

# ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

## I. INTRODUCCIÓN

### El sol como fuente de energía renovable

La energía solar, asociada al enorme flujo de radiaciones emitido por el sol y capturado por nuestro planeta, es el origen de la vida y permite perpetuarse, marca además el tiempo de los ciclos biológicos y de las estaciones. Desde siempre el hombre ha puesto en el sol sus esperanzas, sus necesidades de seguridad y prosperidad y ha utilizado su energía como fuente de calor y de luz.

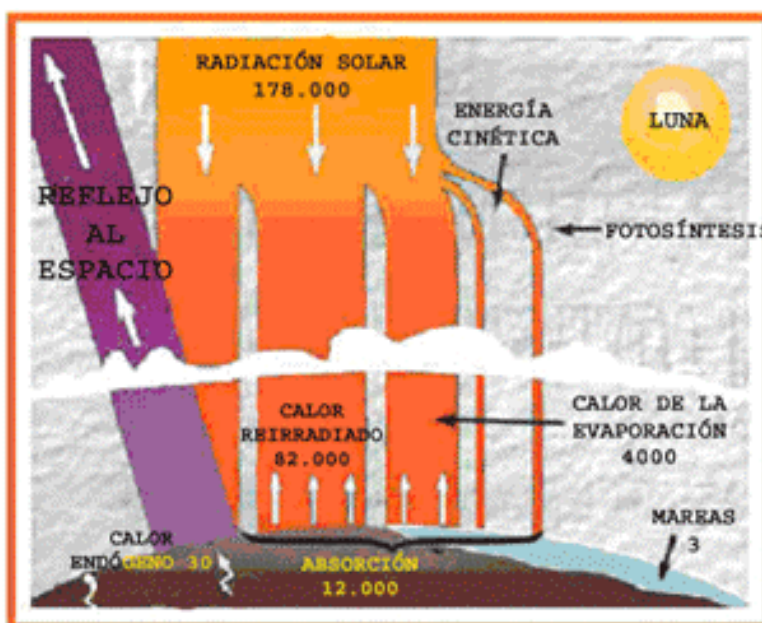


DIAGRAMA CUALITATIVO DEL FLUJO DE ENERGÍA EN LA TIERRA, EN TERAWATIOS/AÑO. LA CIENCIA, NOVIEMBRE 1990

La energía solar es la fuente de energía más abundante de la Tierra: renovable, disponible, gratuita y en cantidad muy superior a las necesidades energéticas de la población mundial. Sin embargo, su aprovechamiento presenta problemas técnicos y económicos que hacen difícil utilizarla en la práctica. Hoy en día utilizamos solo una pequeña parte de la enorme cantidad de energía que nos llega del sol, por lo que el camino a recorrer es todavía largo para poder aprovechar la energía solar a gran escala.

Las perspectivas son que la energía del sol tenga un papel significativo, lo que producirá un cambio de tendencia que es indispensable para la ecología del planeta.

## Desarrollar la energía solar

Para controlar la peligrosa contaminación del planeta hace falta reducir las emisiones contaminantes y desplazar los consumos energéticos hacia un modelo de desarrollo sostenible, que favorezca las fuentes energéticas renovables y sobretodo el aprovechamiento de la energía solar.

En España, la mayor parte de la energía consumida se produce con combustibles fósiles:

- el 54 %, de combustibles procedentes del petróleo (gasolina, gasoil, fuel-oil, etc.);
- el 15,5 %, del carbón;
- el 13,5 %, de las centrales nucleares;
- el 10 %, del gas;
- el 6,3 %, de energías renovables.

La energía solar no puede sustituir la energía producida con los combustibles fósiles pero, como demuestra la experiencia europea, puede completar eficazmente la necesidad energética de las familias.

## II. LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

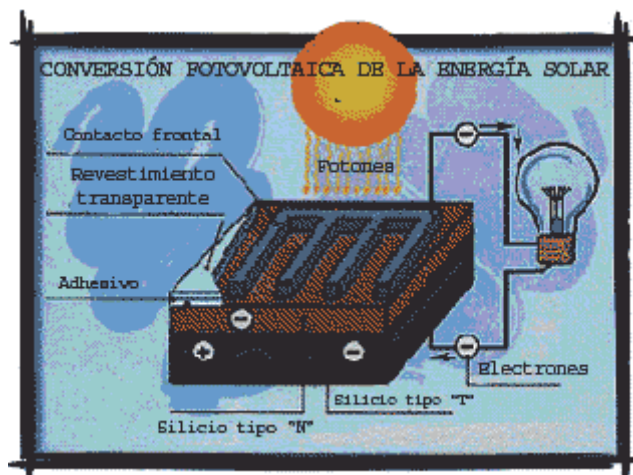
### La célula fotovoltaica: cómo funciona

La palabra fotovoltaico procede de **photo = luz** y **voltaico = electricidad** y significa electricidad producida a través de la luz. El efecto fotovoltaico se basa sobre la capacidad de algunos semiconductores, como el silicio, de generar directamente energía eléctrica cuando se exponen a la radiación solar.

La conversión de la radiación solar en energía eléctrica tiene lugar en la célula fotovoltaica, que es el elemento base del proceso de transformación de la radiación solar en energía eléctrica.

La luz está formada por partículas, los fotones, que transportan energía. Cuando un fotón con suficiente energía golpea la célula, es absorbido por los materiales semiconductores y libera un *electrón*. El electrón, una vez libre, deja detrás de sí una carga positiva llamada *hueco*.

Por lo tanto, cuanto mayor será la cantidad de fotones que golpean la célula, tanto más numerosas serán las parejas electrón-hueco producidas por efecto fotovoltaico y por lo tanto más elevada la cantidad de corriente producida.



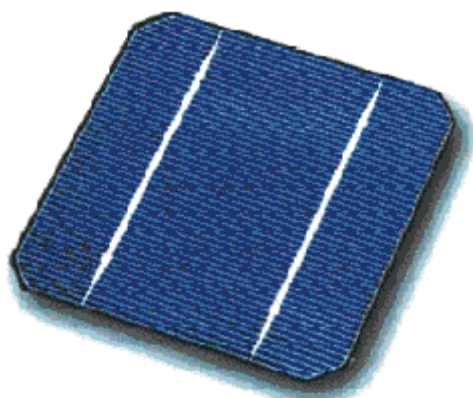
### Cómo está hecha la célula fotovoltaica

La célula fotovoltaica es un dispositivo formado por una delgada lámina de un material semi-conductor, muy a menudo de silicio. Se trata del mismo silicio utilizado en la industria electrónica, cuyo coste es todavía más alto.

Actualmente el material más utilizado es el **silicio mono-cristalino**, que presenta prestaciones y duración en el tiempo superiores a cualquier otro tipo de silicio:

- **Silicio Mono-cristalino:** Rendimiento energético hasta 15 – 17 %.
- **Silicio Poli-cristalino:** Rendimiento energético hasta 12 – 14 %.
- **Silicio Amorfo:** Rendimiento energético menos del 10 %.

La célula fotovoltaica está hecha por una placa de silicio, normalmente de forma cuadrada, con aproximadamente 10 cm de lado y con un grosor que varía entre los 0,25 y los 0,35mm, con una superficie de más o menos 100 cm<sup>2</sup>.



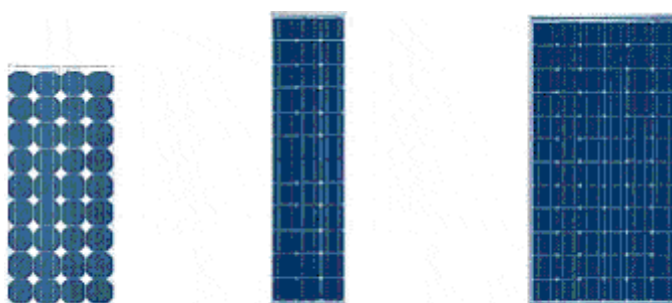
CÉLULA FOTOVOLTAICA

## El módulo fotovoltaico

Las células solares constituyen un producto intermedio: proporcionan valores de tensión y corriente limitados en comparación a los requeridos normalmente por los aparatos usuarios, son extremadamente frágiles, eléctricamente no aisladas y sin un soporte mecánico. Se ensamblan de la manera adecuada para formar una única estructura: **el módulo fotovoltaico**, que es una estructura sólida y manejable.

Los módulos pueden tener diferentes tamaños: los más utilizados están formados por 36 células conectadas eléctricamente en serie, con una superficie que oscila entre los 0,5 m<sup>2</sup> a los 1,3 m<sup>2</sup>. Las células están ensambladas entre un estrato superior de cristal y un estrato inferior de material plástico (Tedlar). El producto preparado de esta manera se coloca en un horno de alta temperatura, con vacío de alto grado. El resultado es un bloque único laminado en el que las células están “ahogadas” en el material plástico fundido.

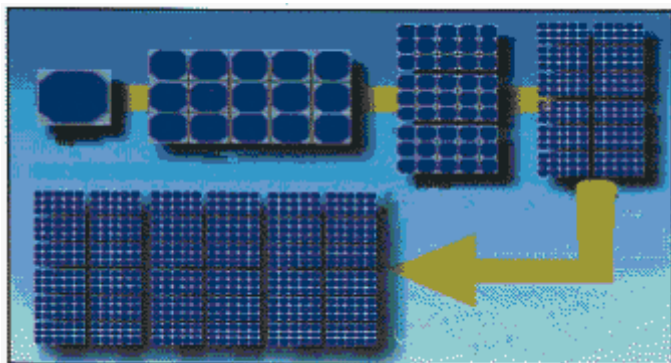
Luego se añaden los marcos, normalmente de aluminio; de esta manera se confiere una resistencia mecánica adecuada y se garantizan muchos años de funcionamiento. En la parte trasera del módulo se añade una caja de unión en la que se ponen los diodos de by-pass y los contactos eléctricos.



MODULOS FOTOVOLTAICOS

## El generador fotovoltaico

Más módulos fotovoltaicos ensamblados mecánicamente entre ellos forman el panel, mientras que un conjunto de módulos o paneles conectados eléctricamente en serie, forman la rama. Más ramas conectadas en paralelo, para obtener la potencia deseada, constituyen el **generador fotovoltaico**. Así el sistema eléctrico puede proporcionar las características de tensión y de potencia necesarias para las diferentes aplicaciones.



Los módulos fotovoltaicos que forman el generador, están montados sobre una estructura mecánica capaz de sujetarlos y orientada para optimizar la radiación solar. La cantidad de energía producida por un generador fotovoltaico varía en función de la insolación y de la latitud del lugar.

La producción de energía eléctrica fotovoltaica, al depender de la luz del sol, no es constante, sino que está condicionada por la alternancia del día y de la noche, por los ciclos de las estaciones y por la variación de las condiciones meteorológicas. Además, el generador fotovoltaico proporciona corriente eléctrica continua.

A menudo estas características no se adaptan a las necesidades de los usuarios que, normalmente, necesitan corriente eléctrica alterna, con valores constantes de tensión. Por lo tanto, el envío de la energía del sistema fotovoltaico al usuario se realiza a través de otros dispositivos necesarios para transformar y adaptar la corriente continua producida por los módulos a las exigencias de utilización: el más significativo es un dispositivo estático (*Inversor*), que transforma la corriente continua en corriente alterna.



Algunos tipos de Inversores.

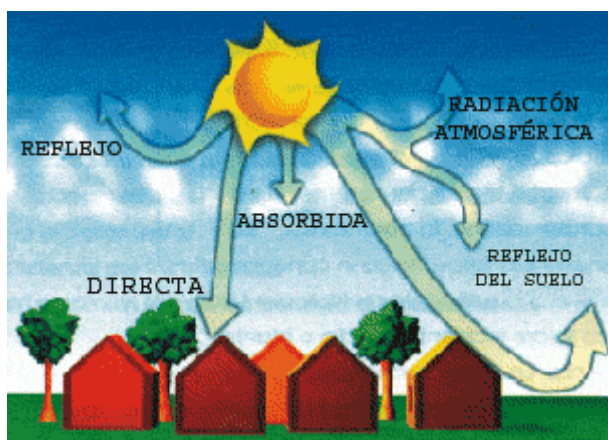
### **Cuánta energía produce un sistema fotovoltaico**

La cantidad de energía eléctrica producida da un sistema fotovoltaico depende básicamente de la eficiencia de los módulos y de la irradiación solar, o de la radiación solar incidente.

La radiación solar incidente en la tierra tiene un valor variable en función de la distancia entre la Tierra y el Sol, o de la latitud de la localidad donde están instalados los módulos fotovoltaicos. También es importante la inclinación de los módulos: una correcta inclinación influye mucho en la cantidad de energía solar captada y por lo tanto en la cantidad de energía eléctrica producida.

La presencia de la atmósfera, finalmente, implica una serie de fenómenos sobre la radiación incidente, entre los cuales el efecto de filtro que reduce considerablemente la intensidad de la radiación en el suelo y la fragmentación de la luz.

Se calcula aproximadamente que un metro cuadrado de módulos fotovoltaicos de buena calidad, puede producir de media 180 KWh al año (0,35 KWh al día en periodo invernal, y 0,65 KWh. al día en periodo estival).



### III. LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

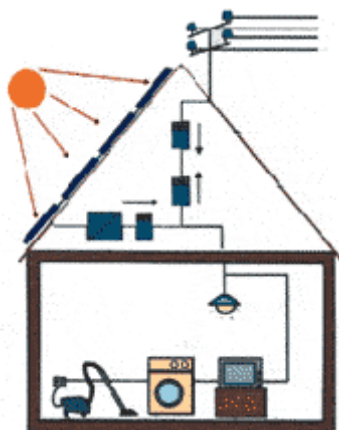
Se define el **sistema fotovoltaico** como un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren a captar y transformar la energía solar disponible, transformándola en utilizable como energía eléctrica.

Estos sistemas, independientemente de su utilización y del tamaño de potencia, se pueden dividir en dos categorías:

- *sistemas conectados a la red (grid connected )*
- *sistemas aislados (stand alone )*

#### A. Sistemas conectados a la red (grid connected)

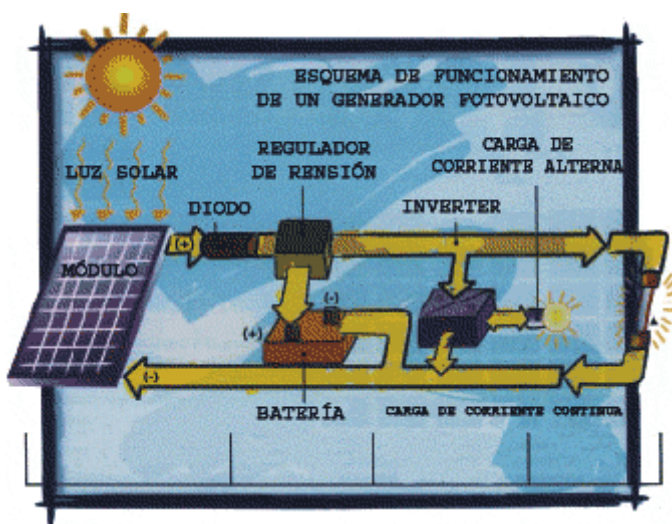
Los sistemas conectados a la red están permanentemente conectados a la red eléctrica nacional. En las horas de irradiación solar escasa o nula, cuando el generador fotovoltaico no produce energía suficiente para cubrir la demanda de electricidad, es la red que proporciona la energía necesaria. Viceversa, si durante las horas de irradiación solar el sistema fotovoltaico produce más energía eléctrica de la que se gasta, el exceso se transfiere a la red.



Por decisión administrativa se permite a los operadores que gestionan sistemas fotovoltaicos conectarse a la red eléctrica nacional. Gracias a las mediciones realizadas por un contador y a los precios establecidos por la Autoridad misma, se puede vender a la red eléctrica la energía producida en exceso y coger energía de la red cuando la cantidad de energía auto producida es insuficiente.

## B. Sistemas aislados (stand alone)

Los sistemas aislados se utilizan normalmente para proporcionar electricidad a los usuarios con consumos de energía muy bajos para los cuales no compensa pagar el coste de la conexión a la red, y para los que sería muy difícil conectarlos debido a su posición poco accesibles: ya a partir de distancia de más de 3 Km de la red eléctrica, podría resultar conveniente instalar un sistema fotovoltaico para alimentar una vivienda.



En los sistemas fotovoltaicos aislados es necesario almacenar la energía eléctrica para garantizar la continuidad de la erogación incluso en los momentos en los que no es producida por el generador fotovoltaico.

La energía se acumula en una serie de acumuladores recargables (**baterías**), dimensionados de la manera que garanticen una suficiente autonomía para los periodos en los que el sistema fotovoltaico no produce electricidad. La

tecnología actual permite usar baterías de plomo ácido de larga duración (más de 6 años), con exigencias de mantenimiento casi nulas.

En los sistemas aislados hace falta instalar también un **regulador de carga**, que fundamentalmente sirve para preservar las baterías de un exceso de carga del generador fotovoltaico y de un exceso de descarga debido a la utilización. Ambas condiciones son nocivas para la correcta funcionalidad y la duración de los acumuladores.

En los sistemas aislados es necesario que el generador fotovoltaico esté dimensionado de la manera que permita, durante las horas de irradiación solar, tanto la alimentación de la cantidad de energía necesaria, como la recarga de las baterías de acumulación.

#### **IV. COSTES Y PERSPECTIVAS DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA**

Un sistema fotovoltaico requiere un fuerte desembolso de capital inicial, pero luego los gastos de gestión y de mantenimiento son muy reducidos.

El análisis de todos los aspectos económicos relativos a un sistema fotovoltaico es muy complejo. En especial, cada aplicación tiene que ser evaluada en su específico contexto, teniendo en cuenta sobre todo la energía eléctrica producida, la duración del sistema (se calcula alrededor de 25 años), las dificultades de conexión a la red eléctrica, los incentivos disponibles, etc.

##### ***Indicaciones generales de los costes de un sistema fotovoltaico***

*(por kWp instalado)*

- Sistemas integrados en los edificios (o conectados a la red) » € 8.000 / kWp (IVA excluido)
- Sistemas para usuarios aislados » € 10.000 /kWp (IVA excluido)

En algunos casos la inversión inicial se amortiza al principio, ya que el coste de la conexión a la red eléctrica sería superior al de la instalación de un sistema solar fotovoltaico.

Pero en la mayoría de los casos un sistema fotovoltaico tiene un coste por Kwh. producido mucho mayor del coste del Kwh. comprado de la red eléctrica. Por lo tanto lo que puede hacer compensar la instalación de un sistema fotovoltaico son los incentivos públicos.

Para poder obtener un coste por Kwh. producido de un sistema fotovoltaico, comparado con el coste del Kwh. comprado de la red, es necesario intervenir con contribuciones financieras superiores al 70–80 % de la inversión.

En cualquier caso, el desarrollo del fotovoltaico va unido a una drástica reducción de los costes actuales.