadas mayor sencillez y rentabilidad...

Evolución del tipo de aplicación

Como ya se ha indicado, en los últimos años la fotovoltaica conectada a la red ha experimentado un crecimiento espectacular, impulsada por las exitosas políticas de fomento de algunos países, los crecientes precios de los combustibles fósiles, el abaratamiento de costes de la tecnología, y el cambio climático y la necesidad de adoptar un modelo energético sostenible.



Si en el año 2002 existía cierta paridad entre el segmento de conexión a red y el segmento de aislada, con un 66% y un 44% de cuota respectivamente, en 2007 un 91% del mercado total correspondió a la fotovoltaica conectada, habiendo incrementado su cuota de mercado un 25% en total. Aunque seguirá creciendo el segmento aislado de la red eléctrica, éste será cada vez más marginal¹.

¹ En este Informe se dan datos del mercado fotovoltaico procedentes de distintas fuentes que presentan ligeras discrepancias, por lo que debe considerarse el orden de magnitud.

LOS MERCADOS FOTOVOLTAICOS Y LOS SISTEMAS DE APOYO

1. EL CONDICIONANTE DEL COSTE DE PRODUCCIÓN

Hay poderosas razones para abandonar nuestro modelo energético actual y construir otro basado en fuentes energéticas sostenibles, como los precios del crudo creciendo a un ritmo imparable, nuestra dependencia energética de regiones inestables, o, sobre todo, el cambio negativo que sufrirán nuestras condiciones de vida actuales por el calentamiento global.

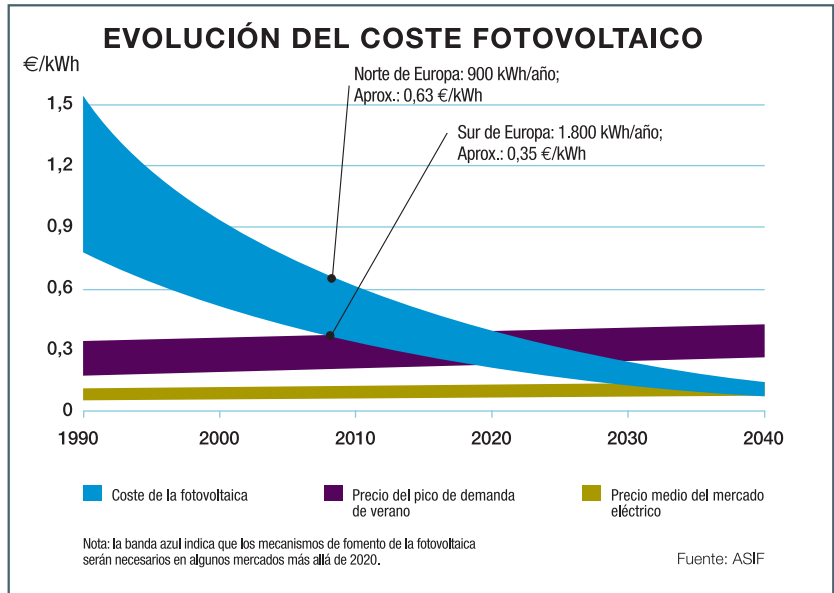
La fotovoltaica es una tecnología sostenible y cuenta con el mayor potencial de todas las fuentes de energía, por lo que será un pilar muy importante en el futuro suministro de energía.

Desafortunadamente, la fotovoltaica es hoy más costosa que las fuentes fósiles y que algunas de las otras renovables. La fotovoltaica explota un recurso gratuito (la luz solar), pero exige un fuerte desembolso de capital en el momento de construir la instalación; podríamos decir que la electricidad que va a producir durante los más de 40 años siguientes hay que pagarla al inicio, al contrario que la electricidad de origen fósil, cuyo coste es, sobre todo, combustible a pagar a medida que se consume.

La buena noticia es que la fotovoltaica tiene una gran capacidad de reducción de costes y pronto será competitiva con las demás fuentes. Esto ocurrirá como fruto de la combinación de las economías de escala y los avances tecnológicos de una I+D+i espoleada por un mercado en auge. Por ello, los mercados fotovoltaicos deben crecer significativamente.

El crecimiento de los mercados fotovoltaicos tiene lugar en un contexto donde los precios energéticos y eléctricos siguen subiendo, por lo que más pronto que tarde la electricidad solar será competitiva con el precio de la electricidad del consumidor final.





Las cuestiones que se plantean son, por tanto: ¿cómo vamos a alcanzar ese punto de competitividad de la fotovoltaica?; ¿cuándo debemos desarrollar los mercados fotovoltaicos?; ¿quién pagará por la electricidad fotovoltaica hasta que la competitividad se alcance?

Por su elevado coste, la finalidad principal del mercado fotovoltaico actual no es la producción de electricidad –aunque, siendo limpia y renovable, siempre es bienvenida–, sino potenciar su reducción de costes mediante el fortalecimiento de la producción, la distribución, la instalación y el I+D+i. Para ello se debe crear una creciente demanda mediante:

- El establecimiento de una legislación que permita instalar sistemas conectados a red.

- La provisión de esquemas de retribución y financiación que haga económicamente atractiva la inversión fotovoltaica.
- La eliminación de las barreras administrativas que impidan la instalación de sistemas conectados.
- La garantía de un marco regulatorio estable a largo plazo para dar la confianza que necesitan inversores e industria, que son piezas claves del desarrollo de la tecnología.



UNA ESTRATEGIA FOTOVOLTAICO A LARGO PLAZO

| ACCIÓN | EFECTO | LOGRO PARA LA FOTOVOLTAICA |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Derecho a producir e inyectar electricidad a la red. • Electricidad solar económicamente atractiva. | <ul style="list-style-type: none"> • Mercado fotovoltaico. • Producción eléctrica limpia. • Incremento de la I+D+i. • Capacidad industrial. • Creación de empleo. • Reducción de importaciones energéticas. • Reducción de inversión en redes. • Aplanamiento de los picos de demanda. • Incremento de la eficiencia energética. | <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costes y competitividad económica con las demás fuentes de energía. • Conversión en un pilar básico del nuevo modelo energético. |

Construir mercados fotovoltaicos sólidos inmediatamente

Nos podemos preguntar por qué hay necesidad de empezar con esta estrategia ahora; ¿no sería más barato desarrollar primero otras tecnologías? Hay importantes razones para comenzar ya:

- Cuanto más esperemos, mayor será la presión para cambiar el modelo energético y menor el margen de maniobra.
- Se necesitan años para crear una industria y unos mercados fotovoltaicos que cubran una parte razonable de la demanda eléctrica.
- El riesgo de no tener suficiente capacidad fotovoltaica en un futuro porque se empezó demasiado tarde es mayor que el riesgo de empezar muy pronto.
- Quienes se muevan primero tienen más opciones para ser los líderes tecnológicos.



la finalidad principal del mercado solar no es producir electricidad sino reducir sus costes



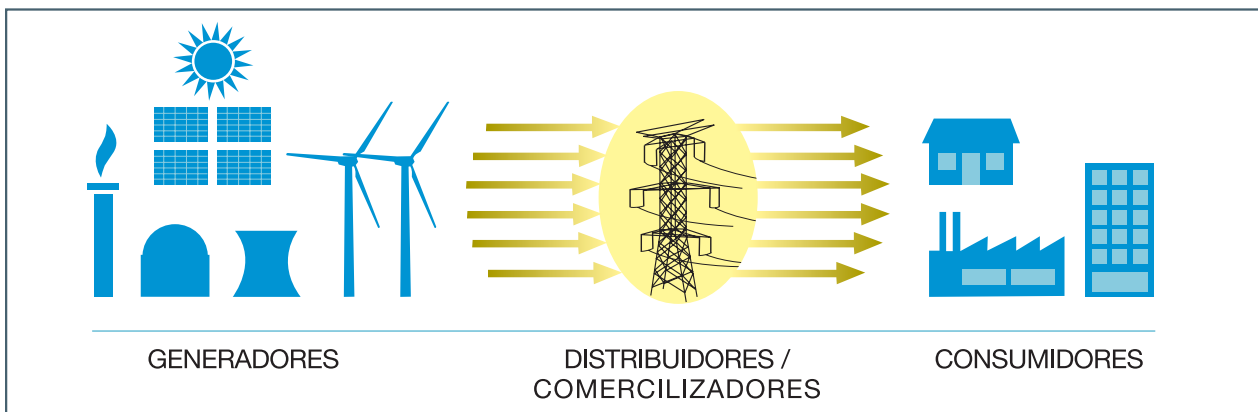


2. DIFERENTES ESQUEMAS DE APOYO

En la mayoría de los países, el precio de la electricidad fotovoltaica es superior a la electricidad que le llega al consumidor de origen fósil o nuclear, y se requieren apoyos económicos para el desarrollo de los mercados fotovoltaicos. Cuando se va a elegir un esquema de apoyo a la fotovoltaica conviene considerar una serie de aspectos en su diseño:

- Se deben establecer claros objetivos políticos respecto a los temas que contextualizan el desarrollo de las energías renovables: la seguridad de suministro, la protección ambiental, las capacidades industriales, los costes que puede asumir el sistema eléctrico, etc.
- Se debe definir la planificación del mix de energías renovables deseada, indicando las potencias fotovoltaicas a instalar en los siguientes años.
- Se debe crear y desarrollar un mercado fotovoltaico para materializar la planificación prevista con un marco legal adecuado, que clarifique las condiciones para la conexión a red y defina el esquema de apoyo.
- Se debe acompañar el desarrollo con campañas de concienciación para aumentar el apoyo social al apoyo a las renovables.
- Se deben establecer los requisitos para la cualificación de los instaladores y las normas para certificar la calidad de los equipos e instalaciones.
- Se debe monitorizar y evaluar el progreso para adaptar el esquema de apoyo o revisar la planificación, según proceda.

Una vez que se han definido estos aspectos, hay que aplicar un sistema de apoyo o de fomento. Los diferentes sistemas de apoyo otorgan un papel diferente a los cuatro principales actores del mercado eléctrico: generadores, distribuidores y comercializadores, y consumidores.



| ACTOR DEL MERCADO | GENERADORES | DISTRIBUID./COMERCIALIZAD. | CONSUMIDORES |
|-------------------------|--|--|---|
| Concepto | Las inversiones en los sistemas fotovoltaicos son financieramente atractivas; se garantiza un precio para la venta de electricidad | Obligados a suministrar una cantidad determinada de electricidad solar | Incentivados para producir su propia electricidad y reducir el consumo de electricidad convencional |
| Sistema de apoyo | Tarifa | Cuotas y certificados | Subvenciones y exenciones fiscales |
| Financiación | Redistribución de costes entre todos los consumidores en función de su consumo | | Cargo a presupuestos del Estado |

Cada sistema de apoyo tiene sus ventajas y sus inconvenientes, y abundan los modelos en los que se combinan elementos de varios sistemas. En Alemania y España, dos de los mercados más dinámicos en el mundo, se usa el sistema de tarifa, pero Japón y EE UU han establecido mercados importantes sin emplearla; en California, uno de los mercados con mayor dinamismo, aunque acaba de implantar un sistema de tarifa para incrementar la penetración de la tecnología fotovoltaica, la inversión está resultando atractiva gracias a una combinación de subvención, reducción de impuestos y facturación neta; en otros estados norteamericanos utilizan cuotas como sistema de apoyo.

Sistema de tarifa

Con este sistema, el denominado *feed in tariff*, las compañías eléctricas están obligadas por el marco regulatorio a conectar a la red todos los sistemas fotovoltaicos y el mercado eléctrico abona a los propietarios de la instalación un precio fijo por cada kWh inyectado de origen fotovoltaico durante un periodo de años suficiente como para hacer rentable la inversión inicial. Cuando la tarifa recibida es decreciente con el tiempo, se estimula la reducción de costes.

Una variante de este sistema, muy extendida en otras fuentes renovables, pero que no se aplica a la fotovoltaica, consiste en añadir una cantidad extra, una prima (*premium* en inglés), al precio del mercado mayorista de la electricidad para retribuir la generación limpia.

Los costes adicionales de este sistema de apoyo se reparten entre todos los consumidores de electricidad de un modo proporcional a su consumo; los que más consumen, más pagan. La Comisión Europea considera que el sistema de tarifas es el más eficaz –el que más incrementa la presencia de las fuentes renovables– y el más eficiente –el más barato para los consumidores.

En la actualidad, más de 40 países han adoptado el sistema de tarifas para promover a las energías renovables.

Subvenciones y incentivos fiscales

Los incentivos fiscales, tales como la reducción o exención de impuestos, así como las subvenciones, reducen los costes de inversión en tecnologías renovables. Los fondos que se destinan para estos sistemas suelen provenir de los presupuestos estatales.

Un esquema basado exclusivamente en subvenciones e incentivos fiscales no ha dado lugar al despegue de ningún mercado fotovoltaico realmente significativo y únicamente son eficientes en los inicios de los mercados para aumentar la concienciación.

Cuotas, certificados, subastas

Estos esquemas se basan en el establecimiento de unas cantidades obligatorias de energía renovable. El sistema más frecuente consiste en imponer a las compañías eléctricas un determinado porcentaje de energía renovable dentro de su producción o distribución de electricidad. También puede ir asociado a un mecanismo de subastas.

Las compañías pueden producir ellas mismas la cuota que tienen asignada o comprarla a terceros mediante un sistema de certificados verdes, que preten-



el sistema de tarifa fotovoltaica es el más barato y el más eficaz para promover el desarrollo de la tecnología



de proporcionar flexibilidad para cumplir la cuota, al poderse comprar certificados suficientes en el mercado. El precio de los certificados debe cubrir la diferencia entre los costes de producción de energías renovables y el precio de la electricidad en el mercado eléctrico.

Los pocos mercados que han adoptado este esquema no han conseguido los objetivos de desarrollo previstos y lo están abandonando, como es el caso de Italia, porque suelen inducir menor demanda y los precios que obtiene para la energía renovable son altos al reflejar el mayor riesgo de los inversores.

Un esquema de apoyo efectivo

La aplicación de un sistema u otro depende de múltiples aspectos, como las características de la tecnología renovable que se vaya a fomentar o la propia cultura de los países en los que se aplique. Por ejemplo, en el Norte de Europa, con una gran presión impositiva, los mecanismos de exenciones fiscales son preponderantes.

De todos modos, cualquier sistema de apoyo debe dar seguridad a los inversores, basarse en una estrategia de largo plazo para evitar frenazos y discontinuidades en los mercados, y ser un aliciente para la reducción de costes. En este sentido, los sistemas mixtos son eficientes solamente cuando hay complementariedad entre ellos y, sin duda, el sistema de tarifa es el que mejor cubre las necesidades indicadas.

Mención aparte merece la aparición de las Garantías de Origen y el Etiquetado de la Electricidad, que, sin ser un sistema de apoyo propiamente dicho, estimula el consumo de electricidad limpia y renovable al proporcionar información sobre el impacto ambiental que conllevan los procesos de transformación de la energía de todas las fuentes. Ahora bien, la perversión del modelo de las Garantías de Origen puede desembocar en un sistema encubierto de cuotas y certificados verdes, por lo que debe aplicarse con gran precaución.

DIFERENTES ESTADIOS DE DESARROLLO DEL MERCADO FOTOVOLTAICO

| | FASE 0: DEMOSTRACIÓN | FASE 1: NICHOS DE MERCADO | FASE 2: DESPLIEGUE |
|--------------------------------------|---|--|-----------------------------------|
| Distribuidores e instaladores | Unos pocos pioneros | Red de especialistas | Suministradores convencionales |
| Clientes | Unos innovadores | Pocos usuarios | Grupos de interés |
| Compañías eléctricas | Falta de experiencia y máxima seguridad | Primeras experiencias y exigencias en conexión | Estandarización de las conexiones |
| Medios de comunicación | Sin cobertura | Cobertura pequeña, como algo exótico | Creciente interés y cobertura |
| Sector financiero | No hay interés | Consideración de la inversión | Ofertas disponibles |
| Legislación | Regla excepcional | Garantía de acceso a redes y remuneración adecuada | Seguridad para los inversores |

Barreras a eliminar

La experiencia acumulada en los últimos años en los mercados fotovoltaicos con mayor desarrollo, como el alemán, el japonés o el español, revelan que hay otros aspectos relevantes que deben tenerse en cuenta para conseguir un mercado realmente efectivo:

- **Procedimientos administrativos.** El desarrollo en Grecia e Italia, más lento de lo esperado, muestra que, aparte de un buen diseño de tarifa fotovoltaica, hay que quitar los obstáculos en los procedimientos administrativos y burocráticos, así como la dificultad para acceder a las redes.
- **Compañías eléctricas.** El sistema eléctrico y las grandes compañías del sector han venido desarrollando su actividad con redes y centrales propias y centralizadas, y la entrada de un sinnúmero de generadores independientes y descentralizados es algo novedoso. También es nuevo que la red de distribución deje exclusivamente de tomar electricidad de la red de transporte para alimentar a los consumidores. El cambio de paradigma que supone la nueva situación para la operatividad de las compañías eléctricas requiere una adaptación y una atención especiales.
- **Seguridad en la inversión.** Otro obstáculo para la inversión en instalaciones fotovoltaicas, en instalaciones industriales y en I+D+i son las condiciones inseguras para la inversión. Los incentivos que no evitan los frenazos y las discontinuidades en los mercados no facilitan una base estable para que la industria invierta en aumentos de capacidad. Los esquemas con topes de potencia pueden servir en un momento inicial, pero deben ser evitados o extendidos con antelación para evitar el colapso de una industria joven.
- **Personal cualificado.** Lleva tiempo tener unas capacitaciones empresariales, industriales o técnicas en nuevas tecnologías. En algunos países, la falta de personal cualificado es uno de los mayores obstáculos para el desarrollo del mercado fotovoltaico. Las políticas que promueven el desarrollo de la energía solar deben considerar también la formación como un elemento básico.



hay que
levantar las
barreras
administrativas



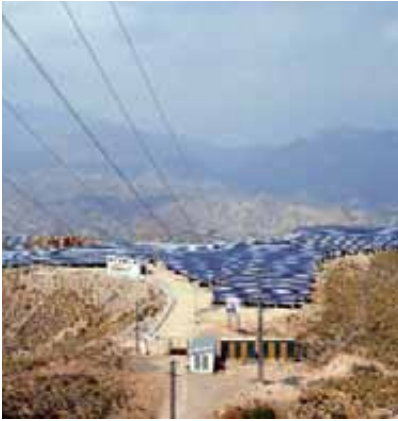
EL MERCADO FOTOVOLTAICO MUNDIAL

1. INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN ELÉCTRICA

El mercado fotovoltaico mundial ha venido creciendo anualmente a un ritmo superior al 35% en los últimos años y se espera que continúe su crecimiento a ritmos altos en las próximas décadas. Más y más países están beneficiándose de este desarrollo, aunque todavía sigue muy concentrado: en el año 2007, Alemania lideró este crecimiento seguida de España, EE UU y Japón, y estos cuatro países sumaron el 85% de la potencia instalada total.

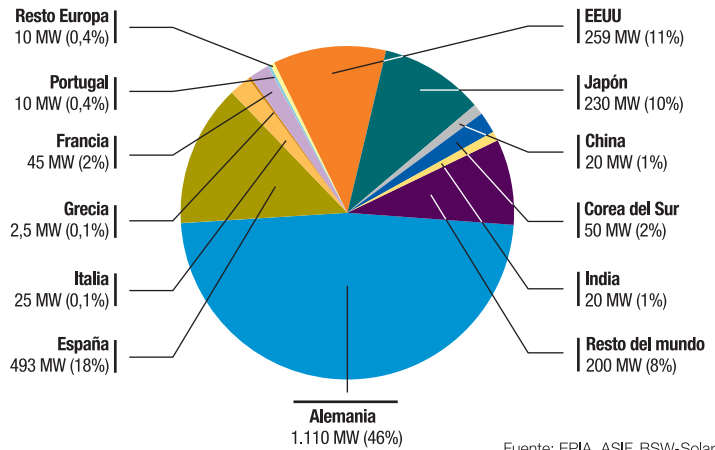
No obstante, ya emergen nuevos mercados fotovoltaicos, como Italia, Francia y Corea del Sur, que registran un crecimiento de más del 100%.



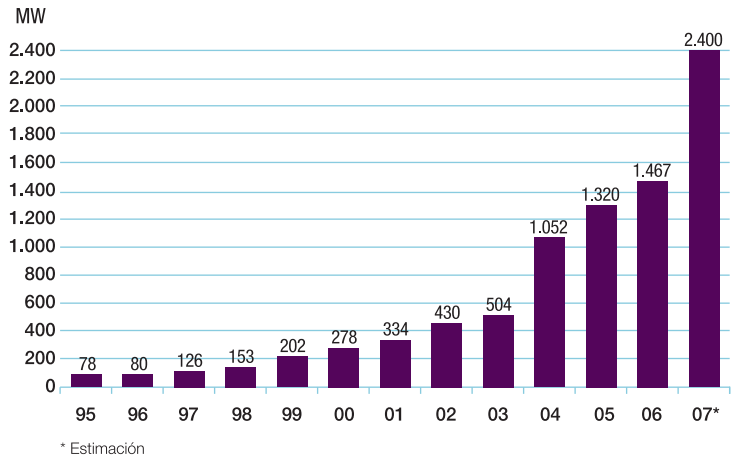


el 85%
de la potencia
instalada global
está
en Alemania,
Japón, EE UU y
España, aunque
Italia, Grecia,
Francia
y Corea del Sur
emergen
con fuerza

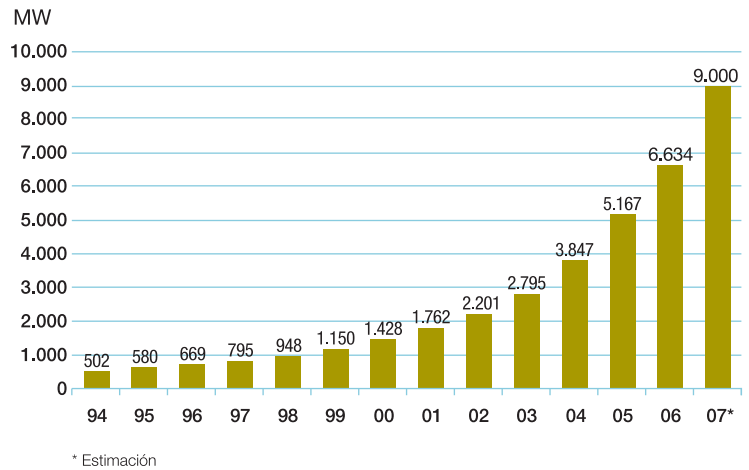
MERCADO FV MUNDIAL EN 2007



MERCADO FV GLOBAL ANUAL



MERCADO FV ACUMULADO GLOBAL



Previsiones de crecimiento del mercado mundial

En diciembre del año 2007, la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica (European Photovoltaic Industry Association, EPIA), publicó dos proyecciones del mercado fotovoltaico mundial, atendiendo a la firmeza de los mecanismos de fomento que aplican los estados:

- **Escenario moderado.** Asume la evolución del mercado sin mecanismos de apoyo relevantes por parte de la administración pública.
- **Escenario de políticas de apoyo.** Asume la existencia de mecanismos públicos de ayuda, como la Tarifa Fotovoltaica.

Dentro del escenario que asume la existencia de mecanismos públicos de apoyo, EPIA estima 7 GW de instalaciones anuales para el año 2010 y 10,9 GW hacia 2012, con tasas de crecimiento del 24%, que permitirían alcanzar a finales de 2012 una capacidad acumulada global de 44 GW.

Según este panorama, en el plazo de los cinco próximos años, el mercado fotovoltaico planetario será cinco veces más grande que en 2007. Países europeos como Alemania, España, Italia, Grecia y Francia, y EE UU, serán los contribuidores principales al crecimiento continuo del sector.

El desarrollo del sector en Japón dependerá en gran parte de la decisión del Gobierno de reintroducir un programa de ayuda. En el resto de Asia, particularmente India y Corea del Sur, también se prevé un aumento de la demanda fotovoltaica. China, que está experimentando un crecimiento excepcional de su industria solar, tendrá que fomentar un mercado interno capaz de abastecer las crecientes necesidades energéticas de su economía, reservando para sí una mayor cuota de su producción de paneles.



| ESCENARIO DE POLÍTICAS DE APOYO | 2006 | 2010 | 2020 |
|---|------|------|-------|
| Potencia instalada anual (GW) | 1,5 | 5,6 | 44 |
| Potencia instalada acumulada (GW) | 6,6 | 28,9 | 241 |
| Producción eléctrica (TWh) | 8 | 25 | 320 |
| Población abastecida con conexión a red (millones) | 5 | 15 | 157 |
| Población abastecida sin conexión a red (millones) | 10 | 61 | 966 |
| Empleos (miles) | 74 | 271 | 1.840 |
| Valor del mercado (miles de millones de euros) | 9 | 25 | 113 |
| Reducción anual de emisiones de CO ₂ (millones de toneladas) | 5 | 15 | 192 |
| Reducción acumulada de emisiones de CO ₂ (millones de toneladas) | 20 | 61 | 898 |

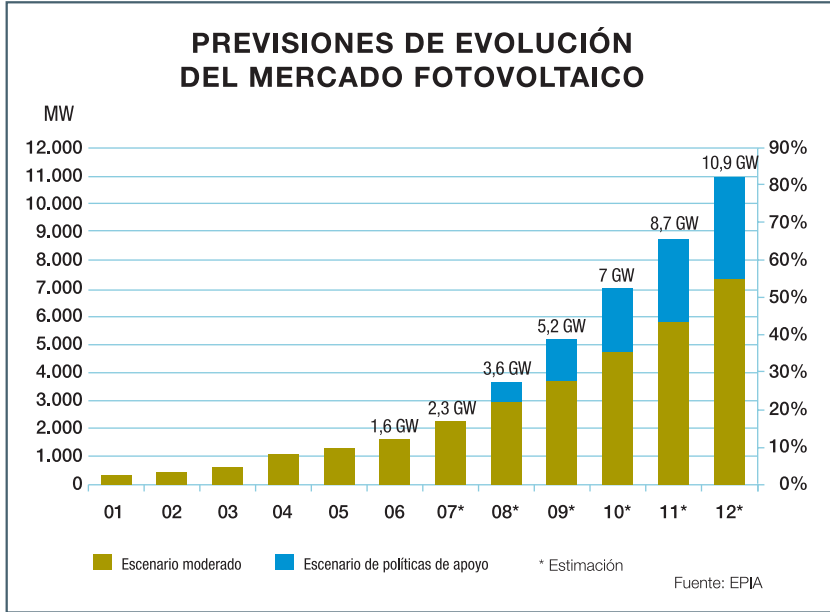
FUENTE: EPIA/GREENPEACE, *Solar Generation IV*, 2007

| ESCENARIO MODERADO | 2006 | 2010 | 2020 |
|---|------|------|-------|
| Potencia instalada anual (GW) | 1,5 | 4,2 | 28 |
| Potencia instalada acumulada (GW) | 6,6 | 18,4 | 170 |
| Producción eléctrica (TWh) | 8 | 21 | 225 |
| Población abastecida con conexión a red (millones) | 5 | 13 | 111 |
| Población abastecida sin conexión a red (millones) | 10 | 50 | 669 |
| Empleos (miles) | 74 | 201 | 1.165 |
| Valor del mercado (miles de millones de euros) | 9 | 20 | 79 |
| Reducción anual de emisiones de CO ₂ (millones de toneladas) | 5 | 13 | 135 |
| Reducción acumulada de emisiones de CO ₂ (millones de toneladas) | 20 | 56 | 680 |

FUENTE: EPIA/GREENPEACE, *Solar Generation IV*, 2007



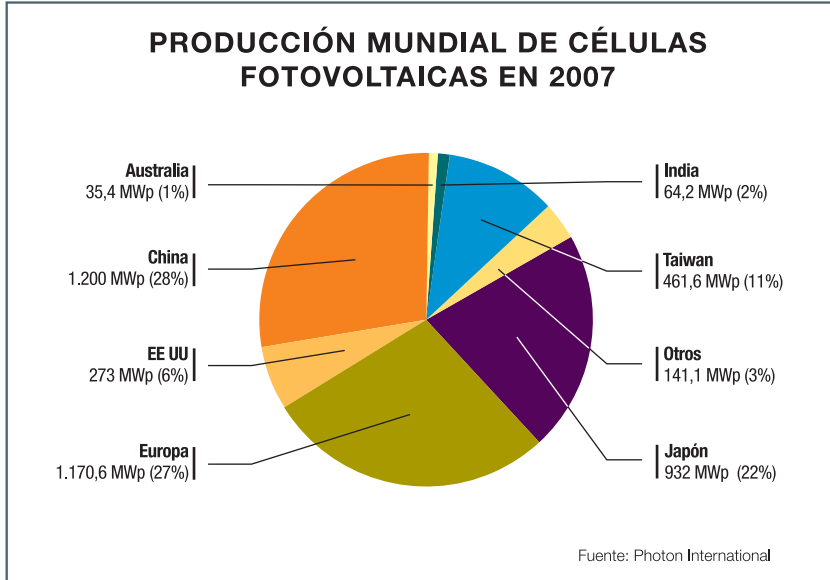
China se ha convertido en dos años en el primer fabricante mundial de células



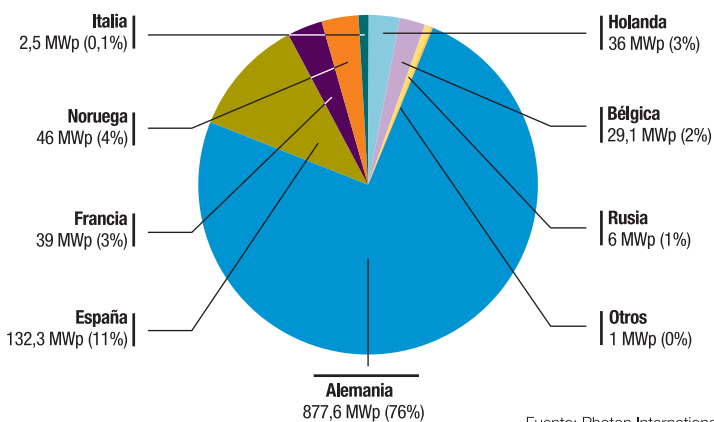
2. FABRICACIÓN DE EQUIPOS

El auge que está experimentando el mercado fotovoltaico se corresponde con un notable incremento de la producción de células, inversores y otros componentes de los sistemas solares, en los que China tiene cada vez más peso como potencia exportadora neta y ha superado a los líderes anteriores, Japón y Alemania.

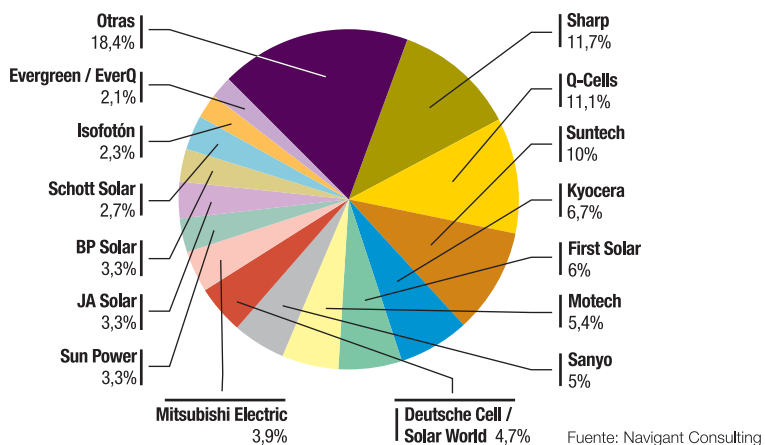
Aunque la crisis de abastecimiento global de silicio ya ha dejado atrás su punto álgido, todavía hay mucha escasez en el mercado, lo que impide aprovechar al máximo la capacidad de producción de las factorías, que, por otra parte, se ha incrementado notablemente.



PRODUCCIÓN EUROPEA DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS EN 2007



CUOTA DE MERCADO DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS



Los 10 primeros fabricantes de células solares han concentrado el 74% del mercado mundial

La industria fotovoltaica, en el segmento clave de producción de células solares, se caracteriza por tener un elevado grado de concentración de la oferta y, por lo tanto, de competencia. Con más detalle, los 10 primeros operadores del mercado mundial alcanzaron el 74% de cuota durante el año 2007, que ya supuso un desenso en relación a la cuota que alcanzaron en años anteriores; por ejemplo, durante el año 2004, el grado de concentración de los 10 primeros operadores fue del 85%.

Durante los últimos años, las expectativas de rentabilidad del negocio solar han propiciado la entrada de nuevos actores en el mercado, a pesar de que se trata de un sector que exige un elevado grado de especialización tecnológica y de desarrollo de I+D+i, lo que supone una importante barrera de entrada.

Los tres primeros operadores del sector a escala mundial concentraron durante el año 2007 cuotas de mercado por encima del 10%, gracias a la comercialización más de 300 MWp por parte de cada una de las tres empresas. Sólo los 12 primeros operadores se situaron en cifras por encima de los 100 MWp de producción.



3. EL CASO ALEMÁN

Debido a unas políticas nacionales innovadoras para el aprovechamiento de las energías renovables, Alemania se ha convertido en el mercado fotovoltaico más grande del mundo y las compañías alemanas han tomado la delantera en la fabricación de varias tecnologías solares, así como en algunos campos de la I+D.

Alemania empezó pronto, en 1991, a aplicar el sistema de apoyo de tarifa para retribuir toda electricidad que se inyectara en red, rompiendo el monopolio del mercado de la energía eléctrica, que en aquel entonces estaba en manos del Estado. La retribución o tarifa inicial, que fue de 0,085 €/kWh, no era suficiente para promover el mercado fotovoltaico, pero abrió el mercado a los productores de otras energías renovables.



En adición a esta tarifa, entre los años 1991 y 1995 se dieron incentivos con el “Programa de los 1.000 tejados fotovoltaicos”, que se lanzó a nivel federal para demostrar la fiabilidad de los sistemas fotovoltaicos. Después de un periodo de consolidación de las instalaciones efectuadas, ya en 1999, se lanzó el “Programa de los 100.000 tejados fotovoltaicos”, con la intención de crear un amplio mercado.



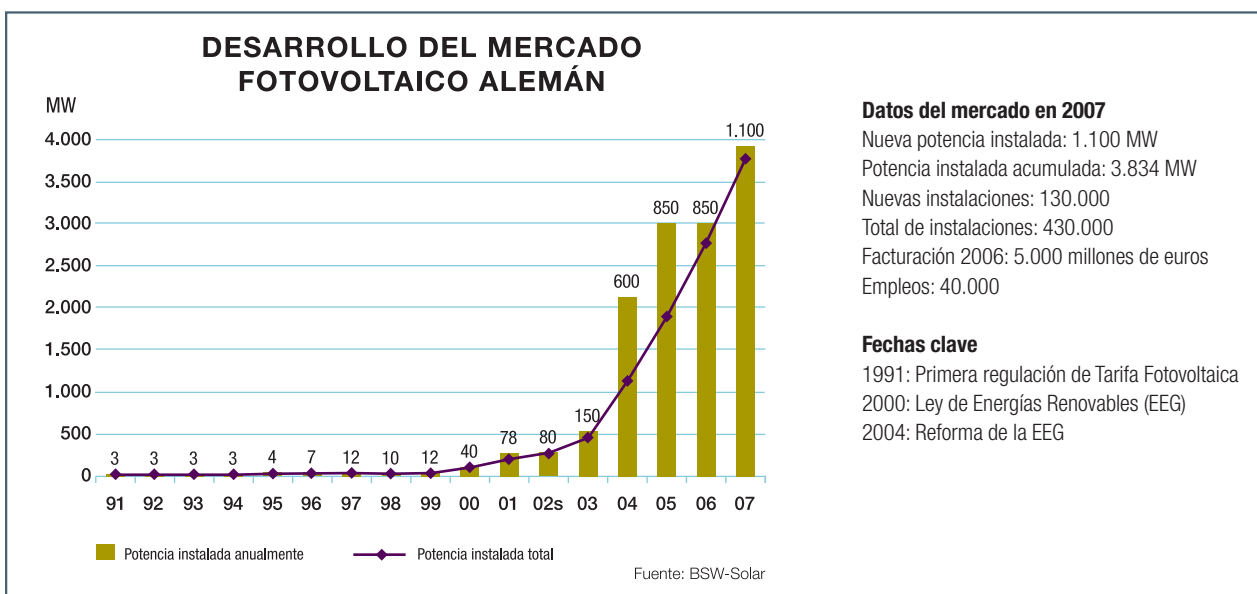
La Ley de Energías Renovables

A pesar de las citadas iniciativas, no se produjo un auge real de inversiones hasta la aprobación de la Ley de Fuentes de Energía Renovable (EEG) que entró en vigor en el año 2000. Los principios básicos de la EEG son los siguientes:

- Prioridad de acceso a las redes de las energías renovables.

- Garantía de compra por parte de las compañías distribuidoras de la energía generada de fuentes renovables.
- Las tarifas fotovoltaicas se garantizan por 20 años para cada kWh inyectado en red.
- Las tarifas se reducen anualmente según tecnologías.
- Un esquema de reparto de costes los redistribuye entre los consumidores de electricidad, con lo que no se carga el presupuesto del Estado.

Inicialmente, el kWh fotovoltaico se remuneraba a 0,51 euros, lo que, unido a los incentivos del “Programa de los 100.000 tejados”, hacía atractivas económicamente las instalaciones fotovoltaicas alemanas por primera vez. Como resultado de esta circunstancia, los inversores empezaron a colocar fondos en los sistemas fotovoltaicos.



Inversiones rentables

Para la tecnología fotovoltaica se incorporó en la EEG una reducción progresiva de tarifas del 5% anual –que denominamos “degradación de tarifas”– para las nuevas instalaciones, debido a la progresiva reducción de costes de los sistemas. Desde que terminó, con éxito, el Programa de los 100.000 tejados, las instalaciones fotovoltaicas sustentan su rentabilidad en la Ley EEG solamente, con sus tarifas para tejados, para instalaciones sobre suelo y para aplicaciones integradas en la edificación.

Para compensar la pérdida de incentivos del Programa de los 100.000 tejados, la tarifa subió a 0,57 €/kWh. Desde la revisión de la EEG de 2004, los sistemas de pequeña potencia reciben una mayor remuneración que los sistemas grandes, debido a su mayor precio unitario, para dar la misma rentabilidad a las instalaciones grandes y las pequeñas. También hay una bonificación para las instalaciones integradas sobre fachada que quiere compensar su menor producción.

La Tarifa Fotovoltaica ha sido el mayor impulsor para los 430.000 inversores en sistemas fotovoltaicos que se han instalado en Alemania hasta finales de 2007. Sin embargo, la base para el éxito del mercado alemán ha sido la mayor concienciación medioambiental y la cada vez mayor preocupación por el suministro de energía futuro.



Alemania tiene el primer mercado fotovoltaico del mundo y es el modelo de referencia



Crecimiento industrial

La creación del mercado ha corrido paralela con el establecimiento de una industria solar fotovoltaica de alta tecnología, que trabaja en la propia frontera del conocimiento y que está orientada al futuro. Las empresas han invertido en áreas de Alemania del Este desindustrializadas, con un punto de gran concentración empresarial apropiadamente denominado “Solar Valley”. Las nuevas infraestructuras de producción han recibido más de dos billones de euros y se han creado más de 40.000 puestos de trabajo altamente cualificados con el desarrollo industrial.



ESPAÑA: SEGUNDO MERCADO FOTOVOLTAICO DEL MUNDO

1. 2007, EL AÑO DEL DESPEGUE

España ha creado el segundo mercado fotovoltaico del mundo y las empresas españolas se encuentran entre las empresas de mayor relevancia global gracias a las políticas de fomento de la tecnología, la importancia de la I+D+i y el dinamismo de la industria nacional.

España empezó a desarrollar su mercado con instalaciones aisladas, en parte gracias a su privilegiada situación geográfica, pero, sobre todo, una vez más, por la relevancia de la I+D+i y la iniciativa empresarial, se colocó en cabeza de la industria fotovoltaica europea durante los años ochenta y noventa del pasado siglo.

La Ley 54/1997, del Sector Eléctrico, sentó los cimientos para la liberalización del sistema eléctrico y permitió a los generadores fotovoltaicos la conexión y venta de electricidad a la red, aunque sin tarifas específicas. Un año después, el Real Decreto 2818/1998 subsanó ese vacío y creó una tarifa específica para la fotovoltaica, con lo que apareció un nuevo mercado, con características de nicho, para las instalaciones conectadas.

Antes del año 1998 se realizaron algunos proyectos de demostración de sistemas conectados a la red eléctrica, como 100 kW instalados en la localidad de Guadalix de la Sierra (Madrid) o una planta de 1 MW –tamaño inusitado para ese momento– que se instaló en Toledo.

Acabar con la incertidumbre

El mercado no podía despegar con las regulaciones de esos años porque adolecía de gran incertidumbre en la retribución. En efecto, las tarifas se garantizaban únicamente hasta que en España se alcanzara una potencia fotovoltaica instalada de 50 MW. No se sabía si esa potencia se alcanzaría en uno o

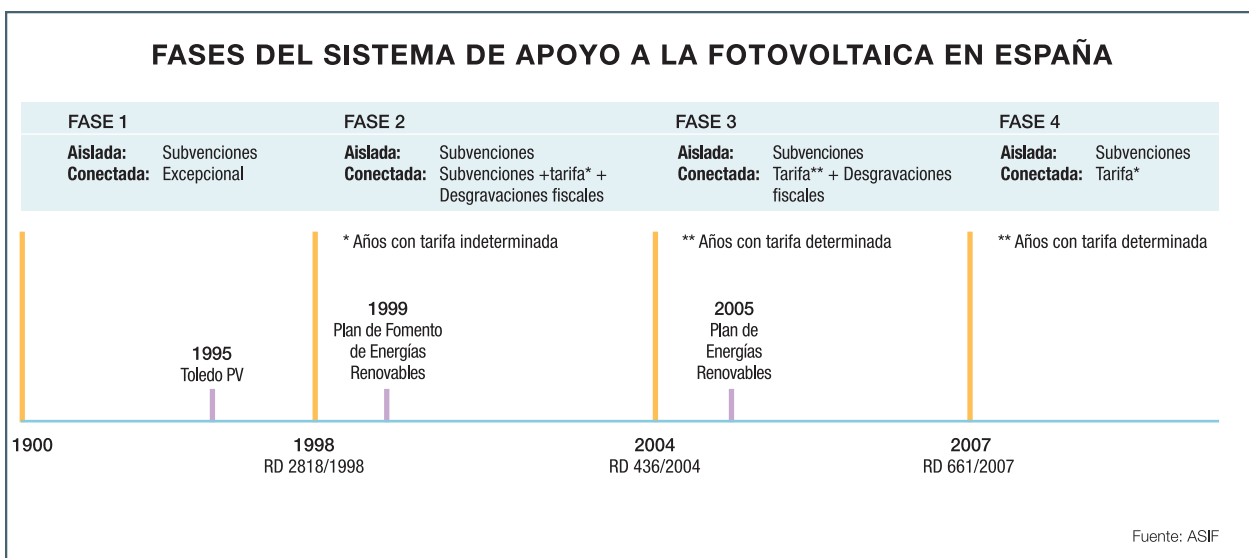




en 10 años, por lo que se emprendieron solamente las instalaciones que cubrieran ese riesgo de indefinición temporal con subvenciones, préstamos con intereses bonificados o exenciones fiscales.

Con el Real Decreto 436/2004 la situación cambió radicalmente, puesto que se proporcionó una tarifa durante un período de tiempo concreto y suficiente para amortizar la inversión y obtener una rentabilidad razonable. Con ello comenzó a despegar el mercado nacional, impulsado también por el inicio de la escalada del precio del petróleo y el ejemplo del gran salto que la fotovoltaica dio en Alemania ese mismo año.

Ahora bien, precisamente por ese despegue de la demanda en Alemania, la cadena de suministro global de polisilicio se tensó y el precio de dicha materia prima, básica para el sector, comenzó a subir, provocando un importante cuello de botella que impidió que el mercado se desarrollara adecuadamente para alcanzar los 400 MW fijados por el Plan de Energías Renovables (PER) como objetivo en 2010.



Crecimiento insostenible

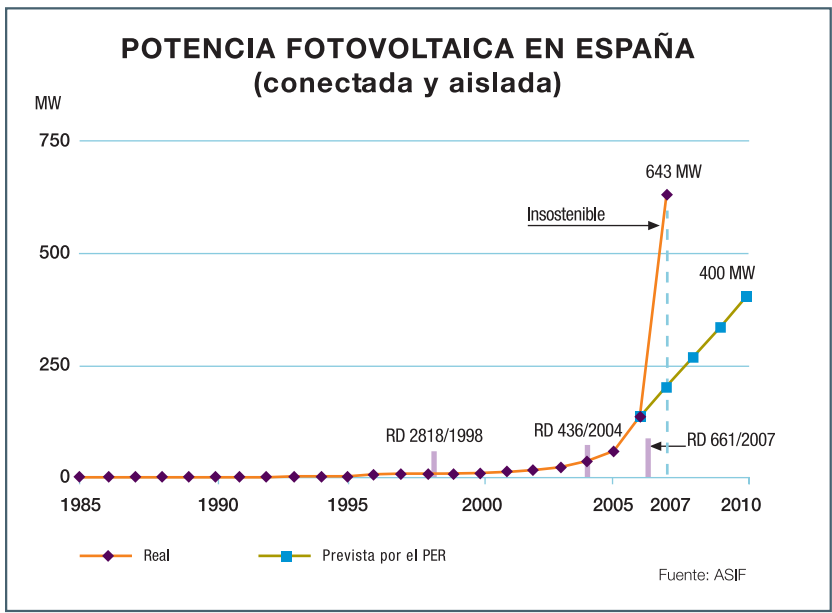
Posteriormente, el Real Decreto 661/2007, además de incorporar nuevos elementos, como el establecimiento de un fuerte aval de 500 euros por kW fotovoltaico instalado o la obligación de vender la electricidad fotovoltaica en el mercado eléctrico –en lugar de vendérsela a la empresa distribuidora–, mantuvo la tarifa fijada por el RD 436/2004.

La tarifa se mantuvo para consolidar la industria española y alcanzar los 400 MW fijados por el PER, pero el contexto mundial de la tecnología solar cambió a gran velocidad: se registró un incremento en la disponibilidad de polisilicio y el precio de las células y los módulos se redujo bruscamente.

Como consecuencia, el mercado fotovoltaico español ha experimentado un espectacular crecimiento, del orden del 450% en 2007. Con ello se han superado los objetivos de potencia marcados por el PER con dos años de adelanto y se ha quedado obsoleto el marco regulatorio establecido por el RD 661/2007.

El crecimiento registrado, que ha supuesto un volumen de negocio del orden de 7.800 millones de euros, sitúa a España como segundo mercado fotovol-

taico del mundo tras Alemania, es imposible de mantener. Ningún sector económico puede crecer a un ritmo de tres dígitos. Por ello, en el momento de editar este Informe se requieren ajustes legislativos que proporcionen un crecimiento sostenible.



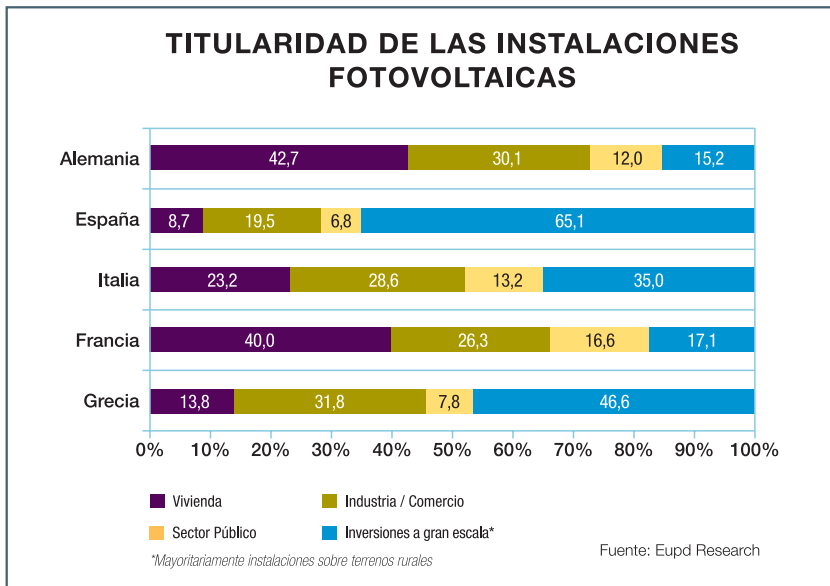
el mercado español de la solar fotovoltaica ha experimentado un crecimiento del orden del 450% durante el año 2007, con un volumen de negocio de 7.800 millones de euros

Estos ajustes legislativos deben girar sobre una tarifa decreciente en el tiempo para incentivar la reducción de costes y sobre el establecimiento de un marco estable a largo plazo, sin topes o cupos de potencia, para evitar las distorsiones de mercado que se producen cuando se acerca su cumplimiento.

Asimismo, las revisiones de tarifa deben realizarse en períodos temporales más cortos, anuales, que permitan ajustar la evolución del mercado al cambiante contexto internacional, pero que no introduzcan incertidumbre, puesto que ello ahuyentaría las inversiones.

Finalmente, la nueva etapa que comienza para la fotovoltaica española debe potenciar más las instalaciones en la edificación, particularmente en el segmento residencial, en el que las barreras administrativas dificultan sobremedida la presencia de los paneles solares. De hecho, si lo comparamos con lo que ocurre en otros países de nuestro entorno, se aprecia que España es la excepción.





La misma excepcionalidad se advierte en la gran importancia que tienen en nuestro país las instalaciones sobre suelo. Si bien esto es debido a varios factores –mayor facilidad técnica y administrativa, rentabilidad, disponibilidad de terrenos y otros–, el enorme tamaño de algunas centrales se ha demostrado contraproducente para el desarrollo del mercado solar en el actual estadio de desarrollo de la tecnología.

2. EL MERCADO FOTOVOLTAICO ESPAÑOL

La inmensa mayoría de la potencia que se instala en España está conectada a la red eléctrica, de modo que el mercado de instalaciones aisladas, antaño predominante, se ha convertido en algo muy marginal, estabilizado entre los 1,5 MW y los 2 MW al año, en función de las ayudas públicas que reciben en forma de subvenciones.

No obstante, el modelo de generación atomizada que caracteriza a la tecnología fotovoltaica, en el que pequeñas instalaciones se enganchan a las redes eléctricas de baja tensión, dificulta enormemente el establecimiento de un sistema de recogida y seguimiento de datos que permita conocer con exactitud la situación del mercado.

La referencia en España es un sistema de seguimiento de la potencia instalada establecido por el RD 661/2007 y desarrollado por la Comisión Nacional de Energía (CNE) que arroja dos contabilidades diferentes: la potencia efectivamente instalada, porque está facturando electricidad, y la potencia equivalente que, se estima, cuenta con inscripción definitiva, pero de la que aún no se han recibido facturas.

La diferencia entre ambas contabilidades, aunque se reduce con el tiempo, es importante: un mes después del mes contabilizado la diferencia entre la potencia efectivamente instalada (con facturas) y la estimada es del 29,4%, y nueve meses después todavía es del 4,2%. No obstante, se trata de una herramienta válida, cuyo valor principal es proporcionar una regla coherente para medir el desarrollo fotovoltaico en España.

Las estadísticas de la CNE sobre potencia, producción de energía y coste en la tarifa eléctrica de instalaciones conectadas a finales de 2007, son:

POTENCIA INSTALADA, ENERGÍA VENDIDA, PRECIO MEDIO Y RETRIBUCIÓN TOTAL

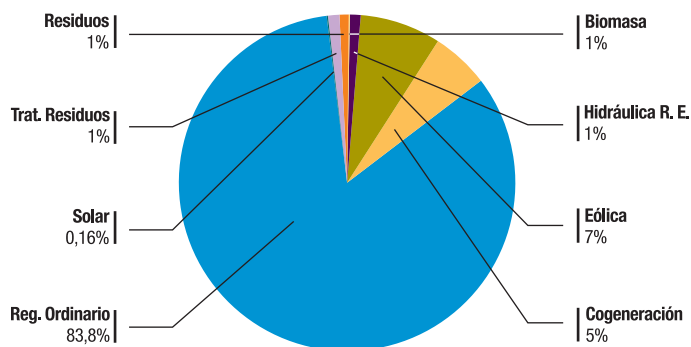
| SOLAR | 2006 | 2007 |
|---|--------------|---------------|
| POTENCIA INSTALADA (MW) | 141 | 634 |
| P <= 5 kW | 31 | 43 |
| 5 kW < P <= 100 kW | 104 | 549 |
| P > 100 kW | 6 | 42 |
| ENERGÍA VENDIDA (GWH) | 106 | 482 |
| P <= 5 kW | 39 | 65 |
| 5 kW < P <= 100 kW | 62 | 400 |
| P > 100 kW | 5 | 17 |
| ENERGÍA VENDIDA (GWH) | 106 | 482 |
| Iberdrola | 77 | 319 |
| Endesa | 17 | 109 |
| Unión Fenosa | 8 | 34 |
| Viesgo, Hidrocantábrico, otras | 4 | 20 |
| PRECIO MEDIO (c€/kWh) | 42,74 | 43,38 |
| Retribución total a la FV (Millones euros) | 45,37 | 209,24 |



el número de instalaciones fotovoltaicas se ha multiplicado por tres en apenas dos años hasta superar las 18.000



PARTICIPACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA DEMANDA ELÉCTRICA NACIONAL

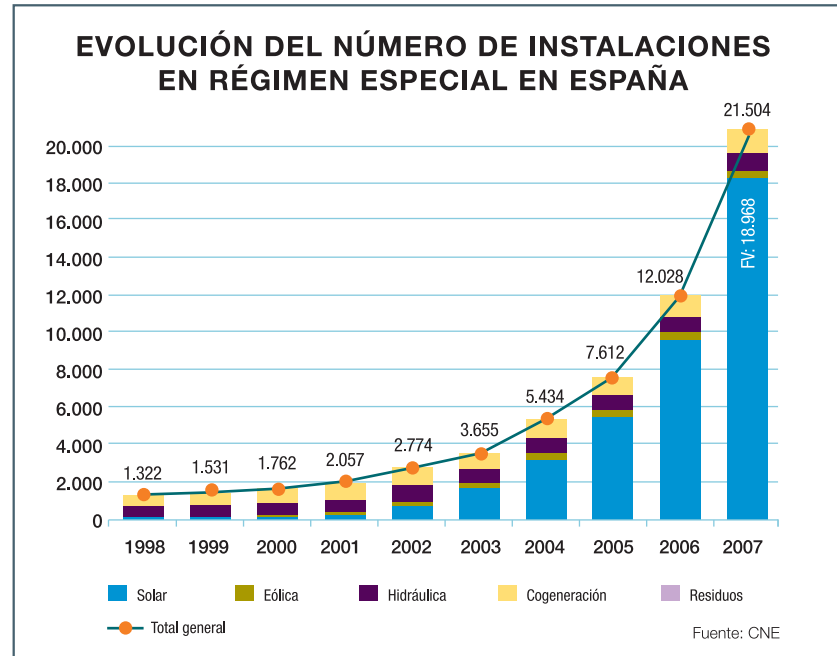


Datos a marzo 2008

Fuente: CNE



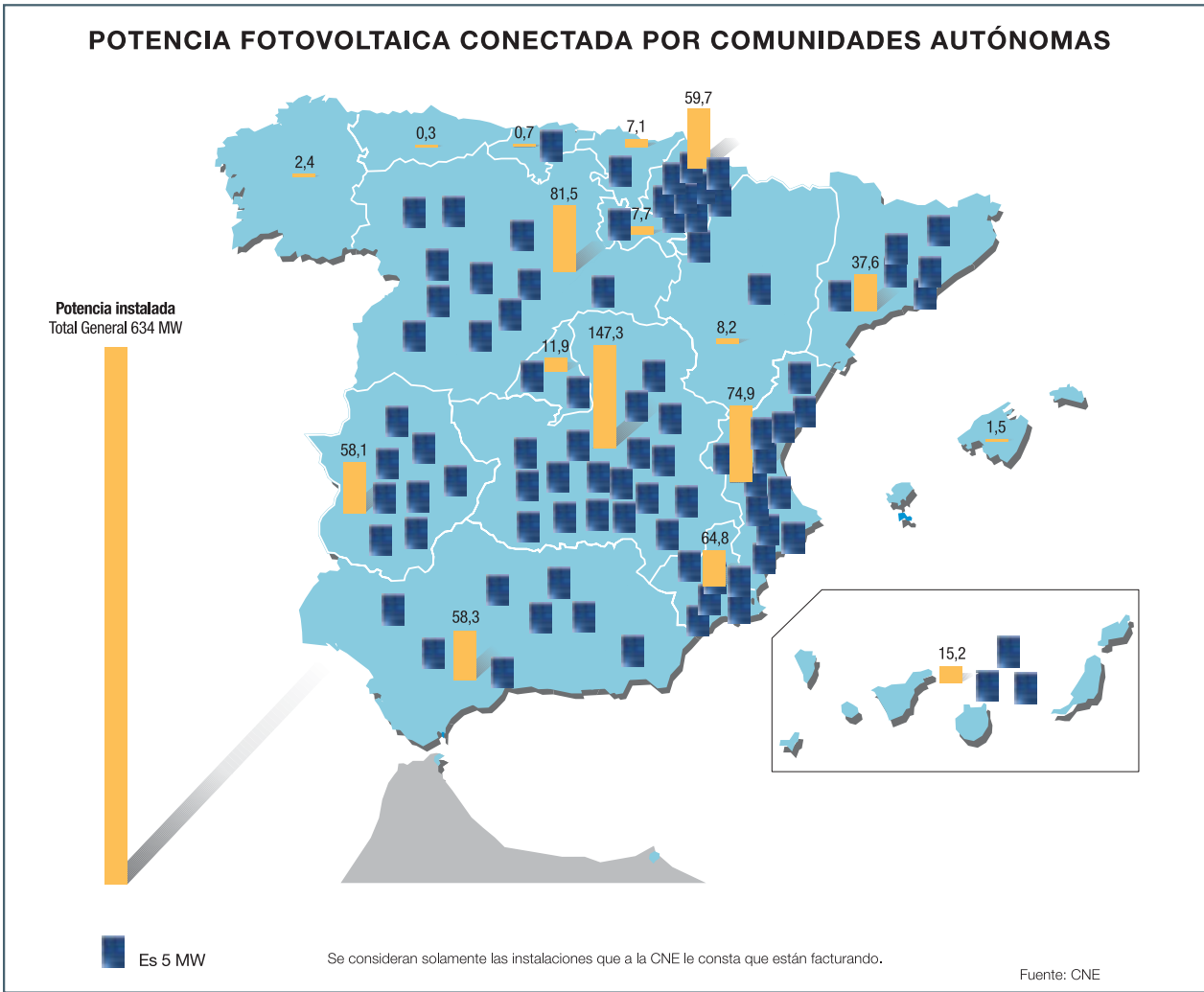
En cuanto al número de instalaciones fotovoltaicas en España, éstas se han triplicado en dos años y ya son más del 85% del total de las instalaciones en régimen especial de producción de electricidad, que engloba las energías renovables y la cogeneración. Ello supone un gran avance en el modelo de generación distribuida propio de un sistema eléctrico con una presencia ya creciente e importante de las tecnologías renovables.



Los modelos distribuidos son más eficientes que los centralizados, puesto que disminuyen las pérdidas de energía durante el transporte, pero también conllevan un salto adelante en la complejidad técnica y de gestión del sistema eléctrico, y un cambio de paradigma en el tradicional papel de las redes de distribución.

| SISTEMA | COMUNIDAD | ENERGÍA VENDIDA (GWh) | POTENCIA INSTALADA (MW) |
|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| PENINSULAR | Andalucía | 50 | 58 |
| | Aragón | 6 | 8 |
| | Asturias | 0 | 0 |
| | Cantabria | 1 | 1 |
| | Castilla-La Mancha | 87 | 147 |
| | Castilla y León | 61 | 81 |
| | Cataluña | 29 | 38 |
| | Ceuta y Melilla | 0 | 0 |
| | Comunidad Valenciana | 58 | 72 |
| | Extremadura | 31 | 58 |
| | Galicia | 3 | 2 |
| | La Rioja | 5 | 8 |
| | Madrid | 14 | 12 |
| | Murcia | 29 | 65 |
| Navarra | 78 | 60 | |
| País Vasco | 5 | 7 | |
| INSULAR | Baleares | 2 | 1 |
| | Canarias | 19 | 15 |
| Total general | | 482 | 634 |

FUENTE: CNE



En cuanto a la distribución por comunidades autónomas, las instalaciones no están igualmente repartidas, ni guardan relación con los niveles de insola-ción, aunque ya empieza a diluirse el predominio de Navarra como comuni-dad de referencia en favor de otros territorios más ricos en recurso solar, como Valencia, Murcia o Castilla-La Mancha. Extremadura, que comienza a tener un lugar destacado, es la comunidad que está experimentando un desa-rrollo más acelerado.



**otras
comunidades
autónomas
se han
incorporado
al pelotón
de cabeza
que lideraba
Navarra**

3. LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA ESPAÑOLA

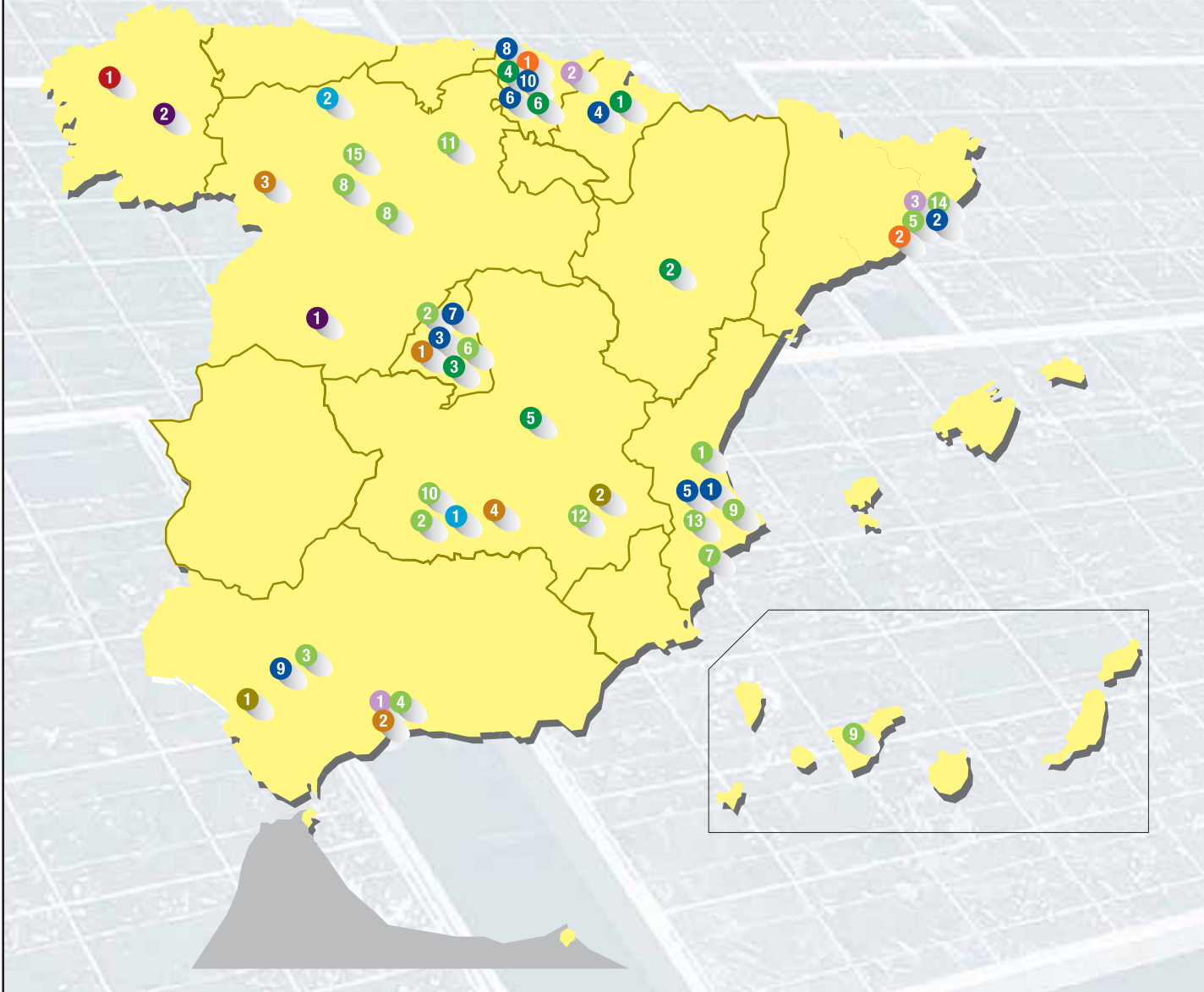
La industria fotovoltaica española se viene desarrollando desde hace más de 25 años con tecnología propia, apoyada por diversas instituciones, públicas y privadas, dedicadas a la investigación. En los últimos años, y espe-cialmente en 2007, el crecimiento industrial ha sido impresionante, con la puesta en marcha y el anuncio de numerosos proyectos que van a propor-cionar a nuestro mercado productos de toda la cadena de valor de la energía renovable, desde el polisilicio hasta la instalación final.

España, a pesar del enorme desarrollo de otros actores del mercado interna-cional, sigue siendo un importante productor de generadores solares y com-pite en todo el mundo en calidad de líder, si bien el despegue del mercado nacional ha reducido el peso que tradicionalmente han tenido las exporta-ciones para los fabricantes hispanos.

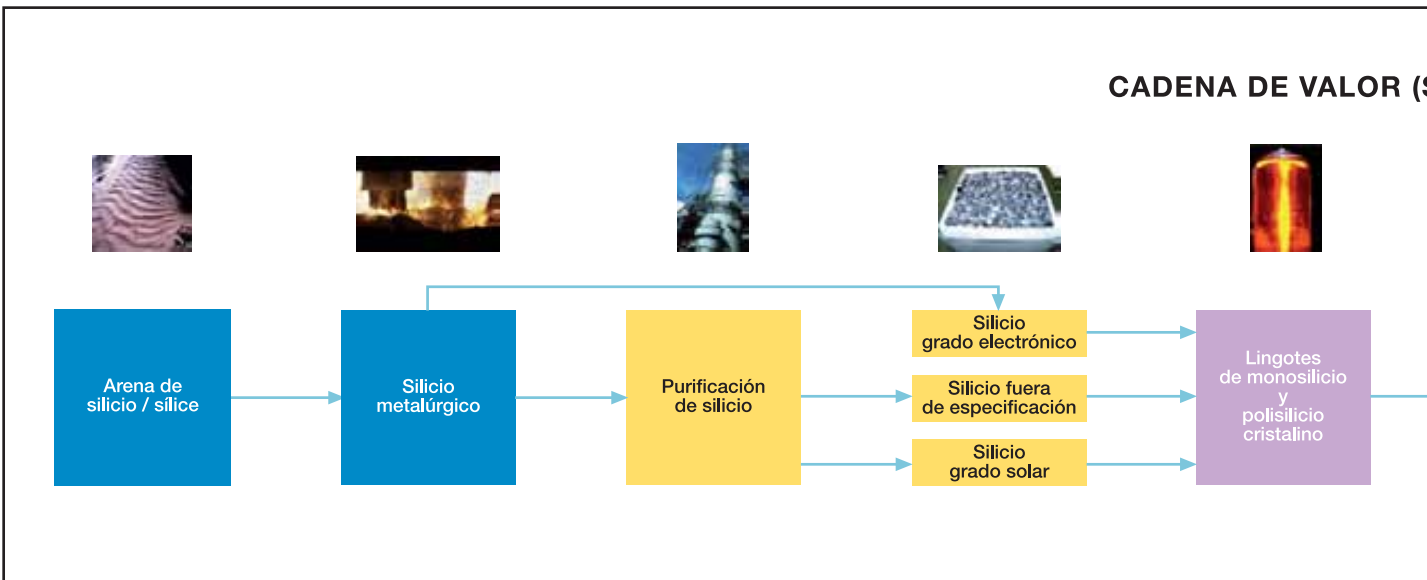
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA ESPAÑOLA

48

ASIF INFORME ANUAL 2008



CADENA DE VALOR (S)



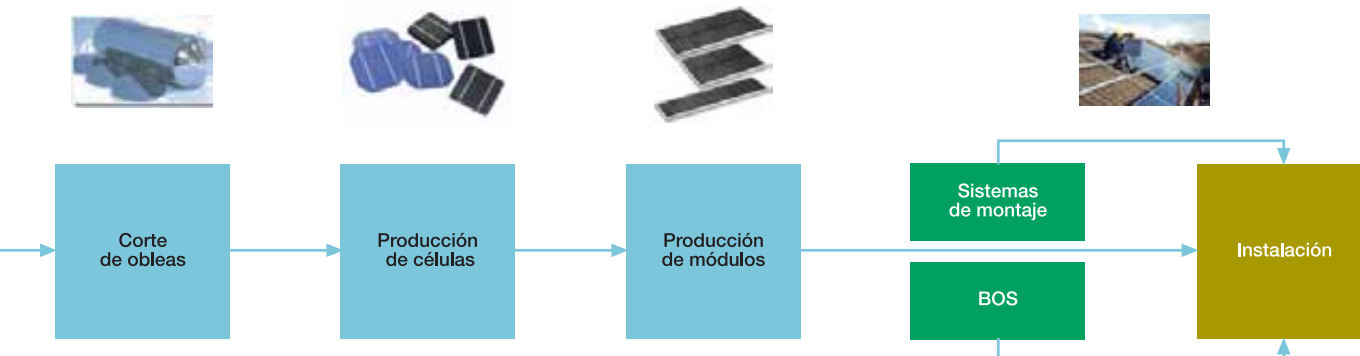
La industria española de fabricación de equipos fotovoltaicos

| | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|
| Silicio metalúrgico 1 FERROATLÁNTICA | A CORUÑA | SABÓN | De concentración 1 ISOFOTÓN 2 GUASCOR 3 SOL3G | MÁLAGA VIZCAYA BARCELONA | MÁLAGA ORTUELLA TERRASSA |
| Polisilicio 1 ISOFOTÓN 2 SILIKEN | CÁDIZ ALBACETE | LOS BARRIOS CASAS IBÁÑEZ | De Inversores / Reguladores 1 ATERSA 2 ECOTECNIA 3 ENERTRON 4 INGTEAM 5 SILIKEN 6 ZIGOR 7 SOLUCIONES ENERGÉTICAS (SOLENER) 8 FAGOR AUTOMATION 9 GREEN POWER TECHNOLOGIES 10 JEMA | VALENCIA BARCELONA MADRID SARRIGUREN VALENCIA VITORIA | ALMUSSAFES BARCELONA COSLADA NAVARRA RAFELBUNYOL VITORIA |
| Obleas 1 SILICIO SOLAR 2 DC WAFERS | CIUDAD REAL LEÓN | PUERTOLLANO VALDELAFUENTE | Baterías 1 SAFT IBÉRICA 2 TUDOR | MADRID GUIPUZCOA | VILLAVERDE ALTO USURBIL |
| Capa delgada 1 GRUPO UNISOLAR 2 T-SOLAR | BURGOS ORENSE | BÉJAR ORENSE | | SEVILLA GUIPUZCOA | BOLLULLOS DE LA MITACIÓN LASARTE-ORIA |
| Células 1 BP SOLAR 2 ISOFOTÓN 3 INSTALACIONES PEVAFERSA 4 SOLARIA | MADRID MÁLAGA ZAMORA CIUDAD REAL | TRES CANTOS MÁLAGA TORO PUERTOLLANO | | ÁLAVA BARCELONA | MIÑANO MOLINS DE REI |
| Módulos 1 ATERSA 2 BP SOLAR 3 GAMESA SOLAR 4 ISOFOTÓN 5 ALEO SOLAR 6 ENSOL 7 EURENER 8 PEVAFERSA 9 PEVAFERSA 9 SILIKEN 9 SILIKEN 10 SOLARIA 11 CUANTUM SOLAR 12 GRUPOSOLAR 13 IATSO 14 VIDURSOLAR 15 YOHKON ENERGIA | VALENCIA MADRID CIUDAD REAL SEVILLA MÁLAGA BARCELONA MADRID ALICANTE ZAMORA VALLADOLID VALENCIA TENERIFE CIUDAD REAL BURGOS ALBACETE ALICANTE BARCELONA VALLADOLID | ALMUSSAFES TRES CANTOS PUERTOLLANO AZNALCÓLLAR MÁLAGA SANTA MARÍA DE PALAUTORDERA ALCALÁ DE HENARES BIGASTRO TORO P.T. BOECILLO RAFELBUNYOL EL ROSARIO PUERTOLLANO BURGOS ALBACETE IBI ESPLUGUES DE LLOBREGAT VALLADOLID | Centros Tecnológicos 1 CENER 2 FUNDACIÓN CIRCE 3 IES 4 INSTITUTO DE TECNOLOGÍA MICROELECTRÓNICA 5 ISFOC 6 TECNALIA | NAVARRA ZARAGOZA MADRID | SARRIGUREN ZARAGOZA MADRID |

La I+D+i fotovoltaica española

Fuente: ASIF

SILICIO CRISTALINO)



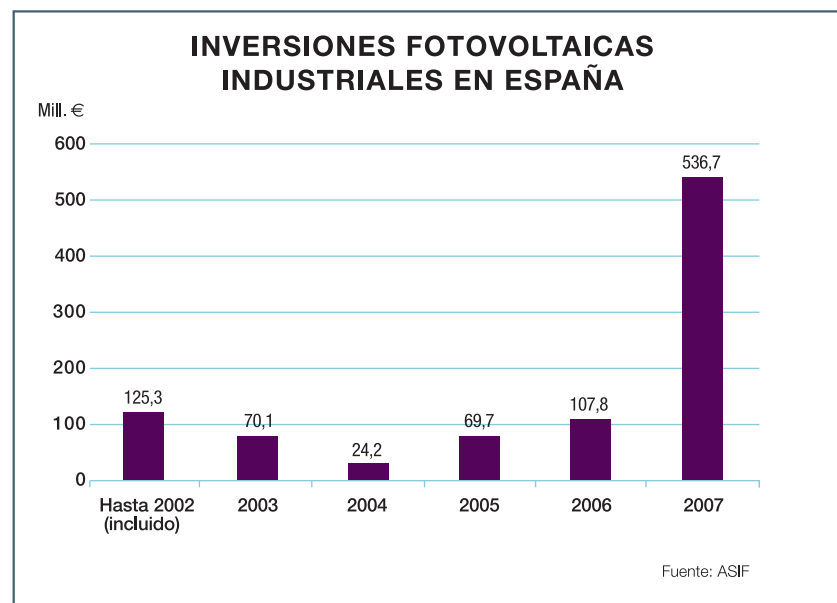


Precisamente, el muy notable despegue que está experimentando la industria nacional va a permitir que se recupere el destacado papel que, por volumen de producción, tradicionalmente había tenido el país en los mercados globales y que se ha diluido con la aparición de nuevos actores durante los últimos años.

No menos importante que este crecimiento de la capacidad industrial son los avanzados proyectos de nuevos centros de producción de la puntera tecnología de Capa delgada o la gran importancia que está cobrando España como vanguardia mundial de la tecnología fotovoltaica de concentración, tanto en el ámbito de la I+D como en el ámbito de la fabricación.

Inversiones industriales

La inversión global captada en 2007 por la tecnología fotovoltaica en España ha sido superior a los 5.000 millones de euros, contando las inversiones en nuevas instalaciones de producción de electricidad (unos 2.500 millones), la



inversión captada por las inversiones en Bolsa (superior a los 2.000 millones) y las inversiones realizadas en nuevas fábricas de equipos y componentes (más de 500 millones), desde células hasta inversores, sistemas de seguimiento u otros elementos del sistema solar.

El crecimiento de la inversión industrial, sólida y comprometida, ha sido proporcionalmente aún mayor que el registrado por el propio mercado de producción de electricidad, puesto que si éste se ha cuadruplicado, aquella se ha multiplicado por cinco en relación con el año anterior. Además el desarrollo se está expandiendo por todo el país, distribuyendo la riqueza y la generación de empleo, tanto directo como indirecto.

INVERSIÓN INDUSTRIAL ACUMULADA

| DE ENERO 1999 A DICIEMBRE 2007 | FABRICANTES GENERADORES Y COMPONENTES | INSTALADORES E INDUSTRIA AUXILIAR | TOTAL |
|------------------------------------|---|---|-------|
| Inversión directa (millones euros) | 864,6 | 69,168 | 933,8 |
| Aumento en último año | 486,4 | 50,3 | 536,7 |

FUENTE: ASIF.

Capacidades de producción y producción efectiva

A la hora de establecer la capacidad de producción y la producción hay que tener en cuenta varios elementos que únicamente permiten conocer datos aproximados y que explican el desfase existente entre la capacidad de producción y la producción efectiva: número de turnos de trabajo de las factorías, disponibilidad de materias primas –como el polisilicio–, importaciones y exportaciones, existencia de stocks, etcétera.

PRODUCCIÓN DE CÉLULAS Y MÓDULOS EN ESPAÑA EN 2007

| | CÉLULAS | | MÓDULOS | |
|---------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | PRODUCCIÓN MW | CAPACIDAD MW | PRODUCCIÓN MW | CAPACIDAD MW |
| Polisilicio | 115,00 | 165,00 | 149,53 | 340,30 |
| Capa delgada | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Concentración | n/a | n/a | 5 | 7 |
| Total | 115,00 | 165,00 | 154,5 | 347,3 |

FUENTE: ASIF.

Considerando que la producción de módulos en el mundo en el año 2007, fue del orden de 3.900 MWp (que supone un 60% más que lo instalado en el año) y la de células fue del orden de 3.600 MWp (hay variaciones entre los datos publicados) la industria española presenta en el año 2007 los siguientes ratios:

| RELACIÓN ENTRE ESPAÑA Y EL RESTO DEL MUNDO EN EL AÑO 2007 | |
|---|-----|
| Ratio producción española de células / producción mundial | 4% |
| Ratio producción española de módulos / producción mundial | 5% |
| Ratio capacidad española de células / producción mundial | 10% |
| Ratio capacidad española de módulos / producción mundial | 18% |

FUENTE: ASIF.



la inversión industrial ha crecido un 500% durante el año 2007



**un 52% de
las empresas
se dedica
a la actividad
de instalación**

4. ESTRUCTURA SOCIOLABORAL DEL SECTOR

Según el sindicato Comisiones Obreras (CC OO), la solar fotovoltaica es la tecnología renovable con mayor número de empresas de todo el sector de las energías limpias. Además, un 57,6% de las empresas de energías renovables tienen algún tipo de actividad relacionada con la solar y más del 30% de todas las empresas renovables centran su actividad en ella.

Por tipo de actividad, en el sector renovable en general, y en el sector fotovoltaico en particular, destaca el número de empresas que se dedican a la instalación (52,4%), a la operación y el mantenimiento de las instalaciones (21,6%), y a la comercialización de equipos (14,7%) sobre el resto de amplias actividades que pueden encontrarse:

| ACTIVIDADES | PORCENTAJE DE EMPRESAS QUE LAS REALIZAN |
|----------------------------------|---|
| Actividades jurídicas | 0,9% |
| Consultoría y Asesoría | 7,8% |
| Fabricación de equipos | 11,4% |
| Fabricación de componentes | 9,7% |
| Comercialización de equipos | 14,7% |
| Comercialización de energía | 2,8% |
| Servicios financieros | 0,5% |
| Promoción de energías renovables | 8,3% |
| Operación y mantenimiento | 21,6% |
| Instalación | 52,4% |
| Construcción | 4% |
| (I+D+i) | 6,9% |
| Auditoría | 0,5% |
| Formación | 0,2% |
| Producción de energía | 13% |
| Venta y mantenimiento | 2,1% |
| Distribución | 4,7% |
| Representantes | 0,2% |
| Ingeniería | 4,7% |
| Desarrollo de Proyectos | 11,1% |
| Recogida de materia prima | 1,2% |

FUENTE: CC OO



Se trata de un sector joven, en el que casi una de cada tres empresas se ha creado a partir del año 2000, y en el que es muy frecuente encontrar empresas que proceden de sectores ajenos al energético que han comenzado a tener actividad en él gracias a la explotación de las fuentes de energía renovable. Aproximadamente un 15% de las empresas forman parte de grandes grupos empresariales o están participadas mayoritariamente por alguno de ellos.



PORCENTAJE DE EMPRESAS RELACIONADAS CON LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN CADA UNO DE LOS SUBSECTORES Y TAMAÑO MEDIO DE LAS EMPRESAS SEGÚN NÚMERO DE TRABAJADORES

| SUBSECTORES | PESO EMPRESAS SOBRE TOTAL CON ACTIVIDAD EN RENOVABLES* | NÚMERO MEDIO DE TRABAJADORES POR EMPRESA |
|---------------------------|--|--|
| Eólica | 25,4% | 108 |
| Minihidráulica | 5,7% | 192 |
| Solar Térmico | 18,9% | 95 |
| Solar Termoeléctrico | 1,1% | 33 |
| Solar Fotovoltaico | 31,4% | 74 |
| Biomasa | 7,2% | 92 |
| Biocarburantes | 5,3% | 33 |
| Biogás | 1,1% | 241 |
| Otros | 1,9% | 241 |

FUENTE: CC OO.

*Empresas cuya actividad es un 80% en energías renovables.

Por volumen de facturación, según los datos de CC OO, algo más de la mitad del total, un 52,7% de las empresas fotovoltaicas, supera el millón de euros anuales.

Empleo cualificado y de calidad

El gran desarrollo de los últimos años se ha percibido especialmente en la creación de puestos de trabajo cualificados, donde la tecnología solar está descollando como uno de los más importantes yacimientos de empleo asociados a las energías renovables. Actualmente, según las estimaciones de ASIF, las empresas del sector, exclusivamente en su actividad fotovoltaica, proporcionan más de 26.000 puestos de trabajo, entre directos e indirectos.

PUESTOS DE TRABAJO EN EL SECTOR FOTOVOLTAICO

| FINAL DE 2007 | DIRECTOS | INDIRECTOS | TOTAL |
|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Fabricantes | 3.400 | 3.400 | 6.800 |
| Instaladores | 11.900 | 5.900 | 17.800 |
| Otros | 1.700 | 500 | 2.200 |
| Total | 17.000 | 9.800 | 26.800 |

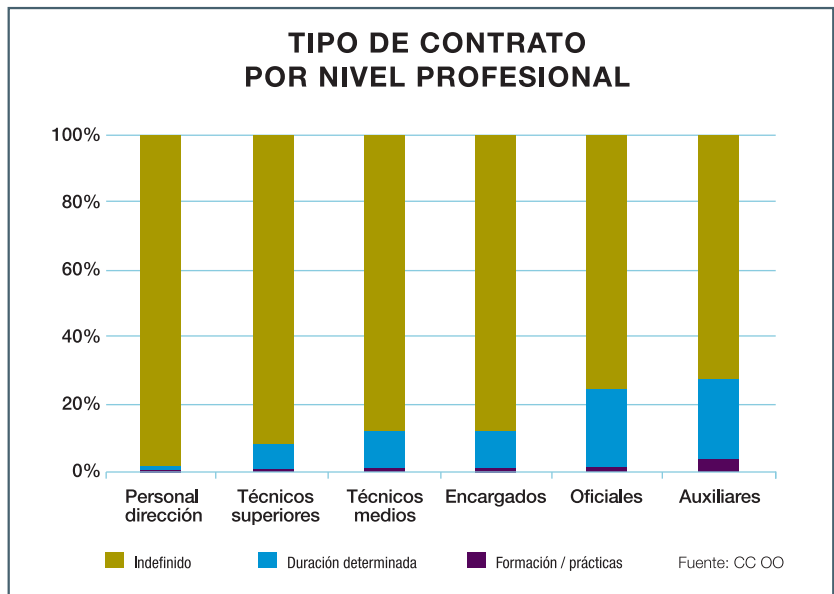
FUENTE: ASIF

CC OO aumenta la estimación de ASIF y considera que emplea directamente a unas 26.500 personas, y destaca la gran calidad del empleo generado por el sector en general, tanto desde la perspectiva de la calificación profesional como de la estabilidad en la relación laboral. La mitad de los trabajadores son técnicos, bien sea titulados superiores (32%) o medios (18%), y en las pequeñas empresas, el peso de los titulados superiores es incluso mayor (38%). Por su parte, los contratos temporales son el 15%, mientras que en





conjunto de las empresas son el 30%, es decir, el doble; la contratación indefinida suma el 82% de los empleos en renovables y un 1,8% son de formación/prácticas.



Mirando al futuro

España ha iniciado la senda de ser uno de los países líderes en industria y mercado fotovoltaico. Es de esperar que tenga instalados 20 GW en el año 2020 y que haya contribuido en ese año a aportar el 20% de la nueva demanda eléctrica. Esta potencia, junto con el resto de aportaciones de otras energías renovables, permitirá a España cumplir sus compromisos con la Unión Europea y contribuir de forma significativa a que la competitividad de la electricidad fotovoltaica se alcance alrededor del año 2020.



España ha hecho lo más difícil: arrancar un mercado fotovoltaico y crear una industria fotovoltaica de primera línea. Queda por hacer mucho, también difícil, pero el camino está marcado y el objetivo último es alcanzable.

Vale la pena seguir el camino emprendido; vale la pena seguir apoyando el desarrollo de la energía solar fotovoltaica, una forma muy sencilla de generar electricidad de la que tenemos abundante materia prima. España no puede dejar de ser una importante parte del esfuerzo global de conseguir electricidad autóctona, limpia, inagotable y... competitiva.

LA ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA

1. ASIF POR DENTRO

ASIF está integrada por unas 490 empresas y entidades que realizan más del 95% de la actividad fotovoltaica en el Estado Español, medida por volumen de negocio, y es la asociación empresarial más influyente del sector en el ámbito nacional. ASIF es un foro de encuentro y una fuerte alianza de fabricantes de células, módulos y componentes del sistema fotovoltaico, promotores, distribuidores, ingenierías, empresas instaladoras, empresas de formación y divulgación, centros tecnológicos, etc.

ASIF representa los intereses comunes de todos sus socios y es su intermediario natural con la Administración, con otros sectores empresariales e industriales, con otras asociaciones y con la sociedad española en general.

ASIF trabaja para desarrollar correctamente la energía solar fotovoltaica en España, actuando en todos los ámbitos que sea conveniente: regulación, estandarización, divulgación, I+D, etcétera. Su objetivo último es conseguir que la tecnología fotovoltaica sea uno de los pilares del sector energético en España.

Los socios de ASIF se benefician del trabajo que realiza la Asociación: representación y defensa del sector; interacción con las compañías eléctricas y las diferentes administraciones para eliminar las barreras que dificultan el crecimiento y la implantación de la tecnología; seguimiento de la legislación, y análisis y valoración de la misma; elaboración de informes y estudios técnicos que faciliten la toma de decisiones empresariales; relaciones con los medios de comunicación y actividades de concienciación social y creación de imagen; acuerdos específicos para beneficio de los socios; participación y organización de congresos, jornadas, conferencias y otros eventos, etc.



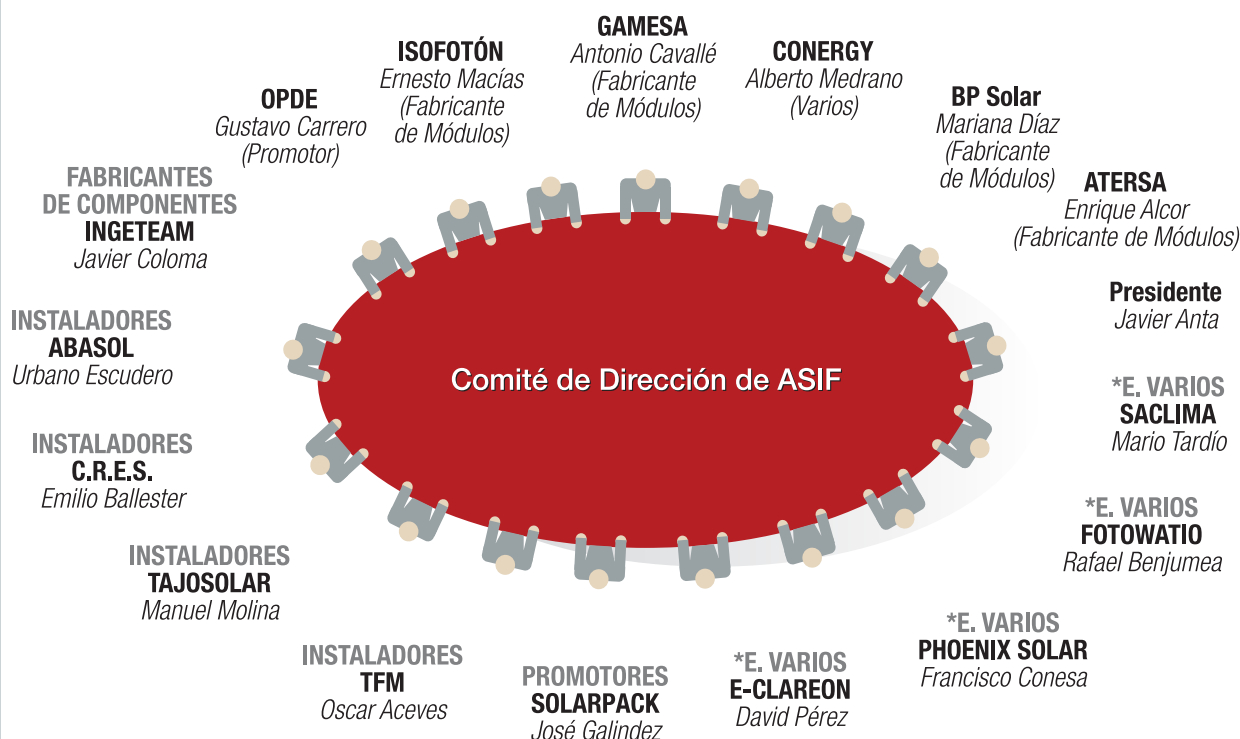


Órganos de Gobierno

El máximo órgano de decisión de ASIF es la Asamblea de todos los Socios, la cual elige cada dos años un Comité de Dirección, que es el órgano que concreta las estrategias y toma las decisiones, actuando siempre coherentemente con las directrices aprobadas en la Asamblea. El Comité de Dirección, que cambia cada dos años, es elegido mediante un sistema híbrido que combina el peso económico de las empresas candidatas con la elección democrática directa, de modo que se garantice su autoridad y representatividad.

El Comité de Dirección toma las decisiones que rigen las actuaciones operativas internas y externas de ASIF, tras cuidadosas consideraciones colegiadas, porque se quiere alcanzar los objetivos de la Asociación respetando los intereses de sus socios y grupos de socios, en ocasiones dispares. Asimismo, las decisiones del Comité de Dirección respetan a todas las instituciones y al resto de tecnologías energéticas, renovables o no.

COMITÉ DE DIRECCIÓN 2008-2009



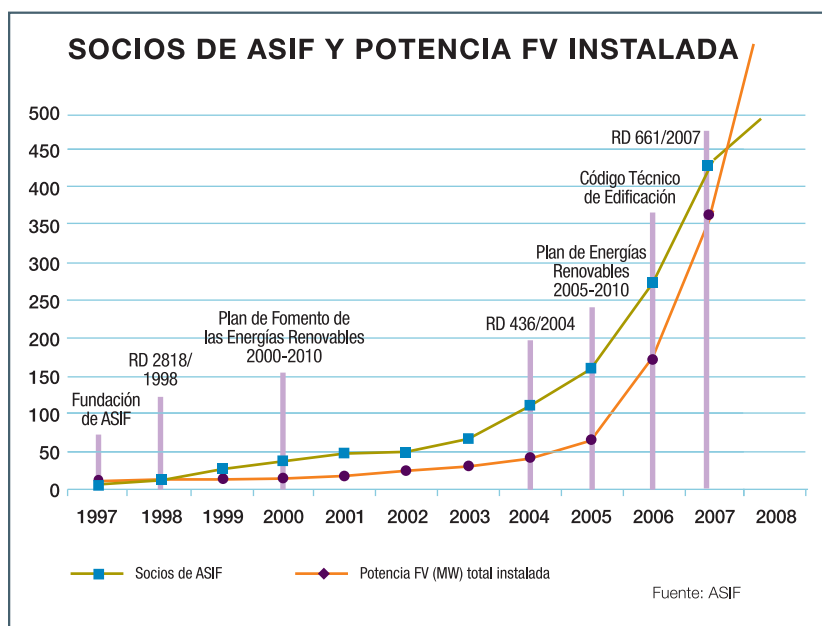
*E. VARIOS: Empresas Distribuidoras, Ingenierías, de Formación, Centros Tecnológicos, etc.

La Asociación cuenta con un Presidente que representa a los asociados y que gestiona e implementa las decisiones del Comité. El Presidente es asimismo el Presidente del Comité de Dirección y es elegido al mismo tiempo que los demás miembros, cada dos años. Tal y como se recoge en los Estatutos, el Presidente de ASIF no puede ser ninguno de los socios de número para evitar relaciones empresariales con el sector y mantener, más claramente, la independencia de su actuación.

El Presidente cuenta con servicios externos de asesoría legal y está ayudado por un equipo de cuatro personas ubicadas en la sede de ASIF en Madrid: Director Técnico, Director de Comunicación, Responsable de Coordinación con los Socios y Calidad, y Responsable de los temas administrativos.



Por otro lado, ASIF tiene una amplia representación territorial por todo el país, puesto que cuenta con 15 Secciones Autonómicas, formadas por los socios con sede, fábrica, delegación, oficina, etcétera en cada Comunidad. Cada Sección escoge democráticamente a dos representantes para que ejerzan la representación del conjunto con el apoyo y la coordinación del equipo humano de la Asociación.



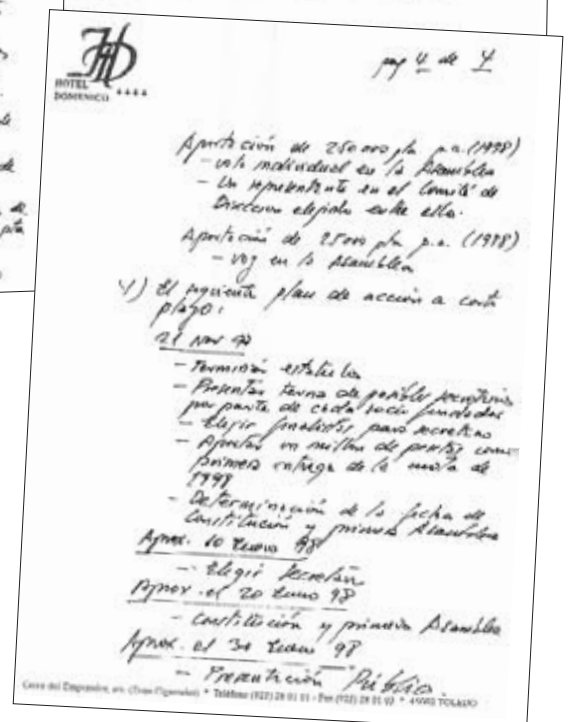
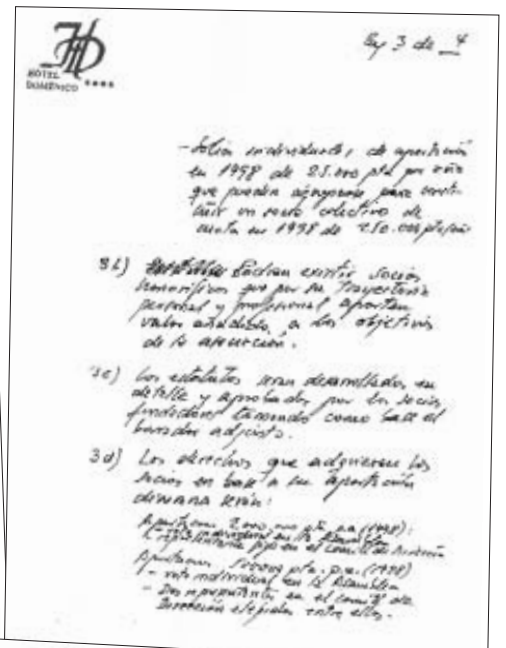
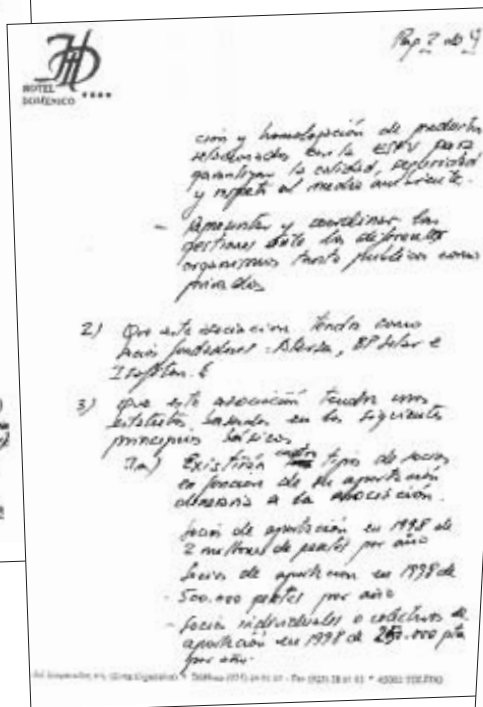


2. EL DÉCIMO ANIVERSARIO

El pasado 7 de noviembre de 2007 ASIF celebró el Décimo Aniversario de su fundación. Efectivamente, el 7 de noviembre de 1997, tres empresas, ATERSA, BP Solar e ISOFOTÓN, reunidas en el toledano Hotel Doménico, crearon la Asociación para defender los intereses de su naciente y pujante sector. Su primer presidente fue Ignacio Rosales.

Hoy, diez años después de que los tres Socios Fundadores acordaran un esbozo de Estatutos y aportaran los medios económicos necesarios para iniciar la andadura, la Asociación ha multiplicado por 166 su número de socios y es la entidad de referencia de la energía solar fotovoltaica en España.

De un modo paralelo a este éxito asociativo, y en buena parte fruto de la labor de ASIF y del apoyo de las diferentes administraciones del Estado, la fotovoltaica hispana también ha escrito durante esta década su propia y laureada historia, pasando de ser una fuente de energía muy marginal, que ni siquiera aparecía en las estadísticas oficiales, a desarrollar un tejido socioeconómico e industrial de gran calidad y capacidad y que encara, con potentes inversiones, su consolidación como una de las fuentes de energía de referencia.



diez años después de que se plasmaran manuscritos los primeros estatutos, la Asociación ha pasado de tres a casi 500 socios







BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- **Informe ASIF-APPA-ADL** de noviembre de 2007, **El papel de la energía solar fotovoltaica en España**.
http://www.asif.org/files/Informe_ASIF_APPA_Enmaquetado.pdf
- **Solar electricity for a sustainable electricity supply**. *German Solar Industry Association (BSW-Solar)*
- **A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology**. *Plataforma Tecnológica Fotovoltaica Europea*.
- **Visión de la Tecnología FV en España**
http://www.ptfv.org/ctdos_files/Vision_de_la_tecnologia_FV_en_Espana.pdf
- **El reto energético. Opciones de futuro para la energía**. *D. Valeriano Ruiz*. Editorial Almuzara.
- **La envolvente fotovoltaica en la arquitectura. Criterios de diseño y aplicaciones**. *Nuria Martín Chivelet e Ignacio Fernández Solla*. Editorial Reverté.
- **Estimación del empleo en energías renovables 2007**. *Joaquín Nieto*. Fundación Istars (CC OO).
- **Informes sobre las ventas de Energía del Régimen Especial en España**. *Comisión Nacional de la Energía*. www.cne.es
- **Estadísticas y datos del mercado fotovoltaico**. *Socios de ASIF, European Photovoltaic Association (EPIA), Agencia Internacional de la Energía (AIE) Photon International, Eupd Research, Navigant Consulting, New Energy Finance, Solar Buzz, Greenpeace, CNE e IDAE*.

LOS SOCIOS DE ASIF

ASIF tiene tres categorías de socios, A, B y C, con distintas aportaciones económicas (de 3.000 a 1.000 euros anuales) en función de su volumen de actividad en el sector solar fotovoltaico en España, sin tener en cuenta otras actividades económicas que puedan desarrollar, tanto en España como en el extranjero.

El criterio utilizado para establecer la Categoría de cada Socio es la facturación declarada. Los socios de Categoría A facturaron en el año 2007 más de 15 millones de euros, los de Categoría B entre 15 y tres millones de euros, y los de Categoría C menos de tres millones de euros.

Con independencia de las Categorías, los socios se asignan a uno de los cinco Grupos de Actividad existentes: Fabricantes de módulos, Fabricantes de componentes, Promotores, Instaladores y Varios.

Para formar parte de ASIF, una entidad debe disponer de Código de Identificación Fiscal (CIF) y oficina en España, además de ser presentado por otra entidad que ya sea Socia de ASIF.

Código de conducta

Los Socios de ASIF enmarcan sus actuaciones externas dentro del siguiente Código de Conducta:

- Proteger la salud y seguridad de los compradores y usuarios de sus productos y servicios mediante un adecuado diseño, fabricación e instalación de los sistemas fotovoltaicos.
- Presentar honestamente las capacidades, prestaciones y producciones de energía de los productos y de los sistemas solares fotovoltaicos.



- Emplear a personal bien entrenado para proporcionar una información actualizada, clara, concisa y correcta a los clientes sobre sus productos y servicios.
- Respetar la legislación laboral, la normativa vigente de Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales y normativa medioambiental en la realización de todas las operaciones de diseño, acopio, fabricación, almacenaje, instalación y mantenimiento necesarios para proporcionar los productos y servicios objeto de su actividad empresarial.
- Ofrecer y cumplir las garantías que se expresan de forma clara y que cumplen con los requisitos de la legislación vigente.
- Proporcionar un servicio profesional de post-venta.
- Ser receptivo a las sugerencias de los clientes y dar respuesta rápida y eficaz a sus reclamaciones.
- Desarrollar su actividad dentro de una cultura de mejora continua.
- Informar al Comité de Dirección de ASIF, de todo comportamiento anómalo que pueda dañar la reputación de la Asociación.



FABRICANTES DE COMPONENTES

| | |
|---|------------------------------|
|  | 3M ESPAÑA |
|  | BRAUX |
|  | CONECTAVOL |
|  | ECOTECNIA |
|  | ENERGES |
|  | ENERTRON |
|  | ESAUNE SOLAR |
|  | FAGOR AUTOMATION |
|  | GENERAL CABLE |
|  | GRUPO JIMÉNEZ BELINCHÓN |
|  | INGETEAM |
|  | JEMA |
|  | KIT ENERGY |
|  | LEIGER |
|  | MONTESOL ENERGÍAS RENOVABLES |
|  | NEXANS IBERIA |
|  | PHOENIX CONTACT |
|  | POWER - ON |
|  | PRIUS ENERGY |
|  | PROAT |


| | |
|---|----------------------------------|
|  | ROBOTIKER |
|  | SAFT POWER SYSTEMS IBERICA |
|  | SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA |
|  | SOLUCIONES ENERGETICAS - SOLENER |
|  | SPELSBERG |
|  | SUSTAINABLE ENERGY |
|  | TEKNIDRIVE MECATRONIC SYSTEMS |
|  | THAR ENERGIA |
|  | TOP CABLE |
|  | TUDOR |
|  | XANTREX TECHNOLOGY |
|  | ZIGOR |

| | |
|---|----------------|
| FABRICANTES DE MÓDULOS | |
|  | ATERSA |
|  | BP SOLAR |
|  | QUANTUM SOLAR |
|  | EURENER |
|  | GAMESA SOLAR |
|  | GRUPO UNISOLAR |
|  | GRUPOSOLAR |

ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA

| | |
|---|----------------------------------|
|  | GUASCOR FOTON |
|  | ISOFOTON |
|  | SILIKEN |
|  | SOL3G |
|  | SOLARIA ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE |
|  | T-SOLAR |
|  | VIDURSOLAR |
|  | YOHKON ENERGÍA |

| | |
|---|-------------------------|
| INSTALADORES | |
|  | ABANTIA SUN ENERGY |
|  | ABASOL |
|  | ABAST ENERGÍA NATURAL |
|  | ACCENER |
|  | ACCIONA SOLAR |
|  | ACIEROIC ACSOL-ACIEROID |
|  | AEMED |
|  | AGUAMED |
|  | ALINEASOLAR |
|  | ALJARA SOLAR |
|  | ALTENERGY |
|  | ALTERNATIVA ENERGÉTICA |

 ALTERNATIVA ENERGÉTICA
3000 - AE300

AMSOL PROYECTOS
E INSTALACIONES
FOTOVOLTAICAS

 ANTÜ

AQUASOL INSTALACIONES

 ARAGON SOLAR

 ARESOL

 ATON SOLAR

 AURA SOLAR


 AVANTSOLAR

 BEST

 BIOSOLAR

 BLAEN


 CAPITAL ENERGY

 CARLOTEÑAS DE
ENERGÍA

 CHESTE SOLAR

 CLIMA SONAIR

 COENERSOL

 COMPAÑIA REGIONAL DE
ENERGIA SOLAR -
C.R.E.S.


 CSI, CENTRAL DE SUMI-
NISTROS

ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA

 CTEC

 CYMI (Grupo Dragados
Industrial)

 DEPAEX

 DERCOM ENERGÍA
SOLAR

 DIRESA SOLAR

 DSOLASOL

 E - ALDOEN

 E.R. Automatización

 EAS

 ECODEPOSITS

 ECOSIONA ENERGIA

 EFENSOL


 EKISOLAR

 ELÉCTRICAS HERMANOS
CAMPOS

 ELECTRICIDAD ALSANBO

 ELECTRICIDAD LAC

 ELECTRIFICACIONES A.
SIERRA


 ENALAR

 ENALCAT

 ENATICA

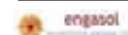
 ENERGÍA SOLAR PABLOS

 ENERGÍA SOLAR
SON PICORNELL

 ENERGÍAS 21,
INVERSIONES Y CONSUL-
TORÍA ENERGÉTICA

 ENERSUN

 ENERTECNIA

 ENGASOL

 ENGEL SOLAR

 ENNOVA

 ENSOL


ERV

 ESA

 ESFERA SOLAR

 EUROPHONE SOLAR
2000

 EVOLUSOL

 FAMA ENERGÍAS
RENOVABLES

 FESAR INGENIERIA, S.L.

 FLEINSTELEC

FLUELEC EIGRA

FOTOVOLTAICA 10 CM

 FT-SOLAR CONSULTING


 GAMO ENERGÍAS

ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA

| | |
|---|--------------------------|
|  | GEA |
|  | GENERALIA |
|  | GEOTEC SOLAR |
|  | GESERV |
| | GESINTEC |
|  | GESOLAR - SUNPROJECT |
|  | GOLDBECK SOLAR |
|  | GRAMMER - SOLAR |
|  | GREEN POWER TECHNOLOGIES |
|  | GRUPO ENERPAL |
|  | GRUPO ISOLUX CORSAN |
|  | GRUPO SITEC |
|  | GRUPOTEC SOLAR |
|  | HELIO-COMFORT |
|  | HELIOSILICE |
|  | HELIOTEC |
|  | HIDALGO BARQUERO |
| | HIPER INSTALACION |
|  | I NEXT |
|  | IASOL |
|  | IDALIA-FOTOCLEAN |
|  | IGOAN SOLAR |

| | |
|---|--|
|  | IMAR |
| | IMS-INGENIERÍA |
|  | IMSOLAR |
|  | INBRO SOLAR |
|  | IN-COMERGY |
|  | INEL |
|  | InFrySol |
| | INGEMA |
| | INGTECSA |
|  | INSOLTEC |
|  | INSTALACIONES Y MONTAJES ELÉCTRICOS RODRIGUEZ ABAD |
| | INTEC 2000 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS |
|  | INTEMPER |
|  | INVENTA SOLAR |
|  | INVER SOLAR EXTREMADURA |
|  | INVERSOLIA PROYECTOS ENERGETICOS |
|  | ISER |
|  | JORUCA |
|  | JUMASAN SOLAR |
|  | KINSOLAR |

| | |
|---|----------------------------|
|  | KLYMOS |
|  | KOMPAKTSOLAR IBERIA |
|  | KYOTECH |
|  | L.SOL |
|  | LABOR SOLIS |
| | LIBER POLARIDAD POSITIVA |
|  | LOAL |
|  | LOGISOLAR |
|  | LUMENARIA ENERGÍA SOLAR |
|  | MAGTEL ENERGIAS RENOVABLES |
|  | MARTIFER SOLAR |
|  | MASBER SOLAR |
|  | MAYGMÓ |
|  | MBSOLAR |
|  | MON SOLAR |
|  | MONSOLAR |
|  | MONTAJES ELÉCTRICOS MEDASA |
|  | MONTREAL |
|  | NIPSA |
|  | NOBESOL LEVANTE |
|  | NORSOL |

 **NORTESOL** NORTESOL ENERGÍAS RENOVABLES,

 **NOVASOLAR**

 **NUEVAS ENERGÍAS DEL SURESTE**

 **OBREMO ENERGÍA SOLAR**

 **OYPA SOLAR**

 **PARTENÓN SERVICIOS INTEGRALES**

PIR

 **PREMIER POWER**

 **PROBISOL**

PROENER PROENER

 **PROINSA**

 **PROSOLIA**

proxima PROXIMA SYSTEMS

PROYECSA

 **PUIGERCOS MAQUINARIA**

 **QOHELET SOLAR**

 **RAYO SOLAR**

 **RENOVA**

 **RITRINSA**

 **RS SOLAR**


ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA

SAFORENERGY

SDEM TEGA

 **SERE**


 **SISTELSUR**

 **SISTEMES ENERGÈTICS SOLARS - SES**

SNELL SERVICIOS

 **SOL SURESTE**

 **SOLAER**


 **SOLAMBIENTE**


 **SOLAR DEL VALLE**

 **SOLAR FACTORY**

 **SOLAR KUANTICA**

 **SOLARTA BALEAR**


 **SOLENER**

 **SOLGIRONES**


 **SOLINJUBER**

 **SOLPOWER CANARIAS**


 **SOLTEC ENERGÍAS RENOVABLES**

 **SOLTECH ENERGIA**

 **SOLYPLAC**

 **SONNEGEX**


SUCASA

 **SUD ENERGÍAS RENOVABLES**

 **SUNENERGY**

 **SUNENVAL**

 **SUNPOWER**

 **SUNTECHNICS - ENERSOL**

 **SYNION**

 **TAJOSOLAR**

 **TAU SOLAR**


 **TECENSOL**

 **TÉCNICAS SOLARES FOTOVOLTAICAS**

 **TECNISOL MANCHA**

 **TEFESOL**

 **TENSOL**


 **TFM Energía Solar Fotovoltaica**

 **TIERRASOLAR**

TIR ECO-INGENIERIA

 **TSK**

 **TUCME**

 **TUDELA SOLAR**

VENTURA-OSUNA

 **VIASOLAR**



VILLAVERDESOLAR



VOLCONSA



YULECTRIC



ZONA SOLAR

PROMOTORES



ABANTE



ADELANTE



ALARDE



ALENER



ALFA INGENIERIA



ALUMBRA GESTIÓN



ASCIA RENOVABLES



CAMPOS SOLARES
MANCHEGOS



CITY SOLAR
INVEST MANAGEMENT



DETECMA



DUMAR INGENIEROS



EAMSA



ENGICON



EPURÓN



EUROPROSOL



FOTOSOLAR



GARANOVA PROYECTOS
RENOVABLES



GEF



GENERACIONES
FOTOVOLTAICAS
DE LA MANCHA



GESFESA ENERGÍA



GRUPO IONSOLAR



GRUPO TARANCÓN



GRUPOVI RENOVABLES



HELIOSMED



HELIOSOLAR



INDARSUN GRUPO



KIOTO PHOTOVOLTAICS
IBERICA



LAXTRON



LUMENSOL



LUMENVAT



MONTEBALITO
ENERGÍAS RENOVABLES



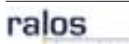
NATURENER SOLAR



OPDE



PARQUE SOLES 2008



RALOS IBERICA



SOLARPACK



SUN FUND

SUNEDISON SPAIN

SUNERGY SUNERGY

SUNHUNTER

SUR DE RENOVABLES

TECNOHUERTAS

TWSOLAR

V3J Ingeniería y Servicios

VALSOLAR 2006

WINTERSUN CAPITAL
SOLAR

VARIOS

3i Ingeniería 3i INGENIERIA
INDUSTRIAL

ABACO ENERGY

ABASTE

AR ENERGÍA
ACTIVOS EN
RENTA ENERGIA

ADITEL

AGUIRRE NEWMAN
GESTAMP SOLAR

AIRIS
AIRIS, INFINITY SOLAR

ALATEC

ALDESA

ALEO

AMT Solar

ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA

ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA

| | |
|---|------------------------------------|
|  | ANBELO SOLAR |
|  | ANSASOL |
|  | APLICACIONES SOLARES APOLO |
| | ASIPLUS |
|  | ASSYCE INGENIEROS |
| | ASTRAGEST |
|  | AURINKO |
|  | AURORA ENERGÍA |
|  | AUSTRIAN ENVIRO TECHNOLOGIES |
|  | BARAHONDA FOTOVOLTAICA |
|  | BARLOVENTO RECURSOS NATURALES |
|  | BENDER IBERIA |
|  | BOGARIS ENERGY |
| | CALCAL |
|  | CAMPOS SOLARES |
|  | CEEG-SST ECSUEL |
|  | CENER |
|  | CENIT SOLAR |
|  | CENSOLAR |
|  | CENTRICA ENERGÍAS ESPECIALES |
|  | CENTROSOLAR FOTOVOLTAICO ESPAÑA |

| | |
|---|--|
|  | CLAMAR EUROPE |
|  | COAGENER |
|  | CONERGY ESPAÑA |
|  | CONTROL VIEW |
|  | COSTA BRAVA INGENIE- RIA Y CONSULTING |
|  | CREATIVA SOLAR |
|  | CRENER |
|  | DEENMA |
| | DEHN IBÉRICA |
|  | DELOITTE |
|  | DENEQ |
|  | DENERSA |
|  | DESARROLLOS SOLARES DEL MEDITERRANEO |
|  | DIDO INGENIERÍA |
|  | DINERSA |
|  | DIODE |
|  | DUO CONSULTING |
|  | EASTECH |
|  | E.S.F. ANDALUCÍA |
|  | ECLAREON |
|  | ECOESFERA |
|  | ECOSTREAM |

| | |
|---|--|
| | ELDUYEN FOTOVOLTAICA |
|  | ELEC NOR |
|  | ELEKTROSOL |
|  | ENERFICAZ |
| | ENERFUTURE |
|  | ENERGÍA SUR DE EUROPA |
|  | ENERGÍAS ALTERNATIVAS ARAGONESAS |
|  | ENERGIE SOLAIRE |
|  | ENERGREEN |
|  | ENERMAN |
|  | ENERSIDE |
|  | ENERTIS SOLAR |
|  | ENFINITY |
|  | ENGILEG |
|  | EPG & SALINAS CORRE- DORES DE SEGUROS |
|  | ERPASA |
|  | ESPACIO SOLAR |
|  | ESTUDENER |
|  | FAGOR FOTOVOLTAICA |
|  | FERRAMBA SOLAR |
|  | FLUITECNIK SUN ENERGY |

ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA

| | |
|---|-------------------------------|
|  | FOTOVOLTAICA IBC |
|  | FOTOWATIO |
|  | FUERZA SOLAR |
|  | FUNDACIÓN CIRCE |
| | GAE |
|  | GARUM SOLAR |
|  | GCC |
|  | GEDEON EASY SOLUTIONS |
|  | GEHRLICHER SOLAR ESPAÑA |
| | GENERACIONES ESPECIALES I |
|  | GEONICA |
|  | GEOSOL IBERICA |
|  | GERMINALIA |
|  | GESPLAN |
| | GESVAL |
|  | GLOCALIZA SOLAR |
|  | GREENERGY RENOVABLES |
|  | GRUPO CAENRE |
|  | GRUPO HEV |
|  | HAWI ENERGÍAS RENO- VABLES |
| | HEMERETIK |

| | |
|---|---|
|  | HIDROLENA |
|  | HISPASOLEO ENERGÍAS RENOVABLES |
|  | IATSO |
|  | IBERDROLA ENERGÍAS RENOVABLES |
|  | IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSULTORÍA - IBE- RINCO |
|  | IBERSOLAR |
|  | ICOENERGÍA |
|  | IMCD España |
|  | imMODO SOLAR |
|  | INGENIA SOLAR ENERGY |
|  | INGENNIO |
|  | INSTALACIONES PEVAFERSA |
|  | INSTITUTO DE ENERGIA SOLAR |
|  | Instituto de Tecnología Microelectrónica - TIM |
|  | INVERSOLAR 65 |
|  | INYGEN |
|  | INYPSPA |
|  | IRRADIA ENERGÍA |
| | IRSOL |
|  | ISFOC |

| | |
|---|---|
|  | ISM |
|  | JHRoerden |
|  | JOKER INVESTMENTS |
|  | JORGE SOL |
| | JOUDOLI - GDI PARTNERS |
|  | KPMG Abogados |
|  | KRANNICH SOLAR |
| | LCT |
| | LISCAL |
|  | LOCAL Y SOSTENIBLE |
|  | LONJAS TECNOLOGIA |
|  | LUZENTIA |
|  | MAÑANES |
|  | MARSH |
|  | MASTER - D |
| | MAXIMA INVERSIONES RENOVABLES CUENCA |
|  | MULTICANAL BUSINESS |
| | NEI |
|  | NEWALBA |
|  | NEXUS ENERGIA |
|  | OPCIÓNDOS |
| | OPFUTUR GESTION |

| | |
|---|---------------------------------------|
|  | ORION SOLAR |
|  | ORISOL |
|  | PAEFLUX |
|  | PAIRAN ELEKTRONIK |
|  | PARQUES SOLARES DE NAVARRA |
|  | PARSOLAN |
|  | PHOENIX SOLAR |
|  | PJ MARK |
|  | PROMOCIONES Y CONSTRUCCIONES MAJOFESA |
|  | PYSEC SEGURIDAD |
|  | QUORUM ENERGY |
|  | RA SOLAR ESPAÑA |
|  | REC SOLAR SPAIN |
|  | RIELLO SOLAR |
|  | RODESOL |
|  | SACLIMA SOLAR FOTOVOLTAICA |
|  | SCHOTT IBERICA |
|  | SCHÜCO |
|  | SEN ENERGÍAS RENOVABLES |
|  | SERVICIOS DE COGENERACIÓN |

ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA

| | |
|---|------------------------------|
|  | SERVINTER TRANS FREIGHT |
|  | SERVITECK |
|  | SHARP |
|  | SIFA |
|  | SISOLAR |
|  | SKY GLOBAL |
|  | SMA Ibérica Tecnología Solar |
|  | SOCIAL ENERGY |
|  | SOLAR POWER 7 ISLAS |
|  | SOLAR PROYECTO ANDALUZ |
|  | SOLARCENTURY |
|  | SOLARDAM - Energy |
|  | SOLARIG |
|  | SOLARMAC |
|  | SOLARMAX |
|  | SOLDADURAS AVANZADAS |
|  | SOLEOS |
|  | SOLFOCUS |
|  | SOLUCAR PV |
|  | SOLTER ENERGIAS |
|  | SUNCONNEX ESPAÑA |

| | |
|---|---------------------------------|
|  | SunEnergy Europe |
|  | SUNSTROOM |
|  | SUNTECHNICS SISTEMAS DE ENERGIA |
|  | SUNWAYS AG |
|  | SYLCOM SOLAR |
|  | SYSTAIC |
|  | TRAMA TECNOAMBIENTAL |
|  | TUBBE SOLAR |
|  | USCED |
|  | VAALSOL |
|  | VISSMANN |
|  | VYE ENERGÍAS RENOVABLES |
|  | WAGNER SOLAR |
|  | WATTPIC |
|  | ZYTECH |



ASIF

ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA



Asociación de la Industria Fotovoltaica
Doctor Arce, 14. 28034 Madrid
Tel.: +34 915 900 300
Fax: +34 915 612 987

www.asif.org