

PROGRAMA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA ENERGÍA EN LA PYME

MANUAL DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Índice

0. Acerca de Energypyme Renovables	3
1. Energía solar fotovoltaica en breve.....	6
2. Objetivo y estructura del manual.	7
3. Energías Renovables, una opción de futuro.	9
4. Energía solar fotovoltaica	11
4.1. El sol como fuente de energía	11
4.2. ¿Cómo se produce electricidad en un panel solar (efecto fotovoltaico)?	12
4.3. ¿Qué factores han impulsado el desarrollo de la energía solar fotovoltaica?	13
5. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica	16
5.1. Sistemas autónomos, híbridos o conectados a red	16
5.2. Instalaciones con potencia mayor o inferior a 100kW	18
5.3. Instalación de sistemas solares en edificación o sobre suelo.....	18
5.4. Paneles solares con seguimiento (orientación) o sin seguimiento	19
5.5. Sistemas basados en paneles semitransparentes	20
6. ¿Cómo es una instalación solar fotovoltaica?	21
6.1. Paneles solares	21
6.2. Inversor	23
6.3. Protecciones	23
6.4. Batería	24
6.5. Contador	24
6.6. Centro de transformación	24
6.7. Equipos de seguimiento.....	25
6.8. Operación y mantenimiento de un sistema solar fotovoltaico.....	25
7. Caso real de aplicación de la energía solar fotovoltaica.	26
8. Claves de rentabilidad en instalaciones de energía solar fotovoltaica.	28
8.1. Irradiación del emplazamiento	28
8.2. Rendimiento	29
8.3. Disponibilidad	29
8.4. Precio de la energía	30
8.5. Costes y operación de mantenimiento	30
8.6. Inversión para la conexión a la red	30
9. Legislación existente relativa a instalaciones solares fotovoltaicas	31
9.1. Real Decreto 436/2004	31
9.2. Código Técnico de la Edificación (CTE)	33
9.3. Real Decreto 1663/2000.....	33
9.4. Resolución de 31 de mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas	33

10. Ayudas y Subvenciones	34
10.1. Línea ICO-IDAE.....	33
10.2. Ayudas y Subvenciones en Comunidades Autónomas.....	36
11. Bibliografía: Fuentes y Páginas Web Consultadas.	39

O. Acerca de Enerpyme Renovables

Qué es Enerpyme Renovables?

Enerpyme renovables (www.enerpyme.es) es un programa diseñado para fomentar el uso de energías renovables (energía solar térmica y fotovoltaica) y cogeneración a pequeña escala (sistema de generación de alta eficiencia) en las pymes españolas.

El programa ha sido desarrollado por la Fundación Entorno-BCSD España para lo que ha contado con la financiación del Ministerio de Medio Ambiente.

Enerpyme forma parte, además, de la Campaña Energía Sostenible para Europa 2005-2008 auspiciada por la Comisión Europea (www.sustenergy.org).

¿A quién va dirigido Enerpyme Renovables?

Enerpyme renovables está dirigido a todas las pymes españolas cuyas actividades incorporen procesos a los que se puede aplicar alguna de las tres tecnologías energéticas en las que se centra el programa.

Estos procesos son, fundamentalmente, calentamiento de agua y otros fluidos, generación de vapor, y secado. Esto, en principio, hace atractivo el programa para los siguientes sectores:

Principales sectores a los que se dirige Enerpyme Renovables
Automóviles/Galvanizado (Baños de pretratamiento)
Cárnico
Conservero
Corcho
Curtidos
Hotelero
Lácteo
Maderero
Papelero
Supermercados
Textil

Tabla 1. Sectores de actividad a los que se dirige Enerpyme Renovables

No obstante, la energía solar fotovoltaica constituye una excepción en este sentido dado que la posibilidad de utilizarla para generar electricidad no depende del proceso de la instalación, sino de otros factores como la disponibilidad de espacio (suelo, tejado) con buena orientación, conexión a la red cercana, etc. Por ello, su aplicación no está circunscrita a una lista de sectores concreto, como si puede ocurrir con el resto de tecnologías.

¿Qué actuaciones se han desarrollado dentro de Enerpyme Renovables?

Dentro de Enerpyme Renovables se han desarrollado dos tipos de actuaciones:

- **Herramienta electrónica.** Consiste en un programa informático de fácil utilización gracias al cual cada pyme, mediante la introducción de sencillos datos sobre su proceso e instalación, podrá conocer la viabilidad de utilización de cada una de las tecnologías objeto del programa.
- **Manuales de energías limpias.** Se han elaborado manuales específicos para cada una de las tecnologías objeto del programa. En ellos la pyme encontrará información acerca de cómo aplicarlas en su proceso, elementos de los que consta la instalación, explicación sobre las claves de la rentabilidad en este tipo de instalaciones, normativa aplicable, principales instaladores, subvenciones, etc.

¿Por qué es interesante Enerpyme Renovables para su instalación?

El consumo energético es una cuestión cada vez más importante en la estructura de costes de las pymes de numerosos sectores.

A ello ha contribuido el ascenso y la volatilidad del precio de los combustibles fósiles en el mercado internacional provocado, entre otras razones, por la inestabilidad política de los países productores o el importante crecimiento de la demanda.

Es muy posible que la persistencia de estos factores junto a los esfuerzos internacionales para limitar las emisiones de CO₂, responsables del cambio climático, agudicen esta tendencia en el futuro.

Por ello, las fuentes de energía renovables presentan cada vez mayor interés, no sólo por su rentabilidad económica a medio plazo, sino por evitar que las empresas dependan de combustibles fósiles de precio volátil.

Esta rentabilidad económica vendría dada por el ahorro en el consumo de electricidad y combustibles que posibilitan. Además, en el caso de la solar fotovoltaica y la cogeneración a pequeña escala, existe la posibilidad de vender a la red la electricidad excedentaria obteniendo, con ello, un ingreso extra.

Todas estas ventajas, unidas al beneficio ambiental, -evitan las emisiones de CO₂-, derivado del empleo de estas tecnologías, explica su creciente aceptación.

Energyme Renovables acerca a la pyme española a esta nueva realidad. Los manuales y la herramienta desarrollada no sólo les permitirán una primera toma de contacto con los sistemas y la legislación implicados, sino realizar un primer análisis de rentabilidad, básico para la toma de cualquier decisión.

Antecedentes de Energyme Renovables

La Fundación Entorno-BCSD España lanzó en 2006, con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente, el programa “Energyme. Programa para la mejora de la eficiencia energética en la pyme”.

Este programa se dirigió a las pymes de cinco sectores empresariales con un consumo intensivo de energía y no afectadas por el Plan Nacional de Asignación (granjas avícolas de puesta, invernaderos, instalaciones de fabricación de pan, hoteles y supermercados). En él se desarrollaron herramientas electrónicas y manuales específicos que, además de ayudar a las pymes de estos sectores a conocer su potencial de mejora en eficiencia energética, les proporcionaba una completa batería de medidas y buenas prácticas para lograr este objetivo.

Esta primera edición del programa incorporaba, además, un manual sobre nuevas tecnologías que analizaba de forma somera la viabilidad de algunas energías limpias (energía solar térmica y fotovoltaica) y la cogeneración a pequeña escala en la pyme.

Dada su aceptación y el creciente estímulo que están recibiendo este tipo de tecnologías, Energyme Renovables ha sido diseñado para avanzar en esta línea.

1. Energía solar fotovoltaica en breve.

La energía solar fotovoltaica consiste en la generación de electricidad a partir de la radiación solar (efecto fotovoltaico) que incide en un sistema de captación denominado panel solar. Posteriormente, esta electricidad puede ser destinada, bien al autoconsumo de la instalación, o bien ser vendida a la red.

La energía solar fotovoltaica constituye una de las tecnologías renovables de generación eléctrica con mayor crecimiento en la actualidad y mayores perspectivas de desarrollo durante los próximos años.

Además, al contrario que otras fuentes renovables, un sistema de captación de energía solar fotovoltaica no requiere de cambios estructurales en los lugares donde se desea integrar. Por ello, la energía solar fotovoltaica constituye una tecnología de rápida instalación, adaptable a cualquier tipo de edificio, parcela o nave industrial, lo que la convierte en una tecnología de generación de electricidad idónea para instalar en pymes.

El presente manual se centra exclusivamente en las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red, ya que actualmente son las instalaciones que ofrecen una mayor rentabilidad a las pymes.

Energía solar fotovoltaica en la pyme	
Equipos que integran el sistema	Panel solar, inversor, protecciones, batería, contador y centro de transformación
Rendimiento energético del sistema	13-15 %
Inversión inicial aproximada ⁱ	- 5,6€/Wp para una instalación estática. - 7,1€/Wp para una instalación con seguimiento solar.
Mantenimiento	Mínimo, de carácter manual.
Implantación de la Energía Solar Fotovoltaica en España.	En España hay ya instalados más de 37 MWp de energía solar fotovoltaica. El nuevo Código Técnico de la Edificación (Sección H5) establece la obligación de instalar sistemas solares fotovoltaicos en nuevos edificios del sector terciario de un determinado uso y superficie para el suministro de energía eléctrica. El Plan de Energías Renovables 2005-2010 tiene como objetivo un incremento de la potencia fotovoltaica de 363MWp en dicho periodo.

Tabla 2. Energía solar fotovoltaica en la pyme.

2. Objetivo y estructura del manual.

El presente manual se ha desarrollado con la finalidad de informar a la pyme sobre las posibilidades de generar electricidad en su instalación a partir de energía solar fotovoltaica.

En ningún caso, pretende constituir una guía para el desarrollo e instalación en planta de un sistema de este tipo, sino una primera referencia con la que los responsables de las pymes conocerán los principales elementos que incorporan estas instalaciones, así como los criterios que determinarán su atractivo.

Estime la rentabilidad de su instalación de energía solar fotovoltaica

Dentro del programa Energypyme Renovables se ha desarrollado una herramienta electrónica con la que el usuario, mediante la introducción de sencillos datos sobre su proceso e instalación, podrá estimar la rentabilidad de incorporar esta tecnología.

Descárguela en www.energypyme.es

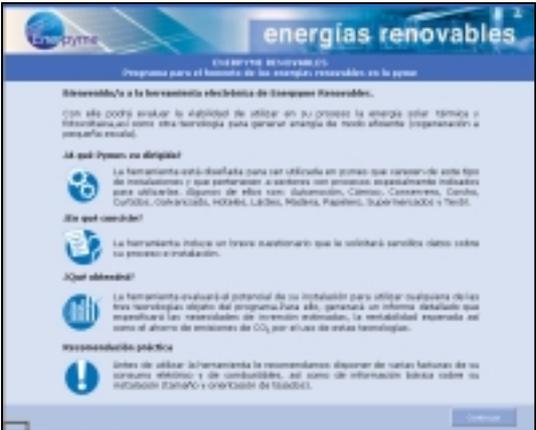


Figura 1: Imagen de la herramienta "Energypyme Renovable"

Otros objetivos que persigue este manual son:

- Dar a conocer entre las Pymes:
 - El mundo de la energía solar fotovoltaica.
 - La posibilidad de aplicación de esta tecnología en sus diferentes modalidades.
 - La posibilidad de autoconsumo o venta de la energía eléctrica generada.
- Extender entre las pymes el desarrollo que ha alcanzando la energía solar fotovoltaica en otros sectores.
- Ofrecer una explicación detallada de:
 - ¿Qué es la energía solar fotovoltaica?
 - ¿Cuál es su funcionamiento?
 - ¿Cuáles son las tecnologías existentes y sus características?

- Concienciar a las pymes de la idoneidad del uso de la energía solar fotovoltaica como inversión y como medio para reducir las emisiones contaminantes, especialmente las de CO₂, al tratarse de una tecnología que permite generar electricidad de un modo limpio.
- Informar a las pymes de las claves de la rentabilidad en las instalaciones de energía solar fotovoltaica.
- Incorporar información básica sobre las principales ayudas y subvenciones existentes para implantar sistemas energía solar fotovoltaica.

Para alcanzar estos objetivos este manual incorpora los siguientes contenidos:

Capítulo	¿A qué responde?
Capítulo 3. Energías renovables, una opción de futuro	¿Cuáles son las ventajas de las energías renovables? ¿Qué apoyos están recibiendo? ¿Qué aplicación pueden tener en las pymes? ¿Qué ventajas aportan?
Capítulo 4. Energía solar fotovoltaica	¿Qué es la energía solar fotovoltaica?
Capítulo 5. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica	¿Para qué se puede utilizar esta tecnología? ¿Es de utilidad a las pymes?
Capítulo 6. ¿Cómo es una instalación solar fotovoltaica?	¿En qué consisten este tipo de instalaciones? Funcionamiento. ¿Cuáles son los componentes principales? ¿Qué tipo de paneles solares hay?
Capítulo 7. Caso real	Descripción de un caso real de aplicación de la ESFV en una pyme
Capítulo 8. Claves de rentabilidad en instalaciones de energía solar fotovoltaica	¿Qué variables hay que analizar para estudiar la rentabilidad de la energía solar fotovoltaica?
Capítulo 9. Normativa actual.	¿Hay alguna normativa que regule este tipo de instalaciones?
Capítulo 10. Ayudas y Subvenciones	¿Existen ayudas para instalar energía solar fotovoltaica? ¿Dónde puedo encontrarlas?
Capítulo 11. Bibliografía: Fuentes y Páginas Web Consultadas	¿Dónde se puede encontrar más información?

Tabla 3. Estructura del manual.

3. Energías Renovables, una opción de futuro.

En los últimos años, las energías renovables están ganando aceptación entre los responsables políticos y las empresas, conscientes de los importantes beneficios económicos, ambientales y sociales que pueden aportar.

De hecho, la reciente escalada de los precios del petróleo y sus derivados ha puesto de manifiesto los riesgos que, para las empresas o para las economías de nuestros países, tiene una dependencia excesiva de una fuente de energía como ésta, de precio volátil y proveniente de países políticamente inestables.

A ello se une su carácter contaminante. No en vano, las emisiones de CO₂ producidas durante su uso se están acumulando en la atmósfera, dando lugar a diversos cambios en el clima a nivel planetario que pueden suponer en el corto plazo una grave amenaza a nuestro modo de vida así como al marco en el que las empresas desarrollan su actividad.

Es indispensable, por tanto, lograr un modelo de producción y utilización de la energía que dé mayor estabilidad a nuestra economía y haga más competitivas a nuestras empresas. Un modelo que, además, proteja el medio ambiente y suponga otras ventajas como la generación del gran volumen de empleo que ya están permitiendo las energías renovables.

-Algunas razones económicas, ambientales y sociales para impulsar las E. Renovables-

<p>La economía española, muy vulnerable a la subida del petróleo.</p> <p>España importa del exterior el 85% de la energía que consume.</p> <p>Esta cifra, más de 30 puntos superior a la media de la UE, hace muy vulnerables a nuestra economía, así como a la de nuestras empresas, a los vaivenes del precio del petróleo.</p> <p>Una mayor incorporación de fuentes de energía limpias y autóctonas como las Energías Renovables puede limitar estos riesgos.</p>	<p>La necesidad de reducir las emisiones de CO₂.</p> <p>En 2004 se emitieron en el mundo más de 26.000 millones de toneladas de CO₂, fundamentalmente por la utilización de petróleo, gas natural y carbón en el transporte, en procesos industriales y de generación de energía.</p> <p>La acumulación de este gas en la atmósfera ya es responsable del calentamiento del clima y otras consecuencias como incremento de las sequías e incendios forestales, el retroceso de muchos glaciares, incremento del nivel del mar y destrucción de playas.</p>	<p>Las energías renovables ya generan más de 180.000 puestos de trabajo en España.</p> <p>España es líder mundial en muchas de las tecnologías de energía renovable, lo cual se ha traducido en la creación de más de 180.000 puestos de trabajo.</p> <p>Se espera que en los próximos cinco años esta cifra se incremente en otros 100.000, muchos de los cuales podrían crearse en zonas tradicionalmente deprimidas (entornos rurales).</p>
--	---	---

Por todo lo anterior, los países más industrializados han empezado, y deben continuar apostando por el uso de las energías renovables.

En lo que respecta a la **energía solar fotovoltaica**, el Gobierno Español consciente de sus ventajas, ha incluido en el nuevo Código Técnico de la Edificación (sección H5) la obligación de instalar sistemas solares fotovoltaicos en los nuevos edificios del sector terciario destinados a ciertos usos para el suministro de energía eléctrica.

Políticas como ésta dan muestra del gran desarrollo que alcanzará la energía solar fotovoltaica en los próximos años, desarrollo del que no deben quedar apartadas las pymes del sector empresarial.

Ventajas de la utilización de la energía solar fotovoltaica en pymes

- Ventajas fiscales por la instalación de tecnologías renovables (hasta un 10% de la inversión realizada según la ley 24/2001).
- Se trata de instalaciones con una vida media considerable (20 años) que requieren pocas labores de mantenimiento (los gastos de mantenimiento equivalen por término medio a un 4-10% de los ahorros económicos que produce la instalación).
- Posibilidad de conseguir energía eléctrica en instalaciones aisladas de la red.
- Posibilidad de diferenciación ante los competidores por el uso de una tecnología ambientalmente respetuosa.
- Incremento de los ingresos ante la posibilidad de venta de los excedentes o la totalidad de la energía eléctrica producida.
- Mejor imagen ante competidores directos, ya que la energía solar fotovoltaica se trata de una tecnología de producción de electricidad exenta de emisiones contaminantes a la atmósfera.

4. Energía solar fotovoltaica

4.1. El sol como fuente de energía

Cada hora, la Tierra recibe¹ del Sol más de 174 millones de GWh, cantidad que permitiría satisfacer 5.000 veces el consumo diario eléctrico mundial.

Parte de esta energía puede ser aprovechada por el hombre para la generación de calor y electricidad de forma limpia, gratuita e inagotable. Se distinguen, por ello, dos tipos de aprovechamiento de la energía solar:

- **Energía Solar Fotovoltaica:** La radiación solar se utiliza exclusivamente para generar electricidad a través de células fotovoltaicas.
- **Energía Solar Térmica:** La radiación solar se utiliza para calentar un fluido por medio de captadores solares².

España presenta excelentes condiciones para el desarrollo de ambas energías. No en vano, es uno de los países europeos que recibe mayor cantidad de radiación solar debido a su situación geográfica y su climatología.

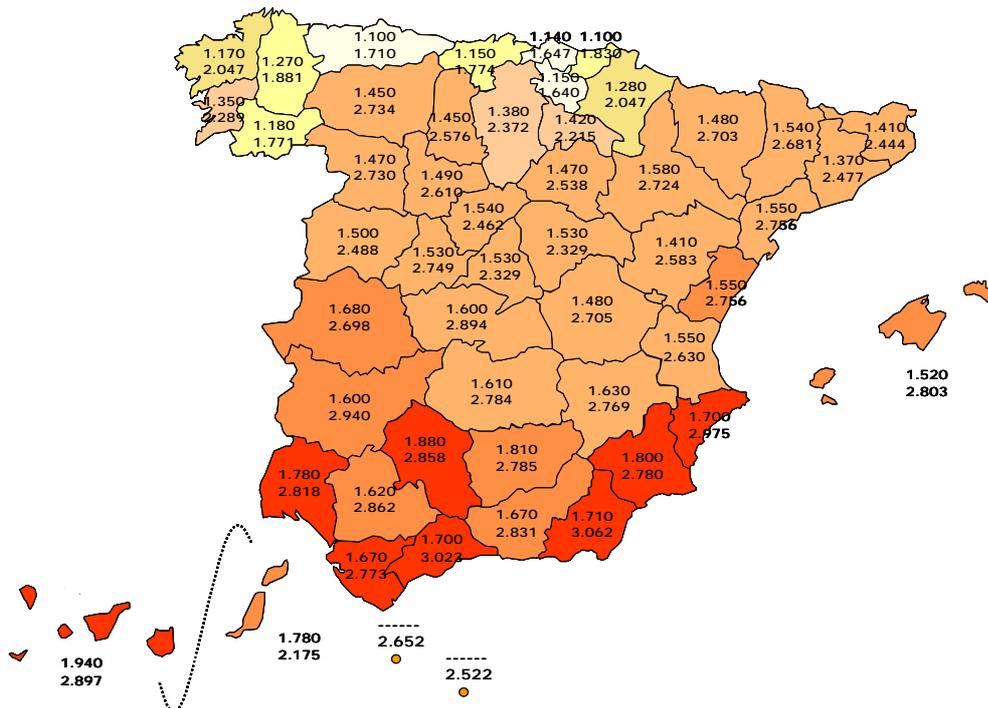


Figura 2. Mapa de radiación solar en España. La cifra³ superior indica la energía en kWh/m² de superficie horizontal en un año, y la cifra inferior indica el número de horas de sol. Fuente: CENSOLAR.

¹ Fuente: <http://www.windpower.org>

² Hay otras formas de utilización de la energía solar que quedan fuera del ámbito de las pymes y, por tanto, de este manual.

³ Las medidas suelen referirse a la capital de provincia. Los valores para otros puntos pueden ser distintos.

4.2. ¿Cómo se produce electricidad en un panel solar (efecto fotovoltaico)?

El efecto fotovoltaico es el responsable de que se pueda generar electricidad a partir de la luz solar incidente sobre un sistema de paneles solares.

Cada uno de estos paneles está constituido por millares de celdas solares (fotovoltaicas) fabricadas a partir de materiales semiconductores.

Al incidir los fotones de la luz solar sobre una de estas celdas se desencadena una reacción física por la cual el fotón libera un electrón el cual es absorbido por la "zona n" del material semiconductor⁴. Este electrón, pasa a la "zona p" del semiconductor dejando detrás de sí una carga positiva llamada "hueco". Este fenómeno de desplazamiento de electrones, es lo que genera corriente eléctrica.

Por lo tanto, a mayor cantidad de fotones que llegan a la celda, mayor número de parejas electrón-hueco se producirán por el efecto fotovoltaico dando lugar a una corriente eléctrica más intensa.

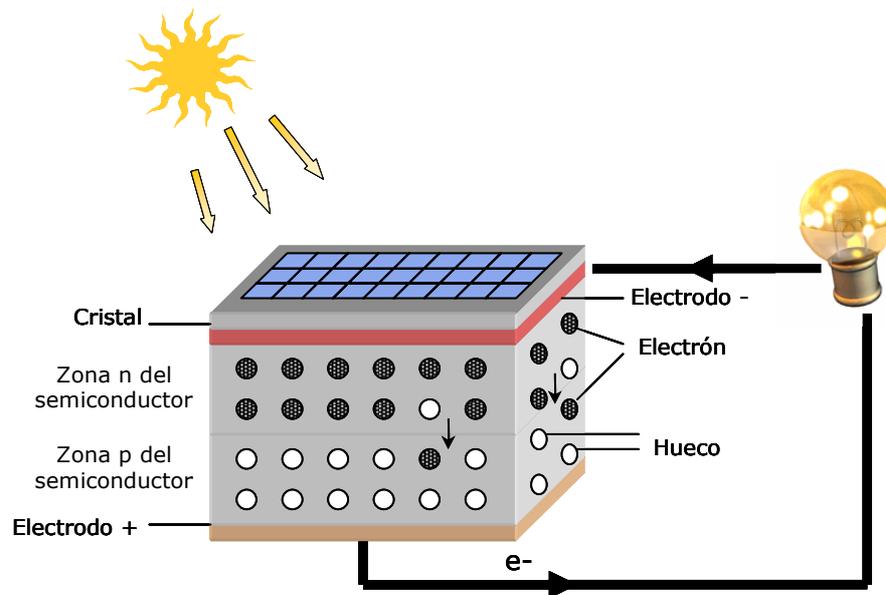


Figura 3. La celda fotovoltaica y el efecto fotovoltaico. Fuente: Elaboración propia

⁴ Materiales cuya conductividad varía con la temperatura, pudiendo comportarse como conductores o como aislantes.

4.3. ¿Qué factores han impulsado el desarrollo de la energía solar fotovoltaica?

Además de una idónea situación geográfica, como es el caso de España, otros factores han impulsado el desarrollo de la energía solar fotovoltaica en diversos países de nuestro entorno.

Uno de ellos, es la existencia de un marco legal propicio, como es el caso de Holanda y Alemania, además de nuestro país.

En ellos, la energía solar fotovoltaica goza, desde hace años, de un compromiso institucional para eliminar las barreras económicas y tecnológicas que han lastrado tradicionalmente su desarrollo.

Este apoyo se ha basado en un fomento a la inversión en este tipo de instalaciones, mediante la concesión de subvenciones, así como un incremento de su rentabilidad a través de un marco de retribución de la electricidad que venden que ayude a amortizar la inversión inicial en un periodo de tiempo razonable.

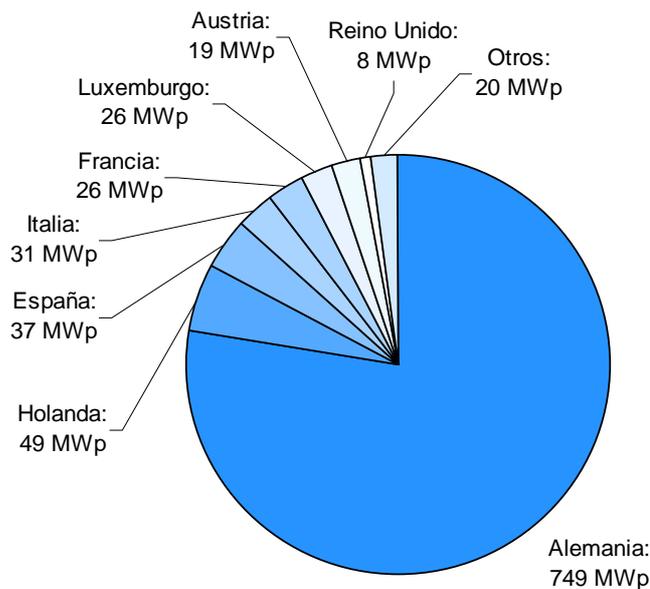


Figura 4. Potencia instalada en Europa a finales de 2004. Fuente: Euroobserver

Especialmente destacable es el caso de Alemania, país que pese a su desfavorable situación y climatología ha conseguido, gracias a las facilidades administrativas, fiscales y de financiación otorgadas a este tipo de tecnología, finalizar en junio de 2003 su programa "100.000 tejados solares", responsable de la instalación de 300 MW de energía solar fotovoltaica.

En nuestro país, según estimaciones del IDAE y Euroobserver, contamos actualmente con 57 MWp⁵ (megawatios pico) instalados de esta tecnología, siendo el crecimiento anual cercano al 5%.

Además, el Plan de Energías Renovables en España 2005-2010, contempla un objetivo de potencia solar fotovoltaica instalada en el año 2010 equivalente a 400 MWp totales instalados, lo que implica un crecimiento medio anual de más del 47%.

Si consideramos que cada kWp de módulos ocupa una superficie de entre 7 y 11 m², el objetivo para el año 2010 equivaldría a una superficie de paneles instalada equivalente a 500 campos de fútbol.

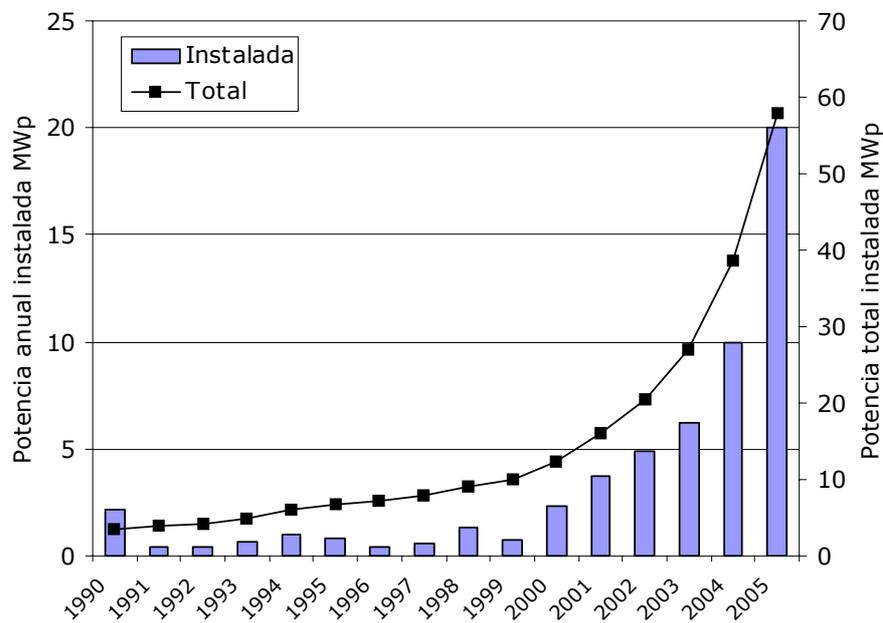


Figura 5. Desarrollo del mercado fotovoltaico español. Fuente: IDAE, Euroobserver.

Otro de los aspectos más importantes que ha propiciado que el gobierno incentive esta tecnología es la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que posibilita. No en vano, se estima que cada kWh generado con energía solar fotovoltaica evita la emisión a la atmósfera de entre 0,4 y 1 kilogramo de CO₂, si se compara con la generación de ese mismo Kwh a partir de gas natural o carbón, respectivamente.

Todo ello, sumado a las posibilidades que da la legislación española para rentabilizar las instalaciones solares fotovoltaicas ha despertado el interés entre numerosos promotores y empresarios para desarrollar este tipo de proyectos.

⁵ Megawatios pico, es decir, máxima cantidad de megawatios de potencia que una instalación es capaz de producir en condiciones de máxima iluminación solar, con una radiación solar de aproximadamente 1kW/m² (la que se produce en un día soleado a las 12 h solares).

La tecnología se considera, por tanto, viable y muy beneficiosa por lo que la ley ya contempla, mediante el Código Técnico de la Edificación (CTE), la implantación masiva de este tipo de instalaciones, exigiendo una mínima potencia instalada a edificios con determinadas características y actividades.

A su vez, gracias al crecimiento que esta tecnología ha experimentado en nuestro país, se dispone de un potencial tecnológico, capacidad industrial y una red de proveedores perfectamente dispuestos a asumir todo el desarrollo que esta tecnología está experimentando.

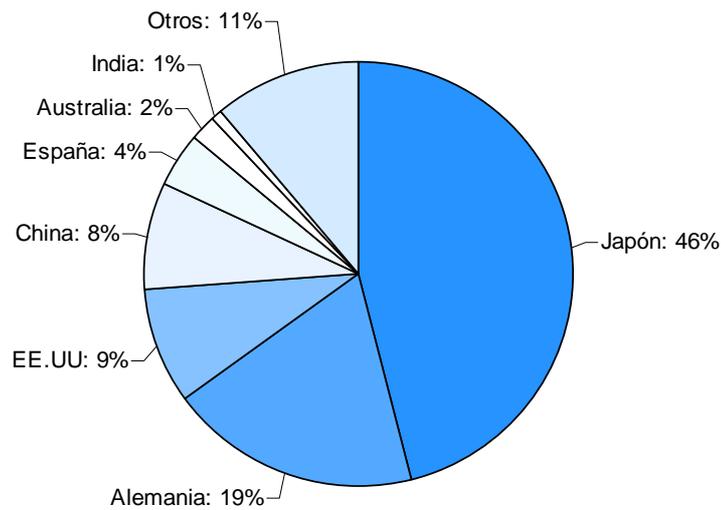


Figura 6. Fabricación mundial de celdas FV en 2005 (total año: 1816 MW). Fuente: Photon International

En definitiva, la energía solar fotovoltaica es una tecnología desarrollada, de resultados contrastados por el gran número de proyectos que actualmente se encuentran en funcionamiento, y una inversión cuyo buen resultado está garantizado por un marco regulatorio y retributivo estable.

5. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica

La sencillez de instalación de los sistemas solares fotovoltaicos permite una gran versatilidad en su rango de aplicaciones y formas de instalación. De esta manera, estos sistemas pueden ser autónomos o conectados a red, y pueden integrarse como recubrimientos de fachadas, en cubiertas o tejados, en pérgolas o en terrenos adyacentes.

Igualmente, pueden clasificarse según otros criterios:

Criterio	Clasificación	Observaciones
Conexión a la red	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas Autónomos • Sistemas híbridos • Sistemas conectados a red 	Los sistemas autónomos son muy útiles en ubicaciones alejadas de tendido eléctrico. Por el contrario, su conexión a la red permite vender la electricidad generada.
Potencia de generación	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas con capacidad superior a 100 MW • Sistemas con capacidad inferior a 100 MW 	La legislación vigente (Real Decreto 436/2004) establece distintos sistemas de retribución de la electricidad producida en instalaciones solares de más o menos de 100 MW.
Lugar de instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación sobre tejado o cubierta • Instalación sobre suelo 	La disponibilidad de tejado o suelo barato determina uno u otro tipo de instalación.
Seguimiento solar	<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones con sistemas de seguimiento solar • Instalaciones sin seguimiento solar 	Incorporar un sistema que haga que el panel este permanentemente orientado hacia el Sol aumenta significativamente su rendimiento.
Opacidad de los paneles	<ul style="list-style-type: none"> • Paneles solares opacos • Paneles solares semitransparentes 	Los paneles semitransparentes permiten, frente a los tradicionales, poder aprovechar la radiación solar que incide sobre ventanales y fachadas.

Tabla 4. Algunos criterios de clasificación de sistemas solares fotovoltaicos.

5.1. Sistemas autónomos, híbridos o conectados a red

Sistemas autónomos

Los sistemas autónomos de energía solar fotovoltaica están aislados de la red. Constituyen, por tanto, un sistema muy útil de generación eléctrica en aquellas ubicaciones alejadas de conducciones eléctricas.

Al estar aislados de la red, los sistemas demandantes de energía basan parte o la totalidad de su alimentación en la potencia proveniente de la instalación solar fotovoltaica. Por lo que, este tipo de sistemas puede incorporar baterías para almacenar la electricidad producida durante el día y así poder utilizarla durante la noche o en periodos de baja radiación solar. Uno de los pocos casos en que es posible la utilización de un sistema autónomo prescindiendo de la batería, se trata de las instalaciones utilizadas para realizar bombeos directos.

Sistemas híbridos

Los sistemas híbridos se suelen emplear también en ubicaciones aisladas y constan, por lo general, de paneles fotovoltaicos a los que se une otro equipo generador, por ejemplo eólico o diesel. Con esta combinación de sistemas se garantiza el suministro eléctrico en momentos donde la intensidad de la radiación solar no es suficiente.

Estos sistemas presentan la ventaja de que disminuyen la inversión necesaria para instalar baterías o un mayor número de paneles que garantizaran el consumo eléctrico en todo momento.

Sistemas conectados a la red

Los sistemas solares conectados a red fomentan un sistema de generación eléctrica distribuido en el que la energía no sólo se produce en unos pocos puntos (grandes centrales eléctricas) sino que se genera en múltiples localizaciones.

En España, durante los últimos cuatro años, se han adoptado medidas legales de carácter económico y administrativo para fomentar el desarrollo de este tipo de aplicaciones. De hecho, mientras la potencia total instalada para aplicaciones aisladas es de 14,7MWp , la conectada a red ha alcanzado los 42,6 MWp, lo que viene a confirmar esta tendencia.

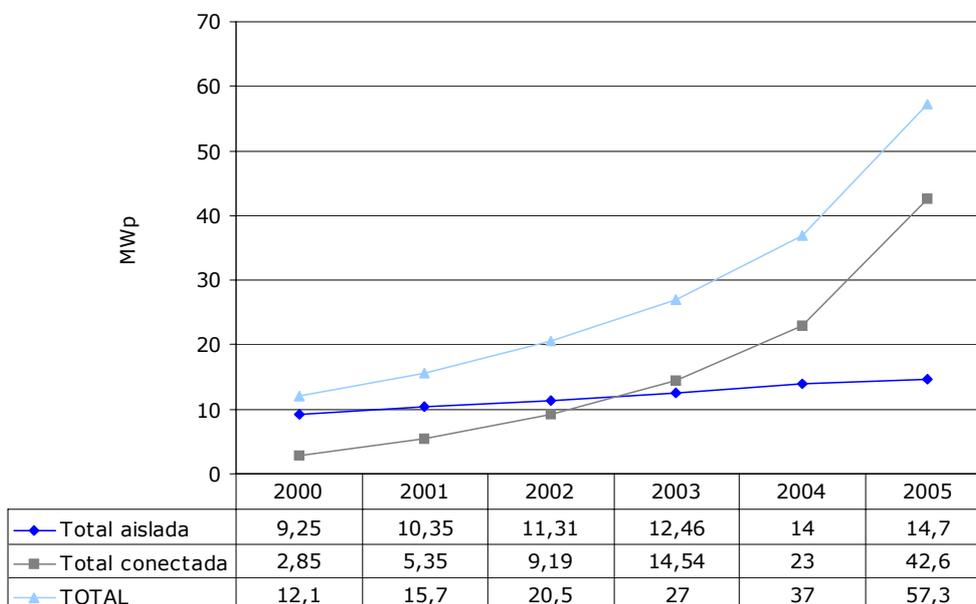


Figura 7. Evolución de la potencia instalada en España de aplicaciones aisladas y conectadas a red.
Fuente: IDAE, EurObserver.

Las instalaciones que disponen de sistemas de energía solar fotovoltaica conectadas a red inyectan en ésta la totalidad de la energía que producen, tomando, por el contrario, directamente de ella la electricidad que necesitan. La electricidad entregada a la red será remunerada por la compañía distribuidora de electricidad según los criterios contenidos en el RD436/2004.

De nuevo, una de las principales ventajas de los sistemas solares conectados a red es el no requerimiento de baterías de almacenamiento, con el consiguiente ahorro económico y aumento de robustez del sistema.

5.2. Instalaciones con potencia mayor o inferior a 100kW

Tal y como establece la legislación actual (Real Decreto 436/2004)⁶ las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red cuya capacidad sea inferior a 100 kW percibirán una mayor remuneración por la energía vendida a la compañía distribuidora (575% de la Tarifa Media de Referencia, TMR) que las de tamaño superior (300% de la TMR).

Este criterio de clasificación presenta, por tanto, una clara importancia económica al poder influir en la rentabilidad de las instalaciones. Posteriormente, en el apartado dedicado en este manual al marco normativo de venta de electricidad procedente de sistemas solares fotovoltaicos se analizará en detalle esta cuestión.

5.3. Instalación de sistemas solares en edificación o sobre suelo

Dependiendo de la localización de la empresa, del precio del suelo y del dimensionamiento de la instalación se deberá optar por integrar el sistema solar fotovoltaico en fachadas o tejados existentes, o bien efectuar la instalación sobre el terreno. En general, la instalación sobre el tejado de edificios es viable en la gran mayoría de los casos, mientras que, la instalación sobre suelo suele producirse en entornos rurales donde su precio es más barato.

En caso de que se decida instalar el sistema sobre un tejado o cubierta existente, habrá que considerar si esa superficie tiene la inclinación adecuada para obtener una eficiencia óptima de los paneles. En caso contrario, habrá que colocar una estructura secundaria que soporte los paneles y que permita conseguir la inclinación deseada.

⁶ En el momento de elaboración del presente manual este marco legislativo está siendo revisado por lo que los porcentajes indicados a continuación pueden variar. Para más información consulte la web de la Comisión Nacional de la Energía www.cne.es

Para el caso de naves industriales, las cubiertas suelen estar soportadas sobre unas vigas principales o pórticos y sobre éstos se colocan las correas o vigas, de menor dimensión que las principales. Sobre estas últimas se anclarán las estructuras donde irán dispuestos los paneles fotovoltaicos.



Figura 8. Estructuras utilizadas en los paneles solares para conseguir la orientación deseada. Fuentes: Construible.es y Consolar.

El peso medio de estos paneles suele ser de unos 15Kg/m², y el de los soportes de 10Kg/m², aumentando en conjunto la carga distribuida del tejado en 25Kg/m². Estas cifras no suelen significar una sobrecarga en la estructura de la nave. A su vez, el empleo de unos materiales y procedimientos adecuados, y el minimizar la cantidad de agujeros nuevos, evitará otros inconvenientes como la pérdida de estanqueidad de la nave.

Con la aparición del nuevo Código Técnico de la Edificación y la obligatoriedad para determinados edificios de incorporar sistemas de energía solar fotovoltaica, se está incentivando cada vez más la incorporación de este concepto en la fase de diseño de los edificios, desarrollándose cada vez más proyectos donde esta tecnología ya va integrada en elementos de la edificación.

5.4. Paneles solares con seguimiento (orientación) o sin seguimiento

Hasta ahora la mayoría de los paneles solares instalados son de orientación estática, para lo cual deben instalarse con el grado de inclinación óptimo que produzca una mayor eficiencia media de la instalación.

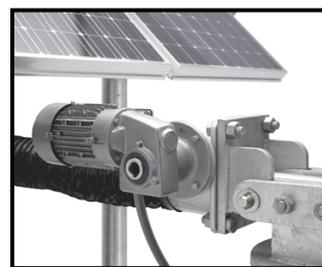


Figura 9. Paneles solares con seguimiento solar. Fuente: PowerLight.

Sin embargo, durante los últimos años, se ha generalizado la instalación de sistemas solares fotovoltaicos con seguimiento. Estos sistemas permiten orientar los paneles mediante un giro sobre su eje (acimutal) en la dirección perpendicular a la de la incidencia de los rayos del sol, es decir, de este a oeste cada día. Este tipo de mecanismos consiguen aumentar de manera considerable la eficiencia global de la instalación, típicamente del orden del 25%, y de hasta el 39% en caso de que incluyan un segundo eje de giro (cenital) que permita adaptarse a la inclinación estacional del Sol.

Aunque en comparación con las instalaciones estáticas, la experiencia de sistemas con seguimiento es todavía acotada y existe cierta incertidumbre acerca de los problemas que podrían encontrarse, la rentabilidad de este tipo de instalaciones frente a las de naturaleza estática suele aumentar en el orden de un 10%.

5.5. Sistemas basados en paneles semitransparentes

Los paneles solares semitransparentes son la solución encontrada para poder aprovechar la capacidad de captación solar en ventanas de edificios y fachadas. Este tipo de paneles emplean celdas de naturaleza orgánica (fabricadas en carbono), las cuales permiten el paso de la luz, con un aprovechamiento de aproximadamente el 50% del de una celda opaca (las tradicionales).



Figura 10. Paneles solares integrados en fachada. Fuente: Free Energy Europe.

Otras ventajas de este tipo de tecnología, resultantes de utilizar el carbono como materia prima, es su bajo coste de producción y la posibilidad de adaptar los paneles a formas curvas y complejas.

6. ¿Cómo es una instalación solar fotovoltaica?

Los elementos que configuran un sistema solar fotovoltaico deben proteger las partes más sensibles de la instalación y garantizar que la energía producida en los paneles se adecue, tanto en calidad como en continuidad, a las necesidades de la instalación a la que alimenta (ya sea una instalación aislada o la red). De esta manera, el esquema general adoptado por la mayoría de instalaciones con conexión a red es el siguiente:

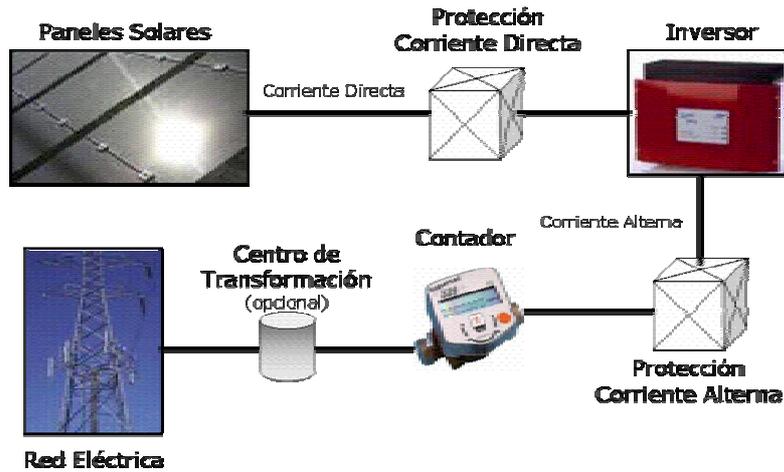


Figura 11. Esquema general de una instalación solar fotovoltaica con conexión a red. Elaboración propia.

6.1. Paneles solares

Los paneles solares están compuestos por una serie de módulos, formados a su vez por celdas, las cuales constituyen la unidad fundamental de captación de energía solar.

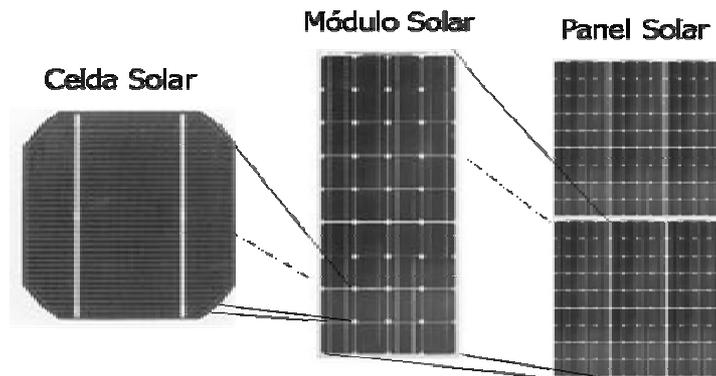


Figura 12. Estructura de un panel solar fotovoltaico. Elaboración propia

Estas celdas solares son dispositivos fabricados a partir de materiales semiconductores (generalmente silicio) que tienen la propiedad de convertir la luz

solar directamente en electricidad. Están constituidas por dos capas de silicio dopadas⁷.

Las celdas solares de silicio están dispuestas en la estructura cristalina del módulo. Dependiendo de cómo sea esta estructura las celdas pueden ser del tipo monocristalinas, policristalinas o amorfas, presentando diferente eficiencia (porcentaje de luz solar que es transformado en electricidad) en cada caso.

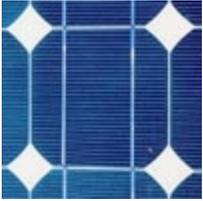
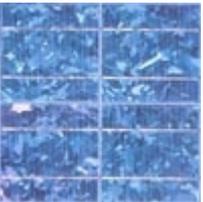
Tipo de celdas	Eficiencia	Descripción	Detalle
Silicio monocristalino	Elevado rendimiento: 15,18% o superior	Estas celdas se fabrican a partir de barras cilíndricas de silicio monocristalino producidas en hornos especiales. Las celdas se obtienen por cortado de las barras en forma de obleas cuadradas delgadas (0,4-0,5 mm de espesor) mediante un proceso complicado, que encarece ligeramente esta tecnología en comparación con otras.	
Silicio policristalino	Rendimiento menor: 12,14% o superior	Su producción es más barata que en el caso anterior. Estas celdas se obtienen a partir de bloques de silicio obtenidos por fusión de trozos de silicio puro en moldes especiales. En los moldes, el silicio se enfría lentamente, solidificándose. En este proceso, los átomos no se organizan en un único cristal, sino que se forma una estructura policristalina con superficies de separación entre los cristales, generando una característica textura granular.	
Silicio amorfo	Rendimiento entre el 6 y el 12%	estas celdas se obtienen mediante la deposición de capas muy delgadas de átomos de silicio sobre superficies de vidrio o metal, lo que permite adaptarse a geometrías curvas. El silicio amorfo absorbe la luz de manera más eficiente que el cristalino, por lo que las celdas pueden ser más delgadas. Por esta razón, el silicio amorfo se conoce también como de capa delgada. Son las de menor coste de producción.	
Otros materiales: - Telururo de Cadmio (CdTe) - Diseleniuro de cobre-indio (CIS)	--	Su principal atractivo de estas tecnologías es la posibilidad de ser fabricadas en procesos relativamente poco costosos, ofreciendo mayores eficiencias que el silicio amorfo.	--

Tabla 5. Características y eficiencia de diversos tipos de celdas solares.

⁷ El dopado del silicio consiste en la alteración de sus propiedades para favorecer la aparición de una corriente a través del mismo.

6.2. Inversor

El inversor es un elemento clave en el sistema de transformación de energía, pues se encarga de convertir la corriente continua que generan los paneles, en corriente alterna (normalmente 230V / 50Hz), lista para ser vertida a la red.

Dependiendo de la aplicación para la que se va a emplear la instalación y del tipo de conexión (instalación aislada o conectada a red), el inversor deberá presentar características específicas para cada uso tales como robustez, baja presencia de armónicos, alto factor de capacidad, etc.



Figura 13. Inversor Solar. Fuente SunVista.

Normalmente si se trata de una aplicación de pequeño tamaño, se coloca un pequeño inversor (del tamaño de una batería de coche) en la parte trasera de cada panel mientras que, si el sistema es de mayor tamaño, se suele montar un único inversor de mayor capacidad (típicamente montado en un armario) para toda la instalación.

Para optimizar la eficiencia de este elemento es muy conveniente que las condiciones de trabajo, especialmente la temperatura, sean las óptimas. Tanto estas condiciones como el tipo de ventilación requerida por el sistema, - natural o forzada -, vienen especificadas por cada fabricante. La ubicación de estos equipos deberá estar correctamente refrigerada y podrá tratarse de un emplazamiento ya existente o uno construido a los efectos.

6.3. Protecciones

Para proteger el sistema electrónico del inversor y aislar la instalación de la red, existen a ambos lados del mismo una serie de protecciones que se dispararán en caso de sobrecarga, exceso de temperatura o de voltaje, inversión de polaridad, etc.

6.4. Batería

La batería tiene como misión acumular la energía y entregarla al sistema demandante. Es un elemento típico en sistemas fotovoltaicos aislados pues proroga el suministro de electricidad durante un cierto periodo de tiempo, cuando los paneles no están generando energía. En cualquier caso, tanto en sistemas aislados como en los conectados a la red se trata de un elemento opcional y su incorporación dependerá directamente del tipo de aplicación.

Las instalaciones de energía solar fotovoltaica suelen contar con baterías recargables de plomo-ácido (en el 90% de los casos) o níquel-cadmio. Debido a las características intrínsecas de este tipo de generación, la batería deberá presentar resistencia ante muchos ciclos de carga y descarga.

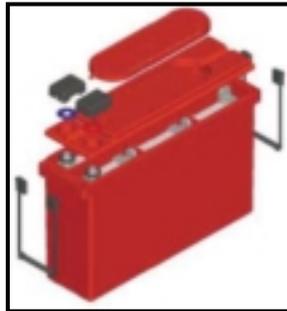


Figura 14. Batería Estanca de Plomo Puro (VRLA). Fuente: Hawker; PowerSafe

6.5. Contador

En aplicaciones conectadas a la red, el contador se encarga de medir la energía total entregada para ser facturada por la compañía distribuidora.



Figura 15. Contador de energía eléctrica. Fuente Landys+Gyr.

6.6. Centro de transformación

Opcionalmente, y dependiendo de si el punto de conexión está situado en una línea de baja o media tensión, se deberá instalar un centro de transformación que eleve la tensión de la salida del inversor a la tensión de la línea de evacuación.

6.7. Equipos de seguimiento

Son los equipos encargados de orientar los paneles en la dirección del sol para maximizar el grado de captación de éstos. Normalmente, estos equipos constan de sistemas eléctricos motorizados, mecánicos, hidráulicos o por gravedad que accionan el giro del conjunto. El número de dispositivos de este tipo vendrá determinado por el número de ejes de giro (acimutal y/o cenital) que se desea que tenga el conjunto.

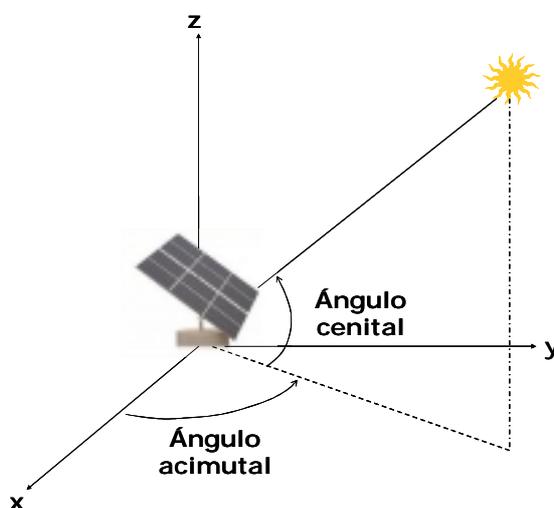


Figura 16. Esquema de ángulo cenital y ángulo acimutal. Elaboración propia.

6.8. Operación y mantenimiento de un sistema solar fotovoltaico

La operación de un sistemas de energía solar fotovoltaica requiere mínimas acciones en instalaciones pequeñas y casi siempre de carácter manual. En lo que respecta a instalaciones mayores el control de las principales variables de operación puede ser monitorizado y automatizado por un sistema de telecontrol.

En lo que respecta al mantenimiento de los sistemas de energía solar fotovoltaica, éste dependerá de si se trata de una instalación aislada o conectada a red. Aunque en ambos casos el mantenimiento es mínimo, limitándose casi exclusivamente a la limpieza de la superficie de los módulos y a supervisar su correcta orientación, en las instalaciones aisladas, por el hecho de incluir en su mayoría baterías de almacenamiento, se deberá revisar el estado de los electrolitos de manera periódica.

7. Caso real de aplicación de la energía solar fotovoltaica.

La cadena de supermercados Condis ha apostado por la energía solar fotovoltaica en algunos de sus establecimientos. Una empresa especializada en energía solar ha sido la encargada de introducir un modelo de cubierta para tejados en España mediante la instalación de un tejado solar para el hipermercado propiedad de Condis en Barcelona.

La instalación está formada por una cubierta fotovoltaica conectada a la red, que para esta instalación - unos 2.500 metros cuadrados y una potencia instalada de 100 kW - genera unos ingresos anuales en torno a los 55.000 euros y reduce las emisiones de CO₂ aproximadamente en 42 toneladas anuales, según datos de la propia compañía.



Figura 17. Vista aérea de la instalación. Fuente: Energías Renovables

La configuración empleada está basada en una composición de módulos de silicio amorfo integrados, basados en una tecnología formada por un sistema de tres elementos de silicio superpuesto que genera electricidad aprovechando los diferentes espectros de la luz solar.

Los módulos se integran directamente en las unas membranas poliméricas, consiguiendo de esta manera un sistema ligero, estanco e irrompible que garantiza una menor caída de potencia en situaciones de alta temperatura. Asimismo, se garantiza la estanqueidad total de la cubierta combinando los módulos de silicio amorfo flexibles con la propia impermeabilización de la cubierta, fabricada con membranas poliméricas.

Empresa	Condis
Sector	Alimentación
Tipo de instalación	Conectada a red
Superficie de paneles	2.500 m ²
Tecnología de las células	Silicio amorfo
Potencia	100 kWp
Energía estimada	130.000 kWh/año
Ingresos estimados	55.000 €/año
Reducción de emisiones de CO ₂	42 t/año

Tabla 6. Datos principales de la empresa.

8. Claves de rentabilidad en instalaciones de energía solar fotovoltaica.

La inversión necesaria en una instalación de energía solar fotovoltaica suele situarse entre los 5,6 €/Wp para una instalación estática con una tecnología de baja eficiencia, hasta los 7,1 €/Wp para una instalación con seguimiento. El precio de los paneles suele significar entre el 50 y el 55% del coste total de la inversión, que unido al resto del equipo supone entre el 75-80%. El porcentaje restante, entre el 20 y el 25%, está destinado a gastos de ingeniería y administración.

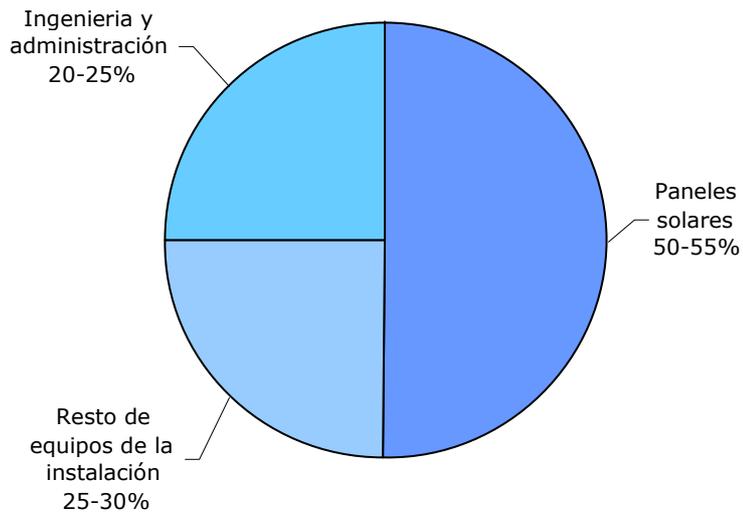


Figura 18. Desglose de la inversión inicial necesaria en una instalación solar fotovoltaica.

La rentabilidad de este tipo de energía como inversión u oportunidad de negocio está exenta de incertidumbres. Típicamente la TIR (Tasa Interna de Retorno) de estos proyectos suele encontrarse en el entorno del 9,5-11% a 15 años, y a 25 años entre el 12,5 y 14%, siendo la vida útil de la instalación mayor de 30 años.

Aún así, es conveniente considerar los aspectos que determinan esta rentabilidad, los cuales se detallan a continuación.

8.1. Irradiación del emplazamiento

La irradiación solar que recibirá un panel en un futuro emplazamiento es una cuestión clave a la hora de estimar la energía eléctrica que producirá y por tanto la rentabilidad de la instalación.

Esta irradiación es fácilmente previsible, consultando tablas de distintas fuentes como el Instituto Nacional de Meteorología o Censolar, los cuales proporcionan este tipo de información con un pequeño margen de error.

De manera aproximada, se puede conseguir una idea general sobre la irradiación del emplazamiento según la provincia donde esté ubicado. En la sección 4.1 de este manual se incluye un mapa del que se pueden extraer estos datos.

8.2. Rendimiento

El rendimiento de los paneles es otra cuestión clave a la hora de determinar la rentabilidad de una instalación.

Éste vendrá determinado por el tipo de tecnología de las celdas fotovoltaicas así como por la existencia o no de un sistema de seguimiento que permita que el panel esté orientado constantemente hacia el Sol.

Normalmente, los fabricantes garantizan por periodos de tiempo de hasta 25 años que los rendimientos de los paneles estarán por encima de unos determinados valores.

En la siguiente tabla se incluyen los rangos de rendimiento típicos para distintos tipos de sistemas solares fotovoltaicos:

	Sin seguimiento	Con seguimiento (1 eje) (*)	Con seguimiento (2 ejes) (*)
Silicio Monocristalino	15	19	21
Silicio Policristalino	12	15	17
Silicio Amorfo	6-12	7-15	8-17

Tabla 7. Rango de rendimientos según tecnología. Fuente: propia en base a catálogos de fabricantes
(*) Datos aproximados

Para el cálculo del rendimiento total de la instalación habrá que tener en cuenta también el rendimiento del inversor, el cual típicamente ronda valores siempre por encima del 90%.

8.3. Disponibilidad

Para optimizar la disponibilidad de la instalación se deberá minimizar el impacto que sobre ésta pueda tener la avería de uno o varios de los componentes.

Para ello, es imperativo realizar un buen diseño de la misma en el que se alcance un compromiso entre seguridad de funcionamiento (disponibilidad) y costes. Típicamente se puede optar por dos tipos de diseño: uno basado en conectar más paneles a un único inversor, aumentando el riesgo de producción de electricidad de la instalación en caso de avería, o bien disminuir dicho riesgo conectando inversores más pequeños a cada panel. Igualmente puede incluirse en el diseño sistemas de telecontrol que permitan supervisar el estado de la instalación en tiempo real.

De la misma manera, la suscripción de garantías y pólizas de seguros no sólo cubrirán la reparación, sino los ingresos cesantes en caso de avería. También cubrirán indisponibilidades por robo o sabotaje, circunstancias, en todo caso, difíciles de producirse en naves industriales, al gozar éstas de sistemas de seguridad propios.

8.4. Precio de la energía

La energía inyectada a la red por instalaciones de energía fotovoltaica, estará remunerada a un precio establecido por el RD 436/2004, equivalente al 575% de la Tarifa Media de Referencia (TMR) durante los primeros 25 años, y al 460% a partir de entonces.

A su vez, la TMR, que de alguna manera representa los precios de la electricidad en España, espera incrementos anuales no inferiores al 1,5 al 2%.

8.5. Costes y operación de mantenimiento

Cualquier instalación requiere por lo menos una sencilla limpieza cada año o cada seis meses, así como una inspección semestral. Suele ser habitual la instalación de un sistema sencillo de monitorización que permita hacer un seguimiento de las variables fundamentales de la instalación. Debiéndose incluir dentro de la facturación, los costes de derivados de dicho mantenimiento.

Las instalaciones que dispongan de seguimiento, requerirán de un mayor coste de mantenimiento por disponer de partes móviles y accionamientos mecánicos, que requieren de mayor atención que una instalación estática.

8.6. Inversión para la conexión a la red

La capacidad para evacuar la electricidad producida en algún punto de conexión cercano a la instalación es, probablemente, el aspecto que determina la rentabilidad de un proyecto de energía solar fotovoltaica con conexión a red.

Para instalaciones con potencias pequeñas del orden de kW no suelen existir problemas de absorción por parte de la red de distribución de la energía producida. Sin embargo, cuando se trata de grandes huertas solares del orden de 1 o varios MW o, en menor medida, de grandes instalaciones en cubierta de varios centenares de kilowatios, es frecuente que el punto de conexión adjudicado por la compañía eléctrica requiera realizar inversiones en líneas eléctricas y/o centros de transformación, que pueden comprometer la rentabilidad el proyecto.

Es, por ello fundamental, analizar bien este aspecto antes de desarrollar la instalación.

9. Legislación existente relativa a instalaciones solares fotovoltaicas

9.1. Real Decreto 436/2004*

La producción y venta de electricidad procedente de sistemas solares fotovoltaicos y otras fuentes de energía renovable está sometida a un régimen jurídico diferente (régimen especial) al que rige para las grandes centrales eléctricas (régimen ordinario).

Este régimen está recogido en el Real Decreto 436/2004 (BOE Núm. 75, de 27 de marzo de 2004), actualmente en proceso de revisión⁸.

Cualquier instalación acogida al régimen especial podrá elegir entre dos opciones para vender su producción de energía eléctrica:

- Cederla a una empresa distribuidora.
- Vender en el mercado eléctrico, bien directamente o a través de un agente vendedor, tal y como recoge el capítulo 28 del Real Decreto.

En el primer supuesto, el precio de venta de la electricidad corresponderá a un porcentaje de la Tarifa Media de Referencia de cada año (publicada en el RD por el que se establece la tarifa eléctrica). Para el caso de las instalaciones solares fotovoltaicas, recogidas en el subgrupo b.1.1 del Real Decreto 436/2004, este porcentaje estará comprendido normalmente en un rango entre el 80% y el 90%, si bien, el Gobierno podrá incrementarlo excepcionalmente para el caso de la energía solar.

En caso de que la instalación acuda al mercado eléctrico, la retribución recibida consistirá en el precio del mercado o el libremente negociado, complementado por una prima y, en algunos casos, por un incentivo de acuerdo con lo indicado en los artículos 22.1.b y 33 del mencionado Real Decreto.

En el siguiente apartado se resumen las tarifas reguladas, las primas e incentivos conforme los recoge el RD 436/2004.

* En el momento de realización del presente manual la reforma del R.D. 436/2004 se encontraba en fase de borrador.

⁸ No se espera que los cambios que se introduzcan afecten de manera significativa a la energía solar fotovoltaica.

Tarifas reguladas, primas e incentivos

- Las instalaciones de energía solar fotovoltaica de **no más de 100kW** de potencia instalada percibirán, en caso de ceder la electricidad a distribuidora, el 575% de la Tarifa Media de Referencia (TMR) durante los 25 primeros años desde su puesta en marcha y 460% a partir de entonces.
- Para el resto de instalaciones fotovoltaicas la tarifa regulada será del 300% de la TMR durante los 25 primeros años desde su puesta en marcha y un 240% a partir de entonces. Las primas fijadas para el caso de que deseen acudir al mercado es del 250% de la TMR durante los 25 primeros años desde su puesta en marcha y un 200% a partir de entonces. Por último, existe, además, un incentivo para las que deseen acudir al mercado del 10% de la TMR.

Por último, el RD 436/2004 especifica también los pasos a seguir para la tramitación administrativa de este tipo de proyectos, tal y como se recoge en el siguiente esquema:

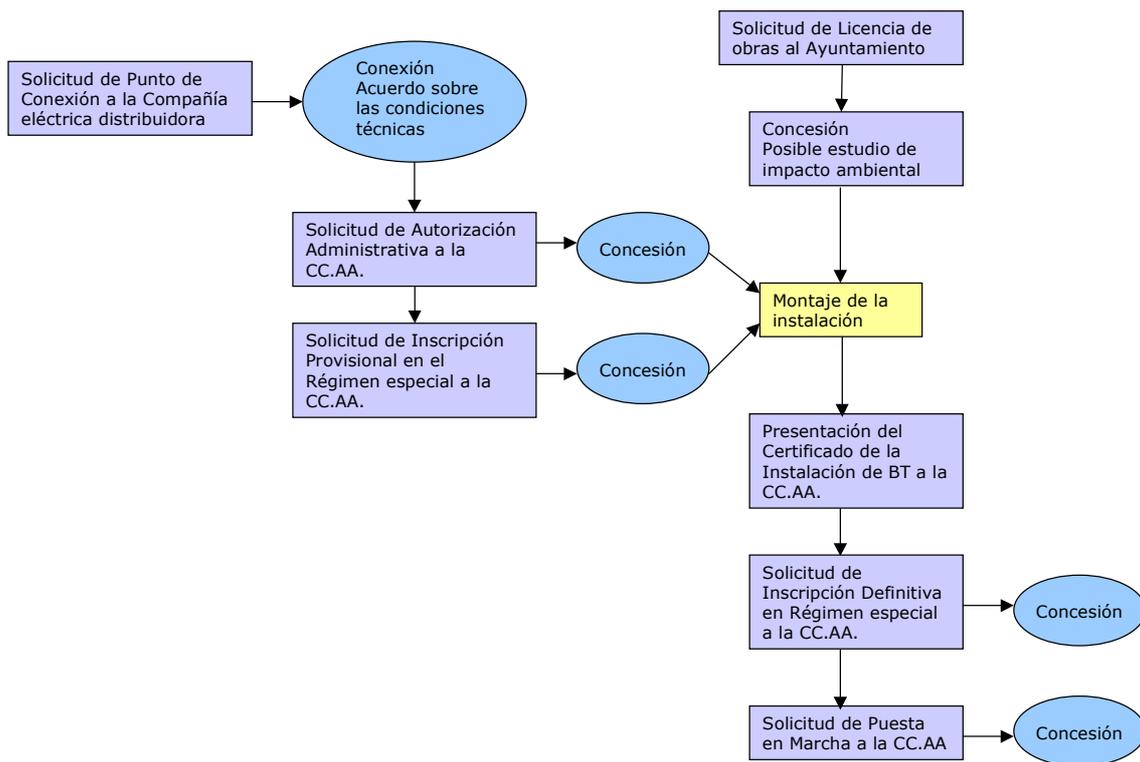


Figura 19. Tramitación para la instalación de energía fotovoltaica conectada a red. Fuente: IDAE.

9.2. Código Técnico de la Edificación (CTE)

El nuevo código técnico de la edificación establece en uno de los documentos que lo integran, -Documento Básico HE Ahorro de Energía-, las exigencias mínimas de contribución eléctrica fotovoltaica para edificios de nueva construcción y reformas.

La potencia mínima que se exige a estos nuevos edificios depende de la zona climática donde se ubiquen y el tipo de uso que se le va a conceder siempre y cuando se supere un valor mínimo de superficie construida u otro parámetro (Ver tabla).

Tipo de uso	Límite de aplicación	
Comercial hipermercado	Superficie construida (m ²)	5.000
Comercial multitienda	Superficie construida (m ²)	3.000
Comercial gran almacén	Superficie construida (m ²)	10.000
Oficinas	Superficie construida (m ²)	4.000
Hoteles y hostales	Plazas	100
Hospitales y clínicas	Camas	100
Pabellones de recintos feriales	Superficie construida (m ²)	10.000

Tabla 8. Límite de aplicación de HE5. Fuente: Documento Básico HE Ahorro de Energía.

9.3. Real Decreto 1663/2000

El Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, establece las condiciones técnicas y administrativas necesarias para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. Las instalaciones objeto de aplicación de este decreto son aquellas cuya potencia nominal es inferior a 100kVA y cuya conexión a la red de distribución se efectúe en baja tensión (<1kV).

9.4. Resolución de 31 de mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas

Mediante esta resolución se establece el modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, dentro del ámbito de aplicación del RD 1663/2000.

10. Ayudas y Subvenciones

10.1. Línea ICO-IDAIE.

El Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAIE) dispone de una línea de subvenciones para proyectos de Energías Renovables y Eficiencia Energética.

Para el caso de la energía solar fotovoltaica, estas subvenciones están centradas **únicamente en los sistemas aislados** Aunque dichos sistemas no son hacia los que está dirigido el presente manual, a continuación podrá encontrar una breve descripción de estas ayudas.

Esta iniciativa incorpora una línea de préstamo, con una dotación inicial de 30 millones de €, para financiar inversiones en proyectos de energía solar térmica, fotovoltaica aislada, biomasa doméstica e instalaciones de cogeneración, destinadas a personas físicas, comunidades de propietarios, pymes (ver tabla de condiciones para ser considerada pyme), ayuntamientos y otros organismos públicos.

Condiciones para ser considerada pyme	
Número de trabajadores	<250
Participación de otra empresa	<25%
Volumen de negocio (Ventas)	≤50.000.000 €
Balance general	≤43.000.000 €

Tabla 9. Condiciones de pyme.

Como hemos comentado anteriormente, en lo que respecta a la energía solar fotovoltaica, la línea de préstamos se dirige exclusivamente a las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas de la red de distribución.

Formarán parte de las partidas elegibles: el coste de los equipos e instalaciones, captadores fotovoltaicos, acumuladores, reguladores, convertidores, tendidos y conexiones, así como obra civil asociada (siempre que no se supere el 20% de la inversión elegible), puesta en marcha, dirección e ingeniería del proyecto, documentación técnica, manuales de uso y operación, tramitación de permisos y ayudas.

En la siguiente tabla se puede ver los costes de referencia de la línea ICO IDAE:

SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA		
Tipo	Aplicaciones	Precio (€/Wp)
Con acumulación y autonomía Acumulador \geq 72 horas	Electrificación de viviendas	13,00
Con acumulación y autonomía Acumulador \leq 72 horas	Electrificación de viviendas	8,50
Sin acumulación	Bombeo de agua	8,50

Tabla 10. Costes de referencia de la línea ICO-IDAE.

Los proyectos se financian hasta el 100% de los costes de referencia, con un máximo de 1,5 millones de € sin incluir el IVA, debiendo ejecutarse a lo largo del primer año a partir de la formalización del préstamo. La vigencia de los préstamos se extiende desde el 1 de julio de 2006 hasta el agotamiento de los fondos.

Para solicitar éste tipo de préstamos, deberá rellenar y enviar un formulario de solicitud que encontrará en la página Web del IDAE: www.idae.es.

Tras la recepción de la solicitud, se requerirá al interesado la documentación precisa para una evaluación previa de la viabilidad del proyecto, (plazo de presentación en IDAE: 15 días laborables desde la comunicación). Posteriormente IDAE confirmará el alta en la línea de Préstamos IDAE 2006, momento a partir del cual, el solicitante dispondrá de 3 meses para la firma del préstamo (incluida la aportación de garantías necesarias cuando proceda).

Las garantías que se solicitarán son:

- Para préstamos de hasta 120.000 euros: Aval por el 50%.
- Para préstamos superiores a 120.000 euros: el IDAE analizará la solicitud del préstamo y, en función de la solvencia del solicitante y de la viabilidad del proyecto de inversión, determinará las garantías a aportar.

Para más información consulte la página Web del IDAE, <http://www.idae.es>.

10.2. Ayudas y Subvenciones en Comunidades Autónomas

Actualmente no se conceden ayudas a este tipo de tecnologías excepto en comunidades autónomas⁹ que carecen de unas condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo de la Energía Solar Fotovoltaica. Este es el caso del País vasco y Galicia como se muestra en la siguiente tabla.

Comunidad Autónoma	Norma	Objetivo	Alcance (tecnología, sectores y actividades)	Ayuda económica
País Vasco	Orden de 14 de diciembre de 2005	Fomento de las energías renovables	Instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de entre 5 kW y 100 kW	Cuantía máxima de las ayudas: 40%(*) del coste elegible del proyecto
Galicia	Orden de 22 de marzo de 2006	Fomento de la energía solar fotovoltaica	Instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica	Cuantía máxima de las ayudas: 50% de la inversión subvencionable

Tabla 11. Líneas de subvención a solar fotovoltaica activas en diversas comunidades autónomas en el momento de elaborar este manual.

En la siguiente tabla encontrará los enlaces a las Web de las agencias energéticas de diversas regiones donde podrá encontrar más información a este respecto.

Comunidad Autónoma	Agencia	Link
Andalucía	Agencia Andaluza de la Energía	www.agenciaandaluzadelaeenergia.es
	Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía, S.A., SODEAN	www.sodean.es

⁹ Estas son las ayudas y subvenciones vigentes durante el desarrollo de Energypyme Renovables. Si desea información actualizada en esta materia, consulte los Links correspondientes a las Agencias Energéticas en la Tabla 12 del presente manual

Comunidad Autónoma	Agencia	Link
Andalucía	Agencia Local Energía de Sevilla	www.agencia-energia-sevilla.com
	Agencia Provincial de la Energía de Huelva, APEH	www.apeh.org
	Asociación Agencia "SAVE" de Gestión Energética de Écija, AGEDE	www.ipreecija.org
	Agencia de Gestión Energética de la Provincia de Jaén, AGENER	www.agener.org
	Agencia Provincial de la Energía de Granada	www.apegr.org
Aragón	Servicio de energía de Aragón	http://portal.aragob.es
Asturias	Fundación Asturiana de la Energía, FAEN	www.faen.es
	Fundación Agencia Local de la Energía del Nalón, ENERNALÓN	www.enernalon.org
Canarias	Agencia de Energía de las Canarias Occidentales, AECO	www.itccanarias.org/itc
Castilla-León	Ente Regional de la Energía de Castilla y León, EREN	www.jcyl.es
	Agencia Provincial de la Energía de Burgos, AGENBUR	www.agenbur.com
	Agencia energética Municipal de Valladolid	www.aemva.org
	Agencia Provincial de la Energía de Ávila, APEA	www.diputacionavila.es
Castilla-La Mancha	Agencia para la Gestión de la Energía de Castilla-La Mancha	www.agecam.es
	Agencia Provincial de la Energía de Toledo	www.diputoledo.es
Cataluña	Instituto Catalán de la Energía, ICAEN	www.icaen.net
	Agencia de Energía de Barcelona	www.barcelonaenergia.com
	Agencia local de Energía de Manresa	www.lasequia.org
Madrid	Centro de Ahorro y Eficiencia Energética de la Comunidad de Madrid	www.madrid.org
Valencia	Agencia Valenciana de la Energía, AVEN	www.aven.es
	Agencia Energética de la Ribera, AER	www.aer-ribera.com
Extremadura	Agencia Extremeña de la Energía, AGENEX	www.dip-badajoz.es
Galicia	Instituto Energético de Galicia (INEGA)	www.inega.es
Islas Baleares	Conserjería de Comercio, Industria y Energía. Dirección General de Energía	www.caib.es
Navarra	Agencia Energética Municipal de Pamplona	www.pamplona.net
	Centro de Recursos Ambientales de Navarra	www.crana.org
Murcia	Agencia de la Gestión de la Energía en la Región de Murcia, ARGEM	www.argem.es

Comunidad Autónoma	Agencia	Link
País Vasco	Ente Vasco de la Energía (EVE)	www.eve.es

Tabla 12. Enlaces Web de las diferentes Agencias Energéticas.

11. Bibliografía: Fuentes y Páginas Web Consultadas.

Fuentes consultadas

- Real Decreto 436/2004 de 12/03/04
- "Plan de Energías Renovables 2005-2010". IDAE. Madrid, 2005
- "Línea de Financiación ICO-IDAE. Resultados de las ayudas gestionadas por el IDAE a la energía solar fotovoltaica en la línea de financiación ICO-IDAE 2005". Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Junio de 2006
- "Guía Solar". Greenpeace. 2005
- "Guía de Ahorro Energético. Instalaciones Industriales". Comunidad de Madrid. Madrid 2006
- "Documento Básico HE. Ahorro de energía". Ministerio de Vivienda. Marzo 2006
- "Energía Solar fotovoltaica en la Comunidad de Madrid". ASIF.

Páginas Web Consultadas:

- Social Energy: www.socialenergy.net
- Soluciones Energéticas S.A.: www.solener.com
- Natural Resources Canada: www.canren.gc.ca
- The National Energy Foundation: www.greenenergy.org.uk
- Infinite Power of Texas Renewable Energy Educational Campaign www.infinitepower.org/pdf/FactSheet-11.pdf
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía www.idae.es
- Censolar. Centro de Estudios de la Energía Solar www.censolar.es
- La investigación y el desarrollo fotovoltaico en España www.censolar.es/articu04.htm
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio www.mityc.es
- Renewable Energy Access www.renewableenergyaccess.com
- Asociación de la Industria Fotovoltaica www.asif.org
- Ayudas Energía www.ayudasenergia.com

PROGRAMA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA ENERGÍA EN LA PYME

MANUAL DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA