



# Energía Solar Fotovoltaica en la Comunidad de Madrid



4ª Edición

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, grabada en sistema de almacenamiento o transmitida en forma alguna ni por cualquier procedimiento, ya sea eléctrico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de ASIF.

© Para esta edición:

Asociación de la Industria Fotovoltaica. ASIF,  
Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid,  
Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid.

Depósito Legal: ??????

Diseño y realización: print A porter Comunicación, S.L.

Imprime: Imprenta Modelo, S.L.

# Prólogo







*L*a presente publicación, editada por la **Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid** y la **Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid**, con la colaboración de la **Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF)**, tiene por objeto informar a las empresas y al público en general de las posibilidades que la energía solar fotovoltaica ofrece.

*En este sentido se presentan las aplicaciones de esta tecnología y una aproximación tanto a los costes de la electricidad generada como a la rentabilidad económica de las instalaciones.*

*La producción de electricidad mediante paneles solares es especialmente interesante en aquellos puntos de consumo aislados en los que resulta costoso instalar una línea eléctrica.*

*Son también interesantes las instalaciones solares eléctricas conectadas a la red, en las que el propietario vierte toda la electricidad generada a dicha red, vendiéndola con un precio sensiblemente mayor que el coste, de 0,08 Euros/kWh, de la electricidad adquirida, como consecuencia de la tarifa del kWh fotovoltaico establecida por el Real Decreto 436/2004.*

*La finalidad de esta legislación, así como la de los planes y programas que fomentan la implantación de tecnologías de generación eléctrica a partir de fuentes renovables, es reducir nuestra tasa de dependencia energética del exterior, mejorar la eficiencia y disminuir la aportación al consumo de las fuentes energéticas vinculadas a los combustibles fósiles, habiéndose fijado como objetivo que en el año 2010 el 12% de la energía primaria consumida en España sea de origen renovable.*

*De esa forma se asume también el cumplimiento de compromisos supranacionales, tanto en relación con las políticas de la Unión Europea, como con otros organismos y protocolos internacionales.*

*Esta publicación se inserta dentro de la estrategia energética de la Comunidad de Madrid que, además de contribuir a alcanzar los objetivos nacionales y cumplir los compromisos supranacionales, pretende mejorar la situación medioambiental de la región, contribuir a la mayor calidad de vida de sus ciudadanos y mejorar la competitividad de la economía madrileña.*

# Índice







## Capítulo 1:



### Desarrollo de la energía solar fotovoltaica

1. Introducción . . . . .	13
2. Desarrollo actual en España. . . . .	14
3. Situación actual en la Comunidad de Madrid . . . . .	16

## Capítulo 2:

### Tecnología y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica

1. Características y conceptos básicos . . . . .	21
2. Usos y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica . . . . .	23
2.1 Sistemas aislados de la red eléctrica . . . . .	23
2.2 Sistemas conectados a la red eléctrica . . . . .	29
2.2.1 Tejados de viviendas . . . . .	31
2.2.2 Plantas de producción . . . . .	32
2.2.3 Integración en edificios . . . . .	33
3. Tecnología de los principales componentes de los sistemas solares fotovoltaicos. . . . .	36

## Capítulo 3:

### Rentabilidad económica de las instalaciones

1. Consideraciones generales . . . . .	41
2. Instalaciones aisladas . . . . .	42
3. Instalaciones conectadas a la red eléctrica . . . . .	44
3.1 Instalaciones con potencia inferior a 5 kW conectadas a la red . . . . .	45
3.2 Instalaciones con potencia entre 5 kW y 100 kW conectadas a la red . . . . .	46
3.3. Instalaciones con potencia superior a 100 kW conectadas a la red . . . . .	48

## Capítulo 4:

### La energía solar fotovoltaica en los planes de desarrollo

1. Planes europeos relativos a la energía solar fotovoltaica ..... 51
2. Planes nacionales relativos a energía solar fotovoltaica ..... 52
3. Objetivos para la Comunidad de Madrid en energía solar fotovoltaica . 54

## Anexo I:

### Empresas del sector fotovoltaico

- I1. Fabricantes en la Comunidad de Madrid ..... 57
- I2. Fabricantes en España ..... 57
- I3. Principales empresas de la Comunidad de Madrid ..... 58

## Anexo II:

### Legislación aplicable a todo el Estado Español

1. Resumen RD 436/2004 ..... 67
2. RD 1663/2000 ..... 74
3. Resolución de la Dirección General  
de Política Energética y Minas. 31 mayo 2001 ..... 85

## Anexo III:

### Direcciones de interés en la Comunidad de Madrid

..... 99

## CAPÍTULO 1

# Desarrollo de la Energía Solar Fotovoltaica



*La generación de electricidad por fuentes alternativas ha sido el reto de nuestra sociedad desde la crisis del petróleo en los años setenta. Hoy la energía solar es una realidad y se ha convertido en el mayor recurso potencial de suministro de electricidad a largo plazo.*



# 1 Desarrollo de la energía solar fotovoltaica

## 1. Introducción

La energía solar eléctrica, o fotovoltaica que es como comúnmente se le conoce, es una energía limpia y renovable, de fácil instalación y mantenimiento, que la Comunidad de Madrid desea desarrollar en el ámbito de su territorio. Con ese motivo se presenta este documento que pretende dar a conocer el estado de la tecnología y su desarrollo en la propia Comunidad.

Aunque la energía solar fotovoltaica sólo representa el 0,001 por ciento del suministro de energía eléctrica que satisface las necesidades de consumo en todo el mundo, se prevé un rápido y significativo crecimiento de su implantación, basado en el actual desarrollo de la tecnología y el compromiso medioambiental de los países más desarrollados. El sector fotovoltaico se sustenta en una tecnología de vanguardia y una industria puntera que en los últimos años está teniendo un crecimiento anual medio superior al 30%.

En el medio plazo, habrá una reducción importante de costes debido a una mejora de la eficiencia de las tecnologías actuales, a la optimización de los procesos de fabricación, a la aplicación de economías de escala y al desarrollo de nuevas tecnologías. En el año 2010 se prevé que los costes serán menores en un 30% para instalaciones aisladas y un 40% en instalaciones conectadas a la red.

Aunque tradicionalmente el uso de la energía solar fotovoltaica ha sido en aplicaciones aisladas de la red eléctrica, desde hace unos años la incorporación de esta tecnología al entorno urbano está facilitando su difusión y desarrollo. Es necesario tener en cuenta que la generación eléctrica fotovoltaica es la única que puede producir, a partir de una fuente renovable,

electricidad allí donde se consume, reduciendo la saturación de las redes y disminuyendo las pérdidas en el transporte de electricidad.

## 2. Desarrollo actual en España

Tanto la producción industrial como la investigación relacionada con la generación eléctrica fotovoltaica que se desarrolla en España ocupan un destacado lugar en el panorama mundial.

España hoy es el segundo país europeo productor de células y paneles fotovoltaicos, con el 7% de la producción mundial.

La producción de paneles fotovoltaicos en España dispone de las más avanzadas tecnologías y los fabricantes españoles tienen instalaciones y procesos productivos que sitúan a nuestro país en el cuarto puesto a escala mundial, después de Japón, Alemania y Estados Unidos.

Para conseguir unas elevadas prestaciones en todo el sistema industrial fotovoltaico es necesaria una intensa y continuada actividad de I+D+i, tanto en las propias industrias como en los centros de investigación.

La industria fotovoltaica está concentrando su actividad de I+D+i en:

- El desarrollo de paneles fotovoltaicos con mayores niveles de eficiencia y menor coste de fabricación.
- La mejora de la eficiencia de los dispositivos de electrónica de potencia, de transformación y de protección.

Por otro lado, existen en España más de 25 centros de I+D+i dedicados a la investigación, desarrollo e innovación en este campo.

Estos datos contrastan con el actual nivel de implantación de la energía solar fotovoltaica en España, pues la potencia instalada en toda España hasta el año 2003 es poco más de 27 MWp (aproximadamente 13 MWp pertenecen a instalaciones conectadas a red y el resto a instalaciones aisladas), cuando en países como Alemania la potencia instalada es doce veces más elevada.

Según datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), la potencia solar fotovoltaica instalada a finales del año 2002 en las diferentes Comunidades Autónomas era:

## Energía solar fotovoltaica (MWp), año 2002

Fuente: IDAE y Comunidad de Madrid

Andalucía	4,81	Comunidad Valenciana	1,22
Aragón	0,31	Extremadura	0,44
Asturias	0,22	Galicia	0,15
Baleares	1,03	La Rioja	0,09
Canarias	0,97	Madrid	1,50 (*)
Cantabria	0,03	Murcia	0,32
Castilla León	0,96	Navarra	3,09
Castilla la Mancha	1,43	País Vasco	0,68
Cataluña	3,04	No regionalizable	0,77
<b>Total</b>			<b>21,06</b>

(\*) Para el 2003, el dato actualizado por la propia Comunidad de Madrid es 2,50 MWp.

La industria fotovoltaica española proporciona empleo directo a más de 3.600 personas. De las cuales casi 1.700 tienen sus puestos de trabajo en procesos de fabricación (un 15% corresponden a titulados superiores) y 2.000 en las fases de comercialización y desarrollo e instalación de proyectos. A su vez, proporciona empleo indirecto a más de 1.800 personas.

En el anexo I se relacionan los principales fabricantes españoles de productos y sistemas de energía solar fotovoltaica y de instaladores y empresas fotovoltaicas trabajando en la Comunidad de Madrid.

### 3. Situación actual en la Comunidad de Madrid

La Comunidad de Madrid cuenta con una de las mayores y más modernas fábricas de paneles de Europa, la de BP SOLAR, con instalaciones situadas en Tres Cantos, Alcobendas y San Sebastián de los Reyes, que aporta cerca del 3% de la producción mundial y exporta más del 80% de lo fabricado, tanto a países desarrollados como en vías de desarrollo.



Fábrica  
de BP Solar  
España en Tres  
Cantos

Igualmente, en el ámbito esencial de la electrónica de potencia, con la fabricación de componentes imprescindibles en un número cada vez más creciente de instalaciones fotovoltaicas, la Comunidad de Madrid cuenta con la fábrica de ENERTRÓN situada en la localidad de Torres de la Alameda, donde se fabrican inversores para instalaciones aisladas y conectadas a red, destinados al mercado español y a la exportación.

Fábrica  
de Enertrón  
en Torres de  
la Alameda





Asimismo, en la Comunidad de Madrid encontramos a Solener, Soluciones Energéticas, S.A., que fabrica componentes electrónicos de los sistemas fotovoltaicos tales como controladores, reactancias, sensores, equipos de tele-control y adquisición de datos, etc.

Nueva sede  
de SOLENER



En cuanto a centros de investigación que realizan una actividad relevante se pueden citar:

- El Instituto de Energía Solar (IES) de la Universidad Politécnica de Madrid, que desde 1979 trabaja en las diferentes áreas de investigación tecnológica relacionadas con la energía solar fotovoltaica; tiene un gran prestigio a escala mundial en el diseño y experimentación en sistemas solares fotovoltaicos, con relevantes resultados en el campo de los sistemas de concentración fotovoltaica y de las células bifaciales.
- El Centro de Investigaciones Energéticas y Medio Ambientales (CIEMAT) dependiente del Ministerio de Ciencia y Tecnología, que además de contar con un prestigioso laboratorio de análisis y certificación de sistemas fotovoltaicos, trabaja muy activamente en el desarrollo de nuevas tecnologías fotovoltaicas, entre las que destacan las de lámina delgada.

También existen en nuestra Comunidad casi 50 empresas de gran prestigio dedicadas a la ingeniería, distribución, instalación y desarrollo de proyectos fotovoltaicos.

En el anexo I aparecen los principales fabricantes, distribuidores e instaladores madrileños de productos y sistemas de energía solar fotovoltaica.

Ahora bien, mientras que en los campos de la investigación e industrialización la Comunidad de Madrid ocupa una posición destacada a escala nacional, europea y mundial, las instalaciones fotovoltaicas realizadas en su territorio no se corresponden con esa relevancia, a pesar de disponer también de una oferta de calidad de servicios de instalación y mantenimiento. Así hasta finales del año 2002 la potencia instalada era de 0,85 MWp, que es equivalente a la necesaria para cubrir el consumo eléctrico de unas 260 familias medias madrileñas.

Por lo tanto, se puede afirmar que la Comunidad de Madrid está preparada y presenta un gran potencial, para el desarrollo e implantación de esta tecnología energética limpia, y su positiva evolución repercutirá también directamente en el nivel científico e industrial de la región.

Instalación  
Fotovoltaica  
en el edificio  
de la sede  
central  
de Sanitas.  
Madrid



Instalación  
Fotovoltaica  
de Valdelas-  
fuentes.  
Alcobendas



Universidad de  
Comillas de Madrid

## CAPÍTULO 2

# Tecnología y Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

*La cantidad de energía que nuestro planeta recibe anualmente del sol es del orden de 1.500 millones de TWh, cantidad muy superior al consumo mundial de energía. El reto que tenemos es convertirla de forma eficiente en energía eléctrica.*

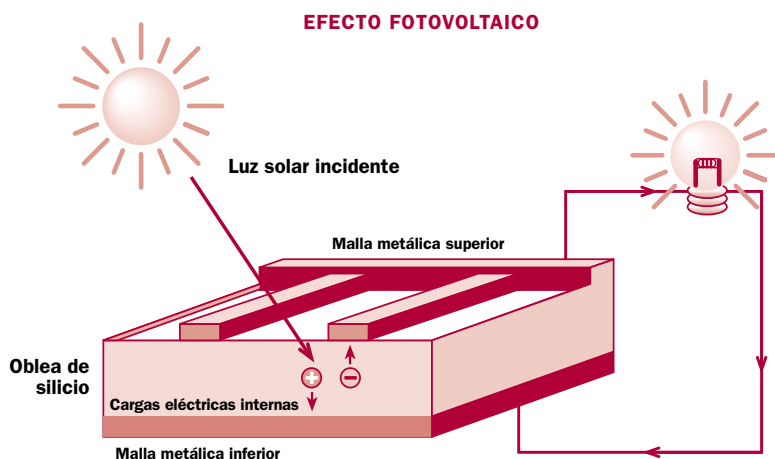


# 2 Tecnología y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica

## 1. Características y conceptos básicos

Los sistemas fotovoltaicos, basándose en las propiedades de los materiales semiconductores, transforman la energía que irradia el sol en energía eléctrica, sin mediación de reacciones químicas, ciclos termodinámicos, o procesos mecánicos que requieran partes móviles.

El proceso de transformación de energía solar en energía eléctrica se produce en un elemento semiconductor que se denomina célula fotovoltaica. Cuando la luz del sol incide sobre una célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido. La tecnología fotovoltaica consigue que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo.



La conexión de células fotovoltaicas y su posterior encapsulado y enmarcado da como resultado la obtención de los conocidos paneles o módulos fotovoltaicos de utilización doméstica e industrial, como elementos generadores eléctricos de corriente continua.

Las instalaciones fotovoltaicas se caracterizan por:

- Su simplicidad y fácil instalación.
- Ser modulares.
- Tener una larga duración (la vida útil de los módulos fotovoltaicos es superior a 30 años).
- No requerir apenas mantenimiento.
- Tener una elevada fiabilidad.
- No producir ningún tipo de contaminación ambiental.
- Tener un funcionamiento silencioso.

Pero para conseguir su plena incorporación a los hábitos de la sociedad, como una solución complementaria a los sistemas tradicionales de suministro eléctrico, es necesario superar ciertas barreras:

*Económicas:* Insistiendo en la reducción de sus costes de fabricación y precio final de la instalación, que podrá derivarse de las innovaciones que se introduzcan y, en gran medida, de las economías de escala que se generen como consecuencia del aumento de la demanda y de los volúmenes de producción.

*Estéticas:* Integrando los elementos fotovoltaicos en los edificios y en los entornos rural y urbano.

*Financieras:* Consiguiendo condiciones de financiación aceptables para abordar la inversión necesaria.

*Administrativas:* Obteniendo el máximo apoyo de las Administraciones Públicas, y clarificándose y agilizándose las tramitaciones necesarias.

## **Conceptos básicos**

Las condiciones de funcionamiento de un módulo fotovoltaico dependen de algunas variables externas como la radiación solar y la temperatura de funcionamiento por ello, para medir y comparar correctamente los diferentes módulos fotovoltaicos, se han definido unas condiciones de trabajo nominales o estándar. Estas condiciones se han normalizado para una temperatura de funcionamiento de 25° C y una radiación solar de 1.000 W/m<sup>2</sup>, y los valores eléctricos con estas condiciones se definen como valores pico.

Teniendo en cuenta que la unidad de potencia eléctrica es el vatio (W) y sus múltiplos el kilovatio (1 kW = 1.000 W) y el megavatio (1 MW = 1.000.000 W), la potencia de un módulo fotovoltaico se expresa en vatios pico (Wp), refiriéndose a la potencia suministrada en las condiciones normalizadas de 25° C de temperatura y 1.000 W/m<sup>2</sup> de radiación solar (irradiancia).

Por otro lado, la energía producida por los sistemas fotovoltaicos es el resultado de multiplicar su potencia nominal por el número de horas pico (no todas las horas con sol tienen la intensidad 1.000 W/m<sup>2</sup> considerada como pico). La energía eléctrica se mide en vatios hora (Wh) y sus múltiplos, en kilovatios hora (1 kWh = 1.000 Wh) y megavatios hora (1 MWh = 1.000.000 Wh).

El número de horas pico de un día concreto se obtendrá dividiendo toda la energía de ese día (en Wh/m<sup>2</sup> entre 1.000 W/m<sup>2</sup>). Para tener una idea, la suma total de la energía que produce el Sol durante un día medio en España es del orden de 4 horas, lo que supone en verano entre 6 y 8 horas dependiendo de la zona y entre 2 y 4 horas durante el invierno según la región.

## 2. Usos y Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica

Hay dos formas de utilizar la energía eléctrica generada a partir del efecto fotovoltaico:

- En instalaciones aisladas de la red eléctrica.
- En instalaciones conectadas a la red eléctrica convencional.

Mientras que en las primeras la energía generada se almacena en baterías para así disponer de su uso cuando sea preciso, en las segundas toda la energía generada se envía a la red eléctrica convencional para su distribución donde sea demandada.

### 2.1 Sistemas aislados de la red eléctrica

Estos sistemas se emplean sobre todo en aquellos lugares 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.

Como los paneles sólo producen energía en las horas de sol y la energía se puede necesitar durante las 24 horas del día, es necesario un sistema de acumulación. Durante las horas de luz solar hay que producir más energía de la que se consume para acumular el exceso y posteriormente poder utilizarlo cuando no se esté generando.

La cantidad de energía que se necesita acumular se calcula en función de las condiciones climáticas de la zona y el consumo de electricidad. De tal manera que en una zona donde haya muchos días soleados al año habrá que acumular poca energía. Si el periodo sin luz es muy largo, hay que acumular más energía.

El número de paneles a instalar debe calcularse teniendo en cuenta:

- la demanda energética en los meses más desfavorables.
- las condiciones técnicas óptimas de orientación e inclinación, dependiendo del lugar de la instalación.

Para optimizar el sistema es necesario calcular correctamente la demanda con el fin de no sobredimensionar la instalación.

Conviene utilizar electrodomésticos e iluminación de bajo consumo, para que de esta manera el sistema sea más económico. Actualmente existe una gran variedad de estos productos de bajo consumo.

## Elementos

Básicamente estos sistemas fotovoltaicos constan de los siguientes elementos:

**Generador fotovoltaico:** Transforma la energía del sol en energía eléctrica y carga las baterías.

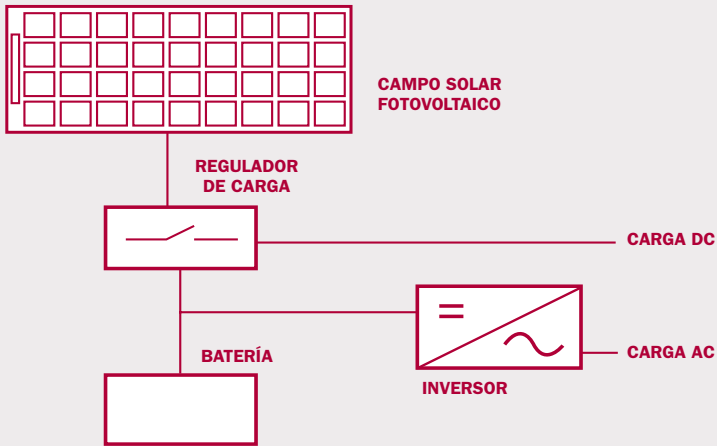
**Regulador de carga:** Controla la carga de la batería evitando que se produzcan sobrecargas o descargas excesivas que disminuyen la vida útil del acumulador. Puede incorporar un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia, que es un dispositivo que aumenta el rendimiento de la instalación.

**Sistema de acumulación. Baterías:** Acumulan la energía entregada por los paneles. Cuando no hay generación solar, la electricidad la proporciona directamente la batería y no los paneles.

**Inversor:** La corriente que generan los paneles o entrega la batería es corriente continua y la mayoría de los electrodomésticos que se comercializan, funcionan con corriente alterna. Por este motivo se utilizan inversores que convierten la corriente continua en alterna.



## ESQUEMA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO



### Mantenimiento

El generador fotovoltaico se estima que tiene una vida útil superior a 30 años, siendo la parte más fiable de la instalación. La experiencia indica que los paneles nunca dejan de producir electricidad, aunque su rendimiento pueda disminuir ligeramente con el tiempo.

Por otro lado, las baterías con un correcto mantenimiento tienen una vida aproximada de diez años.

Las operaciones de mantenimiento son:

- Los paneles que forman el generador apenas requieren mantenimiento, basta limpiarlos con algún producto no abrasivo cuando se detecte suciedad solidificada.
- El regulador de carga no requiere mantenimiento, pero sí necesita ser revisado para comprobar su buen funcionamiento.
- En las baterías se debe controlar que el nivel de agua del electrolito esté dentro de unos límites aceptables. Para reponerlo se utiliza agua desmineralizada o destilada. Se debe revisar su nivel mensualmente en cada uno de los elementos y mantener los bornes de conexión libres de sulfato. La medida de la densidad del electrolito puede avisar de posibles averías. Actualmente existen baterías sin mantenimiento o de electrolito gelificado que no necesitan reposición de agua.
- El inversor no necesita ningún mantenimiento especial, únicamente debe comprobarse su buen funcionamiento.

## Aplicaciones

Las principales aplicaciones de los sistemas aislados de la red eléctrica son:

- *Aplicaciones espaciales*: Desde los orígenes de la aventura espacial los satélites y naves espaciales han utilizado paneles solares fotovoltaicos para alimentar sus equipos electrónicos.
- *Sector de gran consumo*: Calculadoras, relojes, etc.
- *Telecomunicaciones*: Existen multitud de equipos de telecomunicaciones situados en zonas de difícil acceso, alejados de la red eléctrica, alimentados por energía solar fotovoltaica. En estos casos, normalmente, la solución solar es la más económica y fiable. Son ejemplos característicos: Repetidores de televisión, equipos de radio, antenas de telefonía móvil, etc.



Cabina telefónica en la Plaza de Toros de Las Ventas

- *Señalización*: La señalización marítima y terrestre es una de las grandes aplicaciones de los sistemas fotovoltaicos. Así son numerosos los ejemplos en balizamiento de aeropuertos, señalización de carreteras y puertos, etc.
- *Bombeo*: Al estar los pozos alejados de la red eléctrica, el bombeo con energía fotovoltaica es una solución muy adecuada. Estas instalaciones se adaptan muy bien a las necesidades ya que en los meses más soleados, que es normalmente cuando más agua se necesita, es cuando más energía se produce. En estos sistemas el almacenamiento de energía suele ser en forma de energía potencial, bombeando el agua a depósitos elevados.
- *Zonas protegidas*: En parajes naturales, donde por motivos de protección ambiental se recomienda no instalar tendidos eléctricos aéreos, en ocasiones, resulta más rentable utilizar sistemas fotovoltaicos en lugar de tendidos subterráneos o grupos electrógenos que utilizan combustibles fósiles.



---

Sistema  
Fotovoltaicos  
para bombeo  
de agua



---

Planta de tratamiento  
de aguas del Canal  
de Isabel II  
en la Sierra Noroeste  
de Madrid

• *Electrificación de viviendas aisladas:* La distancia del punto de consumo a la red eléctrica puede hacer, en muchos casos, más rentable esta aplicación debido no sólo al coste de instalar el tendido eléctrico sino también a la calidad del suministro eléctrico al evitarse cortes de electricidad, muy frecuentes en lugares aislados.



---

Refugio de montaña en el Puerto  
de Canencia



---

San Martín de Valdeiglesias

• *Alumbrado de calles y carreteras:* La posibilidad de utilizar sistemas de iluminación autónomos de fácil instalación y mínima obra civil hace que sea una solución adecuada en muchas ocasiones.



---

Farola Fotovoltaica en la Casa de Campo



---

Torre de Vigilancia en la Casa de Campo

• *Sistemas centralizados para poblaciones rurales aisladas:* Cuando hay que electrificar una pequeña población rural aislada, la solución más idónea es instalar un sistema centralizado que gestione y distribuya la energía de los habitantes de la pequeña población.

## 2.2 Sistemas conectados a la red eléctrica

En los lugares que disponen de electricidad, la conexión a red de los sistemas fotovoltaicos contribuye a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera. Esta aplicación se ajusta muy bien a la curva de demanda de la electricidad, ya que el momento en que más energía generan los paneles, cuando hay luz solar, es cuando más electricidad se demanda.

En España, la electricidad generada con sistemas fotovoltaicos goza de una tarifa que mejora su rentabilidad económica.

Al instalar un sistema fotovoltaico conectado a la red, se dispone de una minicentral eléctrica que inyecta kWh verdes a la red para que se consuman allí donde sean demandados lo que elimina las pérdidas en transporte de electricidad.

Para que estas instalaciones sean técnicamente viables es necesario:

- *La existencia de una línea de distribución eléctrica cercana con capacidad para admitir la energía producida por la instalación fotovoltaica.*
- *La determinación, con la compañía distribuidora, del punto de conexión.*
- *Proyectar un sistema que incluya equipos de generación y transformación de primera calidad, con las protecciones establecidas y debidamente verificados y garantizados por los fabricantes, de acuerdo a la legislación vigente.*
- *Una instalación eléctrica realizada por un instalador autorizado.*

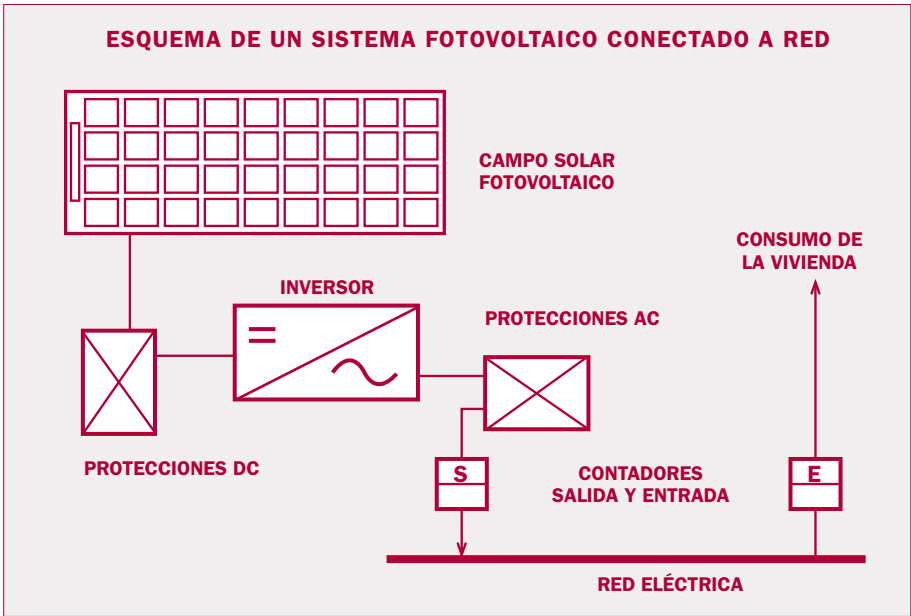
En las instalaciones conectadas a red, el tamaño de la instalación no depende del consumo de electricidad de la vivienda o edificio, lo que simplifica enormemente su diseño. Para dimensionar la instalación es necesario conocer el espacio disponible y la inversión inicial.

Es importante recordar que el consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos. El usuario sigue comprando la electricidad que consume a la distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora de electricidad que puede facturar los kWh producidos a un precio superior.

## Elementos

Los elementos que componen la instalación son:

- **Generador fotovoltaico:** Transforma la energía del sol en energía eléctrica, que se envía a la red.
- **Inversor:** Transforma la corriente continua producida por los paneles en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica.
- **Contadores:** Un contador principal mide la energía producida (kWh) y enviada a la red, para que pueda ser facturada a la compañía a los precios autorizados.



## Mantenimiento

El mantenimiento se reduce a la limpieza de los paneles, cuando se detecte suciedad solidificada, y la comprobación visual del funcionamiento del inversor. La vida media de la instalación se estima superior a treinta años.

## Aplicaciones

Las principales aplicaciones de los sistemas conectados a la red eléctrica son:

*2.2.1 Tejados de viviendas:* Son sistemas modulares de fácil instalación donde se aprovecha la superficie de tejado existente para sobreponer los módulos fotovoltaicos. El peso de los paneles sobre el tejado no supone una sobrecarga para la mayoría de los tejados existentes.

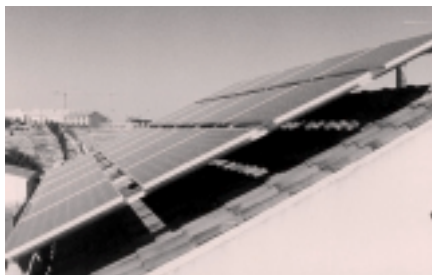
Una instalación de unos 3 kWp que ocupa cerca de 30 m<sup>2</sup> de tejado, inyectaría a la red tanta energía como la consumida por la vivienda media a lo largo del año.

Para ofrecer una solución más económica se están utilizando sistemas prefabricados que reducen notablemente el tiempo de realización de la instalación y aumentan su fiabilidad. Una vez terminada la instalación, el sistema fotovoltaico es un elemento más de la vivienda, aportando una fuente adicional de producción de electricidad y un gran valor ecológico añadido.

Por sus características y la actual reglamentación en España, se prevé que sea la aplicación más extendida en los próximos años.



Polideportivo  
de Torres de  
la Alameda



Centro  
de Salud  
de Torres de  
la Alameda.

*2.2.2 Plantas de producción:* Existen algunos ejemplos de plantas de producción, aunque la mayoría han sido proyectos de demostración. Un ejemplo en Madrid es la planta de 15 kWp en “Los Huertos de Ocio” de la localidad de San Fernando de Henares.

Las plantas de producción de electricidad son aplicaciones de carácter industrial que pueden instalarse en zonas rurales no aprovechadas para otros usos o sobrepuestas en grandes cubiertas de áreas urbanas (aparcamientos, zonas comerciales, áreas deportivas, etc.).

Para aumentar la capacidad de producción de una planta fotovoltaica de producción eléctrica hasta en un 25% se suelen utilizar sistemas de seguimiento del sol.



---

Planta de producción de Tudela (Navarra)



---

Planta de producción de Toledo PV en Toledo



2.2.3 Integración en edificios: En esta aplicación es prioritario el nivel de integración del elemento fotovoltaico en la estructura del edificio.

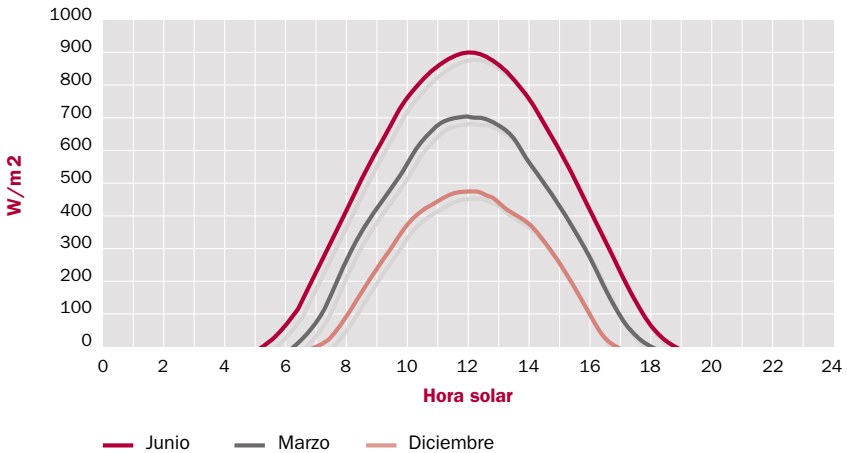
Por integración fotovoltaica debemos entender la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos que incluyen el elemento fotovoltaico, y que por lo tanto son generadores de energía.

Tanto para aplicaciones aisladas de la red eléctrica, como para las conectadas a ella es necesario cuidar la incorporación de los sistemas fotovoltaicos al entorno, rural o urbano. Pero es en las aplicaciones urbanas conectadas a red, en las que se unen exigencias urbanísticas a las motivaciones medioambientales, donde la integración tiene más relevancia.

La demanda de energía del sector terciario en la Unión Europea está creciendo de forma significativa, por lo que la integración de sistemas fotovoltaicos en edificios, con aportaciones energéticas en las horas punta, contribuye a reducir la producción diurna de energía convencional.

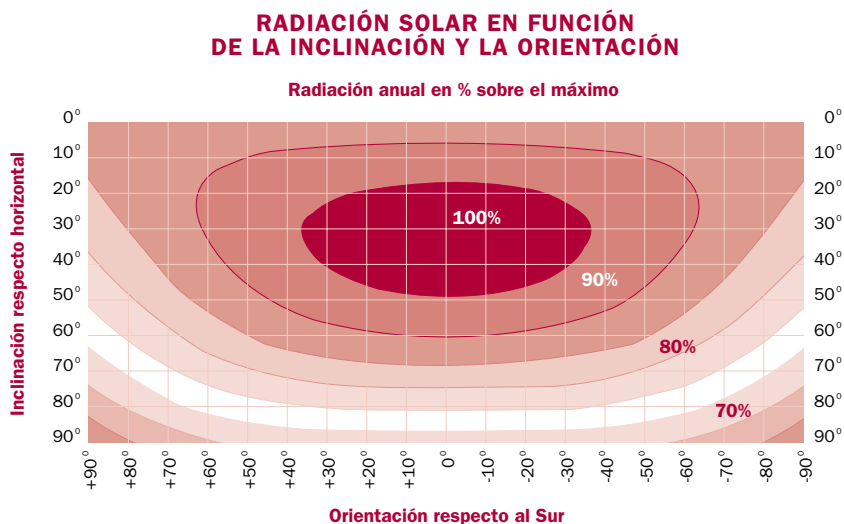
### GRÁFICO DE LA RADIACIÓN SOLAR DIARIA

Para distintos meses



Las aplicaciones de integración en edificios más frecuentes son:

- Recubrimiento de fachadas
- Muros cortina
- Parasoles en fachada
- Pérgolas
- Cubiertas planas acristaladas
- Lucernarios en cubiertas
- Lamas en ventanas
- Tejas



Para conseguir una mejor integración del elemento fotovoltaico en los edificios es necesario tenerlo en cuenta desde el inicio del diseño del edificio. De esta manera se podrá conseguir mejorar el aspecto exterior y el coste del edificio al poderse sustituir elementos convencionales por los elementos fotovoltaicos. A veces es necesario sacrificar parte del rendimiento energético por mantener la estética del edificio.

Para aplicaciones arquitectónicas se utiliza frecuentemente el encapsulado de células convencionales en cristal – cristal.

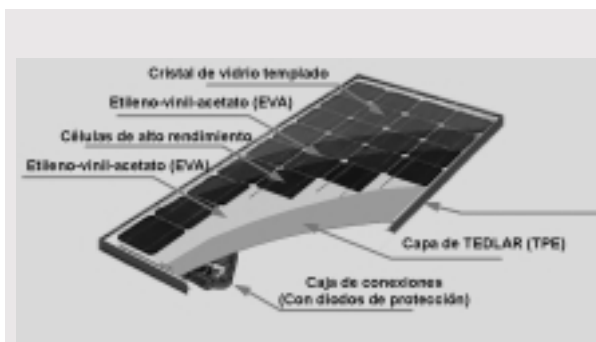
Dichos módulos cristal – cristal son muy apropiados para este tipo de aplicaciones, pues además de cumplir totalmente los requerimientos técnicos y estéticos del diseño, permiten ciertos niveles de semitransparencia que ayudan a aumentar la luminosidad del interior del edificio.



Pista polideportiva del Colegio Nuevo Horizonte de Las Rozas



Instalación Fotovoltaica en Arganda del Rey. Madrid



Módulo  
Fotovoltaico

### 3. Tecnología de los principales componentes de los sistemas solares fotovoltaicos

#### Módulo fotovoltaico

La materia prima para la fabricación de las células fotovoltaicas más utilizada actualmente es silicio, que es el material más abundante en la Tierra después del oxígeno, formando la combinación de ambos el 60% de la corteza terrestre.

Este sistema de producción eléctrica renovable dispone de un combustible infinito, la luz solar, y de una tecnología que utiliza una materia prima prácticamente inagotable.

El silicio utilizado actualmente en la fabricación de las células que componen los módulos fotovoltaicos se presenta en tres formas diferentes:

- a) Silicio monocristalino
- b) Silicio policristalino
- c) Silicio amorfo

**a) Silicio monocristalino.** En este caso el silicio que compone las células de los módulos está compuesto de cristales orientados de la misma forma. La red cristalina es uniforme en todo el material y tiene muy pocas imperfecciones. El proceso de cristalización es complicado y costoso, pero, sin embargo, es el que proporciona la mayor eficiencia de conversión de luz en energía eléctrica.

**b) Silicio policristalino.** No está formado por cristales orientados de la misma forma. El proceso de cristalización no es tan cuidadoso y la red cristalina no es uniforme en todo el material, pudiéndose apreciar las zonas donde los cristales tienen una misma orientación. El proceso de cristalización es más barato que el anterior pero se obtienen rendimientos ligeramente inferiores.

c) **Silicio amorfo.** En el silicio amorfo no hay red cristalina y se obtiene un rendimiento inferior a los de composición cristalina. Sin embargo, posee la ventaja, además de su bajo coste, de ser un material muy absorbente por lo que basta una fina capa para captar la luz solar.

En la tabla siguiente se pueden observar los rendimientos actuales de las diferentes tecnologías de módulos solares en fase de comercialización.

Eficiencia	
Silicio monocristalino	13 - 17 %
Silicio policristalino	11 - 13 %
Silicio amorfo	7 %

También existen otras tecnologías o procesos de aceptable rendimiento, no todas basadas en el silicio, que se encuentran en fase de desarrollo en laboratorio o iniciando su fabricación en pequeñas plantas. Éste es el caso del telurio de cadmio, arseniuro de galio, células bifaciales, etc.

Los paneles solares fotovoltaicos pueden exponerse directamente a la intemperie ya que las partes eléctricas se encuentran aisladas del exterior. Tienen un peso aproximado de 15 kg/m<sup>2</sup> más el peso de la estructura soporte que es de aproximadamente 10 kg/m<sup>2</sup> lo que no supone un exceso de carga para la mayoría de las cubiertas existentes. Es importante a la hora de su colocación y sujeción tener en cuenta el efecto del viento.

## Acumuladores

La naturaleza variable de la radiación solar hace que los sistemas fotovoltaicos aislados incorporen elementos de almacenamiento de energía que permitan disponer de ésta en los periodos en los que no hay radiación solar.

El abanico de posibles acumuladores de energía es grande, pero las actuales disponibilidades del mercado hacen que en los sistemas fotovoltaicos se utilice la acumulación electroquímica, es decir, la batería recargable. Las más utilizadas por precio y prestaciones son las de plomo ácido y las de níquel cadmio.

Dado que los requisitos exigibles a una batería de un sistema fotovoltaico son la resistencia al número de ciclos de carga y descarga y el mantenimiento reducido, es aconsejable utilizar baterías tubulares, con rejilla de aleación de bajo contenido en antimonio, con gran reserva de electrolito y vasos transparentes que facilitan la inspección visual de la batería.

Las baterías deben reciclarse o tratarse al final de su ciclo de vida, de acuerdo con la normativa municipal de eliminación de residuos correspondiente, para evitar contaminaciones causadas principalmente por el plomo.

### **Reguladores de carga**

Su función es regular la carga y la descarga de las baterías. Existen diversas tecnologías comercializadas para aplicaciones fotovoltaicas. Si nos referimos a la forma de conmutación con la batería, encontramos dos tipos de sistemas de regulación: en paralelo, donde el exceso de tensión se controla derivando la corriente a un circuito que disipa la energía sobrante, y en serie, que incorpora interruptores, electromecánicos o electrónicos, que desconectan el generador cuando la tensión excede de un determinado nivel de referencia.

### **Inversores**

Son los elementos que adaptan la energía entregada por el generador fotovoltaico o por las baterías (en forma de corriente continua) a las condiciones requeridas por los diferentes tipos de cargas, ya sean éstas en corriente continua, en corriente alterna o inyección de energía directamente a la red.

Son muchos los tipos de inversores que, utilizando diferentes tecnologías, se comercializan en la actualidad. Existen los que se aplican en sistemas aislados con demandas energéticas variables, que deben ser robustos y eficientes y los empleados en instalaciones conectadas a la red eléctrica, que además se les exige una baja producción de armónicos, su adaptación a cualquier red eléctrica y una generación con alto factor de potencia.



## CAPÍTULO 3

# Rentabilidad Económica de las Instalaciones

*La colaboración de las personas físicas o jurídicas en el desarrollo de la energía fotovoltaica, mediante la compra e instalación de un sistema de generación fotovoltaica, está supeditada a una retribución razonable de la inversión.*





# 3 Rentabilidad económica de las instalaciones

## 1. Consideraciones generales

La demanda social a favor de la energía fotovoltaica se ha traducido en el establecimiento de normativas y ayudas que priman el vertido a la red de toda la electricidad generada con sistemas fotovoltaicos, y que subvencionan a los titulares de este tipo de instalaciones.

En las instalaciones conectadas a red, el esfuerzo financiero realizado en la inversión inicial se ve recompensado por el incentivado precio de venta del kWh de origen solar.

El estudio económico en estos casos se puede realizar con los métodos de análisis de inversiones, siendo uno de los más utilizados, y el que se empleará en este capítulo, el de los años de recuperación de la inversión realizada.

Se considera que un titular de una instalación fotovoltaica quedará recuperar su inversión en diez años o menos, ya que periodos de recuperación superiores son disuasorios, incluso para las personas con alta conciencia medioambiental.

En las instalaciones aisladas, al no poder vender el kWh a terceros, sino que la electricidad limpia generada es para consumo propio, no existe la posibilidad de un flujo de caja a lo largo de la vida de la instalación. Los retornos no son directamente económicos sino que provienen de la satisfacción y utilidad de consumir la electricidad generada. El cálculo económico que se realiza es simplemente el del coste del kWh solar producido.

En instalaciones aisladas, para evaluar la opción fotovoltaica frente a otras opciones se deberá calcular los costes del kWh de todas ellas, teniendo especial cuidado de incorporar todas las partidas.

Por ejemplo, si se compara el coste del kWh fotovoltaico con el de red, habría que añadir en este caso los costes iniciales de llevar la red al lugar de consumo.

## 2. Instalaciones aisladas

Los sistemas fotovoltaicos son soluciones ideales para instalaciones aisladas. Esta alternativa evita el tendido de la línea eléctrica que una el punto de consumo con el de conexión a la red de distribución. Con ello se obvia el impacto ambiental de dicha línea y su coste de inversión, que se puede estimar en 6.000 euros por km, y las autorizaciones y permisos de tendido y paso de la línea eléctrica.

La instalación incluye los paneles fotovoltaicos, la batería de acumuladores que almacena la electricidad excedente en horas diurnas para disponer de ella en horas nocturnas y el inversor de corriente si los consumos son en corriente alterna. A mayor demanda en los periodos sin sol se precisa mayor capacidad de almacenamiento.

El análisis económico genérico de una instalación aislada, se calculará tomando el caso de una instalación de 1.000 Wp, totalmente instalada. Los parámetros económicos para esta potencia son los siguientes:

Inversión inicial	14.000 Euros
Vida útil de la instalación	40 años

Para que la vida de la instalación se pueda considerar de 40 años, se debe tener en cuenta que la batería deberá cambiarse cada cierto número de años, no así los paneles fotovoltaicos u otros elementos de la instalación, los cuales en condiciones normales y con un mantenimiento sencillo, funcionarán durante ese periodo de tiempo.

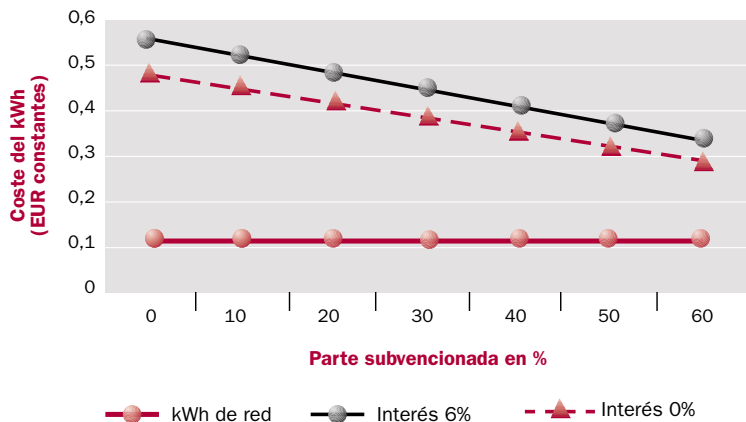
Para un sistema fotovoltaico bien dimensionado cuyo diseño incluye una batería de uso fotovoltaico, se puede considerar:

Cambio de la batería cada	10 años
---------------------------	---------

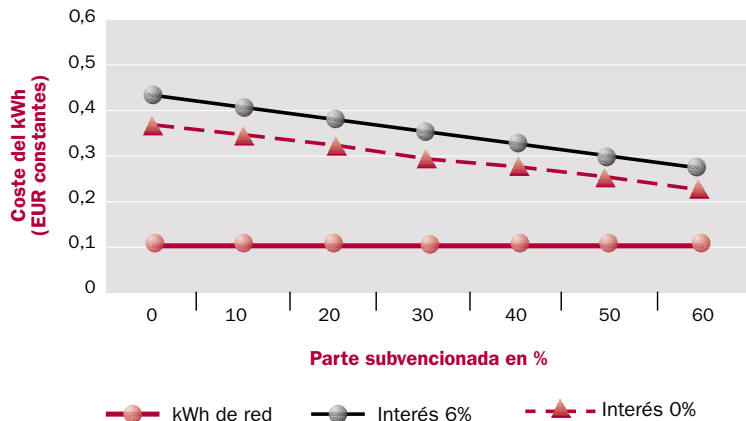
Las horas útiles pico correspondientes a las instalaciones implantadas en la Comunidad de Madrid oscilan entre las 1.100 y las 1.300, en función del emplazamiento, las características técnicas de las mismas e incluso de otras variables como el mantenimiento y seguimiento de la instalación.

En las gráficas que siguen, se ha considerado que los préstamos se devuelven en 7 años, a interés 6% y sin interés, que la tasa de descuento para actualizar los costes es del 4%, y que el titular es un particular y no puede repercutir el IVA, por lo que este impuesto entra en la parte que debe financiarse, ya que el IVA nunca es subvencionable.

**Coste del kWh según subvención e interés del préstamo**  
**Instalación Fotovoltaica aislada de 1 kWp.**  
**(40 años de vida, cambiando la batería cada 10)**  
**INSOLACIÓN EQUIVALENTE: 1.200 horas pico/año**



**Coste del kWh según subvención e interés del préstamo**  
**Instalación Fotovoltaica aislada de 1 kWp.**  
**(40 años de vida, cambiando la batería cada 10)**  
**INSOLACIÓN EQUIVALENTE: 1.500 horas pico/año**



*Para el caso que la parte no subvencionada se cubra con fondos propios, la gráfica del coste del kWh coincide con la correspondiente a cubrirla con préstamos con interés cero. Se incluye en las gráficas, a efectos comparativos, el coste total del kWh si se tuviera acceso a la red eléctrica de Baja Tensión.*

### 3. Instalaciones conectadas a la red eléctrica

La retribución de la electricidad generada por los sistemas fotovoltaicos varía según la potencia de las instalaciones:

- Las instalaciones de menos de 100 kW de potencia reciben por cada kWh inyectado a red, una retribución durante los primeros 25 años de un 575% de la Tarifa Media de Referencia (TMR), que para el año 2004 es de 7,2072 céntimos de euro, y durante el resto de la vida de la instalación un 460% de la TMR, lo que equivale a que durante los primeros 25 años de la instalación el kWh se puede vender a 41,44 céntimos de euro y a 33,15 céntimos de euro el resto de los años de vida de la instalación.
- Las instalaciones de más de 100 kW de potencia pueden elegir entre recibir una retribución fija o acudir al mercado libre para vender la energía generada. En instalaciones que no lleguen a la consideración de centrales, es ventajosa la primera opción, por la que cada kWh inyectado a 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, lo que equivale a que durante los primeros 25 años de la instalación el kWh se puede vender a 21,62 céntimos de euro y a 17,30 céntimos de euro el resto de los años de vida de la instalación.
- Esta tarifa la pagan en último término todos los consumidores de electricidad en España, que pagan un porcentaje infinitesimal de su facturación eléctrica para este propósito.

Para el cálculo de la tarifa se considera como potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal la suma de las potencias de los inversores instalados.

Asimismo, para fomentar estas aplicaciones las Administraciones Públicas establecen ayudas a fondo perdido a la inversión inicial.



Instalación  
fotovoltaica

### *3.1. Instalaciones con potencia inferior a 5 kW conectadas a la red*

Las instalaciones menores de 5kW son instalaciones pequeñas realizadas por un particular o pequeña empresa en sus casas o locales. Su coste de inversión se estima alrededor de 7 euros/Wp instalado.

Normalmente estas instalaciones aprovechan las estructuras de las viviendas y edificios, colocando sobre ellas paneles fotovoltaicos que vierten a la red toda la electricidad producida.

El cálculo de la superficie de paneles a instalar puede seguir dos criterios distintos:

Instalaciones a medida, ocupando la máxima estructura disponible, siempre que reúnan las adecuadas condiciones técnicas y de orientación.

Instalaciones estándar, propuestas por los diferentes instaladores, a fin de minimizar el precio específico de la instalación.

Estas instalaciones, menores de 5 kW conectadas a la red, no se pueden acoger a programas de ayuda a la inversión que gestiona la Dirección General de Industria, Energía y Minas. Sin embargo, sí que pueden acogerse a los programas de ayuda del IDAE.

### *3.2. Instalaciones con potencia entre 5 kW y 100 kW conectadas a la red*

Las instalaciones entre 5 y 100 kWp, son instalaciones de tamaño medio, al que pertenece el grupo de instalaciones integradas en edificios y condicionadas por el diseño arquitectónico del mismo. Su coste de inversión se estima alrededor de 6,5 euros/Wp instalado. (Para las aplicaciones integradas, en el coste total del edificio existirá un ahorro debido a la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por elementos fotovoltaicos integrados).

La incorporación de instalaciones fotovoltaicas de potencia superior a 5 kW, en edificios, hoteles, oficinas, complejos deportivos, etc., supone aportaciones de electricidad en las horas punta que, en muchos casos, coincide con la punta de demanda de esos mismos edificios.

Se plantea el análisis económico siguiente:

Para una instalación de una potencia instalada total de 10 kWp,

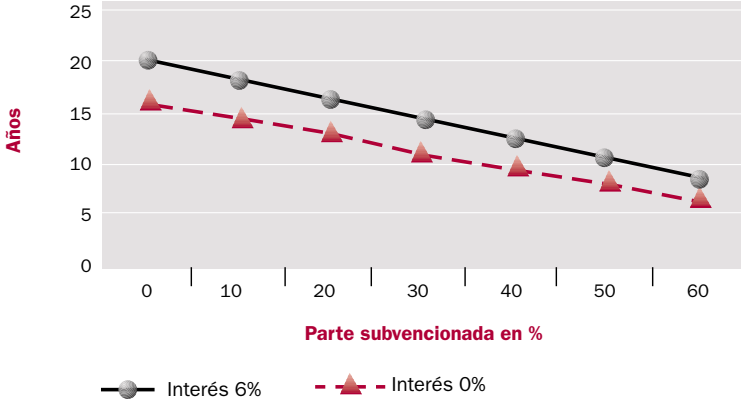
Inversión inicial	69.000 Euros
Producción de electricidad (con insolación útil de 1.200 horas pico)	12.000 kWh

Estas instalaciones, al igual que las instalaciones aisladas de cualquier potencia, se pueden acoger a programas de ayuda a la inversión que gestiona la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid, que estudia las solicitudes y las características de los proyectos, decidiendo la financiación y subvenciones aplicables en cada caso.

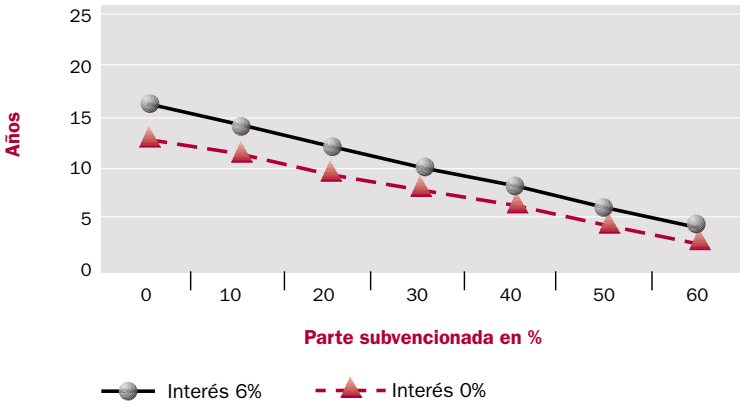
Para el análisis económico de estas instalaciones se establecen los siguientes supuestos:

No se consideran costes de mantenimiento, los préstamos son a devolver en 7 años, al interés 6% o sin interés, la tasa de descuento para actualizar los ingresos y costes es del 4%, y el titular recupera el IVA, como muy tarde tras el primer año de funcionamiento de la instalación.

**Años de retorno de la inversión según subvención e interés del préstamo  
 Instalación Fotovoltaica conectada de 10kWp.  
 INSOLACIÓN EQUIVALENTE: 1.200 horas pico/año**



**Años de retorno de la inversión según subvención e interés del préstamo  
 Instalación Fotovoltaica conectada de 10kWp.  
 INSOLACIÓN EQUIVALENTE: 1.500 horas pico/año**



### 3.3. Instalaciones con potencia superior a 100 kW conectadas a la red

Las instalaciones consideradas grandes (con potencia superior a los 100 kW) y las Centrales (con potencia superior a 1 MW) les corresponden un precio de venta del kWh cedido a la red de 21,62 céntimos de euro durante los primeros 25 años de la instalación, y de 17,30 céntimos de euro el resto.

Aunque por su tamaño se puede conseguir un precio total instalado inferior al de las instalaciones menores de 100 kW, el menor valor de la retribución hace que las rentabilidades disminuyan considerablemente.

Se pueden considerar dos tipos de instalaciones de más de 100 kW:

- Instalaciones grandes entre 100 kW y 1 MW, no integradas en edificios, de valor típico 300 kW. El coste de la instalación es de 6 euros/Wp instalado.
- Centrales de mayor potencia, plantas de varios megavatios, con costes del orden de 4,8 euros/Wp instalado para una central de 3 MW.

La rentabilidad de estas instalaciones, calculada con la bonificación de los primeros 25 años, suponiendo una insolación equivalente de 1.200 horas pico, que no hay gastos de mantenimiento y que la parte no subvencionada se cubre con recursos propios, se indican en la tabla que termina este capítulo.

#### CUADRO DE RENTABILIDAD PARA INSTALACIONES CONECTADAS A RED

Potencia instalada (kWp)	Inversión a realizar (€)	Precio venta cent. €/kWh	RENTABILIDAD	
			Subvención	Periodo amortización
3 kWp	21.000	41,4414	0%	15 años
30 kWp	207.000	41,4414	20%	11 años
			40%	9 años
			60%	7 años
300 kWp	1.800.000	21,6216	20%	20 años
			40%	15 años
			60%	12 años
3 MWp	14.400.000	21,6216	20%	15 años
			40%	12 años
			60%	8 años



## CAPÍTULO 4

# La Energía Solar Fotovoltaica en los Planes de Desarrollo

*El respeto por el medio ambiente se ha discutido en la Unión Europea en numerosas ocasiones, pero es realmente a partir de los años ochenta cuando se incluye en el Acta Única Europea.*



# 4 La energía solar fotovoltaica en los planes de desarrollo

## 1. Planes europeos relativos a la energía solar fotovoltaica

A partir de la década de los ochenta se desarrolla una intensa actividad normativa en la materia, haciendo más evidente la relación entre el incremento de producción industrial, el consumo de energía y la protección ambiental.

Así, a finales de 1997, fue adoptado por la Comisión Europea “El Libro Blanco de las Energías Renovables”, cuyo objetivo es definir las líneas de actuación para que las energías renovables lleguen a representar el 12% de la energía primaria consumida en la Unión Europea en el año 2010.

Una parte esencial para conseguir este objetivo es “La campaña de despegue”. Esta campaña no pretende más que acelerar el desarrollo de la estrategia global en los primeros años.

El objetivo fijado para la energía solar fotovoltaica, principalmente enfocado hacia instalaciones conectadas a la red incorporadas a la estructura de edificios, es:

Para el año 2010: 3 GWp instalados

La tecnología fotovoltaica debe ser considerada no solamente en función de su aportación energética, sino además y muy principalmente debe ir acompañando conceptos relacionados con el uso racional de la energía en edificios y considerada como parte del esfuerzo por reducir el consumo energético.

## 2. Planes nacionales relativos a energía solar fotovoltaica

En España, con unos datos conservadores frente a sus posibilidades reales, se prevé pasar de los 27 MWp actualmente instalados a más de 135 MWp para el año 2010. El marco de referencia para cumplir estas previsiones viene establecido por la Ley del Sector Eléctrico 54/1997, cuyo principal objetivo es la liberalización del sector eléctrico en España, el Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre, la Resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas (BOE de 21 de mayo de 2001), y el Plan de Fomento de las Energías Renovables y elaborado en su día por la Secretaría de Estado de Industria y Energía del Ministerio de Economía y el Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético – IDAE, y recientemente el importante Real Decreto 436/2004 de 12 de marzo que sustituye al RD 2818/1998. (Ver Anexo III).

El Consejo de Ministros, de 30 de diciembre de 1999, aprobó, en cumplimiento de la disposición transitoria decimosexta de la Ley del Sector Eléctrico, el Plan de Fomento de las Energías Renovables para el periodo 2000/2010 plasmando el compromiso del Gobierno español con el desarrollo del aprovechamiento energético de los recursos renovables.

Los objetivos del Plan, establecidos de acuerdo con la referida Ley 54/1997, señalan que en el año 2010, España deberá alcanzar el 12% del total de su demanda de energía con fuentes renovables, lo que supone que más del 17% de la electricidad se generará con energías renovables, y duplicar la participación de este tipo de recursos energéticos, respecto a la existente en 1998. Con ello, además, se da respuesta a una serie de compromisos internacionales adquiridos por el Estado Español en el marco del Protocolo de Kyoto y de conformidad con las directrices contempladas en el “Libro Blanco de las Energías Renovables” de la Unión Europea.

El objetivo que el Plan de Fomento fija, en concreto, para el sector de la energía solar fotovoltaica es:

- Nuevas instalaciones aisladas: 20 MWp
- Nuevas instalaciones conectadas a la red: 115 MWp
- Total: 135 MWp

Este objetivo se repartiría por regiones según se refleja a continuación:

## Objetivos de potencia instalada (MWp) al año 2010

CC.AA.	Conectada	Aislada	Total
Andalucía	11,50	4,00	15,50
Aragón	5,75	1,20	6,95
Asturias	3,45	0,40	3,85
Baleares	6,90	0,40	7,30
Comunidad Valenciana	9,20	1,20	10,40
Canarias	5,75	1,00	6,75
Cantabria	3,45	0,40	3,85
Castilla-La Mancha	3,45	2,00	5,45
Castilla y León	9,20	2,40	11,60
Cataluña	14,95	1,00	15,95
Extremadura	4,60	1,60	6,20
Galicia	4,60	1,60	6,20
La Rioja	3,45	0,40	3,85
Madrid	12,65	0,40	13,05
Murcia	3,45	0,80	4,25
Navarra	6,90	0,80	7,70
Pais Vasco	5,75	0,40	6,15
<b>Total</b>	<b>115,00</b>	<b>20,00</b>	<b>135,00</b>

Fuente: Plan de fomento de las energías renovables

Dichos objetivos se marcan teniendo en cuenta ese potencial y atendiendo a la realidad que afecta a este sector, con una capacidad productiva elevada que se destina a la exportación y elevados costes de inversión. Sus líneas prioritarias de actuación son:

- Integración en edificios.
- Desarrollo y normalización de kits estándar para pequeñas aplicaciones.
- Investigación y desarrollo de tecnologías de lámina delgada.
- Mejoras en el desarrollo de los inversores.
- Desarrollo de tecnologías de concentración.

Para la consecución de dichos objetivos se proponen las siguientes medidas e incentivos:

- Apoyo público a la inversión.
- Subvención y financiación de actuaciones de investigación y desarrollo.

- Desgravación fiscal a la inversión.
- Desarrollo de un reglamento de instalaciones fotovoltaicas.
- Simplificación de las condiciones administrativas y técnicas para la conexión a red.
- Regulación del carnet de instalador.
- Acreditación de “empresa instaladora”.
- Creación del carnet de mantenedor de instalaciones.
- Campaña de concienciación ciudadana.
- Acción ejemplarizante de las Administraciones Públicas.
- Líneas específicas de financiación preferente.
- Promoción de proyectos piloto de aplicación.

Según las conclusiones de dicho Plan, se considera que en España existe un potencial para la energía solar fotovoltaica de 2.300 MWp instalados, de los cuales 300 MWp serían de aplicaciones aisladas y 2.000 MWp de aplicaciones conectadas a la red.

### **3. Objetivos para la Comunidad de Madrid en energía solar fotovoltaica**

En la Comunidad de Madrid, de acuerdo con el Plan de Fomento de las Energías Renovables en España, se prevé pasar de una potencia actual instalada con energía solar fotovoltaica del orden de 1 MWp, a cerca de 15 MWp para el año 2010. Esta previsión es conservadora para las posibilidades de la Comunidad y hay interés, por parte de la Administración Autonómica, en superarla.

Las iniciativas que con este fin se están poniendo en marcha son:

*Ayudas Públicas a la inversión.*

*Campañas de concienciación y divulgación.*

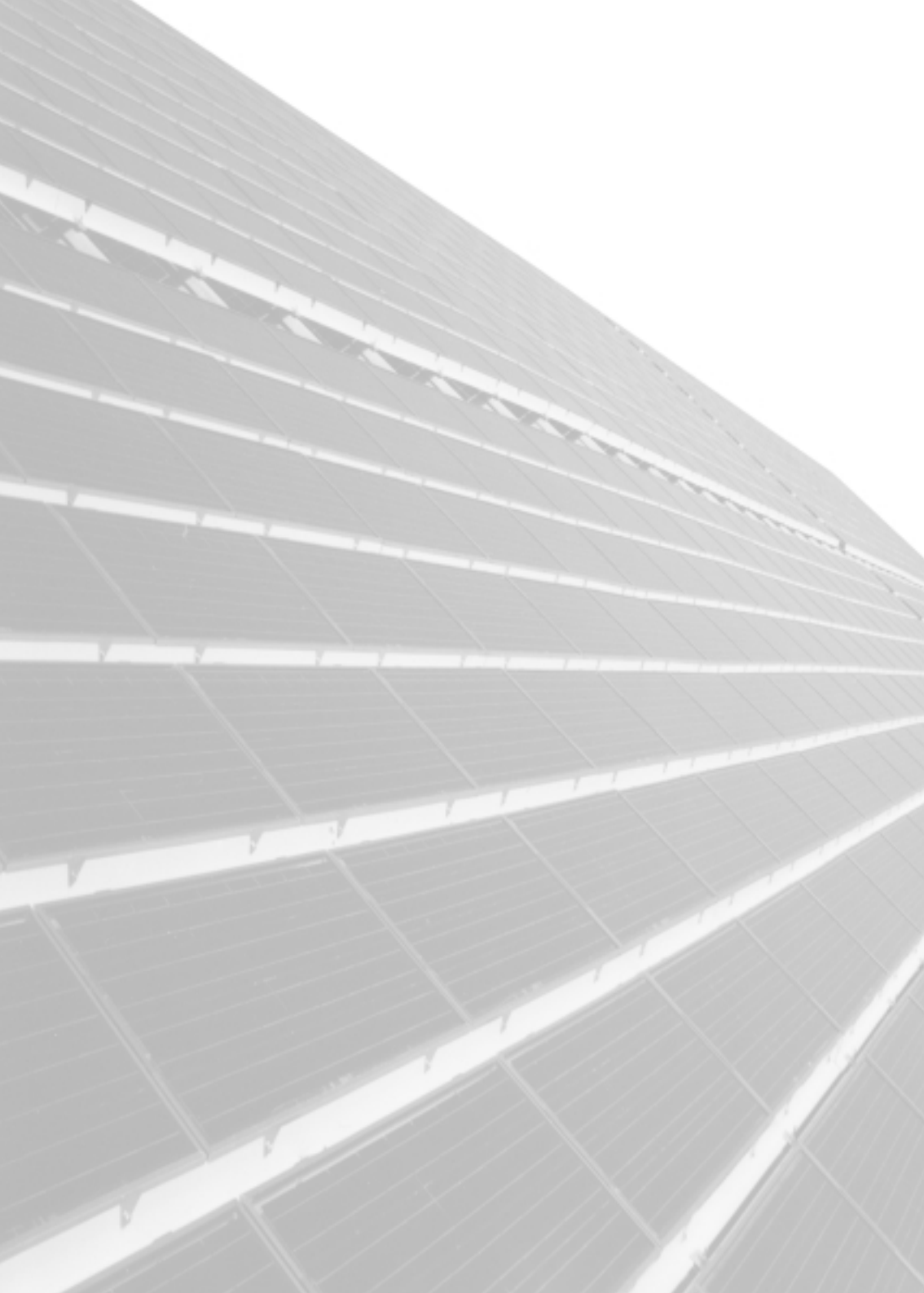
*Realización de acciones ejemplarizantes e instalaciones piloto.*

*Apoyo tecnológico a los fabricantes regionales de equipos y a las empresas instaladoras.*

ANEXO I

# Empresas del Sector Fotovoltaico







# I Empresas del sector fotovoltaico

## I.1. FABRICANTES EN LA COMUNIDAD DE MADRID

- BP SOLAR, con fábricas en Tres Cantos y San Sebastián de los Reyes, produce células y paneles solares además de desarrollar proyectos integrales. [www.bpsolar.com](http://www.bpsolar.com)
- ENERTRÓN, ubicada en el Municipio de Torres de la Alameda, está dedicada a la fabricación de equipos de electrónica de potencia para instalaciones fotovoltaicas. [www.enertron.net](http://www.enertron.net)
- SOLENER, ubicada en el Distrito de Villaverde Alto, en Madrid, dedicada a la fabricación de componentes electrónicos del sistema fotovoltaico. [www.solener.com](http://www.solener.com)

## I.2. FABRICANTES EN ESPAÑA

Además de los recogidos en el epígrafe anterior, ubicados en la Comunidad de Madrid, los fabricantes españoles más relevantes en el sector fotovoltaico son:

- ATERSA, radicada en Valencia, fabrica células y paneles además de equipos electrónicos. [www.ateresa.com](http://www.ateresa.com)
- ECOTECNIA, fabricante de sistemas híbridos. [www.ecotecnia.com](http://www.ecotecnia.com)
- GAMESA SOLAR, con fábrica de módulos en Aznalcóllar, Sevilla. [www.gamesa.es](http://www.gamesa.es)
- INGETEAM, con ubicación en Pamplona, fabrica inversores, sistemas de monitorización y otros equipos electrónicos para instalaciones fotovoltaicas. [solar@p.ingeteam.es](mailto:solar@p.ingeteam.es)
- ISOFOTÓN, que se ubica en Málaga, fabrica células y paneles. [www.isofoton.es](http://www.isofoton.es)

- LEIGER, fabricante de seguidores. [www.leiger.es](http://www.leiger.es)
- ROBOTIKER, fabricante de paneles señalizadores. [www.robotiker.es](http://www.robotiker.es)
- SAFT NIFE, ubicada en el País Vasco proporciona baterías fotovoltaicas de Ni-Cd. [www.saft.es](http://www.saft.es)
- SILIKEN, fabricante de módulos en la Comunidad Valenciana. [www.siliken.com](http://www.siliken.com)
- TFM, localizada en Barcelona y especializada en la integración de la fotovoltaica en edificios, fabrica paneles cristal – cristal específicos para esta aplicación. [www.tfm.es](http://www.tfm.es)
- TUDOR, que desde sus instalaciones de Zaragoza fabrica acumuladores de plomo ácido para aplicaciones aisladas de energía solar fotovoltaica. [www.exide.com](http://www.exide.com)

### **I.3. PRINCIPALES EMPRESAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID**

#### **AARÓN ENERGÍA DE DISEÑO, INGENIEROS**

C/ Puerto Rico,17, Bajo Izda. 28016 Madrid  
Tel.: 915 191 666. Fax: 914 151 269  
[www.aaron-solar.com](http://www.aaron-solar.com)

#### **ABASOL**

C/ Cerro Blanco, 16. 28026 Madrid  
Tel.: 914 693 210. Fax: 914 690 128  
[www.abasol.com](http://www.abasol.com)

#### **AESOL**

Avda. de Europa, 10, 1ª Plta. Parque Empresarial La Moraleja.  
28108 Alcobendas. Madrid  
Tel.: 916 63 22 65. Fax: 916 63 06 85  
[www.aesol.es](http://www.aesol.es)

#### **AET-ALBASOLAR**

C/ Golfo de Salónica, 25. 28033 Madrid  
Tel.: 913 836 470. Fax: 917 669 308  
[www.aet-albasolar.com](http://www.aet-albasolar.com)

---

### **AGRASOLAR**

Pº de Santa María de la Cabeza, nº 18. 28045 Madrid  
Tel.: 915 276 100. Fax: 915 272 705  
[www.agrasolar.com](http://www.agrasolar.com)

---

### **AMERICANA DE PROYECTOS**

C/ Federico Salmón, 8. 28016 Madrid  
Tel.: 913 530 430. Fax: 913 594 307  
[www.sufi.es](http://www.sufi.es)

---

### **ARQUISOL**

C/ Cardenal Herreria Oria, 285. 28035 Madrid  
Tel. y Fax: 917 389 046  
[www.censolar.es/arquisol.htm](http://www.censolar.es/arquisol.htm)

---

### **ATERSA**

C/ Embajadores, 187, 3ª Plta. 28045 Madrid  
Tel.: 915 178 452. Fax: 914 747 467  
[www.atersa.com](http://www.atersa.com)

---

### **AVANZALIA ENERGÍAS RENOVABLES**

C/ Saturno, 1. 28760 Tres Cantos (Madrid)  
Tel.: 90 22 33 30 0. Fax: 902 223 246  
[www.avanzalia.net](http://www.avanzalia.net)

---

### **BENDER IBERIA**

C/ Albasanz, 75-1F. 28037 Madrid  
Tel.: 913 751 202. Fax: 913 756 150  
[www.bender-es.com](http://www.bender-es.com)

---

### **B.P. SOLAR ESPAÑA**

P. I. Tres Cantos, s/n. Zona Oeste. 28760 Tres Cantos (Madrid)  
Tel.: 918 071 600. Fax: 918 071 601  
[www.bpsolar.com](http://www.bpsolar.com)

---

### **CENSOLAR**

C/ Costa Rica, 13, 4º A-2. 28016 Madrid.  
Tel.: 913 506 216. Fax: 913 459 312  
[www.censolar.org](http://www.censolar.org)

---

### **ECOFYS**

Avda. de las Orquídeas, 25. 28770 Colmenar Viejo. Madrid  
Tel. y Fax: 918 48 63 82.  
[www.ecofys.com](http://www.ecofys.com)

---

### **ELECNOR**

Pza. Manuel Gómez Moreno, s/n. Edificio “Bronce” 6ª Plta.  
28020 Madrid  
Tel.: 915 550 464. Fax: 915 550 067  
[www.elecnor.com](http://www.elecnor.com)

---

### **ENECOL**

C/ Ferraz 80, 4º izda. 28008 Madrid  
Tel.: 917 580 059. Fax: 915 487 432  
[enecol@enecol.com](mailto:enecol@enecol.com)

---

### **ENERPAL**

C/ Cea Bermúdez, 14 B, 4ºB. 28003 Madrid  
Tel.: 915 545 171. Fax: 915 545 171  
[www.enerpal.com](http://www.enerpal.com)

---

### **ENERMAN**

C/ Ríos Rosas, 32. 28003 Madrid  
Tel.: 914 445 903. Fax: 914 477 527  
[www.enerman.es](http://www.enerman.es)

---

### **ENERSUN**

C/ Cerro Minguete, 49. 28035 Madrid  
Tel.: 914 504 524. Fax: 914 506 009  
[www.enersun.es](http://www.enersun.es)

---

### **ENERTRÓN**

C/ Amsterdam, s/n. 28813 Torres de la Alameda (Madrid)  
Tel.: 918 858 634. Fax: 918 868 070  
[www.enertron.net](http://www.enertron.net)

---

### **ESABEMA**

C/ Comunidad de Madrid, 37. Burgo Centro II.  
28230 Las Rozas. Madrid.  
Tel.: 608 615 211. Fax: 916 371 567  
[jlaguirre@esirozas.com](mailto:jlaguirre@esirozas.com)

---

### **EUROPHONE SOLAR**

P. I. San Marcos. C/ Marie Curie, 1. 28906 Getafe (Madrid)  
Tel.: 915 302 176. Fax: 915 280 804  
[www.europhone2000.es](http://www.europhone2000.es)

### **EXPLORACIONES NAVALAENCINA**

C/ Guzmán el Bueno, 123. 28003 Madrid  
Tel.: 629 138 709. Fax: 915 495 528  
jgtrujillo@terra.es

### **GAMESA SOLAR**

C/ Velázquez, 159 Planta Baja. 28002 Madrid  
Tel.: 915 158 890. Fax: 915 158 892  
www.gamesa.es

### **GENERACIONES ESPECIALES I**

C/ Serrano Galvache, 56, 1ª Pta. 28033 Madrid  
Tel.: 917 819 353. Fax: 913 997 902  
sinae@h-c.es

### **GRUPO EUROCLIMA**

C/ Getafe 10. 28950 Moraleja de Enmedio (Madrid)  
Tel.: 916 004 075 Fax: 916 005 116  
www.euroclimamadrid.com

### **IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSULTORÍA**

Avda. de Burgos, 8B. Edificio Génesis. 28036 Madrid  
Tel.: 913 838 207. Fax: 917 675 434  
www.iberinco.es

### **INGENIERÍA Y PROYECTOS VIENTO, SLU**

C/ Ricardo León, 43. 28250 Torrelodones. (Madrid)  
Tel.: 918 593 045. Fax: 918 593 045  
www.personal3.iddeo.es/iypviento

### **INGENNIO - ENERGY SOLUTIONS**

C/ Ferraz, 31. 28008 Madrid  
Tel.: 915 488 182. Fax: 915 488 183  
www.ingennio.com

### **INSTALACIONES DÁVILA**

C/ Ramón y Cajal, 12. 28650 Cenicientos (Madrid)  
Tel.: 918 642 976. Fax: 918 642 976  
www.instalacionesdavila.com

## **INSTALACIONES Y TÉCNICAS SOLARES**

C/ La Mocha Chica. Local 45. 28692  
Villafranca del Castillo (Madrid)  
Tel.: 902 502 579. Fax: 918 151 796  
[www.instalacionesolares.com](http://www.instalacionesolares.com)

## **ISOFOTÓN**

C/ Montalbán, 9 - 2º Izda. 28014 Madrid  
Tel.: 915 312 625. Fax: 915 311 007  
[www.isofoton.es](http://www.isofoton.es)

## **J.H. ROERDEN**

C/ Alberto Alcocer, 38 - 7º. 28016 Madrid  
Tel.: 914 579 128. Fax: 914 586 046  
[www.jhroerden.es](http://www.jhroerden.es)

## **LONJAS TECNOLÓGICA**

C/ Zurbano, 73 - 5º Ext. Dcha. 28010 Madrid  
Tel.: 914 519 700. Fax: 914 429 117  
[www.lonjastec.es](http://www.lonjastec.es)

## **MGH**

Polígono Industrial San Sebastián, nave 28  
28500 Arganda del Rey (Madrid)  
Tel.: 615 832 012. Fax: 918 714 524  
[mgh@mghelectricidad.com](mailto:mgh@mghelectricidad.com)

## **MERCANTIL INTERCONTINENTAL**

C/ Ramón y Cajal, 22.  
P. I. Nuestra Señora de Butarque. 28914 Leganés. Madrid  
Tel.: 915 894 100. Fax: 915 894 111  
[www.abm.es](http://www.abm.es)

## **MONTREAL MONTAJES Y REALIZACIONES**

Torre Urbis C/ Ombú, 3 Planta 12. 28045 Madrid  
Tel.: 915 061 780. Fax: 914 680 916  
[www.montreal.es](http://www.montreal.es)

## **PASOVISION**

Pº del Pinar, 43 . 28230 Las Rozas (Madrid)  
Tel.: 917 192 946  
[www.windports.com](http://www.windports.com)



---

### **SEGURPAK**

C/ Hacienda de Pavones, 245(local). 28030 Madrid  
Tel.: 913 712 444. Fax: 913 712 444  
[www.censolar.es/segurpak.htm](http://www.censolar.es/segurpak.htm)

---

### **SIELEC**

Polígono “Los Olivos”. 28909 Getafe (Madrid)  
Tel.: 916 848 080. Fax: 916 291 445  
[www.sielec.com](http://www.sielec.com)

---

### **SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE**

C/ General Diaz Porlier 88, 3º. 28006 Madrid  
Tel.: 913 096 234 Fax: 914 028 221  
[idthmadrid@telefonica.net](mailto:idthmadrid@telefonica.net)

---

### **SOLARTEC**

C/ Melilla, 49-B. 28005 Madrid  
Tel.: 915 179 025. Fax: 915 179 025  
[www.solartec.org](http://www.solartec.org)

---

### **SOLENER**

Avda. Real de Pinto, 146; Salida 7 - M-45.  
Villaverde Alto 28021 Madrid  
Tel.: 915 050 062. Fax: 915 050 079  
[www.solener.com](http://www.solener.com)

---

### **SUMINISTROS SOLARES**

Avda. del Manzanares, 34. 28011 Madrid  
Tel.: 913 641 362. Fax: 913 645 218  
[www.sumsol.es](http://www.sumsol.es)

---

### **SUNTECHNICS**

Avda. Real de Pinto, 79, 2ª Plta. 28021 Madrid  
Tel.: 917 100 444. Fax: 917 100 443  
[www.SunTechnics.com](http://www.SunTechnics.com)

---

### **TAJOSOLAR-EASA**

C/ Raso de la Estrella s/n, nave 1. 28300 Aranjuez (Madrid)  
Tel.: 918 923 002. Fax: 918 922 640  
[www.tajosolar.com](http://www.tajosolar.com)

---

### **TAU SOLAR**

C/ Santa Matilde, 4. 28039 Madrid  
Tel.: 914 503 846. Fax: 914 501 816  
[www.tausolar.com](http://www.tausolar.com)

---

### **TFM ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

C/ La Lonja, 11 Bis, 2º A. 28230 Las Rozas (Madrid)  
Tel.: 916 377 654. Fax: 916 372 608  
[www.tfm.es](http://www.tfm.es)

---

### **TÉCNICA Y PROYECTOS. TYPSPA**

Pza. Del Liceo, 3. 28043 Madrid  
Tel.: 917 227 300. Fax: 913 881 686  
[www.typspa.es](http://www.typspa.es)

---

### **TUDOR**

Valle de Tobalina, 32 - Naves 1, 2 y 9  
“Polígono Industrial de Villaverde Alto”. 28021 Madrid  
Tel.: 917 100 420. Fax: 917 985 111  
[www.eixide.com](http://www.eixide.com)

---

### **VIESSMANN**

C/ Sierra Nevada, 13. Área Empresarial Andalucía  
28320 Pinto (Madrid)  
Tel.: 916 497 400. Fax: 916 497 399  
[www.viessmann.com](http://www.viessmann.com)

---

### **WAGNER SOLAR**

Pº de la Florida, 29. 28008 Madrid  
Tel.: 915 592 091. Fax: 915 420 417  
[www.wagner-solar.com](http://www.wagner-solar.com)

---

### **XCG CONSULTORES**


Avda. Menéndez Pelayo, 6. 28009 Madrid  
Tel.: 915 783 566. Fax: 914 316 898  
[www.xcg.com](http://www.xcg.com)

---

### **YULECTRIC**

Avda. de Madrid, 30. 28680 Madrid  
Tel.: 918 610 490. Fax: 918 612 657  
[www.yulectric.com](http://www.yulectric.com)





ANEXO II

# Legislación aplicable a todo el Estado Español

*La publicación en el BOE el pasado 27 de marzo de 2004 del RD 436/2004, que hace referencia a la nueva metodología de tarifas para la producción de energía eléctrica en régimen especial, abre nuevas expectativas a la producción de energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos conectados a red.*



# II Legislación aplicable a todo el Estado Español

## **1 RD 436/2004 DE 12 DE MARZO DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA. ENERGÍA ELÉCTRICA EN RÉGIMEN ESPECIAL. RESUMIDA POR LA ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA.**

### *1. Introducción*

Este Real Decreto es aplicable a todas las instalaciones de producción mediante cogeneración (categoría a), que utilicen como energía primaria las energías renovables no consumibles, biomasa o cualquier tipo de biocarburante (categoría b), que utilicen residuos con valoración energética como energía primaria (categoría c), o instalaciones que utilicen la cogeneración para el tratamiento y reducción de residuos de los sectores agrícolas (categoría d).

Dentro de la categoría b, en el grupo b1, se incluyen las instalaciones que utilicen como energía primaria la energía solar, y dentro de este grupo está el subgrupo b.1.1. que son las instalaciones que únicamente utilicen como energía primaria la solar fotovoltaica (Artículo 2).

La Asociación de la Industria Fotovoltaica, ASIF, ha redactado este resumen específico que se enfoca en las instalaciones de este subgrupo.

Este Real Decreto, junto con el RD 1663/2000 y la Resolución de 31 de mayo 2001 de la actual Dirección General de Política Energética y Minas, del Ministerio de Economía, forman el núcleo legislativo referente a las instalaciones de energía solar fotovoltaica (y en cuanto a los instaladores fotovoltaicos, el núcleo legislativo es el RD2224/1998 de 16 de octubre y el RD 1506/2003 de 28 de noviembre).

El RD 436/2004 deroga al RD 2818/1998 de 23 de diciembre por el que se había dirigido hasta ahora el régimen jurídico y económico de la actividad de producción de la energía solar fotovoltaica (en adelante FV).

El RD 436/2004 estipula que todas las instalaciones que estuvieran acogidas al RD 2818/1998, pasan automáticamente a regirse por el nuevo régimen (Disposición transitoria segunda).

## *2. Objetivos y ámbito del Real Decreto en lo relativo a la energía solar fotovoltaica.*

El Real Decreto 436/2004 (en adelante RD) tiene dos objetivos fundamentales:

1. Actualizar y refundir el régimen jurídico que afecta a la energía solar fotovoltaica.
2. Establecer un régimen económico objetivo y duradero para esta energía.

El ámbito de aplicación del RD comprende todas las instalaciones FV de producción de energía eléctrica conectadas a red.

## *3. Potencia de la instalación*

La potencia nominal de la instalación fotovoltaica será la del inversor en su parte de corriente alterna. A efectos de la consideración de potencia para la determinación del régimen económico se considerarán que pertenecen a una única instalación, las instalaciones que viertan su energía a un mismo inversor con tensión de salida igual a la de la red de distribución. En el caso de ser varios los inversores de un titular que conecten a un mismo punto (misma red de distribución alimentada desde un mismo transformador), se considerará la potencia de la instalación como la suma de las potencias de los inversores de ese titular. Por el contrario, si son de distintos titulares, la potencia de la instalación será la del inversor o suma de inversores de cada titular (Artículo 3).

Coherente con lo anterior, cuando varias instalaciones de producción en régimen especial compartan conexión, la energía medida se asignará a cada instalación (Artículo 21).

## *4. Competencias administrativas*

La autorización administrativa para la construcción, modificación y reconocimiento de instalación acogida al régimen especial corresponde a los órganos de las Comunidades Autónomas con competencia en la materia. Este RD establece que, en caso de que la Comunidad Autónoma en donde estuviesen ubicadas las instalaciones no contase con competencias en la materia, o dichas instalaciones estuviesen ubicadas en más de una Comunidad, la autorización citada correspondería a la Dirección General de Política Energética y Minas del antiguo Ministerio de Economía (Artículo 4, 5 y 6)

## *5. Procedimiento y tramitación de solicitudes*

Los titulares o explotadores de las instalaciones de producción que pretendan acogerse al régimen especial deberán solicitar la inclusión de la misma ante la Administración competente acreditando, además del tipo de instalación, las principales características técnicas y de funcionamiento. (Artículo 7 y 8).

## *6. Registro Administrativo*

Las instalaciones solares fotovoltaicas deberán ser inscritas obligatoriamente en el “Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial” dentro del Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica a que se refiere el artículo 2.1.4 de la Ley del Sector Eléctrico 54/1997, dependiendo del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (anteriormente de Economía). Esta sección permitirá el adecuado seguimiento al Régimen Especial, y específicamente la gestión y el control de la percepción de los incentivos y primas, tanto en lo relativo a la potencia instalada, como a la evolución de la energía producida, la energía cedida a la red y la energía utilizada. (Artículo 9).

Sin perjuicio de lo previsto anteriormente, las Comunidades Autónomas gestionarán los correspondientes registros territoriales, con la adecuada coordinación entre ellas y la propia Dirección General del Ministerio de Industria (Artículo 10).

La inscripción en este Registro constará de dos fases: una previa y una definitiva.

### *Inscripción previa (Artículo 11):*

Se producirá de oficio, una vez que haya sido otorgada por la Comunidad Autónoma la condición de instalación de producción acogida al Régimen Especial. Con este objeto la Comunidad Autónoma competente deberá dar traslado en el plazo de un mes de esta resolución o de la inscripción de la instalación en el registro autonómico, a la Dirección General de Política Energética y Minas.

La formalización de la inscripción, dará lugar a un número de identificación en el registro que será comunicado a la Comunidad Autónoma, para que ésta proceda a su notificación al interesado. La notificación será efectuada por la propia Dirección General de Política Energética y Minas, cuando ésta resulte competente.

Esta inscripción previa será cancelada si en el plazo de dos años desde su notificación al interesado, éste no ha solicitado la inscripción definitiva (Artículo 13).

### *Inscripción definitiva (Artículo 12):*

Se dirigirá al órgano correspondiente de la Comunidad Autónoma competente, o en su caso, a la Dirección General de Política Energética y Minas. Será acompañada del contrato firmado con la empresa distribuidora.

Esta solicitud podrá presentarse simultáneamente con la solicitud del acta de puesta en marcha de la instalación.

La Comunidad Autónoma competente deberá comunicar en el plazo de un mes la resolución por la que se le otorga dicha condición, o bien proporcionar los datos para que la inscripción sea efectuada en el registro de la Dirección General de Política Energética y Minas, por ser este organismo el que tenga la competencia. En este caso, la inscripción definitiva será comunicada a la Comunidad Autónoma, para que ésta proceda a su notificación al solicitante y a la empresa distribuidora.

La inscripción definitiva de la instalación será necesaria para la aplicación, a dicha instalación, del régimen económico regulado en este RD (Artículo 15).

La energía eléctrica que pudiera haberse vertido a la red con anterioridad a la inscripción definitiva en el Registro, como consecuencia del funcionamiento en pruebas, será retribuida al 50% de la tarifa media de referencia de ese año. Dicho funcionamiento en pruebas deberá ser autorizado previamente, y su duración no será superior a tres meses (Artículo 15).

## *7. Actualización de la documentación*

Los titulares de las instalaciones inscritas en el registro citado con anterioridad, han de realizar periódicamente una actualización de la documentación. Para ello deberán enviar durante el primer trimestre de cada año, al órgano que autorizó la instalación, una memoria resumen según formato que indica el propio RD (Artículo 14 y Anexo IV).

## *8. Cancelación*

La cancelación de la inscripción en el Registro procederá en caso de cese de la actividad como instalación de producción en régimen especial, revocación por el órgano competente del reconocimiento como instalación acogida al régimen especial o por revocación de la autorización de la instalación (Artículo 16).

## *9. Contrato con la empresa distribuidora (Artículo 17)*

El titular entregará la energía eléctrica que produzca a la empresa distribuidora más próxima (Artículo 21).

El titular de la instalación de producción acogida al régimen especial y la empresa distribuidora suscribirán un contrato, según el modelo establecido en la Resolución de 31 de mayo 2001 de la actual Dirección General de Política Energética y Minas, que tendrá una duración mínima de 5 años, y que incluirá como mínimo:

- El punto de conexión y medida, indicando las características de los equipos de control, conexión, seguridad y medida.
- Características de la energía cedida (potencia, previsiones de producción, consumo, venta, compra, etc.).
- Causas de rescisión o modificación del contrato.
- Condiciones económicas.
- Condiciones de explotación de la interconexión.

- Cobro de la energía entregada por el titular a la distribuidora, que deberá producirse dentro de los treinta días posteriores a la emisión de la factura correspondiente. Transcurrido este plazo comenzarán a devengarse intereses de demora, que serán el interés legal del dinero incrementado 1,5 puntos.

La empresa distribuidora tendrá la obligación de suscribir este contrato en el plazo de un mes a partir de la definición del punto y condiciones de conexión.

La factura de energía eléctrica cedida a la empresa distribuidora y que reflejará la totalidad de la energía producida por la instalación FV, podrá realizarse mensualmente, en el modelo aprobado por la Dirección General de Política Energética y Minas en la mencionada Orden.

### *10. Condiciones de la conexión a la red (Disposición transitoria tercera)*

La potencia total de la instalación FV conectada a la línea no superará el 50% de la capacidad de la línea en el punto de conexión, definida como la capacidad térmica de diseño de la línea en dicho punto y del 50% de la capacidad del transformador de distribución de la red a la que conecta.

El titular solicitará el punto y condiciones de conexión que a su juicio sean los más apropiados, y el punto final de conexión se establecerá de mutuo acuerdo entre el titular y la empresa distribuidora (Disposición transitoria tercera, punto 2). Esta redacción del RD 436/2004 supone más flexibilidad que la redacción anterior, artículo 22 del RD 2818/98 que indicaba explícitamente que la medida se efectuaría inmediatamente antes del límite de conexión con la empresa distribuidora.

Así pues, el titular solicitará a la empresa distribuidora el punto que considere más apropiado, y la empresa distribuidora notificará al titular la aceptación en el plazo de un mes o justificará otras alternativas. El titular en caso de no aceptar las alternativas, solicitará al órgano competente de la Comunidad Autónoma la resolución de la discrepancia, que deberá producirse en el plazo máximo de tres meses. Los gastos de las instalaciones necesarias para la conexión serán a cargo del titular de la instalación de producción.

La energía suministrada a la red de la empresa distribuidora deberá tener un factor de potencia cercano a la unidad ( $>0,9$ ).

La instalación deberá contar con un equipo de medida de energía eléctrica que pueda permitir su facturación y control de acuerdo con este RD. Si la medida se efectúa con una configuración que incluya el cómputo de pérdidas de energía, el titular y la empresa distribuidora deberán establecer un acuerdo para cuantificar dichas pérdidas, acuerdo que deberá quedar reflejado en el contrato (Artículo 21).

Si el órgano competente apreciase circunstancias en la red de la empresa distribuidora adquirente que impidieran técnicamente la absorción de la energía producida, fijará un plazo para subsanarlas. Los gastos de las modificaciones en la red serán a cargo del titular de la instalación FV, salvo que no fuesen para su uso exclusivo, en cuyo caso correrán a cargo de ambas partes de mutuo acuerdo. En caso de discrepancias resolverá el órgano de la Administración competente.

Los titulares que tengan sistemas en paralelo conectados a la red general, lo harán en un solo punto, salvo circunstancias justificadas y autorizadas por la Administración competente en cada CC. AA.

Aún cuando se trate de titulares distintos, siempre que sea posible se procurará que varias instalaciones productoras utilicen las mismas instalaciones de evacuación de la energía eléctrica.

## *11. Otros derechos y obligaciones de los titulares (Artículo 18 y 19)*

Los titulares de las instalaciones FV tendrán los siguientes derechos:

- Conectar en paralelo su sistema a la red de la compañía eléctrica distribuidora.
- Transferir al sistema a través de la compañía distribuidora de electricidad toda su producción de energía eléctrica FV, siempre que técnicamente sea posible su absorción por la red, y percibir por ello los incentivos o prima previstos en el RD.

Los titulares de las instalaciones FV tendrán las siguientes obligaciones:

- Entregar toda la energía en las condiciones técnicas apropiadas para no producir trastornos en el normal funcionamiento del sistema.
- Si la instalación es superior a 10 MW y no optan por acudir al mercado, se deberá comunicar a la distribuidora a partir del 1 de enero de 2005, una previsión de la energía eléctrica que se cederá a la red en los 24 periodos de cada día con al menos 30 horas de anticipación al inicio de ese día.

## *12. Régimen económico*

Para las instalaciones de hasta 100 kW, la retribución del kWh cedido a la red durante los primeros 25 años de vida de la instalación, será del 575% de la Tarifa Media Regulada (TMR) y 460% de la TMR durante el resto de la vida de la instalación (Art. 22.1.a y Art. 33), es decir se retribuirá por un precio fijo o tarifa regulada.

Para las instalaciones mayores de 100 kW, la retribución que obtienen los productores por la cesión de energía puede ser de dos formas, a elección del titular, con posibilidad de cambiar si se cambia de opinión:

La primera forma es como la anterior, un precio por el kWh cedido fijo (tarifa regulada) (Art. 22.1.a y Art. 33) del 300% de la TMR, los primeros 25 años, y 240% de la TMR durante el resto de la vida de la instalación.

La segunda es acudir al mercado eléctrico (Art. 22.1.b y Art. 33), en cuyo caso se retribuiría al Precio de Venta de la Electricidad (PVE) más una prima del 250% de la TMR más un incentivo del 10% de la TMR durante 25 años, y durante el resto de la vida de la instalación, se retribuiría al PVE más una Prima del 200% de la TMR más un incentivo del 10% de la TMR.

La TMR para el año 2004 la indica el propio RD y es de 7,2072 céntimos de Euro (Disposición adicional sexta).



Estas condiciones pueden cambiar cuando se hayan instalado en España 150 MW en energías renovables o de régimen especial (Art. 33), así mismo se revisará la retribución, incentivos y primas, el 31 de diciembre de 2006, y cada cuatro años a partir de esta fecha. Si las condiciones se revisan, entrarán en vigor el 1 de enero del segundo año posterior al año de la revisión, sin retroactividad para las instalaciones ya instaladas antes de este 1 de enero (Art. 40).

Los fallos en la predicción de la energía eléctrica fotovoltaica inyectada a red en los que incurran las instalaciones superiores a 10 MW que deban realizar la predicción, tendrá un coste del 10 % de la TMR correspondientes a la energía suma de desviaciones por encima de la tolerancia, que para la predicción fotovoltaica es del 20% (Art. 31).

### *13. Vigencia*

Este Real Decreto entró en vigor el día 28 de marzo de 2004.

## **2 REAL DECRETO 1663/2000 DE 29 DE SEPTIEMBRE DE 2000 SOBRE CONEXIÓN DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS A LA RED DE BAJA TENSIÓN**

La Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico establece los principios de un nuevo modelo de funcionamiento basado en la libre competencia, impulsando también el desarrollo de instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial.

El Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración, desarrolla la Ley en este aspecto, estableciendo un nuevo marco de funcionamiento para este tipo de fuentes energéticas, entre las que se encuentra la energía solar fotovoltaica.

En ese Real Decreto se recogen, entre otros aspectos, el procedimiento de inclusión de una instalación de producción de energía eléctrica en el régimen especial, su régimen económico o las condiciones de entrega de la energía eléctrica producida en esas instalaciones. En relación con el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas, se establece en el artículo 20.1 que las instalaciones que únicamente utilicen como energía primaria, energía solar, tendrán normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas específicas respecto de las restantes instalaciones de régimen especial, respetando, en todo caso, los criterios generales que allí se recogen.

De acuerdo con ello, el objeto de la presente disposición es efectuar el desarrollo de la Ley 54/1997, mediante el establecimiento de las condiciones administrativas y técnicas básicas de conexión a la red de baja tensión de las instalaciones solares fotovoltaicas, teniendo en cuenta sus especiales características y con la finalidad de establecer una regulación específica que permita el desarrollo de esa actividad.

Por último en esta norma se declara el carácter básico de la misma, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 149.1.25ª de la Constitución que atribuye al Estado la competencia para dictar las bases del régimen minero y energético.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Economía, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 29 de septiembre de 2000.

DISPONGO

### **CAPÍTULO I**

#### **ÁMBITO DE APLICACIÓN Y DEFINICIONES**

##### *ARTÍCULO 1. Ámbito de aplicación*

El presente Real Decreto será de aplicación a las instalaciones fotovoltaicas de potencia nominal no superior a 100 kVA y cuya conexión a la red de distribución se efectúe en baja tensión. A estos efectos, se entenderá por conexión en baja tensión aquella que se efectúe en una tensión no superior a 1 kV.

## ARTÍCULO 2. *Definiciones*

1. A los efectos del presente Real Decreto, se entenderá por:

- a) Instalaciones fotovoltaicas: aquéllas que disponen de módulos fotovoltaicos (FV) para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún tipo de paso intermedio.
- b) Instalaciones fotovoltaicas interconectadas: aquéllas que normalmente trabajan en paralelo con la red de la empresa distribuidora.
- c) Línea y punto de conexión y medida: la línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de la red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.
- d) Interruptor automático de la interconexión: dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de la interconexión.
- e) Interruptor general: dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.
- f) Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal: es la suma de la potencia de los inversores que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

A los efectos de lo previsto en el Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración, y en el Decreto 2413/1993, de 20 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, la potencia nominal será considerada como potencia instalada.

- g) Titular de la instalación: Persona física o jurídica que ostenta legalmente los derechos y obligaciones derivados de la inclusión de la instalación en el régimen especial de producción de energía eléctrica, pudiendo ser, de acuerdo con el Real Decreto 2818/1998, el propietario, el arrendatario o el titular de cualquier otro derecho que le vincule con la explotación de la instalación.

2. Los instaladores autorizados para las instalaciones a que se refiere este Real Decreto, así como el procedimiento para la obtención del correspondiente certificado de profesionalidad, son los regulados en el Real Decreto 2224/1998, de 16 de octubre, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de instalador de sistemas fotovoltaicos y eólicos de pequeña potencia, sin perjuicio de la normativa autonómica que resulte de aplicación.

En tanto no se desarrolle el Real Decreto 2224/1998 se aplicará el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre.

*NOTA de ASIF: el citado R.D. 2224/1998 a que se refiere en su último párrafo, ha quedado ya desarrollado mediante el nuevo R.D. 1506/2003, de 28 de noviembre, por el que se establecen las directrices de los certificados de profesionalidad.*

## CAPÍTULO II

### CONEXIÓN DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS A LA RED DE BAJA TENSIÓN

#### *ARTÍCULO 3. Solicitud*

El titular de la instalación o, en su caso, el que pretenda adquirir esta condición, solicitará a la empresa distribuidora el punto y condiciones técnicas de conexión necesarias para la realización del proyecto o documentación técnica de la instalación, según corresponda en función de la potencia instalada. La solicitud se acompañará de la siguiente información:

- Nombre, dirección, teléfono u otro medio de contacto.
- Situación de la instalación.
- Esquema unifilar de la instalación, que podrá tomar como base el recogido en el anexo de este Real Decreto.
- Punto propuesto para realizar la conexión.
- Características técnicas de la instalación entre las que se incluirá la potencia pico del campo de paneles y potencia nominal de la instalación; descripción, modos de conexión y características del inversor o inversores; y descripción de los dispositivos de protección y elementos de conexión previstos.

En el caso de que resulte necesaria la presentación de alguna documentación adicional, la empresa distribuidora la solicitará en el plazo de 10 días a partir de la recepción de la solicitud, justificando la procedencia de tal petición.

#### *ARTÍCULO 4. Determinación de las condiciones técnicas de la conexión*

1. En el plazo de un mes a partir de la recepción de la solicitud, la empresa distribuidora notificará al solicitante su propuesta relativa a las condiciones de conexión, incluyendo, al menos, los siguientes extremos:
  - A) Punto de conexión y medida propuesto.
  - B) Tensión nominal máxima y mínima de la red en el punto de conexión.
  - C) Potencia de cortocircuito esperada en explotación normal en el punto de conexión.
  - D) Potencia nominal máxima disponible de conexión en ese punto, en relación con la capacidad de transporte de la línea o, en su caso, con la capacidad de transformación del centro de transformación.

- E) En el caso de que el punto de conexión y medida para la cesión de energía por parte del titular de la instalación sea diferente del de recepción, informe justificativo de esta circunstancia.
2. En el caso de que la potencia nominal máxima disponible de conexión sea inferior a la potencia de la instalación fotovoltaica, la empresa distribidora deberá determinar los elementos concretos de la red que precisa modificar para igualar ambas potencias. Los gastos de las modificaciones irán a cargo del titular de la instalación, salvo que no fueran exclusivamente para su servicio, en cuyo caso se repartirían de mutuo acuerdo. En caso de discrepancia la Administración competente resolverá en un plazo máximo de tres meses desde que le fuera solicitada su intervención.
  3. Si la empresa distribidora no efectuase la notificación en plazo a que se refiere este artículo, el interesado podrá solicitar la intervención de la Administración competente que procederá al requerimiento de la remisión de los datos mencionados. La Administración competente dará traslado de esta información al titular de la instalación.

La falta de requerimiento de los datos solicitados en un plazo de quince días a partir de la notificación de su reclamación por parte de la Administración competente podrá considerarse infracción administrativa, de acuerdo con los artículos 60.11 y 61.1 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

4. La propuesta efectuada por la empresa distribidora sobre el punto y condiciones de conexión, mantendrá su vigencia durante el plazo de un año desde la fecha de notificación al titular de la instalación.
5. En caso de disconformidad con las condiciones propuestas por la empresa distribidora, el solicitante podrá, de acuerdo con el artículo 20.2 del Real Decreto 2818/1998, dirigirse a la Administración competente para que ésta proceda a la resolución de la discrepancia estableciendo las condiciones que las partes habrán de respetar. La resolución deberá producirse en el plazo máximo de tres meses a contar desde que le fuera solicitada.

Para la resolución del conflicto se atenderá preferentemente al criterio de originar el menor coste posible al titular de la instalación, cumpliendo los requisitos técnicos establecidos.

### *ARTÍCULO 5. Celebración del contrato.*

1. El titular de la instalación y la empresa distribidora suscribirán un contrato por el que se regirán las relaciones técnicas y económicas entre ambos. El modelo de contrato tipo será el establecido por la Dirección General de Política Energética y Minas, de acuerdo con lo previsto en el artículo 17 del Real Decreto 2818/1998.
2. Una vez acordado el punto y las condiciones de conexión, la empresa distribidora tendrá la obligación de suscribir este contrato en el plazo máximo de un mes desde que para ello fuese requerida por el solicitante.
3. Cualquier discrepancia sobre el contrato que se vaya a suscribir, será resuelta por la Administración competente en el plazo máximo de un mes, desde la solicitud de intervención de una de las partes.

## *ARTÍCULO 6. Conexión a la red y primera verificación*

1. Una vez superadas las pruebas de la instalación realizadas por el instalador autorizado, éste emitirá un boletín de características principales de la instalación y de superación de dichas pruebas.

Si para la realización de pruebas fuera necesaria conectar la instalación fotovoltaica a la red, esta conexión tendrá carácter provisional debiéndose comunicar a la empresa distribuidora.

2. Una vez realizada la instalación, suscrito el contrato y tramitado el boletín de superación de las pruebas de la instalación, el titular de la instalación podrá solicitar a la empresa distribuidora la conexión a la red, para lo que será necesaria la presentación del boletín.
3. La empresa distribuidora podrá realizar en cualquier momento una primera verificación en aquellos elementos que afecten a la regularidad y seguridad de suministro, por la que percibirá del titular de la instalación, el pago de los derechos previstos en la normativa vigente.
4. Transcurrido un mes desde la solicitud de conexión a la red sin que se opongán reparos por la empresa distribuidora, el titular de la instalación podrá efectuar la conexión con la red de distribución.
5. La empresa distribuidora remitirá al órgano competente de la Administración, con copia a la Comisión Nacional de Energía, durante el primer mes de cada año una relación de las instalaciones puestas en servicio durante el año anterior en su ámbito territorial, con expresión para cada una de ellas del titular, emplazamientos y potencia pico y nominal.
6. Si como consecuencia de la verificación, la empresa distribuidora encontrase alguna incidencia en los equipos de interconexión o en la propia instalación informará, si procede, al titular de la instalación sobre las mismas, concediéndole un período suficiente para que proceda a solucionarlas.
7. En caso de disconformidad, el titular de la instalación o la empresa distribuidora podrán solicitar las inspecciones precisas y la decisión del órgano correspondiente de la Administración competente, que en el caso de que la conexión con la red de distribución no se haya realizado, deberá resolver en un plazo máximo de un mes desde que se formule dicha solicitud.

## *ARTÍCULO 7. Obligaciones del titular de la instalación*

1. El titular de la instalación fotovoltaica es responsable de mantener la instalación en perfectas condiciones de funcionamiento, así como de los aparatos de protección e interconexión.

Las empresas distribuidoras podrán proponer a la Administración competente para su aprobación, programas de verificaciones de los elementos de instalaciones que puedan afectar a la regularidad y seguridad en el suministro, para ser realizados por ellas mismas, sin perjuicio de otros programas de verificaciones que puedan establecerse por las autoridades competentes en el ejercicio de sus competencias.

Estas verificaciones dentro del programa de verificaciones que las empresas distribuidoras podrán voluntariamente proponer, serán a cargo de las mismas.

2. En el caso de que se haya producido una avería en la red o una perturbación importante relacionada con la instalación y justificándolo previamente, la empresa distribuidora podrá verificar la instalación sin necesidad de autorización previa de la autoridad competente. A estos efectos se entenderá por perturbación importante aquella que afecte a la red de distribución haciendo que el suministro a los usuarios no alcance los límites de calidad del producto establecidos para este caso por la normativa vigente.
3. En el caso de que una instalación fotovoltaica perturbe el funcionamiento de la red de distribución, incumpliendo los límites establecidos de compatibilidad electromagnética, de calidad de servicio o de cualquier otro aspecto recogido en la normativa aplicable, la empresa distribuidora lo comunicará a la Administración competente y al titular de la instalación, al objeto de que por éste se proceda a subsanar las deficiencias en el plazo máximo de 72 horas.

Si transcurrido dicho plazo persisten las incidencias, la empresa distribuidora podrá proceder a la desconexión de la instalación, dando cuenta de forma inmediata a la Administración competente. En este supuesto, una vez eliminadas las causas que provocan las perturbaciones, para proceder a la conexión de la instalación a la red el titular de la instalación deberá presentar a la empresa eléctrica y a la Administración competente la justificación correspondiente firmada por un técnico competente o un instalador autorizado, según proceda, en la que, en su caso, se describirá la revisión efectuada.

En caso de falta de acuerdo, entre el titular de la instalación y la empresa distribuidora respecto a la existencia y la causa de las perturbaciones, podrá someterse el conflicto por una de las partes a la Administración competente para que por ésta se resuelva en el plazo de un mes.

4. El titular de la instalación deberá disponer de un medio de comunicación que ponga en contacto, de forma inmediata, los centros de control de la red de distribución con los responsables del funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas.

## CAPÍTULO III

### CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A LA RED EN BAJA TENSIÓN

#### *ARTÍCULO 8. Condiciones técnicas de carácter general*

1. El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas a que se refiere el presente Real Decreto no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que, de acuerdo con la disposición adicional única del presente Real Decreto, resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

2. En el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la empresa distribuidora o por haber actuado alguna protección de la línea, las instalaciones fotovoltaicas no deberán mantener tensión en la línea de distribución.
3. Las condiciones de conexión a la red se fijarán en función de la potencia de la instalación fotovoltaica, con objeto de evitar efectos perjudiciales a los usuarios con cargas sensibles.
4. Para establecer el punto de conexión a la red de distribución se tendrá en cuenta la capacidad de transporte de la línea, la potencia instalada en los centros de transformación y las distribuciones en diferentes fases de generadores en régimen especial provistos de inversores monofásicos.
5. En el circuito de generación hasta el equipo de medida no podrá intercalarse ningún elemento de generación distinto del fotovoltaico, ni de acumulación o de consumo.
6. En el caso de que una instalación fotovoltaica se vea afectada por perturbaciones de la red de distribución, se aplicará la normativa vigente sobre calidad del servicio.

#### *ARTÍCULO 9. Condiciones específicas de interconexión*

1. Se podrán interconectar instalaciones fotovoltaicas en baja tensión siempre que la suma de sus potencias nominales no exceda de 100 kVA. La suma de las potencias de las instalaciones en régimen especial conectadas a una línea de baja tensión no podrá superar la mitad de la capacidad de transporte de dicha línea en el punto de conexión, definida como capacidad térmica de diseño de la línea en dicho punto. En el caso de que sea preciso realizar la conexión en un centro de transformación, la suma de las potencias de las instalaciones en régimen especial conectadas a ese centro no podrá superar la mitad de la capacidad de transformación instalada para ese nivel de tensión. En caso de desacuerdo será de aplicación lo previsto en el artículo 4.5 de este Real Decreto.
2. Si la potencia nominal de la instalación fotovoltaica a conectar a la red de distribución es superior a 5 kW, la conexión de la instalación fotovoltaica a la red será trifásica. Dicha conexión se podrá realizar mediante uno o más inversores monofásicos de hasta 5 kW, a las diferentes fases, o directamente un inversor trifásico.
3. En la conexión de una instalación fotovoltaica, la variación de tensión provocada por la conexión y desconexión de la instalación fotovoltaica no podrá ser superior al 5 por 100 y no deberá provocar, en ningún usuario de los conectados a la red la superación de los límites indicados en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
4. El factor de potencia de la energía suministrada a la empresa distribuidora debe ser lo más próximo posible a la unidad. Las instalaciones fotovoltaicas conectadas en paralelo con la red deberán tomar las medidas necesarias para ello o, en su caso, llegar a un acuerdo sobre este aspecto con la empresa distribuidora.



## ARTÍCULO 10. Medidas y facturación

1. Cuando existan consumos eléctricos en el mismo emplazamiento que la instalación fotovoltaica, éstos se situarán en circuitos independientes de los circuitos eléctricos de dicha instalación fotovoltaica y de sus equipos de medida. La medida de tales consumos se realizará con equipos propios e independientes que servirán de base para su facturación.

El contador de salida tendrá capacidad de medir en ambos sentidos, y en su defecto se conectará entre el contador de salida y el interruptor general, un contador de entrada. La energía eléctrica que el titular de la instalación facturará a la empresa distribuidora, será la diferencia entre la energía eléctrica de salida menos la de entrada a la instalación fotovoltaica. En el caso de instalación de dos contadores no será necesario contrato de suministro para la instalación fotovoltaica.

Todos los elementos integrantes del equipo de medida, tanto los de entrada como los de salida de energía, serán precintados por la empresa distribuidora.

El instalador autorizado sólo podrá abrir los precintos con el consentimiento escrito de la empresa distribuidora. No obstante, en caso de peligro pueden retirarse los precintos sin consentimiento de la empresa eléctrica; siendo en este caso obligatorio informar a la empresa distribuidora con carácter inmediato.

2. La colocación de los contadores y de los equipos de medida y en su caso de los dispositivos de conmutación horaria que se pudieran requerir, y las condiciones de seguridad estarán de acuerdo a la MIE BT 015.

Los puestos de los contadores se deberán señalar de forma indeleble, de manera que la asignación a cada titular de la instalación quede patente sin lugar a confusión. Además se indicará, para cada titular de la instalación, si se trata de un contador de entrada de energía procedente de la empresa distribuidora o de un contador de salida de energía de la instalación fotovoltaica.

Los contadores se ajustarán a la normativa metrológica vigente y su precisión deberá ser como mínimo la correspondiente a la de clase de precisión 2, regulada por el RD 875/1984, de 28 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento para la aprobación de modelo y verificación primitiva de contadores de uso corriente (Clase 2) en conexión directa, nueva, a tarifa simple o a tarifas múltiples, destinadas a la medida de la energía en corriente monofásica o polifásica de frecuencia 50 Hz.

3. Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.
4. Cuando el titular de la instalación se acoja al modo de facturación que tiene en cuenta el precio final horario medio del mercado de producción de energía eléctrica, definido en el apartado 1 del artículo 24 del Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre (BOE del 30), serán de aplicación el Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica, y sus disposiciones de desarrollo.

## ARTÍCULO 11. Protecciones

El sistema de protecciones deberá cumplir las exigencias previstas en la reglamentación vigente.

Este cumplimiento deberá ser acreditado adecuadamente en la documentación relativa a las características de la instalación a que se refiere el artículo 3, incluyendo lo siguiente:

1. Interruptor general manual, que será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual.
2. Interruptor automático diferencial con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte continua de la instalación.
3. Interruptor automático de la interconexión para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento.
4. Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente).
5. Estas protecciones podrán ser precintadas por la empresa distribuidora, tras las verificaciones a las que hacen referencia los artículos 6 y 7.
6. El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica será automático, una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora.
7. Podrán integrarse en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia y en tal caso las maniobras automáticas de desconexión-conexión serán realizadas por éste. En este caso sólo se precisará disponer adicionalmente de las protecciones de interruptor general manual y de interruptor automático diferencial, si se cumplen las siguientes condiciones:
  - a) Las funciones serán realizadas mediante un contactor cuyo rearme será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red.
  - b) El contactor, gobernado normalmente por el inversor, podrá ser activado manualmente.
  - c) El estado del contactor (ON/OFF), deberá señalizarse con claridad en el frontal del equipo, en un lugar destacado.
  - d) En caso de que no se utilicen las protecciones precintables para la interconexión de máxima y mínima frecuencia y de máxima y mínima tensión mencionadas en este artículo, el fabricante del inversor deberá certificar:
    - d.1) Los valores de tara de tensión.
    - d.2) Los valores de tara de frecuencia.
    - d.3) El tipo y características de equipo utilizado internamente para la detección de fallos (modelo, marca, calibración, etc.).

d.4) Que el inversor ha superado las pruebas correspondientes en cuanto a los límites establecidos de tensión y frecuencia.

Mientras, que de acuerdo con la Disposición final segunda del presente Real Decreto, no se hayan dictado las instrucciones técnicas, se aceptarán a todos los efectos los procedimientos establecidos y los certificados realizados por los propios fabricantes de los equipos.

- e) En caso de que las funciones de protección sean realizadas por un programa de software de control de operaciones, los precintos físicos serán sustituidos por certificaciones del fabricante del inversor, en las que se mencione explícitamente que dicho programa no es accesible para el usuario de la instalación.

### *ARTÍCULO 12. Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas*

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico.

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como de las masas del resto del suministro.

### *ARTÍCULO 13. Armónicos y compatibilidad electromagnética*

Los niveles de emisión e inmunidad deberán cumplir con la reglamentación vigente, incluyéndose en la documentación mencionada en el artículo 3 los certificados que así lo acrediten.

#### **Disposición adicional única. Aplicación de normativa supletoria**

En todo lo no previsto por el presente Real Decreto, las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión se regirán por el Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre y por los reglamentos y demás disposiciones en vigor que les resulten de aplicación. No obstante, no les resultará aplicable la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 5 de septiembre de 1985 sobre normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica.

Las instalaciones fotovoltaicas no vendrán obligadas a cumplir otros requisitos técnicos que los que vengan exigidos por la normativa a que se refiere el párrafo anterior.

## **Disposición final primera**

El presente Real Decreto tiene carácter básico al amparo de lo establecido en el artículo 149.1.25ª de la Constitución.

## **Disposición final segunda. Habilitación normativa**

Por el Ministro de Economía, previo informe de la Comisión Nacional de la Energía, se dictarán las instrucciones técnicas para establecer el procedimiento para realizar la prueba a que hace referencia el apartado 7.d).4º del artículo 11 del presente Real Decreto, así como para establecer los derechos de verificación a que se hace referencia en los artículos 6 y 7 del presente Real Decreto.

## **Disposición final tercera**

El presente Real Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el “Boletín Oficial del Estado”.

Dado en Madrid a 29 de septiembre de 2000. Juan Carlos R

El Vicepresidente Segundo del Gobierno  
Para Asuntos Económicos y Ministro de Economía,

*Rodrigo Rato Figaredo*

### **3 Resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas, de 31 de mayo de 2001**

Jueves 21 junio 2001

BOE NÚM. 148

#### **MINISTERIO DE ECONOMÍA**

#### **11948 RESOLUCION de 31 de mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.**

Visto el artículo 17 del Real Decreto 2818/1998, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración, en el que se dispone el establecimiento de un modelo de contrato tipo y modelo de factura para este tipo de instalaciones;

Visto el Real Decreto 1663/2000, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión;

Resultando que las instalaciones del ámbito de aplicación del Real Decreto 1663/2000, también están en el ámbito de aplicación del Real Decreto 2818/1998,

Esta Dirección General resuelve establecer el modelo de contrato tipo y de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas a las que son de aplicación el Real Decreto 1663/2000, que figura en el anexo único de la presente Resolución.

Contra la presente Resolución cabe interponer recurso de alzada ante el excelentísimo señor Secretario de Estado de Economía, de Energía y de la Pequeña y Mediana Empresa en el plazo de un mes, de acuerdo con lo establecido en la ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, modificada por la Ley 4/1999, de 13 de enero, y en el artículo 14.7 de la Ley 6/1997, de 14 de abril, de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado.

Madrid, 31 de mayo de 2001. La Directora General, Carmen Becerril Martínez.

## ANEXO

Resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión

En ....., a ..... de.....

### REUNIDOS

De una parte..... (en adelante el titular), con N.I.F..... en nombre y representación de.....con domicilio en.....

Y de otra .... (en adelante ED), con N.I.F..... en nombre y representación de..... con domicilio en .....

### MANIFIESTAN

Que el Real Decreto 2818/1998, de 30 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energías renovables, establece en su artículo 17, punto 1, que se suscriba un contrato entre el productor, en este caso el titular, y la empresa eléctrica distribuida, en este caso ED, por el que se regirán las condiciones técnicas y económicas entre ambos. El presente contrato se celebra para dar lugar a dicho cumplimiento en el caso de conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red en baja tensión, y se adaptarán a las modificaciones que vayan surgiendo como cambios en la regulación general eléctrica, que sea aplicable a algún término del mismo.

Que al titular se le ha concedido la inclusión en el Régimen Especial establecido en el Real Decreto 2818/1998, en el grupo b.1 de su artículo 2, mediante Resolución de la ..... de fecha .....

Que de común acuerdo ambas partes establezcan las siguientes

### ESTIPULACIONES

- I. Condiciones generales de entrega de la energía eléctrica.
  - I.I La energía eléctrica producida por el titular será entregada a la red de la ED a través de la conexión establecida al efecto. La ED viene obligada a adquirir la energía eléctrica de dicha instalación con arreglo a las condiciones y requisitos que se establecen en la legislación vigente.
  - I.II El titular se abstendrá de ceder a terceros la energía eléctrica producida por la instalación.
  - I.III Toda la energía al amparo del presente contrato será computada a la ED a los efectos de lo dispuesto en el Real Decreto 2017/1997, de 26 de diciembre, obligándose al titular a facilitar cuantos datos sean necesarios para esta consideración.

I.IV Este contrato se registrará de acuerdo a los Reales Decretos 1663/2000 y 2818/1998.

## II. Condiciones técnicas de la instalación.

II.I La conexión y medida se efectuará en la red de distribución y a la tensión de..... voltios en..... (incluir dirección completa y descripción del punto de conexión). Las características de los equipos de control, conexión, seguridad y medida así como el esquema unifilar correspondiente a las instalaciones de generación y enlace aparecen en el anexo I de este contrato.

II.II La potencia de la instalación fotovoltaica, entendida como la suma de la potencia nominal de los inversores, es de..... kW y la previsión de venta anual a la ED es de ..... kWh. La señal suministrada tendrá una frecuencia de 50 Hz, una tensión de..... voltios y un  $\cos \phi$  entre 0,8 y 1, cumpliendo los requisitos de tolerancia y calidad que marca la legislación vigente.

II.III La medición de la energía activa entregada por el titular a la ED se realizará mediante un contador, situado lo más cerca posible del punto de conexión, según se indica en el anexo 1 de este contrato. El equipo necesario será por cuenta del titular.

## III Condiciones de explotación de la instalación.

III.I El titular se compromete a mantener todas las instalaciones en perfectas condiciones de funcionamiento y especialmente los aparatos de protección e interconexión, siendo responsable de los daños y perjuicios de toda índole que pudiera ocasionarle a las instalaciones, aparatos o personal de la ED.

III.II La ED sólo podrá cortar la interconexión y suspender la absorción de energía cuando en la red eléctrica se produzcan situaciones que lo justifiquen debido a trabajos programados, causas de fuerza mayor u otras situaciones que contemple la legislación vigente. Cuando puedan ser conocidas con anterioridad estas circunstancias deberán ser comunicadas al titular con la debida antelación y tan pronto como le sea posible. La ED podrá restablecer la tensión sin previo aviso.

III.III El titular se obliga a informar a la ED tan pronto como le sea posiblemente de cualquier anomalía detectada en sus instalaciones que puedan afectar a la red eléctrica.

III.IV El personal autorizado previamente por la ED podrá acceder al recinto o recintos donde están ubicados los equipos que afecten a la interconexión y medida.

## IV. Condiciones económicas

IV.I (Como texto de esta cláusula se incluirá una sola de las dos siguientes alternativas).

(Alternativa 1) (precio fijo).

Las condiciones económicas que rigen el presente contrato vienen establecidas en el Real Decreto 2818/1998. Se opta por percibir un precio total fijo que para grupo b.1 se establece el apartado 3 del artículo 28 del citado Real Decreto, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 15.2 del mismo Real Decreto referido al periodo de pruebas de la instalación.

(Alternativa 2) (precios finales horarios medios de mercado valle y punta).

Las condiciones económicas que rigen el presente contrato vienen establecidas en el Real Decreto 2818/1998. Se opta por percibir la remuneración que se define en el artículo 26 del Real Decreto 2818/1998 adoptando los precios de mercado establecidos en el apartado 3 del artículo 24 del citado Real Decreto e incorporando la prima que para el grupo b.1 se establece en el apartado 1 del artículo 28 del citado Real Decreto sin perjuicio de lo establecido en el artículo 15.2 del mismo Real Decreto referido al periodo de pruebas de la instalación

IV.II La facturación de la energía entregada se efectuará por meses naturales. El titular o el representante autorizado por éste enviará a ED la factura correspondiente al periodo indicando la lectura del contador de final de mes y del mes precedente. El pago de la energía entregada por el titular a la ED se producirá dentro del periodo de treinta días posteriores a la emisión y envío de dicha factura.

IV.III Las facturas serán presentadas según el modelo que figura en el anexo II de este contrato.

IV.IV La opción al cambio de modalidad de facturación (precio fijo o precio de mercado) no podrá ser ejercida por el titular antes de que transcurra un año desde el establecimiento o última actualización de la misma.

#### V. Causas de resolución o modificación del contrato.

V.I La eficacia del presente contrato quedará supeditada a las autorizaciones administrativas correspondientes que marque la legislación vigente sobre las instalaciones de producción y enlace. Asimismo, la eficacia del presente contrato quedará supeditada a la inscripción definitiva en el correspondiente Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial, salvo lo estipulado en el artículo 15.2 del Real Decreto 2818/1998, relativo al periodo de pruebas.

V.II Será causa de resolución automática del mismo el incumplimiento de las cláusulas anteriores así como el incumplimiento de los preceptos del Real Decreto 2818/1998, el mutuo acuerdo entre las partes, la cancelación de la inscripción en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial, el cese de la actividad como instalación de producción de régimen especial o por denuncia del mismo en los términos del apartado VI.

V.III El contenido de las anteriores cláusulas quedará sujeto a las modificaciones impuestas por la normativa legal. En el caso de que dicha normativa legal diese posibilidad al titular de acogerse o no a la misma, ambas partes pactan, expresamente, someterse al criterio al respecto del titular.

#### VI. Duración e interpretación del contrato.

VI.I La duración mínima de este contrato será de cinco años a partir de su entrada en vigor, al término de los cuales se considerará prorrogado anualmente si no manifestase alguna de las partes, por escrito, su voluntad de resolverlo, con un mínimo de tres meses de antelación a la fecha de su vencimiento o de cualquiera de sus prórrogas.



VI.II Las aclaraciones, dudas o discrepancias que pudiesen surgir en la aplicación o interpretación de lo estipulado en el presente contrato, se resolverá de mutuo acuerdo entre las partes contratantes. En su defecto, las cuestiones planteadas se someterán al dictamen del órgano competente de la Administración en esta materia.

VI.III En caso de litigio, ambas partes se someten a los Tribunales ordinarios correspondientes a la ubicación de la instalación fotovoltaica.

Y para que así conste y en prueba de conformidad con su contenido, firman el presente documento por triplicado a un sólo efecto, en lugar y fecha del encabezamiento.

Por el titular,

Por la empresa distribuidora,

## ANEXOS AL CONTRATO

### ANEXO 1

*Características de los equipos de control, conexión seguridad y medida.*

*Esquema unifilar*

#### 1. Conexión a la red

Potencia nominal de la instalación (kW) .....

Monofásica sí/no. ....

Trifásica sí/no .....

#### 2. Generador fotovoltaico

Fabricante .....

Modelo .....

Potencia máxima  $P_{m\acute{a}x}$  (Wp) .....

Tensión en circuito abierto  $V_{oc}$  (V) .....

Corriente de máxima potencia,  $I_{m\acute{a}x}$  (A) .....

Tensión de máxima potencia  $V_{m\acute{a}x}$  (V) .....

Intensidad de cortocircuito.  $I_{sc}$  (A) .....

Número total de módulos .....

### 3. Inversor AC (a cumplimentar por cada inversor instalado)

	Inversor 1	Inversor n
Fabricante	.....	.....
Modelo	.....	.....
Número de serie	.....	.....
Tensión nominal AC Vn (V)	.....	.....
Potencia AC, Pn (kW)	.....	.....
Vcc máxima (V)	.....	.....
Vcc mínima (V)	.....	.....
Conexión RN, SN, TN o trifásico	.....	.....
Protección contra Vac baja (sí/no)	.....	.....
Tensión de actuación (V)	.....	.....
Protección contra Vac alta (sí/no)	.....	.....
Tensión de actuación (V)	.....	.....
Protección contra frecuencia baja (sí/no)	.....	.....
Frecuencia de actuación (Hz)	.....	.....
Protección contra frecuencia alta (sí/no)	.....	.....
Frecuencia de actuación (Hz)	.....	.....
Protección contra funcionamiento en isla (sí/no)	.....	.....
Potencia nominal de la instalación (kWp)	.....	.....

### 4. Protecciones externas

#### Interruptor general

Fabricante	.....
Modelo	.....
Tensión nominal, Vn (V)	.....
Corriente nominal, In (A)	.....
Poder de corte (KA)	.....

#### Protección contra Vac baja (\*)

Sí/no	.....
Fabricante	.....
Modelo	.....
Tensión de actuación (V)	.....

#### Protección contra Vac alta (\*)

Sí/no	.....
Fabricante	.....
Modelo	.....
Tensión de actuación (V)	.....

Protección contra frecuencia baja (*)	
Número de fabricación	.....
Sí/no	.....
Fabricante	.....
Modelo	.....
Frecuencia de actuación (Hz)	.....
Protección contra frecuencia alta (*)	
Sí/no	.....
Fabricante	.....
Modelo	.....
Frecuencia de actuación (Hz)	.....

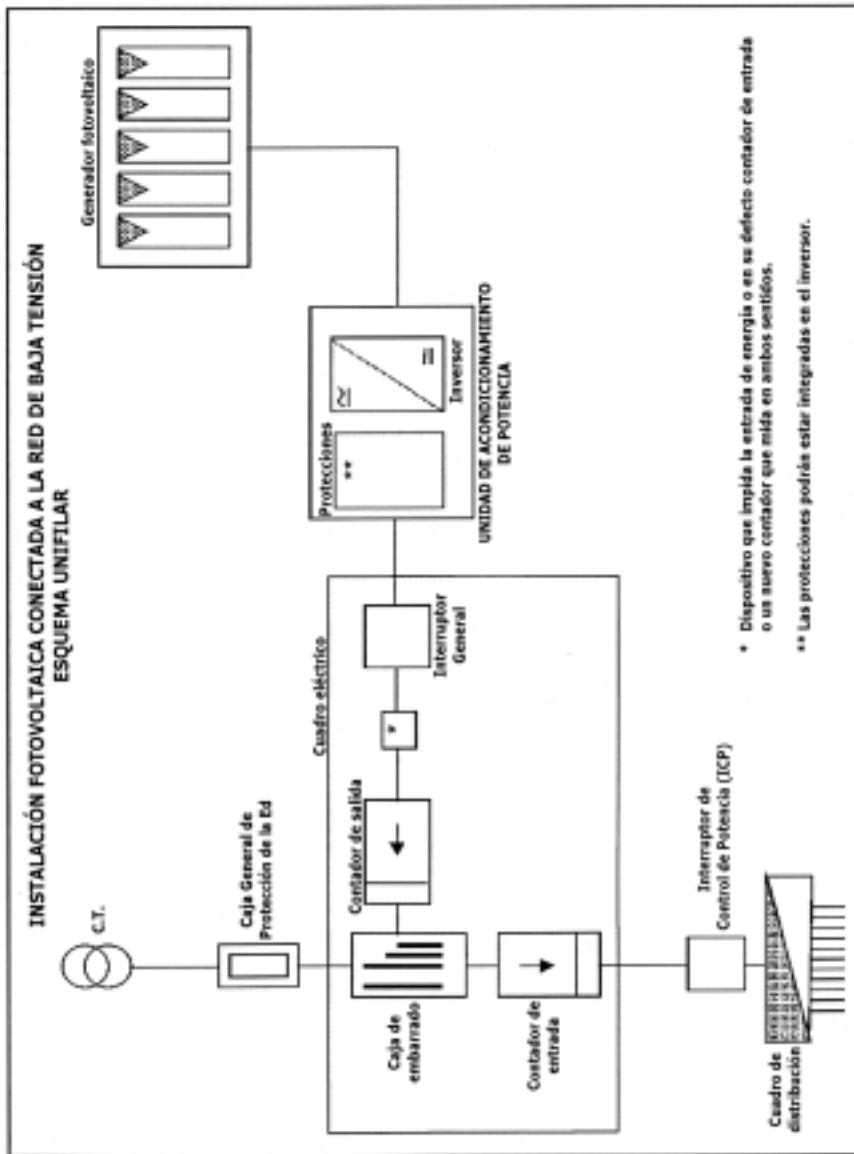
### 5. Aparatos de medida y control

Contador de salida de energía o bidireccional	
Fabricante	.....
Modelo	.....
Número de fabricación	.....
Relación de intensidad	.....
Tensión	.....
Constante de lectura	.....
Clase	.....
Contador de entrada de energía o bidireccional (en caso de que no haya contador bidireccional)	
Fabricante	.....
Modelo	.....
Número de fabricación	.....
Relación de intensidad	.....
Tensión	.....
Constante de lectura	.....
Clase	.....

### 6. Acceso a la información

Lectura de contadores	
Interlocutores a efectos de operación	
Por el titular	
Nombre	.....
Teléfono	.....
Fax	.....
Por la ED:	
Nombre	.....
Teléfono.	.....

(\*) No cumplimentar en caso de que el Inversor incorpore estas protecciones internamente.



**ANEXO II**  
**FACTURA**  
(modalidad de facturación de precio fijo)  
(RD 2818/1998 art. 28.3)

Nombre del Titular  
Dirección del Titular

Nombre Empresa Distribuidora  
Dirección Empresa Distribuidora

C.I.F./N.I.F.: \_\_\_\_\_

C.I.F.: \_\_\_\_\_

CONDICIONES: Transferecia/Otras  
Datos Bancarios

Nº Registro de instalaciones  
de producción en  
régimen  
especial \_\_\_\_\_

FACTURA núm: \_\_\_\_\_

Ref: Nombre de la Instalación

Tarifa: REAL DECRETO 2818/1998 de 23 de diciembre, art. 28.3

Fecha factura: \_\_\_\_\_

Grupo b.1

Potencia \_\_\_\_\_ kW

*CONCEPTO*

*IMPORTE*

**I LECTURA EQUIPOS DE MEDIDA**

PERIODO DE FACTURACIÓN:

Mes

LECTURA ANTERIOR (\*): \_\_\_\_\_

LECTURA ACTUAL (\*): \_\_\_\_\_

Diferencia: \_\_\_\_\_

Constante: \_\_\_\_\_

*(\*) En el caso de que haya un  
contador de salida y otro de  
entrada, se tomará la lectura  
de salida menos la de entrada.*

TOTAL ENERGÍA ENTREGADA (Ee)

\_\_\_\_\_ kWh

**II FACTURACIÓN**

PRECIO TOTAL (Pt) (\*\*)

\_\_\_\_\_ euros /kWh

(\*\*) (66 euros /kWh si la potencia de la instalación no es superior a 5 kW)  
(36 euros/kWh si la potencia de la instalación es superior a 5 kW)

(Facturación = Ee x Euro

FACTURACIÓN TOTAL (Ft) \_\_\_\_\_ euros

I.V.A. 16% \_\_\_\_\_ euros

**TOTAL FACTURA**

\_\_\_\_\_ euros

**FACTURA**  
**(modalidad de facturación precios valle y punta)**  
**(RD 2818/1998 art.24.3)**

Nombre del Titular  
Dirección del Titular

Nombre de la Empresa Distribuidora  
Dirección Empresa Distribuidora

C.I.F./N.I.F.: \_\_\_\_\_

C.I.F.: \_\_\_\_\_

CONDICIONES:

**Datos Bancarios**

Nº Registro de instalaciones de producción  
en régimen especial: \_\_\_\_\_

FACTURA núm.: \_\_\_\_\_

Ref: **Nombre de la instalación**  
Tarifa: REAL DECRETO 2818/1998 23 diciembre

art. 24.3 y art.26

Fecha factura: \_\_\_\_\_

Grupo b.1

Potencia \_\_\_\_\_ kW.

CONCEPTO

IMPORTE

**I LECTURA EQUIPOS DE MEDIDA**

PERIODO DE FACTURACIÓN:

MES \_\_\_\_\_

HORAS VALLE

HORAS PUNTA

REACTIVA

LECTU. ANTERIOR (\*): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(\* En el caso de que haya un contador de salida y otro de entrada, se tomará la lectura de salida menos la de entrada.

LECTURA ACTUAL (\*): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Diferencia \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Constante \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

TOTAL ENERGÍA

ENTREGADA (kWh) \_\_\_\_\_ = EV \_\_\_\_\_ = Ep \_\_\_\_\_ = Er \_\_\_\_\_

**II FACTURACIÓN**

**PRECIO DE MERCADO + PRIMA (Instalación de potencia inferior a 10 MW)**

Precio valle de mercado (Pmv) \_\_\_\_\_ EUR/kWh

Precio punta de mercado (Pmp) \_\_\_\_\_ EUR/kWh

Prima (Pr) - Instalación tipo b.1. .... EUR/kWh

[Fb = Ev x (Pmv + Pr) + Ep x (Pmp + Pr)]

FACTURACIÓN BÁSICA (Fb) ..... EUROS

**COMPLEMENTO POR ENERGÍA REACTIVA (ER)**

Factor de potencia [ $\cos \phi = (Ev+Ep) / ((Ev+Ep)^2 + Er^2)^{1/2}$ ] \_\_\_\_\_

Con el valor obtenido de  $\cos \phi$ , se entra en la tabla para tener el valor de Kr a usar en la fórmula de cálculo de ER.

En el caso de que el valor de  $\cos \phi$  no coincida con uno de los de la tabla, se utilizará la siguiente fórmula:

Recargo o bonificación por  $\cos \phi$  [ $Kr = (17 / \cos^2 \phi - 21)$ ] \_\_\_\_\_

[ER = - Kr/100 x Fb]

COMPLEMENTO ENERGÍA REACTIVA (ER) ..... EUROS

FACTURACIÓN TOTAL (R = Fb + ER) ..... EUROS

I.V.A. 16% ..... EUROS

**TOTAL FACTURA** ..... EUROS

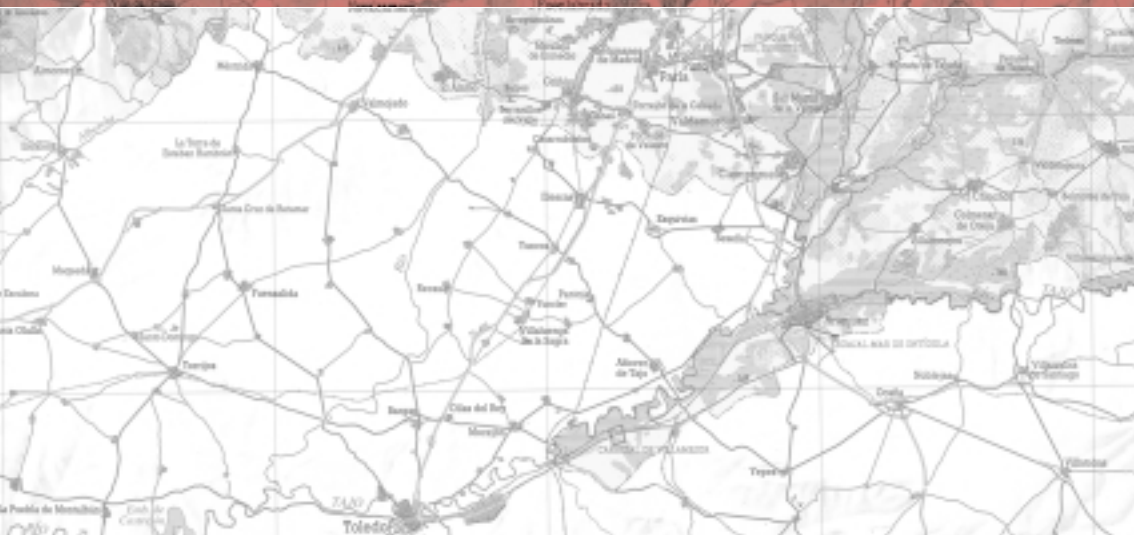
cos fi	Kr
1,00	- 4,0
0,95	- 2,2
0,90	0,0
0,85	2,5
0,80	5,6
0,75	9,2
0,70	13,7
0,65	19,2
0,60	26,2
0,55	35,2
0,50	47,0





## ANEXO III

# Direcciones de interés en la Comunidad de Madrid





# III

## Direcciones de interés en la Comunidad de Madrid

- CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO E INDUSTRIA DE MADRID:  
<http://www.camaramadrid.es>
- DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID: <http://www.madrid.org>
- CENTRO DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MADRID:  
<http://www.madrid.org/caeem>

### Entidades públicas:

- CIEMAT: <http://www.ciemat.es>
- IDAE: <http://www.idae.es>
- INSTITUTO DE CRÉDITO OFICIAL: <http://www.ico.es>
- INSTITUTO DE ENERGÍA SOLAR: <http://www.ies.upm.es>
- MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA: <http://www.mcyt.es>
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO:  
<http://www.min.es>

### Asociaciones:

- ASIF (ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA):  
<http://www.asif.org>
- APPA (ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE ENERGÍAS RENOVABLES): <http://www.appa.es>

### Compañías eléctricas:

- IBERDROLA: <http://www.iberdrola.es>
- UNIÓN ELÉCTRICA FENOSA: <http://www.uef.es>

