



# Guía de la Energía Solar



Madrid solar

# Guía de la Energía Solar



Madrid **solar**

Madrid 2006

Depósito Legal: M-10675-2006

Diseño e Impresión: Industrias Graficas el Instalador, S. L.  
C/ San Romualdo, 26 - 7º - 28037 MADRID

# PRÓLOGO

Durante muchos millones de años, el clima de la Tierra se ha mantenido a una temperatura media relativamente estable, lo que ha permitido el desarrollo de la vida. Los gases invernadero han conservado su equilibrio gracias, fundamentalmente, a la acción de la lluvia y de los árboles, que regulan las cantidades de dióxido de carbono en la atmósfera.

Sin embargo, en los últimos 50 años, las concentraciones de gases invernadero están creciendo rápidamente como consecuencia de la acción humana. El uso generalizado de los combustibles fósiles, el debilitamiento de la capa de ozono y la destrucción de las masas forestales están favoreciendo el aumento de la temperatura de la Tierra, provocando cambios drásticos en el clima mundial y haciéndolo cada vez más impredecible.

Ante esta perspectiva, los gobiernos acordaron en 1997 el Protocolo de Kioto del Convenio Marco sobre Cambio Climático de la ONU (UNFCCC), que marca objetivos legalmente obligatorios para que, durante el periodo 2008-2012, los países industrializados reduzcamos un 5,2 % –sobre los niveles de 1990– las emisiones de los principales gases de efecto invernadero. Y cada uno de nosotros podemos contribuir en alcanzar esta meta, utilizando energías renovables y fomentando el ahorro energético.

Obra Social Caja Madrid, comprometida con el Medio Ambiente, se complace en prestar su colaboración a la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid para la edición de esta **“Guía de la Energía Solar”** que, de una forma útil y práctica, esperamos responda todas las preguntas de las personas interesadas en incorporar progresivamente el uso de energías limpias en sus hogares.



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>1. LAS ENERGÍAS RENOVABLES</b> .....	9
1.1. Clasificación de las Energías Renovables .....	11
1.2. Energías Renovables y Medio Ambiente.....	15
1.3. Las Energías Renovables en la Comunidad de Madrid .....	16
<b>2. EL SOL COMO PRINCIPAL FUENTE DE ENERGÍA</b> .....	19
2.1. La Energía Solar .....	20
<b>LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA</b> .....	21
¿Qué es la Energía Solar Térmica? .....	21
¿Qué aplicaciones tiene la energía solar térmica? .....	21
¿Qué sistemas forman una instalación solar térmica?.....	23
¿Son necesarios sistemas convencionales de apoyo? .....	25
Aspectos económicos y sociales .....	26
¿En qué situación de desarrollo se encuentra la energía solar térmica? .....	28
<b>LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA</b> .....	29
¿Qué es la Energía Solar Fotovoltaica? .....	29
¿Qué aplicaciones tiene la energía solar fotovoltaica? .....	30
Instalaciones conectadas a la red eléctrica .....	30
Instalaciones aisladas de la red eléctrica.....	32
¿Qué sistemas forman una instalación fotovoltaica?.....	32
¿Cuánto cuestan las instalaciones solares fotovoltaicas? .....	35
2.2. Aspectos Generales de la Energía Solar.....	36
¿Son compatibles las instalaciones solares térmicas y las fotovoltaicas? .....	36
¿En cuánto tiempo se amortiza una instalación solar? .....	36
¿Cuál es la vida útil de una instalación solar? .....	36
¿Cuánto más sol hay, mayor rendimiento se consigue?.....	36
¿Dónde y cómo deben situarse las instalaciones solares? .....	37
¿Se pueden instalar los sistemas solares en cualquier tipo de edificio? .....	38
¿Es necesario mantenimiento? .....	38

<b>3. LAS VENTAJAS DE UTILIZAR LA ENERGÍA SOLAR .....</b>	<b>39</b>
<b>4. EJEMPLOS DE INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS .....</b>	<b>43</b>
<b>5. EJEMPLOS DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS.....</b>	<b>47</b>
5.1. Instalaciones conectadas a la red eléctrica .....	47
5.2. Instalaciones aisladas de la red .....	49
<b>6. DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN LA COMUNIDAD DE MADRID .....</b>	<b>51</b>
<b>7. INCENTIVOS Y AYUDAS AL DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR PARA EDIFICIOS Y VIVIENDAS.....</b>	<b>53</b>
7.1. Plan de promoción de las energías renovables y del ahorro y la eficiencia energética .....	53
7.2. Retribución del kWh vertido a la red .....	54
7.3. Ordenanza Municipal sobre captación de energía solar para usos térmicos .....	55
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>57</b>
El Plan de Fomento de las Energías Renovables 1999-2010 .....	57
Plan de Energías Renovables en España 2005-2010 .....	59
Definiciones y unidades .....	61
Direcciones de interés en la Comunidad de Madrid .....	62
Referencias bibliográficas .....	63

# INTRODUCCIÓN

La Comunidad de Madrid tiene una situación geográfica privilegiada para aprovechar la Energía Solar. Es una energía limpia, con equipos de fácil instalación y con una vida útil prolongada, que además se integra perfectamente en el ambiente urbano.

La tecnología actual permite que prácticamente cualquier edificio pueda convertirse en una pequeña central generadora de electricidad o productora de su propia agua caliente sanitaria.

Aunque todavía queda mucho por hacer, una mayor concienciación de la Administración y de la ciudadanía han logrado que comience el despegue del mercado de la energía solar. La Comunidad de Madrid realizó el lanzamiento de la Campaña **Madridsolar** en la pasada primavera que se desarrollará a lo largo 2005 y en los años próximos. El objetivo es formar e informar completando la línea de ayudas económicas existente, con un conjunto de mensajes y actividades dirigidas a la concienciación de los ciudadanos, empresarios, autoridades municipales y en definitiva a toda la sociedad madrileña. Esta campaña se inicia mediante espacios publicitarios, carteles promocionales, atención telefónica, convocatoria de premios, jornadas y acuerdos de colaboración.

El despunte del mercado, unido a la campaña de impulso **Madridsolar** y la promulgación de las ordenanzas solares para el calentamiento del agua sanitaria en diversos Ayuntamientos de la región, presagia un futuro prometedor para esta energía renovable.

El aprovechamiento del calor solar para agua caliente en los edificios (e incluso para apoyo de la calefacción) y la energía solar fotovoltaica, también experimentarán un nuevo impulso cuando se publique el Código Técnico de la Edificación (CTE) que afectará a las viviendas de nueva construcción, y edificios que sean grandes consumidores de energía, como hospitales, hoteles, centros comerciales, etc.

La presente Guía de Energía Solar tiene como misión informar brevemente de los avances y las ventajas de utilizar esta fuente limpia de energía, en las viviendas y edificios de la Comunidad de Madrid.

En este sentido se presentan los fundamentos y algunos ejemplos de instalaciones que pueden servir de orientación en las Comunidades de Propietarios, Viviendas Unifamiliares, Conjuntos Adosados, Colegios de Administradores de Fincas, Agentes de la Propiedad Inmobiliaria, Empresas y Agencias Inmobiliarias, Promotores, Arquitectos, etc.

Esta publicación ha sido realizada por iniciativa de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid con la colaboración del Centro de Ahorro y Eficiencia Energética de la Comunidad de Madrid. La elaboración técnica ha sido encomendada a la empresa Escan, S.A., a la cual me gustaría felicitar por su trabajo.

Excmo. Sr. D. Fernando Merry del Val  
Consejero de Economía e Innovación Tecnológica  
Comunidad de Madrid

# 1. LAS ENERGÍAS RENOVABLES

A medida que una sociedad es más desarrollada consume más energía. Pero la energía que se obtiene del carbón, del petróleo y del gas no se renueva y se va agotando año tras año.

Lo inteligente es ir aprovechando otras fuentes de energía que están a nuestro lado: viento, sol, residuos, etc las cuales son renovables año tras año, no se agotan y además no contaminan el ambiente, lo que significa una doble ventaja para los ciudadanos.

<p><b>Energías renovables:</b></p> <p>SOLAR – HIDRÁULICA – EÓLICA – BIOMASA – MAREOMOTRIZ – ENERGÍA DE LAS OLAS - GEOTÉRMICA</p>
<p><b>Energías no renovables:</b></p> <p>CARBÓN – PETRÓLEO – GAS NATURAL</p>

El consumo de energía es necesario para el desarrollo económico y social. Entonces, ¿por qué es necesario utilizar fuentes energéticas diferentes de las tradicionales?. Ante esta pregunta se pueden enumerar diversas razones, por ejemplo:

- Las energías no renovables se van agotando
- Pueden producir impactos negativos en el medio ambiente
- No aseguran el abastecimiento energético desde el exterior

Las energías renovables proceden del sol, del viento, del agua de los ríos, del mar, del interior de la tierra, y de los residuos. Hoy por hoy, constituyen un

complemento a las energías convencionales fósiles (carbón, petróleo, gas natural) cuyo consumo actual, cada vez más elevado, está provocando el agotamiento de los recursos y graves problemas ambientales.



Se pueden destacar las siguientes ventajas de las energías renovables respecto a las energías convencionales:

	<b>E. Renovables</b>	<b>E. Convencionales</b>
<b>Ventajas medioambientales</b>	Las energías renovables no producen emisiones de CO <sub>2</sub> y otros gases contaminantes a la atmósfera.	Las energías producidas a partir de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) sí los producen.
	Las energías renovables no generan residuos de difícil tratamiento.	La energía nuclear y los combustibles fósiles generan residuos que suponen durante generaciones una amenaza para el medioambiente.
	Las energías renovables son inagotables.	Los combustibles fósiles son finitos.
<b>Ventajas estratégicas</b>	Las energías renovables son autóctonas	Los combustibles fósiles existen sólo en un número limitado de países
	Las energías renovables disminuyen la dependencia exterior	Los combustibles fósiles son importados en un alto porcentaje
<b>Ventajas socioeconómicas</b>	Las energías renovables crean cinco veces más puestos de trabajo que las convencionales.	Las energías tradicionales crean muy pocos puestos de trabajo respecto a su volumen de negocio
	Las energías renovables han permitido a España desarrollar tecnologías propias	Las energías tradicionales utilizan en su gran mayoría tecnología importada.

## 1.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Dependiendo de los recursos naturales utilizados, se distinguen distintos tipos de energías renovables.

### Energía Solar

Existen dos vías principales para el aprovechamiento de la radiación solar:

- Energía Solar Térmica
- Energía Solar Fotovoltaica

El aprovechamiento de la **Energía Solar Térmica** consiste en utilizar la radiación del sol para calentar un fluido que, en función de su temperatura, se emplea para producir agua caliente e incluso vapor.



El aprovechamiento de la **Energía Solar Fotovoltaica** se realiza a través de la transformación directa de la energía solar en energía eléctrica mediante el llamado efecto fotovoltaico. Esta transformación se lleva a cabo mediante “células solares” que están fabricadas con materiales semiconductores (por ejemplo, silicio) que generan electricidad cuando incide sobre ellos la radiación solar.

### Energía Eólica

Los sistemas eólicos utilizan la energía cinética contenida en el viento para producir electricidad mediante los denominados aerogeneradores. Existen dos tipos de instalaciones eólicas:

- Aisladas, para generar electricidad en lugares remotos para autoconsumo. Es muy común que estas instalaciones vayan combinadas con paneles fotovoltaicos.



- Parques eólicos, formados por un conjunto de aerogeneradores, para venta a la red de la electricidad generada.

El desarrollo tecnológico actual, así como un mayor conocimiento de las condiciones del viento en las distintas zonas, está permitiendo la implantación de parques eólicos conectados a la red eléctrica en numerosas regiones de todo el mundo.

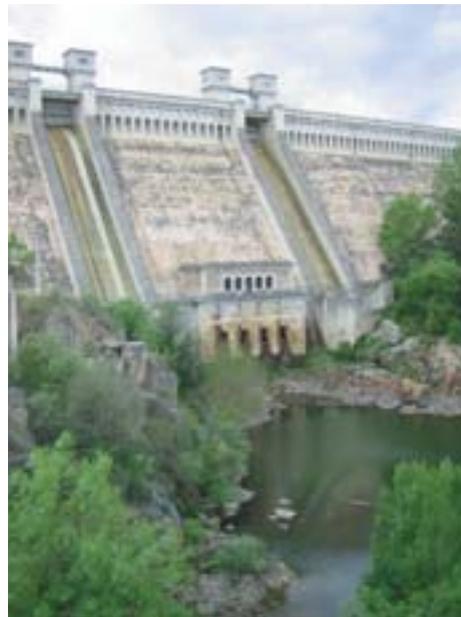
### Energía Minihidráulica

El aprovechamiento de la energía potencial del agua procedente de un salto para producir energía eléctrica es lo que se conoce como Energía Hidráulica. El agua mueve una turbina cuyo movimiento de rotación es transferido mediante un eje a un generador de electricidad. Se considera que este tipo de energía es renovable cuando la potencia es inferior a 10 MW (Energía Minihidráulica).

Existen fundamentalmente dos tipos de centrales hidroeléctricas:

- Centrales de agua fluyente: Aquellas que captan una parte del caudal circulante por un río y lo conducen a la central para ser turbinado. Después, este caudal es devuelto al cauce del río.
- Centrales a pie de presa: Aquellas situadas aguas abajo de los embalses destinados a usos hidroeléctricos o a otros fines como abastecimiento de agua a poblaciones o riego. Tienen la ventaja de almacenar la energía (el agua) y poder emplearla en los momentos en los que más se necesite.

En la Comunidad de Madrid existen 11 minicentrales hidroeléctricas con una potencia instalada de 46,33 MW.



## Energía de la Biomasa

La biomasa es una fuente energética basada en el aprovechamiento de materias orgánicas de origen vegetal o animal, incluyendo los productos y subproductos resultantes de su transformación. Bajo la denominación de biomasa se recogen materiales energéticos de muy diversas clases: residuos forestales, residuos agrícolas leñosos y herbáceos, residuos de procesos



industriales diversos, cultivos energéticos, materiales orgánicos contenidos en los residuos sólidos urbanos, biogás procedente de residuos ganaderos o de residuos biodegradables de instalaciones industriales, de la depuración de aguas residuales urbanas o de vertedero, etc. Pueden también incluirse bajo la denominación de biomasa, los biocombustibles, que tienen su principal aplicación en el transporte.

Las aplicaciones de la biomasa se pueden englobar en dos grupos:

- Aplicaciones domésticas e industriales que funcionan mediante la combustión directa de la biomasa.
- Aplicaciones vinculadas a la aparición de nuevos recursos y nuevas técnicas de transformación, como la gasificación y la pirolisis de la biomasa.

## Energía Mareomotriz y de las Olas

Los mares y los océanos son inmensos colectores solares de los cuales se puede extraer energía de orígenes diversos (oleaje, mareas y gradientes térmicos).

La energía liberada por el agua de mar en sus movimientos de ascenso y descenso de las mareas (flujo y reflujo) se aprovecha en las centrales mareomotrices, haciendo pasar el agua a través de turbinas hidráulicas.



La energía de las olas es producida por los vientos y resulta muy irregular. Esto ha llevado a multitud de tipos de máquinas para su aprovechamiento.

Por último, la conversión de energía térmica oceánica es un método de convertir en energía útil la diferencia de temperatura entre el agua de la superficie y el agua que se encuentra a 100 m de profundidad. Para el aprovechamiento es suficiente una diferencia de 20 °C. Las ventajas de esta fuente de energía se asocian a que es un salto térmico permanente y benigno desde el punto de vista medioambiental.

### Energía Geotérmica

La energía geotérmica es la manifestación de la energía térmica acumulada en rocas o aguas que se encuentran a elevada temperatura en el interior de la tierra.

Para el aprovechamiento en zonas con condiciones térmicas especiales, por ejemplo las zonas volcánicas, se hace circular en ellas un fluido que transporta hasta la superficie el calor acumulado en las zonas calientes.



La energía generada en función de su temperatura (alta, media o baja) es aprovechada, bien para producir electricidad, o bien para el calentamiento de agua y calefacción.

La energía geotérmica tiene la principal ventaja de que su impacto ambiental es mínimo, y tiene rendimientos que le permiten competir con el petróleo. Pero

sus principales desventajas son que requieren de grandes inversiones y que los campos geotérmicos son relativamente escasos y muchas veces se ubican en zonas desfavorables.

## 1.2. ENERGÍAS RENOVABLES Y MEDIO AMBIENTE

La creciente y excesiva dependencia energética exterior de España y la necesidad de preservar el medioambiente y asegurar un desarrollo sostenible, obligan al fomento de fórmulas eficaces para un uso eficiente de la energía y la utilización de fuentes limpias. Las energías renovables en tanto que fuentes energéticas autóctonas e inagotables permiten reducir la dependencia energética exterior contribuyendo a asegurar el suministro futuro.

Otro aspecto muy importante a considerar es que el utilizar energías renovables no contribuye al efecto invernadero ni al cambio climático.

### *El cambio climático*

El sector energético es la fuente más importante de gases de efecto invernadero. Los principales gases producidos son el CO<sub>2</sub> y el CH<sub>4</sub> derivados de la quema de combustibles fósiles, así como el de las minas de carbón, y de las instalaciones de hidrocarburos y gas. Los sectores transformadores “producción de electricidad” y “refino” tienen una contribución al efecto invernadero del 30 %.

Las investigaciones del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) ponen de manifiesto que las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero de origen humano, elevarán la temperatura media mundial entre 1,4 y 5,8 °C para finales de siglo. Dichos gases influirán también en las pautas meteorológicas, los recursos hídricos, los ciclos de las estaciones, los ecosistemas y los acontecimientos climáticos extremos.

### *El Protocolo de Kioto*

La entrada en vigor del Protocolo de Kioto el 16 de Febrero de 2005 supone que los países industrializados que lo han ratificado, entre ellos España, deben reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero durante el periodo 2008-2010 respecto a los niveles de 1990.

La Unión Europea se comprometió a alcanzar una reducción de gases de efecto invernadero del 8 % en 2010, así como a cubrir el 12 % de la demanda europea de energía primaria con energías renovables.

---

---

***El objetivo para 2010 es cubrir un 12 % de la demanda con energías renovables***

---

---

### **1.3. LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA COMUNIDAD DE MADRID**

La Comunidad de Madrid, debido a su alta densidad de población y a la escasa capacidad de generación (sólo genera un 3 % del total de energía que consume), es un gran sumidero energético cuyo consumo anual de energía final en 2003 fue de 10,2 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep).

#### **El Plan Energético de Comunidad de Madrid 2004-2012**

En este contexto, se ha desarrollado el Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004-2012. Entre los objetivos del Plan y en lo que a energías renovables se refiere, cabe destacar:

- Duplicar la energía generada anualmente por fuentes renovables, superando las 400 ktep/año.
- Minimizar el impacto ambiental del consumo energético mediante una reducción del 10 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el año 2012.

La producción energética procedente de fuentes renovables fue, en el año 2003, de 203,5 ktep/año, el plan prevé en el año 2012 una producción por fuentes renovables de 406 ktep/año.

Producción de energía por Fuentes Renovables en la Comunidad de Madrid en 2003 y objetivos del Plan 2012:

Producción de Energías por Fuentes Renovables en la Comunidad de Madrid				
Fuente	2003		2012	
	Energía anual	(ktep)	Energía anual	(ktep)
Biocarburantes	0	0	60 ktep	60
Biomasa eléctrica	0	0	30 GWh	10
Biomasa térmica	93,5 ktep	93,5	120 ktep	120
Eólica	0	0	400 GWh	35
Hidráulica	275 GWh	23,7	280 GWh	24
Residuos (RSU + Biogas)	345 GWh	83	500 GWh	128
Solar Fotovoltaica	3,8 GWh	0,3	30 GWh	2,6
Solar térmica de baja temperatura	3 ktep	3	20 ktep	20
Solar termoeléctrica	0	0	25 GWh	6,4
Total		203,5		406

Equivalencias entre unidades de trabajo o energía en sus formas eléctrica, mecánica o térmica							
	<i>tep</i>	<i>termia</i>	<i>kcal</i>	<i>BTU</i>	<i>Julio</i>	<i>CVh</i>	<i>kWh</i>
<b>1 tep</b>	1	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^7$	$3,97 \cdot 10^7$	$4,19 \cdot 10^{10}$	$1,52 \cdot 10^4$	$1,16 \cdot 10^4$
<b>1 termia</b>	$1 \cdot 10^{-4}$	1	$1 \cdot 10^3$	$3,97 \cdot 10^3$	$4,19 \cdot 10^6$	1,52	1,16
<b>1 kcal</b>	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-3}$	1	3,97	$4,19 \cdot 10^3$	$1,58 \cdot 10^{-3}$	$1,16 \cdot 10^{-3}$
<b>1 BTU</b>	$2,52 \cdot 10^{-8}$	$2,52 \cdot 10^{-4}$	0,25	1	$1,06 \cdot 10^3$	$3,98 \cdot 10^{-4}$	$2,93 \cdot 10^{-4}$
<b>1 Julio</b>	$2,39 \cdot 10^{-1}$	$2,39 \cdot 10^{-7}$	$,88 \cdot 10^{-5}$	$9,48 \cdot 10^{-4}$	1	$3,77 \cdot 10^{-7}$	$2,78 \cdot 10^{-7}$
<b>1 CVh</b>	$6,58 \cdot 10^{-5}$	0,66	$6,32 \cdot 10^2$	$2,51 \cdot 10^3$	$2,65 \cdot 10^6$	1	0,74
<b>1 kWh</b>	$8,62 \cdot 10^{-5}$	0,86	$8,60 \cdot 10^2$	$3,41 \cdot 10^3$	$3,60 \cdot 10^6$	1,36	1



## 2. EL SOL COMO PRINCIPAL FUENTE DE ENERGÍA

El Sol es la fuente principal de vida en la Tierra, puede satisfacer todas nuestras necesidades, si aprendemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia.

La cantidad de energía que el Sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el Planeta. España está favorecida por su situación geográfica y climatología para aprovechar este tipo de energía. En particular en la Comunidad de Madrid la radiación media es del orden de 1.600 kWh/m<sup>2</sup>año.

---

***La cantidad de energía que el Sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el Planeta***

---

Una de las formas de aprovechamiento de esta fuente de energía y que ha sido empleada tradicionalmente, la constituye la arquitectura solar pasiva consistente en aprovechar la radiación solar sin la utilización de ningún dispositivo o aparato intermedio, mediante la adecuada ubicación, diseño y orientación de los edificios, empleando correctamente las propiedades de los materiales y los elementos arquitectónicos de los mismos: aislamientos, tipo de cubiertas, protecciones,

---

***Todas las energías renovables son generadas de una forma u otra por el Sol***

---

etc. Aplicando criterios de arquitectura bioclimática se puede reducir significativamente la necesidad de climatizar los edificios y de iluminarlos.

También se puede aprovechar activamente la radiación solar mediante las Energías Renovables para producir energía eléctrica o calor. Todas las energías renovables, excepto la geotérmica y la mareomotriz, son generadas de una forma u otra por el Sol. Así, la radiación solar es la que causa el movimiento del aire, que a su vez mueve las olas y provoca la evaporación de las masas de agua que dan lugar a la lluvia, o también la que hace posible la actividad fotosintética de las plantas, origen de toda la biomasa.

---

---

***Con criterios de arquitectura solar pasiva se puede reducir considerablemente el consumo de los edificios***

---

---

## 2.1. LA ENERGÍA SOLAR

La energía solar es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, en forma térmica o eléctrica, para su consumo posterior allá donde se necesite. El elemento encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar, pudiendo ser de dos clases: captadores solares térmicos y módulos fotovoltaicos.

La energía solar es una de las fuentes de energía que más desarrollo está experimentando en los últimos años y que más expectativas tiene para el futuro.

---

---

***El potencial solar de España es de más de 2.300 MW para energía solar fotovoltaica, y de 26,5 Mm<sup>2</sup> para energía solar térmica de baja temperatura***

---

---

El potencial solar de España es el más alto de toda Europa, sin embargo, no podemos olvidar que países como Alemania y Austria, con menos potencial solar tienen más instalaciones en sus edificios y viviendas. (El parque instalado en Europa supera los 13 millones de m<sup>2</sup>).

## La Energía Solar Térmica

### ¿Qué es la Energía Solar Térmica?

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía procedente del Sol para transferirla a un medio portador de calor, generalmente agua o aire. La tecnología actual permite también calentar agua con el calor solar hasta producir vapor y posteriormente obtener energía eléctrica.

### ¿Qué aplicaciones tiene la energía solar térmica?

- *Producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS)*

La principal aplicación de la energía solar térmica es la producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS) para el sector doméstico y de servicios. El agua caliente sanitaria se usa a una temperatura de 45 °C, temperatura a la que se puede llegar fácilmente con captadores solares planos que pueden alcanzar como temperatura media 80 °C. Se considera que el porcentaje de



cubrimiento del ACS anual es aproximadamente del 60 %; se habla de este porcentaje, y no superior, para que en la época de mayor radiación solar no sobre energía. La energía aportada por los captadores debe ser tal que en los meses más favorables aporte el 100 %. El resto de las necesidades que no aportan los captadores se obtiene de un sistema auxiliar, que habitualmente suele ser gasóleo, gas o energía eléctrica. Con este porcentaje de cubrimiento los periodos de amortización son reducidos.

- *Calefacción de baja temperatura*

La energía solar térmica puede ser un complemento al sistema de calefacción, sobre todo para sistemas que utilicen agua de aporte a menos de 60 °C.

Para calefacción con aporte solar, el sistema que mejor funciona es el de suelo radiante (circuito de tuberías por el suelo), ya que la temperatura del fluido que circula a través de este circuito es de unos 45 °C, fácilmente alcanzable mediante captadores solares. Otro sistema utilizado es el de fan-coil o aerotermos.

- *Calentamiento de agua de piscinas*

Otra de las aplicaciones extendidas es la del calentamiento del agua de piscinas. El uso de colectores puede permitir el apoyo energético en piscinas al exterior alargando el periodo de baño, mientras que en instalaciones para uso de invierno, en las épocas de poca radiación solar, podrán suministrar una parte pequeña de apoyo a la instalación convencional. Además hay que considerar que el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) prohíbe el calentamiento de piscinas descubiertas con fuentes de energía convencionales.

- *Aire acondicionada mediante máquinas de absorción*

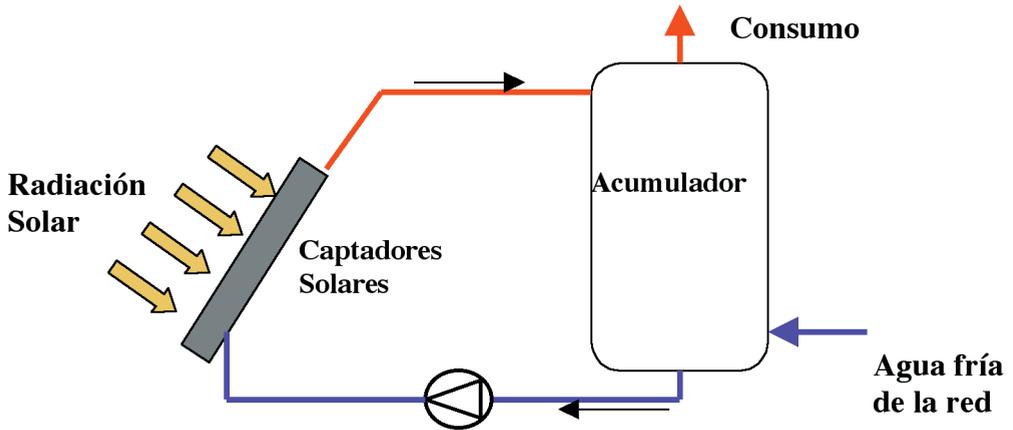
Uno de los campos de máximo desarrollo de las instalaciones solares térmicas que se verá en un plazo breve de años será la de colectores de vacío o planos de alto rendimiento que produzcan ACS, calefacción en invierno y, mediante máquinas de absorción, produzcan frío en el verano.

La utilización de la energía solar térmica para todos estos sistemas juntos es la mejor forma de aprovechar la instalación, debido a que el uso sólo para ACS y calefacción produce algún excedente en verano, provocando sobrecalentamientos en la instalación que es necesario evitar mediante algún sistema de los existentes.

Las aplicaciones de la energía solar térmica se extienden también al sector industrial: agua caliente y precalentamiento de agua de proceso, calefacción, aire caliente y refrigeración.

## ¿Qué sistemas forman una instalación solar térmica?

El esquema básico de una instalación solar es el siguiente:



Una instalación solar térmica esta formada por varios sistemas:

### *Sistema de captación*

El sistema de captación está formado por captadores solares conectados entre sí. Su misión es captar la energía solar para transformarla en energía térmica, aumentando la temperatura de fluido que circula por la instalación.

El tipo de captador más extendido es el captador solar plano que consigue aumentos de temperatura de 60 °C a un coste reducido. Estos captadores están indicados para la producción de agua caliente para diversas aplicaciones: Agua caliente sanitaria, calefacción por suelo radiante, etc.

El captador plano está formado por una placa metálica que se calienta con su exposición al Sol (absorbedor); esta placa es de color negro de forma que no refleja los rayos del Sol. Normalmente la placa está colocada en una caja con cubierta de vidrio. Por el interior de la caja se hace circular agua a través de un serpentín o un circuito de tubos de forma que el calor se transmite al fluido. El efecto que se produce es similar al de un invernadero, la luz del Sol atraviesa la placa de vidrio y calienta la placa ennegrecida. El vidrio es una "trampa solar",

pues deja pasar la radiación del Sol (onda corta) pero no deja salir la radiación térmica que emite la placa ennegrecida (onda larga) y como consecuencia, esta placa se calienta y trasmite el calor al líquido que circula por los tubos.

Para las aplicaciones de calentamiento de agua de piscinas se pueden emplear los captadores no vidriados. Estos están formados simplemente por una gran cantidad de diminutos tubos de metal o de plástico dispuestos en serpentín por los que circula el agua. No necesitan caja ni cubierta de cristal, por esta razón el aumento de temperatura es bajo, en torno a 30 °C. Las pérdidas de calor son grandes lo que limita su aplicación a otro tipo de instalaciones. Los tubos flexibles toleran bien el paso de aguas agresivas, como el agua de piscina clorada, pero aguantan mal las tensiones mecánicas que se producen al congelarse el agua y los rasguños superficiales. Son más económicos que los captadores solares planos.

Existen también en el mercado los captadores solares de vacío. Consisten en tubos de metal que recubren el tubo metálico que contiene el fluido de trabajo dejando entre ambos una cámara que actúa como aislante. Tienen un rendimiento muy elevado, pero su costo también es elevado.

Para aplicaciones de media y alta temperatura existen otros elementos de captación, provistos de sistemas concentradores de la radiación, sistemas de seguimiento de la posición del Sol a lo largo de día, etc.

### ***Sistema de acumulación***

Consiste en almacenar la energía térmica en un depósito de acumulación para su posterior utilización. El agua caliente obtenida mediante el sistema de captación, es conducida hasta donde se va a utilizar. Puede ser directamente, como es el caso del calentamiento del agua de una piscina. En aplicaciones de ACS o calefacción la demanda no siempre coincide con el momento en el que hay suficiente radiación, por tanto si se quiere aprovechar al máximo las horas de Sol será necesario acumular la energía en aquellos momentos del día en que esto sea posible y utilizarla cuando se produzca la demanda.



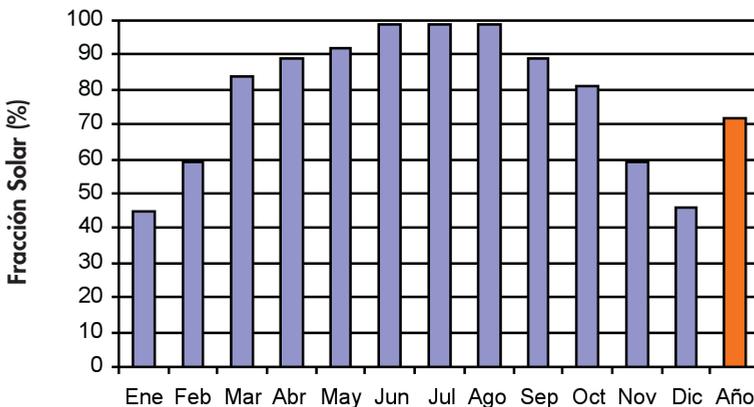
El sistema de acumulación está formado por uno o más depósitos de agua caliente. La dimensión de los depósitos de almacenamiento deberá ser proporcional al consumo estimado y debe cubrir la demanda de agua caliente de uno o dos días.

**Sistema de distribución**

En este sistema se engloban todos los elementos destinados a la distribución y acondicionamiento a consumo: control, tuberías y conducciones, vasos de expansión, bombas, purgadores, válvulas, etc. También forma parte de este sistema el sistema de apoyo basado en energías convencionales (eléctricos, caldera de gas o gasóleo), necesarios para prevenir las posibles faltas derivadas de la ausencia de insolación y hacer frente a los picos de demanda.

**¿Son necesarios sistemas convencionales de apoyo?**

Las instalaciones de energía solar térmica necesitan sistemas de apoyo convencional en previsión a la falta de radiación o a un consumo superior al dimensionado (gasóleo, gas o electricidad). En la mayoría de los casos tanto en instalaciones en viviendas unifamiliares, como en edificios de viviendas, las instalaciones solares se diseñan para proporcionar a las viviendas entre el 60-80 % del agua caliente demandada, aunque en zonas con gran insolación a lo largo del año, el porcentaje de aporte suele ser superior.



**Gráfico 1. Porcentaje de cubrimiento con energía solar**

El Gráfico 1 muestra el porcentaje de la energía necesaria para el calentamiento de agua que se cubre con energía solar en una instalación media, por meses y el porcentaje total anual.

Se puede apreciar como en los meses de más baja radiación (enero, febrero, noviembre y diciembre) no se llega a cubrir el 60 % de las necesidades de energía, mientras que en los meses de verano se alcanza prácticamente el 100 % de las mismas. Así, el objetivo con el que se diseñan las instalaciones térmicas es cubrir un mínimo de un 60 % de las necesidades energéticas anuales dependiendo de la zona geográfica.

Pretender cubrir por encima de un 60 % o 70 % anual requeriría colocar un campo solar muy grande, por lo que resultaría un costo sumamente elevado que no se llegaría a amortizar nunca, además de provocar en los meses de mayor radiación, como son los de verano, un excedente de producción que no se podría utilizar y que provocaría problemas de sobrecalentamiento en toda la instalación.

Por este motivo las instalaciones que mejor funcionan y antes se rentabilizan son las que necesitan ACS para todo el año, calefacción (mejor por suelo radiante) para invierno y cuentan con piscina para verano o incluso todo el año.

### Aspectos económicos y sociales

La inversión inicial de un sistema solar térmico será mayor frente al sistema convencional, si bien su coste de funcionamiento durante los más de 25 de años de vida de la instalación será irrelevante comparado con el de compra de combustible o energía eléctrica, reparaciones, mantenimiento, etc asociado al sistema convencional. Así, la instalación de energía solar resulta económicamente más ventajosa, ya que toda la energía que obtengamos del Sol con los captadores solares térmicos, nos la ahorraremos de producirla (quemando combustible en una caldera) o consumirla (de la red eléctrica de distribución). De esta forma, una instalación de energía solar acaba rentabilizándose a lo largo de los años, ya que el ahorro energético que produce se materializa en ahorro económico, el cual permite acabar amortizando el coste de la instalación. Esta amortización puede oscilar entre los 5 y 12 años dependiendo del tamaño de la instalación, de las ayudas obtenidas a fondo perdido, del lugar donde se instale (mayor o menor radiación) y de las necesidades mayores o menores del usuario.

En el caso de colocar estas instalaciones en viviendas de nueva construcción o rehabilitación, la amortización se puede considerar instantánea, ya que el incremento que representa en el precio total de la vivienda es muy pequeño; el importe que se paga por ese mayor costo en un préstamo hipotecario cada año es inferior al importe en euros que supone el menor gasto de gas o gasóleo.

Se pueden enumerar toda una serie de ventajas que nos aporta un sistema solar térmico, empezando por las económicas, pues para unas mismas necesidades el sistema convencional precisará consumir menos combustible, lo que representará para el usuario un menor gasto anual. Podemos continuar



resaltando las ventajas medioambientales, puesto que la generación de energía con sistemas convencionales posee unos costes ambientales muy importantes (emisiones de CO<sub>2</sub>, cambio climático, vertidos, residuos nucleares, lluvia ácida, etc.) en relación con los sistemas solares. Además, la energía solar es independiente del combustible convencional y su abastecimiento, dado que es compatible con cualquier sistema convencional e independiente de la variación del precio de compra del combustible.

Como término medio, un m<sup>2</sup> de captador solar térmico es capaz de evitar cada año la emisión a la atmósfera de una tonelada de CO<sub>2</sub>. Y por último, la larga vida útil de las instalaciones solares, superiores a 25 años, con un mantenimiento que, si bien es necesario hacer, es de mucha menor entidad que en el caso de los sistemas convencionales.

La instalación de sistemas térmicos presenta un inconveniente: se precisa la instalación del mismo sistema convencional que el que resultaría si no se instalasen los captadores solares, y a veces resulta problemático su montaje en edificios existentes como consecuencia de su falta de previsión a nivel de proyecto.

Por otro lado, como consecuencia de la adaptación a los edificios ya construidos, existe la posibilidad de una imagen estética "negativa", si bien éste es un aspecto subjetivo y cultural, ya que existen otras instalaciones (antenas para-

bólicas, de telefonía móvil, equipos de aire acondicionado, etc.) posiblemente más feas y sin embargo con mayor aceptación social. De todas formas, con voluntad y buen criterio, siempre existe la posibilidad de integrar arquitectónicamente cualquier instalación.

En cualquier caso, siempre se necesitará de un instalador que ejecute su trabajo adecuadamente, pues hay que ser conscientes de la existencia de instalaciones que no han dado los resultados esperados debido a que han sido realizadas por profesionales sin la experiencia y conocimientos suficientes.

Para edificios de viviendas se suelen instalar de media entre 1,5 y 2 m<sup>2</sup> por vivienda dependiendo de parámetros tales como la superficie disponible, la zona geográfica, etc. La inversión necesaria por cada metro cuadrado de superficie de captación está entre los 600 y los 900 €, siendo los costes de operación y mantenimiento muy bajos.

El periodo de amortización depende del tipo de energía convencional que sustituya: 10-12 años en el caso del gas, y 5-6 años en el caso de energía eléctrica.

---

---

***La energía solar térmica es idónea para la producción de agua caliente. Instalando 2 m<sup>2</sup> de paneles solares en la vivienda se pueden suministrar un 60 % de las necesidades de agua caliente sanitaria de la familia***

---

---

### **¿En qué situación de desarrollo se encuentra la energía solar térmica?**

Actualmente los sistemas solares térmicos de baja temperatura (inferior a 100 °C) han alcanzado la madurez tecnológica y comercial en España, existiendo más de 700.000 m<sup>2</sup> instalados a finales de 2004. Estos sistemas son suficientes para suplir aproximadamente dos tercios del consumo energético para agua caliente, tanto sanitaria como industrial. Son sistemas tecnológicamente sencillos, fáciles de instalar y que se amortizan en pocos años.

La aplicación más generalizada de los sistemas solares es la generación de Agua Caliente Sanitaria (ACS), tanto en servicios de hoteles como en viviendas,

residencias, hospitales, campings, instalaciones deportivas y otros tipos de dependencias municipales. Sin embargo, no es todavía una aplicación extendida en nuestro país el uso de energía solar para calefacción, debido a que cuando las necesidades son máximas es cuando las condiciones meteorológicas resultan más adversas. De cara al futuro se están introduciendo mejoras técnicas mediante captadores solares especiales y avanzando en aspectos de diseño en la instalación de calefacción por "suelo radiante".

La evolución previsible del mercado es positiva y se ve favorecida por factores tales como el potencial disponible, la capacidad de acogida del mercado existente, la experiencia de los fabricantes españoles, la madurez tecnológica alcanzada y las tendencias en países semejantes al español y en los de la Unión



Europea. Teniendo en cuenta que nuestro potencial solar es el más elevado de Europa y que, sin embargo, el ratio de superficie de captación de energía solar térmica por cada 1.000 habitantes está por debajo de la media europea (8,7 frente a 19,9 m<sup>2</sup>/1.000 habitantes de la Europa de los 15), es previsible que con las medidas propuestas y las demás condiciones de entorno descritas anteriormente se alcancen ratios, al menos, similares a los de países como Austria o Grecia.

## La Energía Solar Fotovoltaica

### ¿Qué es la energía solar fotovoltaica?

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esto se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas. El material base para su fabricación suele ser el silicio. Cuando la luz del Sol (fotones) incide en una de las caras de la célula genera una corriente eléctrica que se suele utilizar como fuente de energía.

La fabricación de estas células resulta un proceso realmente costoso, tanto económicamente como en tiempo. Aunque el material con el que están fabricadas (silicio) es muy abundante en la Tierra, su procesamiento es laborioso y complicado: se requieren procesos especiales para elaborar los lingotes de silicio, de los cuales se cortarán posteriormente las obleas (células), motivo por el cual resulta todavía un producto de costo elevado. El silicio reciclado a partir de la industria electrónica también sirve como materia prima para producir el silicio de grado solar. En la actualidad se están preparando otros materiales de mayor rendimiento.

Es importante que todas las células que componen un panel solar fotovoltaico tengan las mismas características, lo que significa que después de la fabricación de las mismas, hay que seguir un proceso de clasificación y selección.

### ¿Qué aplicaciones tiene la energía solar fotovoltaica?

Una instalación solar fotovoltaica tiene como objetivo producir energía eléctrica a partir de la energía solar.

La energía solar fotovoltaica tiene multitud de aplicaciones, desde la aerospacial hasta juguetes pasando por las calculadoras y la producción de energía a gran escala para el consumo en general o a pequeña escala para consumo en pequeñas viviendas. Principalmente se diferencian dos tipos de instalaciones: las de conexión a red, donde la energía que se produce se utiliza íntegramente para la venta a la red eléctrica de distribución, y las aisladas de red, que se utilizan para autoconsumo, ya sea una vivienda aislada, una estación repetidora de telecomunicación, bombeo de agua para riego, etc.

### Instalaciones conectadas a la red eléctrica

La corriente eléctrica generada por una instalación fotovoltaica puede ser vertida a la red eléctrica como si fuera una central de producción de energía eléctrica. El consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos, el usuario sigue comprando la energía eléctrica que consume a la compañía distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora. Este tipo de aplicaciones está creciendo gracias al precio primado de venta a la red del kWh, el precio de venta a la empre-

sa eléctrica es, para el año 2006, de 0,440381 € por kWh para instalaciones de menos de 100 kW y de 0,229764 € por kWh para instalaciones mayores, siendo en cambio la compra de energía de unos 0,076588 € por kWh. Además, otra ventaja es que las compañías eléctricas están obligadas a comprar la energía producida.



Las potencias más usuales son de 2,5 y 5 kW o múltiplos de 5 hasta 100 kW. Existen instalaciones mayores, pero tienen una prima inferior por lo que sólo las realizan empresas o centros de investigación, ya que se amortizan en periodos más largos.

Algunas de las aplicaciones de estos sistemas son las siguientes:

- Instalaciones en tejados, terrazas, etc. de viviendas que dispongan de conexión a la red de distribución eléctrica: Se aprovecha la superficie del tejado para colocar sistemas modulares de fácil instalación.
- Plantas de producción: Son aplicaciones de carácter industrial que pueden instalarse en zonas rurales no aprovechadas para otros usos ("huertas solares", "cooperativas energéticas") o sobrepuestas en grandes cubiertas de zonas urbanas (aparcamientos, zonas comerciales, etc.)
- Integración en edificios: Consiste en la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos que incluyen el elemento fotovoltaico, y que por tanto son generadores de energía (recubrimientos de fachadas, muros cortina, parasoles, pérgolas, etc.)

***Toda la energía producida por un sistema fotovoltaico se inyecta a la red a un precio de venta favorable, independientemente de la electricidad que se consume***

## Instalaciones aisladas de la red eléctrica

Estas instalaciones se emplean sobre todo en aquellos emplazamientos en los que no se tiene acceso a la red eléctrica y resulta más económico instalar un sistema fotovoltaico que tender una línea entre la red y el punto de consumo. La electricidad generada se destina a autoconsumo.



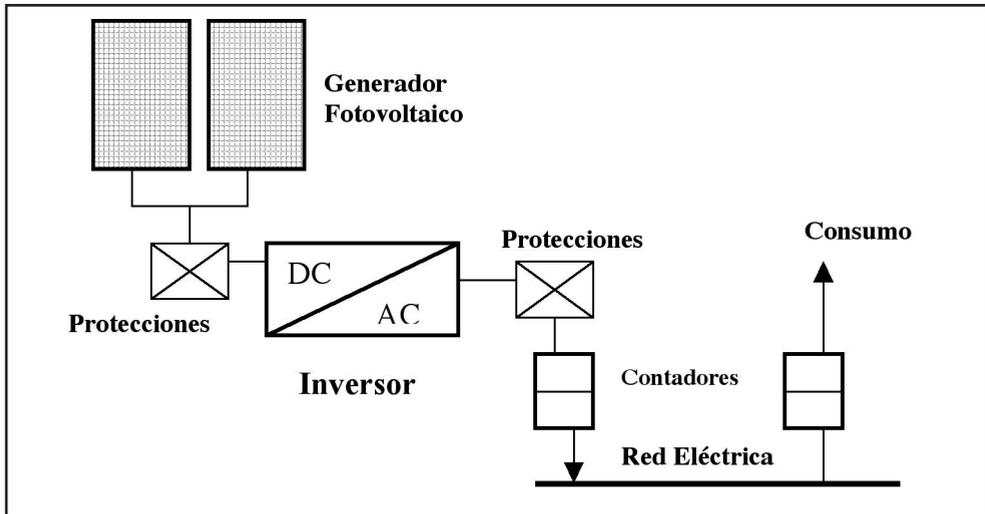
Las principales aplicaciones de los sistemas aislados son:

- Electrificación de viviendas y edificios, principalmente para iluminación y electrodomésticos de baja potencia
- Alumbrado público
- Aplicaciones agropecuarias y ganaderas
- Bombeo y tratamiento de agua
- Antenas de telefonía aisladas de la red
- Señalización y comunicaciones

## ¿Qué sistemas forman una instalación fotovoltaica?

Los esquemas básicos de instalaciones fotovoltaicas son los siguientes:

## Instalaciones conectadas a la red eléctrica



*Esquema de Instalación Fotovoltaica conectada a la red*

Tal y como indica el esquema los elementos que componen una instalación fotovoltaica conectada a red son los siguientes:

### Generador Fotovoltaico

Las células fotovoltaicas, por lo general de color negro o azul oscuro, se asocian en grupos y se protegen de la intemperie, formando módulos fotovoltaicos. Varios módulos fotovoltaicos junto con los cables eléctricos que los unen y con los elementos de soporte y fijación, constituyen lo que se conoce como generador fotovoltaico.



El generador fotovoltaico es el elemento encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica. Esta electricidad se produce en corriente continua, y sus características dependen de la intensidad energética de la radiación solar y de la temperatura ambiente.

## Inversor

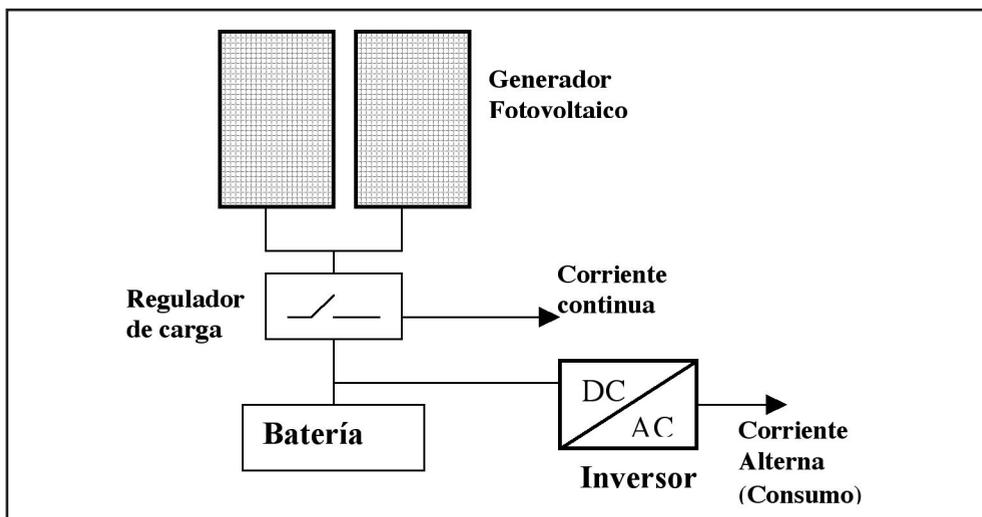
El inversor es el elemento que transforma la energía eléctrica (corriente continua) producida por los paneles en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica. Existen diferentes tipos de inversores, pero se considera recomendable escogerlo en función del tamaño de la instalación a realizar.

## Contadores

El generador fotovoltaico necesita dos contadores ubicados entre el inversor y la red, uno para cuantificar la energía que se genera e inyecta a la red para su facturación, y otro para cuantificar el pequeño consumo (< 2 kWh/año) del inversor fotovoltaico en ausencia de radiación solar, así como garantía para la compañía eléctrica de posibles consumos que el titular de la instalación pudiera hacer.

El consumo de electricidad del edificio se realizará desde la red, con su propio contador, siendo ésta una instalación independiente del sistema fotovoltaico.

## Instalaciones aisladas de la red eléctrica



*Esquema de Instalación Fotovoltaica Aislada*

La configuración básica de las instalaciones aisladas de la red eléctrica está compuesta por el generador fotovoltaico, un regulador de carga y una batería. La batería es el elemento encargado de acumular la energía entregada por los paneles durante las horas de mayor radiación para su aprovechamiento durante las horas de baja o nula insolación. El regulador de carga controla la carga de la batería evitando que se produzcan sobrecargas o descargas excesivas que disminuyen su vida útil. Con esta configuración el consumo se produce en corriente continua.

Otra configuración básica es el bombeo solar, compuesto por los paneles, un pequeño equipo y la bomba, en el que se bombea agua cuando hay sol, no necesitando baterías.

La configuración más utilizada en viviendas es la compuesta por el generador fotovoltaico, regulador de carga, baterías e inversor, este último para convertir la energía acumulada en las baterías en corriente alterna, que es la utilizada para la mayoría de las aplicaciones.

Para el cálculo de este tipo de instalaciones, los criterios de diseño son diferentes. En las instalaciones conectadas a red, se intenta maximizar la producción anual, orientando al sur y con la inclinación más favorable. En cambio, para las instalaciones aisladas, el criterio debe ser para que produzca al máximo en el mes más desfavorable, diciembre, y así el resto del año tendrá como mínimo la energía calculada para el peor mes, cubriendo siempre las necesidades.

### ¿Cuánto cuestan las instalaciones solares fotovoltaicas?

Se estima que para producir el equivalente al consumo de energía doméstico de una familia se suele requerir entre 1 kWp y 4 kWp, en función de los distintos hábitos de consumo.

---

***Para una instalación doméstica conectada a red el coste es de aproximadamente 6,7 €/Wp***

---

Costes orientativos para instalaciones conectadas a red: 6 €/Wp para instalaciones de 100 kW, y 6,7 €/Wp para instalaciones de 5 kW.

Costes orientativos para instalaciones aisladas de la red: 10-15 €/Wp para instalaciones de hasta 100 kW.

## 2.2. ASPECTOS GENERALES DE LA ENERGÍA SOLAR

### ¿Son compatibles las instalaciones solares térmicas y las fotovoltaicas?

Los sistemas solares térmicos y los fotovoltaicos son técnicamente independientes entre sí, es decir de un mismo panel no se puede obtener al mismo tiempo calor y energía eléctrica. Sin embargo, son instalaciones perfectamente compatibles y se pueden tener, en una misma instalación, paneles solares térmicos para agua caliente sanitaria o calefacción y paneles solares fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica o para su venta a la red.

### ¿En cuánto tiempo se amortiza una instalación solar?

Hay distintos factores que determinan el periodo de amortización de una instalación: el correcto cálculo de las necesidades, la optimización del sistema, una adecuada instalación y calidad de materiales, las subvenciones públicas obtenidas y, principalmente, su uso. En término medio las instalaciones térmicas quedan amortizadas aproximadamente a los 4-6 años. A su vez, las instalaciones fotovoltaicas quedan amortizadas a partir de los 7-9 años.

### ¿Cuál es la vida útil de una instalación solar?

En el caso de los sistemas solares térmicos, las instalaciones poseen un periodo de vida superior a los 25 años.

En el caso de las instalaciones fotovoltaicas, el periodo de vida es superior a los 30 años.

### ¿Cuánto más sol hay, mayor rendimiento se consigue?

En el caso de la energía solar térmica, los captadores solares no sólo captan los rayos del Sol durante los días despejados; la radiación difusa existente

durante los días nublados también es aprovechada (pero a un rendimiento menor que en circunstancias favorables). Sin embargo, durante largos periodos de clima adverso será necesario aportar más energía mediante los sistemas convencionales de apoyo para mantener la temperatura óptima de uso.

En el caso de las instalaciones fotovoltaicas, estas generan electricidad durante todo el año, mientras reciban radiación solar. Los módulos fotovoltaicos generan electricidad incluso en los días nublados, aunque el rendimiento energético se reduce proporcionalmente a la reducción de la intensidad de radiación.

Hay que señalar que la electricidad se genera a partir de la radiación solar, no del calor, por tanto el frío no representa ningún problema para el aprovechamiento fotovoltaico. De hecho, como la mayoría de los componentes electrónicos, los paneles fotovoltaicos funcionan más eficientemente a temperaturas menores, siempre dentro de unos límites.

### **¿Dónde y cómo deben situarse las instalaciones solares?**

Los paneles solares operan mejor si son colocados en un lugar donde reciban luz solar plena. Pueden colocarse en el techo de una casa u oficina, sobre una estructura de soporte, montados en la fachada o sobre el terreno. Es preferible evitar los lugares que reciben sombra (vegetación, nieve, otros edificios, elementos constructivos, otros módulos, etc.), al menos durante las horas centrales del día, ya que la sombra afectará a su rendimiento.

Debido al cambio de posición del Sol durante el año, la inclinación ideal de los paneles varía en función de la latitud en la cual nos encontremos (41° en el caso de la Comunidad de Madrid). Normalmente se utilizan 45° en térmica y 30° en fotovoltaica, pero la inclinación puede variar en función de la aplicación, criterios de uso e integración arquitectónica. En cualquier caso es recomendable una inclinación superior a los 15°, para permitir que el agua de lluvia se escurra. La inclinación debe aumentarse en los lugares donde nieve con frecuencia.

Del mismo modo, el sistema solar tendrá un mayor rendimiento si los paneles solares están orientados en la dirección sur.

### ¿Se pueden instalar los sistemas solares en cualquier tipo de edificio?

Los sistemas solares pueden integrarse perfectamente en la mayoría de los edificios existentes, aunque sin duda, la mejor y más fácil integración se logra si se incluyen en el proyecto de un edificio de nueva construcción.

Si en el edificio existe una comunidad de propietarios, la instalación la puede realizar la propia comunidad (para uso común o de los propietarios individuales), o realizarla alguno de los propietarios para su propio uso, contando con el acuerdo de la comunidad.

### ¿Es necesario mantenimiento?

Las instalaciones solares requieren un mantenimiento mínimo, y de carácter preventivo. Dos aspectos a tener en cuenta son, por un lado asegurar que ningún obstáculo haga sombra sobre los paneles y, por el otro, mantenerlos limpios, concretamente las caras expuestas al sol.

En el caso de la energía solar térmica es necesario tener precaución con las bajas temperaturas. Para evitar la congelación del fluido lo normal es añadir un anticongelante, o vaciar el circuito de agua cuando la temperatura alcance un determinado valor. En el caso de largos periodos de inactividad de la instalación solar (en verano sobre todo), es recomendable tapar los captadores solares para evitar que el fluido alcance una temperatura demasiado elevada.



## 3. LAS VENTAJAS DE UTILIZAR LA ENERGÍA SOLAR

La energía solar presenta las mismas ventajas que el resto de las energías renovables:

### Ventajas Medioambientales

La energía solar contribuye a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, no produce residuos de difícil tratamiento y constituye una fuente de energía inagotable.

Una instalación solar térmica en una vivienda unifamiliar con 2 m<sup>2</sup> de colectores solares puede evitar anualmente 1,5 t de CO<sub>2</sub>. Por otro lado una instalación fotovoltaica de 5 kWp evitaría la emisión de 2,3 t de CO<sub>2</sub> al año.

### Ventajas Estratégicas

Tanto la energía solar térmica como la fotovoltaica provienen de recursos autóctonos por lo que disminuye la dependencia energética y económica exterior.

### Ventajas Socioeconómicas

El desarrollo de la energía solar presenta el valor añadido de generar puestos de trabajo y permitir el desarrollo de tecnologías propias.

Pero además la energía solar presenta otras ventajas propias como consecuencia de su tecnología y del gran potencial solar de España y más concretamente de la Comunidad de Madrid.

### **Energía solar térmica:**

Tras décadas de aplicaciones exitosas, puede decirse que la energía solar térmica ha alcanzado su plena madurez tecnológica e industrial en España. Este desarrollo ha propiciado mejoras en los diseños de los productos aumentando la eficiencia de las instalaciones. Las ventajas de este tipo de energía son las siguientes:

- Cuentan con una tecnología plenamente madura.
- Elevada versatilidad: se puede adaptar a gran variedad de requerimientos.
- Son sistemas sencillos y fáciles de instalar.
- Los costes de operación y mantenimiento son muy reducidos, por tanto aunque la inversión pueda ser importante, éste es el único gasto significativo en los 25-30 años de vida media de la instalación.
- Constituye una fuente de ahorro al reducirse el tiempo de funcionamiento de las instalaciones convencionales de apoyo que es necesario mantener.

### **Energía solar fotovoltaica:**

Aunque la fabricación de las células fotovoltaicas requiere el uso de elementos tóxicos, si se considera el ciclo de vida de la tecnología fotovoltaica (desde la extracción de la materia prima hasta el final de su vida útil), el impacto sobre la naturaleza es incomparablemente menor que las tecnologías basadas en combustibles fósiles o nucleares. Además presenta ventajas adicionales:

- Son sistemas sencillos y fáciles de instalar.
- Elevada versatilidad: pueden situarse en casi cualquier lugar y en instalaciones de diferente tamaño.
- Instalaciones fácilmente modulables, con lo que se puede aumentar o reducir la potencia instalada fácilmente según las necesidades.
- Una vez instalada tiene un coste energético nulo.

- Ingresos adicionales en el caso de las instalaciones conectadas a red.
- Mantenimiento y riesgo de avería muy bajo.
- Beneficios sociales, acerca al ciudadano al uso racional de la energía, respetando hábitos de consumo más respetuosos con el medioambiente.
- Se trata de una tecnología en rápido desarrollo que tiende a reducir el coste y aumentar el rendimiento.

En el caso de las instalaciones aisladas de la red se pueden añadir además las siguientes ventajas:

- Evita un costoso mantenimiento de líneas eléctricas en zonas de difícil acceso.
- Elimina los costes ecológicos y estéticos de la instalación de líneas en esas condiciones.
- Contribuye a evitar el despoblamiento progresivo de determinadas zonas.
- Es una energía descentralizada que puede ser captada y utilizada en todo el territorio.



## 4. EJEMPLOS DE INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS

### El edificio Feygón III

Se encuentra ubicado en una de las zonas de mayor densidad demográfica del centro de Madrid, constituyendo un ejemplo de cómo la energía solar puede integrarse sin dificultad en el ambiente urbano. Fue puesta en marcha en el año 1984 y cuenta con una superficie de captación de 224 m<sup>2</sup>. Proporciona agua caliente sanitaria para el uso doméstico de las 50 viviendas del edificio.

Edificio Feygón III	
Usuario	Particulares
Actividad principal	Comunidad de Vecinos (50 viviendas)
Demanda energética	18.000 l/día
Número de paneles	102
Superficie de captación	224 m <sup>2</sup>
Almacenamiento	2 x 5.000 l
Aporte solar	75 %
Fuente auxiliar	Gasóleo C
Emisión de CO <sub>2</sub> evitado	≈ 168 tCO <sub>2</sub> /año

### Instalación solar térmica en Orcasitas:

El sistema solar térmico ha sido diseñado para realizar el suministro de agua caliente sanitaria de las 134 viviendas edificadas, situándose el subsistema de captación sobre dos de los bloques de viviendas.

Orcasitas	
Usuario	Particulares
Actividad principal	Comunidad de Vecinos (134 viviendas)
Número de paneles	722
Superficie de captación	158 m <sup>2</sup>

### Instalaciones solares en viviendas adosadas

La Comunidad de Vecinos de las viviendas situadas en la calle Gutiérrez Canales en Madrid emplea tanto la energía solar térmica como la fotovoltaica. El Agua Caliente Sanitaria de cada una de las 6 viviendas adosadas está cubierta mediante captadores solares térmicos situados sobre la cubierta de cada vivienda. Por otro lado la climatización de una piscina de uso común se realiza a través de 6 colectores térmicos situados sobre una pérgola de la zona común. Estas mismas pérgolas sirven también de soporte a una instalación fotovoltaica conectada a red.



Viviendas Adosadas	
<b>Instalación solar fotovoltaica</b>	
Usuario	Particulares
Nº Módulos	84
Superficie útil	109,2 m <sup>2</sup>
Potencia total	13,44 kWp
Energía generada	18.837 kWh/año
<b>Instalación solar térmica ACS</b>	
Nº Colectores	12 (2 x 6)
Superficie útil	24 m <sup>2</sup> (4 x 6)
Acumulación	6 x 300 l
Cobertura del sistema solar	80 %
Fuente auxiliar	Gas natural
<b>Instalación solar térmica. Piscina</b>	
Nº Colectores	6
Superficie útil	12 m <sup>2</sup>

La inversión total de la instalación ha sido de 79.660 € de los cuales la Dirección General de Industria, Energía y Minas a través del “Programa de Ayudas para la promoción de las energías renovables y del ahorro y de la eficiencia energética” ha subvencionado 13.400 € aproximadamente. Teniendo en cuenta esta subvención el periodo de amortización de la instalación es del orden de 8 años.

**VENTAJAS:**

- Una de las principales ventajas del uso de la energía solar son los beneficios medioambientales que supone. En este caso mediante la instalación fotovoltaica se evita la emisión a la atmósfera de 7.400 kg de CO<sub>2</sub> anuales.
- Además la instalación de sistemas solares permite un ahorro económico. Mediante la venta de la energía producida a la red se cubren los gastos de comunidad derivados del mantenimiento de las instalaciones comunes. El precio de venta de esta energía es de 0,440381 €/kWh (RD 436/2004).

**Vivienda Unifamiliar**

Para una vivienda unifamiliar de cuatro personas se realiza la instalación de un sistema de energía solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria, compuesto por un equipo compacto (termosifónico) que incluye un captador solar y un depósito de acumulación. La vida útil del equipo solar es de 25 años.

Vivienda Unifamiliar	
Usuario	Particulares
Actividad principal	Vivienda Unifamiliar (4 personas)
Demanda energética	160 l/día
Número de paneles	2
Superficie de captación	2 m <sup>2</sup>
Almacenamiento	200 l
Aporte solar	67 %
Producción energética	1.276 termias/año
Fuente auxiliar	Electricidad
Emisión de CO <sub>2</sub> evitado	≈ 1,5 tCO <sub>2</sub> /año

Datos Económicos	
Inversión	1.624 €
Préstamo ICO	80 % a 10 años (Euribor + 1 %)
Ayuda IDAE	487 €
Gastos de mantenimiento	29 € (1 <sup>er</sup> año)
Ahorro estimado	140 € (1 <sup>er</sup> año)
TIR	15 %

### Edificio de 20 viviendas con acumulación centralizada

En una Comunidad de Vecinos formada por 20 viviendas (80 personas) se instala un sistema solar térmico para la producción de agua caliente sanitaria centralizada. La vida útil de la instalación es aproximadamente 25 años.

Comunidad de Vecinos	
Usuario	Particulares
Actividad principal	Comunidad de vecinos (80 personas)
Demanda energética	2.400 l/día
Número de paneles	12
Superficie de captación	38 m <sup>2</sup>
Almacenamiento	2.400 l
Aporte solar	75 %
Producción energética	21.537 termias/año
Fuente auxiliar	Gasóleo C
Emisión de CO <sub>2</sub> evitado	≈ 8,5 tCO <sub>2</sub> /año
Datos Económicos	
Inversión	26.999 €
Préstamo ICO	80 % a 10 años (Euribor + 1 %)
Ayuda IDAE	8.100 €
Gastos de mantenimiento	486 € (1 <sup>er</sup> año)
Ahorro estimado	1.508 € (1 <sup>er</sup> año)
TIR	5 %

## 5. EJEMPLOS DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS

### 5.1. INSTALACIONES CONECTADAS A LA RED ELÉCTRICA

#### Instalación conectada a red en vivienda unifamiliar

Una instalación fotovoltaica en una vivienda unifamiliar de 4 kWp genera anualmente 4.800 kWh/año y evita la emisión a la atmósfera de 1,8 tCO<sub>2</sub>. Este es un ejemplo de cómo cualquier particular puede convertirse en generador de energía eléctrica, y contribuir al cuidado del medioambiente.



Vivienda Unifamiliar	
Usuario	Particulares
Actividad principal	Vivienda Unifamiliar
Régimen de funcionamiento	1.200 h/año
Potencia Nominal	4 kWp
Generación energética	4.800 kWh/año
Emisión de CO <sub>2</sub> evitado	≈ 1,8 tCO <sub>2</sub> /año (comparado con GN)
Datos Económicos	
Inversión	28.000 €
Préstamo ICO-IDAE	80 % a 10 años (Euríbor + 1 %)
Tasa Anual	2.003 € (1 <sup>er</sup> año)
Ingresos por venta de electricidad	2.052 € (1 <sup>er</sup> año)
TIR	7 %

## Huerta Solar en Guadarrama

Una de las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica son las llamadas "huertas solares". Son grandes instalaciones fotovoltaicas divididas en varias plantas propiedad de distintos particulares, pymes, etc. Cada "socio/inversor" es propietario de una porción de la instalación y recibe los ingresos derivados de la venta de la electricidad generada por esa parcela.



Este tipo de instalaciones permite que, personas que no disponen de un lugar apropiado para una instalación solar fotovoltaica puedan convertirse en generadores de electricidad a través de una fuente energética inagotable y gratuita.

Huerta Solar	
Usuario	Particulares, pymes... (116 inversores)
Actividad principal	Generación de electricidad
Potencia total instalada	700 kW
Generación energética	900 kWh/año
Número de módulos	3.480
Potencia/socio	5,7 kW
Generación/socio	7,33 MWh/año
Emisión de CO <sub>2</sub> evitado	≈ 333 tCO <sub>2</sub> /año
Datos Económicos	
Subvención	40 % (Comunidad de Madrid)
Ingresos por venta de electricidad	3.089,6 € (cada socio)
Período de amortización	7 años

### Instalación conectada a red con carácter demostrativo

La Obra Social de Caja Madrid ha realizado una instalación solar fotovoltaica piloto, con la doble finalidad de servir de ejemplo pedagógico y de producir energía limpia, en el Centro de Iniciativas para la Formación Agraria de EFA Valdemilanos, en Colmenar Viejo.



Se trata de una instalación de 2.050 Wp, cuya producción anual ronda los 2.530 kWh, con lo que se logra evitar la emisión a la atmósfera de 2.024 kg de CO<sub>2</sub> al año. Además, la instalación tiene un claro carácter demostrativo, dado que se ha instalado un panel informativo en el que se pueden visualizar los datos de producción de energía y de ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Centro EFA Valdemilanos	
Usuario	Centro de formación
Potencia Nominal	2,05 kWp
Número de módulos	12
Generación energética	2.530 kWh/año
Emisión de CO <sub>2</sub> evitado	≈ 2 tCO <sub>2</sub> /año
Datos Económicos	
Inversión	25.000 €
Ingresos por venta electricidad	1.066 €/año

## 5.2. INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED

### Instalación fotovoltaica para una vivienda de ocio

Se realiza una instalación a 12 V para alimentar 6 lámparas de 11 W cada una durante 3 horas diarias.

Vivienda de Ocio	
Usuario	Particulares
Actividad principal	Suministro de electricidad
Potencia total instalada	200 kW
Número de módulos	2
Batería	250 Ah (cubre las necesidades de 4 días sin radiación)
Inversor	200 W
Datos Económicos	
Inversión	2.710 €

### Instalación fotovoltaica para una vivienda habitual

En una vivienda habitual a 48 V se realiza una instalación fotovoltaica. La electricidad generada se dedica a autoconsumo. Los equipos que consumen electricidad son los siguientes:

- 10 puntos de luz de 11 W cada uno
- 5 puntos de luz de 18 W cada uno.
- Frigorífico. Consumo diario 700 Wh.
- Lavadora de 400 W. Uso diario 1,5 horas. Consumo 600 Wh/día
- Televisión de 95 W. Uso diario 3 horas. Consumo 285 Wh/día
- Ordenador de 300 W. Uso diario 1 hora.
- Pequeños electrodomésticos con un consumo total de 500 Wh/día

Vivienda de Ocio	
Usuario	Particulares
Actividad principal	Suministro de electricidad
Potencia total instalada	2.400 Wp
Número de módulos	22 de 100 Wp/módulo
Batería	900 Ah (cubre las necesidades de 6 días sin radiación)
Inversor	2.300 W
Datos Económicos	
Inversión	20.263 €

## 6. DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN LA COMUNIDAD DE MADRID

La población de la Comunidad de Madrid representa el 13,3 % de la población total española, mientras que en PIB el porcentaje respecto al total es de 18,1 %, y en consumo de energía del 11,55 %.

En el año 2003, la energía producida por la Comunidad de Madrid, fue de 203,5 ktep teniendo en cuenta únicamente los recursos autóctonos, lo que representa únicamente un 2 % del total consumido.

Teniendo en cuenta tanto la orografía como la climatología de la Comunidad de Madrid, dentro de las energías renovables, la energía solar es una de las más atractivas.

En lo que se refiere a la producción de energía eléctrica, la energía solar fotovoltaica ha experimentado un crecimiento importante aunque aún se mantiene en niveles moderados. En el año 1998, la solar fotovoltaica (0,1 GWh) representó un 0,016 % del total de la electricidad generada, pasando en el año 2003 a 3,8 GWh (0,29 %); esto supone un incremento total del 3.700 % y un incremento medio anual de 107 %. Por tanto, la Comunidad de Madrid presenta un gran potencial para el desarrollo e implantación de esta energía.

El Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004-2012 establece como objetivo la generación mediante energía solar fotovoltaica de 30 GWh/año al final del Plan, partiendo del nivel actual de 3,8 GWh/año. Esto supone que se llegaría a una potencia pico instalada de 20 MWp, lo que multiplicaría por ocho la potencia actualmente instalada. Para plantear estos objetivos el Plan se basa en las excelentes condiciones de insolación de la Comunidad de Madrid, el alto nivel en I+D, y la capacidad tecnológica de España en este campo.

Por su parte, la energía solar térmica proporcionó, en el año 2003, 3 ktep mediante más de 48.000 m<sup>2</sup> de paneles solares. El Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004-2012, tiene como objetivo alcanzar los 400.000 m<sup>2</sup> de paneles solares de baja temperatura instalados. El Plan también contempla como actuaciones a desarrollar, la puesta en marcha de las ordenanzas municipales que establezcan la obligatoriedad de la instalación de paneles solares, así como una potenciación tecnológica. Se prevé en el periodo 2005-2012 un incremento de la producción desde los 3 ktep/año actuales a 20 ktep/año.

Además de los fondos destinados a las ayudas a la realización de instalaciones de energía solar, la Comunidad de Madrid ha lanzado la campaña "Madridsolar" para potenciar el uso de la energía solar, tanto térmica como fotovoltaica. Mediante esta campaña la Comunidad de Madrid se marca como objetivo multiplicar por nueve la energía generada por paneles solares en el año 2012.

---

## **Más de 25.000 tejados de la Comunidad de Madrid tendrán en el 2012 paneles solares térmicos**

---



**Madridsolar**

El éxito de esta campaña supondrá que en el año 2012 el Sol proporcionará Agua Caliente Sanitaria a más de 25.000 viviendas y energía eléctrica a otras tantas. Para ello, uno de sus objetivos es que en el año 2007 todos los Ayuntamientos madrileños exijan que las viviendas nuevas estén dotadas de instalaciones solares térmicas.

La Comunidad de Madrid está preparada y presenta un gran potencial para el desarrollo de la energía solar fotovoltaica, en este sentido cuenta con una de las mayores fábricas de paneles de Europa, perteneciente a BP SOLAR, que aporta cerca del 3 % de la fabricación mundial, y exporta más del 80 % de lo fabricado. También existen alrededor de 50 empresas dedicadas a la ingeniería, distribución e instalación de productos y sistemas de energía solar fotovoltaica. En cuanto a centros de investigación, cabe destacar el Instituto de Energía Solar (IES), y el Centro de Investigaciones Energéticas y Medio Ambientales (CIEMAT).

La energía solar térmica también presenta un grado de desarrollo importante en la Comunidad de Madrid. La presencia de empresas especializadas en este ámbito, unida al desarrollo de ordenanzas municipales y a la incentivación tecnológica suponen un enorme potencial para este tipo de energía.

## 7. INCENTIVOS Y AYUDAS AL DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR PARA EDIFICIOS Y VIVIENDAS

### 7.1. PLAN DE PROMOCIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y DEL AHORRO Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid publica regularmente la convocatoria de ayudas para promover actuaciones de uso racional de la energía y la utilización de fuentes de energía renovables en el ámbito territorial de la Comunidad de Madrid, incentivando el autoabastecimiento energético y la protección del medioambiente.

#### ¿Quién puede acceder a las ayudas?

Pueden acogerse a estas ayudas corporaciones locales, otras entidades públicas, instituciones sin ánimo de lucro, comunidades de propietarios, empresas y personas físicas.

#### ¿Cuáles son las ayudas para energía solar?

En la convocatoria del año 2006, y en lo que se refiere a energía solar, las ayudas consisten en:

- Solar térmica: la cuantía de las ayudas oscila entre 25 y 175 €/m<sup>2</sup> según el tipo de colector (se excluyen las piscinas privadas, y las instalaciones obligatorias por Ordenanzas Municipales o instalaciones de superficie inferior a 10 m<sup>2</sup>, salvo que tengan carácter demostrativo).

- Solar fotovoltaica: ayudas para sistemas aislados o conectados a red de más de 5 kWp, o de potencia inferior que tengan carácter demostrativo. Las ayudas consisten en: 4 €/Wp en sistemas aislados y 2 €/Wp en sistemas conectados a red para Ayuntamientos, entidades públicas, comunidades de propietarios e instituciones sin ánimo de lucro.

La cuantía máxima de las ayudas es del 70 % de la inversión en todos los casos y de 100.000 € para personas físicas, 100.000 € en tres años para empresas, y 300.000 € para el resto de beneficiarios.

### 7.2. RETRIBUCIÓN DEL kWh VERTIDO A LA RED

*El Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial establece la retribución que se percibe por la energía limpia vertida a la red eléctrica como medida compensatoria por evitar los impactos producidos por los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) y nuclear.*

Según esta normativa, las instalaciones solares fotovoltaicas de menos de hasta 100 kW de potencia instalada reciben por cada kWh inyectado a la red, una retribución durante los primeros 25 años de un 575 % de la Tarifa Media de Referencia (TMR), que para el año 2006 es de 0,076588 € y durante el resto de la vida de la instalación un 460 % de la TMR. Por lo que durante los primeros 25 años el kWh fotovoltaico se puede vender a 0,440381 € y a 0,3523048 € el resto de los años de vida.

Las instalaciones con más de 100 kW de potencia instalada pueden elegir entre recibir una retribución fija o acudir al mercado libre para vender la energía generada. La retribución variable es más complicada de gestionar ya que depende del precio del mercado de la electricidad, precisa seguimiento del precio horario de la

---

---

***Mientras que el costo de la energía eléctrica es de 0,076588 €/kWh, en el año 2006 por un kWh fotovoltaico se paga hasta 0,440381 €***

---

---

energía, etc. Con la retribución fija cada kWh inyectado a la red recibe una retribución durante los primeros 25 años de un 300 % de la TMR y durante el resto de la vida de la instalación un 240 % de la TMR.

En ambos casos la prima viene marcada por la potencia instalada en el inversor y no por la potencia solar fotovoltaica instalada en el campo generador.

Estas primas provienen del canon de diversificación que viene en la factura eléctrica de todos los usuarios de electricidad

### 7.3. ORDENANZA MUNICIPAL SOBRE CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR PARA USOS TÉRMICOS

Una parte muy importante del consumo energético global tiene lugar en los edificios (hogares y centros de trabajo y de ocio), debido a los sistemas de calefacción y refrigeración, el calentamiento de agua sanitaria y la iluminación.

En el año 2003, en el Municipio de Madrid, entró en vigor la Ordenanza sobre captación de energía solar para usos térmicos, cuyo objeto es regular la obligada incorporación de sistemas de captación y

utilización de energía solar activa de baja temperatura para la producción de agua caliente sanitaria y calentamiento de piscinas, en los edificios y construcciones situados en el término municipal de Madrid.

Esta Ordenanza es aplicable a obras de nueva planta, o en los casos de sustitución o reestructuración de carácter general o total de edificios existentes, así como obras de ampliación que en sí mismas supongan la nueva construcción de un edificio independiente dentro de la misma parcela.

Se establece un aporte mínimo de las instalaciones solares en función de la demanda de agua caliente sanitaria para los distintos usos del edificio. Para

---

---

***En varios municipios ya existen ordenanzas que obligan a la incorporación de energía solar térmica para ACS en los edificios***

---

---

viviendas unifamiliares se considera que la demanda de agua caliente sanitaria es de 30 l por persona y día, y para viviendas multifamiliares 22 l por persona y día. Por ejemplo, para una vivienda unifamiliar de 4 personas la demanda de agua caliente sanitaria es de 120 l/día, en este caso la ordenanza municipal fija un aporte solar mínimo del 60 % cuando la fuente energética de apoyo sea gasóleo, gas natural, propano, etc. y del 70 % cuando la fuente energética de apoyo sea energía eléctrica.

La Ordenanza también contempla el uso de energía solar para la climatización de piscinas cualquiera que sea su uso principal, tanto cubiertas como descubiertas. En el caso de piscinas descubiertas la ordenanza establece que sólo se podrá utilizar para el calentamiento del agua fuentes de energía renovables. En el caso de las piscinas cubiertas climatizadas, el aporte de la instalación solar debe ser como mínimo el 60 %.

Otros ayuntamientos de la Comunidad de Madrid han desarrollado Ordenanzas sobre captación de energía solar para usos térmicos para sus municipios: Getafe, Rivas Vaciamadrid, Soto del Real, San Sebastián de los Reyes, Torrejón de Velasco, El Molar, San Martín de la Vega, San Fernando de Henares, Navalcarnero y Tres Cantos.

## 8. ANEXOS

### EL PLAN DE FOMENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 1999-2010

En España, como respuesta a los objetivos propuestos en el Protocolo de Kioto y los objetivos indicados por la Unión Europea, se desarrolló el Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) para el periodo 1999-2010, que pretendía alcanzar el 12 % de aportación de Energías Renovables a la demanda energética. Las energías y áreas técnicas que consideraba el Plan eran: biomasa, eólica, hidráulica, solar y valorización energética de residuos sólidos urbanos.

Desde la aprobación del PFER, hasta finales del 2004, el consumo global de energías renovables ha aumentado en España en 2.600.000 toneladas equivalentes de petróleo (tep) anuales, un crecimiento significativo, aunque insuficiente para alcanzar los objetivos fijados. De esta manera, a finales de 2004, se había alcanzado un cumplimiento acumulado del 28,4 % sobre el objetivo global de incremento de las fuentes renovables previsto para 2010.

Tres fuentes renovables han evolucionado hasta la fecha de forma satisfactoria: eólica, biocarburantes y biogás. La energía minihidráulica avanza más despacio de lo previsto y áreas como la biomasa y las solares se están desarrollando sensiblemente por debajo del ritmo necesario para alcanzar los objetivos finales.

Por otro lado, durante estos años, el consumo de energía primaria y la intensidad energética han crecido muy por encima de lo previsto, en gran medida influido por el importante incremento de la demanda eléctrica y del consumo de carburantes para el transporte.

Según el protocolo de Kioto, España tiene limitado el crecimiento de las emisiones de los seis gases de efecto invernadero en un 15 % en el periodo de referencia 2008-2012 respecto a las emisiones de 1990. En el año 2002, el aumento de las emisiones superaba ya el 39 %.

	Objetivos de incremento del PFER (1999-2010)	Resultados 1999-2004	Comentarios
<b>ÁREAS ELÉCTRICAS</b>			
<b>Producción en términos de Energía Primaria (ktep)</b>			
Minihidráulica (<10 MW)	192	64	Evolución más lenta de lo previsto
Hidráulica (10-50 MW)	60	7	Evolución más lenta de lo previsto
Eólica	1.680	1.511	Fuerte crecimiento
Biomasa	5.100	469	Muy por debajo de los objetivos
Biogás	150	186	Fuerte incremento, por encima de los objetivos
Solar fotovoltaica	17	4	Muy por debajo de los objetivos
Solar termoeléctrica	180	0	No ha habido desarrollos, pero abiertas expectativas
Residuos sólidos urbanos	436	134	Evolución más lenta de lo previsto
<b>TOTAL ÁREAS ELÉCTRICAS</b>	<b>7.816</b>	<b>2.375</b>	

	Objetivos de incremento del PFER (1999-2010)	Resultados 1999-2004	Comentarios
<b>ÁREAS TÉRMICAS</b>			
Solar térmica (baja temperatura)	309	28	Muy por debajo de los objetivos
Biomasa	900	69	Muy por debajo de los objetivos
Geotérmica	0	4	
<b>TOTAL ÁREAS TÉRMICAS</b>	<b>1.209</b>	<b>98</b>	
<b>BIOCARBURANTES (TRANSPORTE)</b>			
Biocarburantes	500	228	Buen ritmo de crecimiento
<b>TOTAL BIOCARBURANTES</b>	<b>500</b>	<b>228</b>	Buen ritmo de crecimiento
<b>TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES</b>	<b>9.525</b>	<b>2.701</b>	

Tras la aprobación del Plan de Fomento han sido establecidos dos objetivos indicativos que hacen referencia a la generación de electricidad con fuentes de energías renovables y al consumo de biocarburantes:

## ***El aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> superaba a finales de 2002 el 39 %***

- La Directiva 2001/77/CE, del Parlamento Europeo, establece unos objetivos indicativos nacionales para el 2010 que, en el caso de España, suponen que la electricidad generada con estas fuentes en ese año alcance el 29,4 % del consumo nacional bruto de electricidad.
- La Directiva 2003/30/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte, establece unos objetivos indicativos, calculados sobre la base del contenido energético, del 2 % a finales de 2005 y el 5,75 % a finales de 2010, de la gasolina y el gasóleo comercializados con fines de transporte en los respectivos mercados nacionales.

### **PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA 2005-2010**

Todas estas consideraciones han hecho necesaria la elaboración de un nuevo plan "Plan de Energías Renovables en España 2005-2010" (PER) que constituye una revisión del anterior PFER, manteniendo el compromiso de cubrir con fuentes renovables al menos el 12 % del consumo total de energía en 2010, además de incorporar los otros dos objetivos indicativos para el 2010, 29,4 % de generación eléctrica con renovables y 5,75 % de biocarburantes en el transporte.

El nuevo Plan fija un aumento del consumo de energías renovables del orden del 22 % con respecto a lo previsto en el anterior Plan, dado que se han modificado los escenarios de consumo como resultado de los fuertes incrementos de la demanda energética.

Tomando como año de referencia el año 2004, los objetivos del PER son los siguientes:

Producción en términos de energía primaria (ktep)				
	2004	2010		
		Escenarios de energías renovables		
		Actual	Probable	Optimista
Total Áreas Eléctricas	5.973	7.846	13.574	17.816
Total Áreas Térmicas	3.538	3.676	4.445	5.502
Total Biocarburantes	228	528	2.200	2.528
TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES	9.739	12.050	20.220	25.846
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA (ktep)	141.567	166.900	167.100	167.350
<b>Energías renovables/Energía primaria (%)</b>	<b>6,9 %</b>	<b>7,2 %</b>	<b>12,1 %</b>	<b>15,4 %</b>

Para la elaboración de los objetivos se han considerado tres escenarios diferentes de evolución tecnológica de cada área renovable, el escenario actual asume las pautas de crecimiento en cada una de las áreas renovables que se vienen registrando desde la aprobación del PFER, el escenario probable considera la evolución más probable de las energías renovables en los próximos años de acuerdo con las condiciones de desarrollo actuales y las posibilidades de crecimiento adicional en cada área, y el escenario optimista considera unos umbrales de crecimiento muy altos dentro de lo potencialmente alcanzable.

Teniendo en cuenta los datos de la tabla anterior, el desarrollo de las energías renovables correspondiente al escenario probable alcanza el 12,1 % de cobertura. Llegar a este desarrollo supone la adopción de medidas para alcanzar esas tasas de crecimiento.

El aumento de la producción energética mediante fuentes de energías renovables supondrá una reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero. De cumplirse los objetivos previstos, en el 2010 se evitará la emisión según el escenario probable de 27.341.287 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales.

El PER coincide con la elaboración de un “Plan de Acción 2005-2007”, que plantea las líneas prioritarias de actuación para el lanzamiento de las medidas contempladas en la “Estrategia de Ahorro y

***El aumento de producción por energías renovables supone que en 2010 se evitará la emisión de 27.341.287 toneladas de CO<sub>2</sub>***

Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas frente a CC y GN en el año 2010 (t CO <sub>2</sub> /año)			
Escenarios de energías renovables			
	Actual	Probable	Optimista
Total Áreas Eléctricas	5.392.257	18.650.981	26.889.788
Total Áreas Térmicas	413.132	2.785.036	6.018.515
Total Biocarburantes	891.368	5.905.270	6.883.212
<b>TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES</b>	<b>6.696.756</b>	<b>27.341.287</b>	<b>39.791.515</b>
Valoración económica del CO <sub>2</sub> evitado (millones de euros/año)	134	547	796

Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4)” durante los próximos años. Esta estrategia E4 tiene por objeto promover la eficiencia energética, e indirectamente garantizar el suministro de energía, por la reducción de las importaciones, incrementar la competitividad de los sectores productivos y contribuir al cumplimiento de los objetivos medioambientales.

## DEFINICIONES Y UNIDADES

### Definiciones

#### ACS

Agua Caliente Sanitaria, destinada al uso de las personas en viviendas y otros edificios: hoteles, hospitales, polideportivos, servicios públicos, etc.

#### CO<sub>2</sub>

Dióxido de Carbono o Anhídrido Carbónico. Es un gas con una alta incidencia en el “efecto invernadero”. Se produce en los procesos de combustión de gasóleo, gas natural, carbón, etc.

#### Efecto Invernadero

Determinados gases como el CO<sub>2</sub>, impiden la salida natural de radiación desde la Tierra hacia el espacio, contribuyendo a que aumente la temperatura y se produzcan fenómenos tales como la desertización, el deshielo creciente, etc.

### Unidades

#### Tonelada equivalente de petróleo (tep)

Unidad de energía que equivale a la cantidad de energía que se puede obtener quemando una tonelada de petróleo.

#### Vatio (W)

Unidad de potencia eléctrica, equivale a un Julio por segundo.

#### Kilovatio pico (kWp)

Es la potencia eléctrica máxima que proporciona un panel fotovoltaico en condiciones estándares de medida. Los módulos fotovoltaicos se caracterizan por su potencia pico.

#### Vatio Hora (Wh)

Unidad de trabajo, o energía. Un Wh equivale a la energía producida o consumida por 1 Wp en condiciones de máxima potencia durante una hora.

### DIRECCIONES DE INTERÉS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

- Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid (Dirección General de Industria, Energía y Minas): <http://www.madrid.org>
- Centro de Ahorro y Eficiencia Energética de Madrid: <http://www.madrid.org/caeem>
- Cámara Oficial de Comercio e Industria de la Comunidad de Madrid: <http://www.camarademadrid.es>

#### Otras Entidades:

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE): <http://www.idae.es>

- Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT): <http://www.ciemat.es>
- Instituto de Energía Solar: <http://www.ies.upm.es>
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio; <http://www.mityc.es>

### Asociaciones:

- Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF): <http://www.asif.org>
- Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT): <http://www.asit-solar.com>
- Asociación de Pequeñas y Medianas Empresas de Energía Solar de la Comunidad de Madrid (SOLPYME)
- Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA): <http://www.appa.es>
- Asociación Española Empresas Energía Solar y Alternativas (ASENSA). [www.asensa.org](http://www.asensa.org)
- Centro de Estudios de Energía Solar (CENSOLAR). [www.censolar.es](http://www.censolar.es)

### Compañías Eléctricas:

- Iberdrola: <http://www.iberdrola.es>
- Unión Fenosa: <http://www.unionfenosa.es>

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Energía Solar Térmica en la Comunidad de Madrid – Dirección General de Industria, Energía y Minas – 2003.
- Energía Solar Fotovoltaica en la Comunidad de Madrid - Dirección General de Industria, Energía y Minas – 2004.

- Guía Solar. Cómo disponer de energía solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica – Greenpeace – 2005.
- Al corriente de la electricidad – UNESA – 2004.
- El Sol puede ser suyo. Respuestas a todas las preguntas clave sobre instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica. – IDAE – 2005.
- El Sol puede ser suyo. Respuestas a todas las preguntas clave sobre instalaciones de Energía Solar Térmica. – IDAE – 2005.
- Hacia una electricidad respetuosa con el medio ambiente. – ASIF – 2005.
- Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) 1999-2010. – Ministerio de Industria y Energía e IDAE – 1999.
- Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010 – Ministerio de Industria, Turismo y Comercio e IDAE – 2005.
- Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E4) 2004-2012. Plan de Acción 2005-2007. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio e IDAE – 2005.
- Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004-2012 – Dirección General de Industria, Energía y Minas – 2005.
- Ordenanza Municipal sobre captación de Energía Solar para usos térmicos. – Ayuntamiento de Madrid – 2003.

OBRA SOCIAL **CAJA MADRID**

DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA,  
ENERGIA Y MINAS

[www.obrasocialcajamadrid.es](http://www.obrasocialcajamadrid.es)

[www.madrid.org](http://www.madrid.org)



Madrid**solar**