

# Energía Solar Fotovoltaica en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia 2001



Región de Murcia  
Consejo de Investigación,  
Tecnología y Innovación  
Dirección General de Industria,  
Energía y Minas



Fundación Agencia Regional de  
Gestión de la Energía de Murcia



# Prólogo

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.

©Asociación de la Industria Fotovoltaica. ASIF

Depósito Legal: ??????

ISBN: 84-?????????

Diseño y preimpresión:  
Esteban Figueiras Asociados, S.L.

Imprime: Gráficas Monedero, S.L.



Este libro ha sido dirigido y redactado por Ignacio Rosales, Presidente de ASIF. Con la colaboración D. Joaquín Abadía Sánchez, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. D. Francisco Mínguez Escolano, de la Fundación Agencia Regional de Gestión de la Energía de Murcia, y GEANAT S.L.

... **L**a presente publicación editada por la *Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF)* por encargo de la *Fundación Agencia Regional de Gestión de la Energía de la Región de Murcia*, tiene por objeto informar a las empresas y al público en general de las posibilidades que la energía solar fotovoltaica ofrece.

*En este documento 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.*

*Aunque 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 red eléctrica.*

*La finalidad de la legislación vigente, 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.*

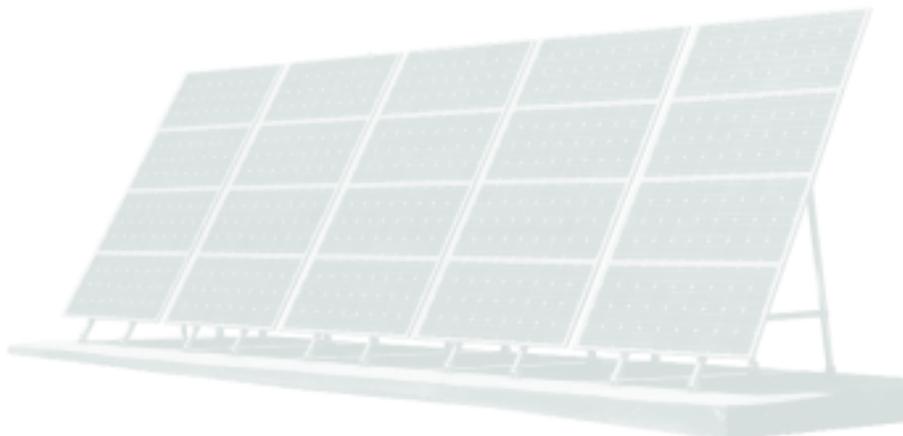
*Esta publicación se inserta dentro de la estrategia energética de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y el programa SAVE de la Unión Europea, que además de contribuir a alcanzar los objetivos nacionales y cumplir los compromisos supranacionales, pretende mejorar la situación medioambiental de la región, contribuir a la mayor calidad de vida de sus ciudadanos, y mejorar la competitividad de la economía murciana.*

# Índice



---

Instalación Solar Fotovoltaica  
en Zarandona. Murcia



## Capítulo 1:

### ● ● ● **Desarrollo de la Energía Solar Fotovoltaica**

- 1. Introducción ..... 13
- 2. Desarrollo actual en España. .... 14
- 3. Situación actual en la Región de Murcia ..... 16

## Capítulo 2:

### **Tecnología y aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica**

- 1. Características de la Energía Solar Fotovoltaica.  
Conceptos básicos ..... 21
- 2. Usos y aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica .... 23
  - 2.1 Sistemas aislados ..... 23
  - 2.2 Sistemas conectados a la red ..... 29
    - 2.2.1 Tejados de viviendas ..... 31
    - 2.2.2 Plantas de Producción eléctrica ..... 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 de Energía Solar Fotovoltaica**

- 1. Venta de la energía producida en instalaciones  
conectadas a la red ..... 41
- 2. Instalaciones aisladas ..... 43
- 3. Instalaciones conectadas a la red de potencia  
inferior a 5 kWp. .... 45
- 4. Instalaciones conectadas a la red de potencia  
superior a 5 kWp ..... 47

## Capítulo 4:

### La Energía Solar Fotovoltaica en los planes de desarrollo

1. Planes europeos relativos a Energía Solar Fotovoltaica ..... 53
2. Planes nacionales relativos a Energía Solar Fotovoltaica ..... 54
3. Objetivos para la Región de Murcia en Energía Solar Fotovoltaica ..... 56

## Anexo I:

**Empresas del Sector Fotovoltaico** ..... 59

## Anexo II:

**Censo de las principales instalaciones fotovoltaicas en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia** ..... 67

## Anexo III:

### Legislación aplicable a todo el Estado Español

- Resumen RD 2818/1998 ..... 73  
RD 1663/2000 ..... 80  
Resolución de la DG de Política Energética y Minas. 31 mayo 2001 ... 91

## Direcciones de interés en la Región de Murcia

..... 103

## CAPÍTULO 1

# Desarrollo de la Energía Solar Fotovoltaica

Instalación Solar Fotovoltaica para iluminación y alimentación eléctrica, en Sierra de Carrascoy (Murcia).

*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 más comúnmente se la conoce, es una energía limpia y renovable, de fácil instalación y mantenimiento, que la Región de Murcia 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, se estima que 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.

## 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 primer país europeo productor de células y paneles fotovoltaicos, con más del 10% de la producción mundial, contando con tres fabricantes: ATERSA, BP SOLAR e ISOFOTÓN.

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 tercer puesto a escala mundial, después de Estados Unidos y Japón.

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

La industria fotovoltaica está concentrando su actividad de I+D 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 las protecciones.

Por otro lado, existen en España más de 25 centros de I+D dedicados a la investigación en este campo. En el último Congreso Mundial Fotovoltaico de Viena (1998), después de los alemanes, estadounidenses y japoneses, los tecnólogos españoles fueron los que mayor número de ponencias presentaron.

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 2000 es poco más de 12 MWp (aproximadamente 2,8 MWp pertenecen a instalaciones conectadas a red y el resto a instalaciones aisladas), cuando en países como Alemania la potencia instalada es de cinco 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 2000 en las diferentes Comunidades Autónomas era:

| MWp instalados       |              |
|----------------------|--------------|
| Andalucía            | 3,70         |
| Aragón               | 0,16         |
| Asturias             | 0,13         |
| Baleares             | 0,73         |
| Canarias             | 0,85         |
| Cantabria            | 0,03         |
| Castilla León        | 0,78         |
| Castilla la Mancha   | 1,22         |
| Cataluña             | 1,72         |
| Comunidad Valenciana | 0,67         |
| Extremadura          | 0,27         |
| Galicia              | 0,12         |
| La Rioja             | 0,04         |
| Madrid               | 0,79         |
| Murcia               | 0,09         |
| Navarra              | 0,32         |
| País Vasco           | 0,15         |
| No regionalizable    | 0,60         |
| <b>Total</b>         | <b>12,12</b> |

*Datos a 31 de diciembre de 2000.*

La industria fotovoltaica española proporciona empleo directo a más de 1.200 personas. De las cuales 700 tienen sus puestos de trabajo en procesos de fabricación (un 15% corresponden a titulados superiores) y 500 en las fases de comercialización y desarrollo de proyectos. A su vez, proporciona empleo indirecto a más de 5.000 personas.

En el anexo 1 se relacionan los principales fabricantes españoles de productos y sistemas de energía solar fotovoltaica.

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.

### 3. Situación actual en la Región de Murcia

La Región de Murcia ha sido hasta hace poco, una de las comunidades autónomas con menor implantación de instalaciones solares fotovoltaicas del territorio español (a finales del año 2000, ocupaba el lugar número quince entre las diecisiete comunidades autónomas españolas), siendo la mayoría de las instalaciones, de pequeña potencia, localizadas sobre todo en viviendas aisladas. Esta situación va evolucionando favorablemente en los últimos tiempos, con la proliferación de empresas instaladoras y mantenedoras de este tipo de instalaciones y las políticas de ayudas por parte de las diferentes administraciones.



Instalación Solar Fotovoltaica aislada en vivienda rural, Lorca. Murcia

El Plan de Fomento de las Energías Renovables, así como las políticas de ayudas y subvenciones, van a hacer posible que la Región de Murcia, –con un alto potencial de radiación solar, uno de los más altos de todo el territorio español– invierta esa tendencia, según prevé en sus objetivos el Plan de Fomento de las Energías Renovables, estimando alcanzar para el año 2010

una potencia instalada de 4,25 MWp., de los cuales 3,45 MWp serán instalaciones conectadas a red y 0,80 MWp instalaciones aisladas. En la siguiente tabla se ponen de manifiesto los objetivos de dicho Plan para el año 2010:

| Objetivos de potencia instalada en MWp al año 2010 |                 |              |               |
|--|-----------------|--------------|---------------|
| C.C. A.A.  | Conectada a red | 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          |
| C. 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 2000/2010*

El Gobierno Regional, consciente de esta situación y dentro de su política de promoción de las sobre Energías Renovables en la Comunidad Autónoma, ha creado recientemente la Fundación Agencia Regional de Gestión de la Energía, que tiene entre sus objetivos fomentar el Ahorro Energético, el uso de las “Energías Limpias”, en concreto de la Energía Solar Fotovoltaica y reducir la dependencia energética convencional en su ámbito territorial.

En la actualidad, las necesidades de electrificación rural, sobre todo en viviendas aisladas, junto a los elevados recursos naturales disponibles, hacen que la Energía solar Fotovoltaica deba jugar un papel preponderante en todo el territorio regional.

Fábrica  
de Enertrón  
en Torres de  
la Alameda  
(Madrid).



Otras aplicaciones con Energía Solar Fotovoltaica en sectores con perspectivas de desarrollo muy buenas, son los siguientes:

- Instalaciones de bombeo.
- Alumbrado público.
- Residencial.
- Servicios.
- Instalaciones conectadas a red.

Dentro de este grupo, las instalaciones conectadas a red, son las que gozan de una mayor previsión de crecimiento a corto y medio plazo, tanto mediante las Centrales Fotovoltaicas de gran tamaño, como de las instalaciones integradas en edificios que actualmente ya tienen suministro eléctrico. En ambos casos sus producciones energéticas limpias se destinan íntegramente a su venta a la red eléctrica de distribución.

## CAPÍTULO 2

# Tecnología y Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

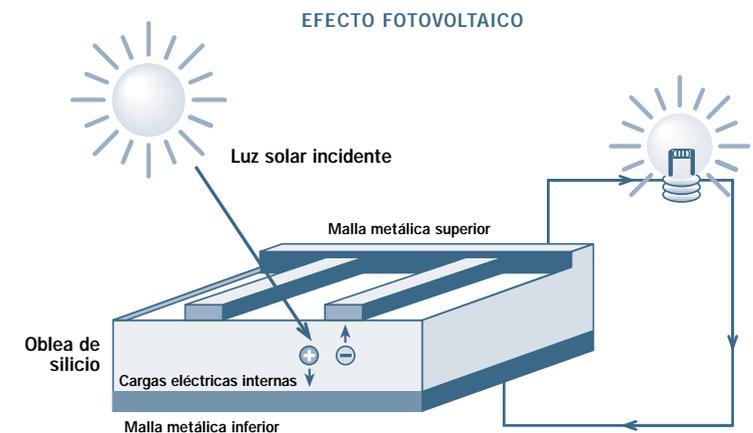
*La cantidad de energía que se recibe anualmente del Sol se estima del orden de 149 millones de kWh, cantidad muy superior al consumo mundial de energía de nuestro planeta, pero el problema radica en convertirla de una forma eficiente en energía eléctrica.*

## 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 a una temperatura de 25° C y una radiación solar (irradiancia) de 1.000W/m<sup>2</sup>.

Por otro lado, la energía producida por los sistemas fotovoltaicos es el resultado de multiplicar su potencia nominal por el número de horas pico, dado que no todas las horas de Sol son de la intensidad considerada como pico, es decir 1.000 W/m<sup>2</sup>. Y se mide de igual forma que en el resto de sistemas energéticos, 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 sólo equivale en España a unas 5 horas solares pico durante el verano y entre 2 y 4 durante el invierno, según la zona.

## 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 necesita 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 acumularla y posteriormente poder utilizarla 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 no es suficientemente 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 productos de bajo consumo.

#### Elementos

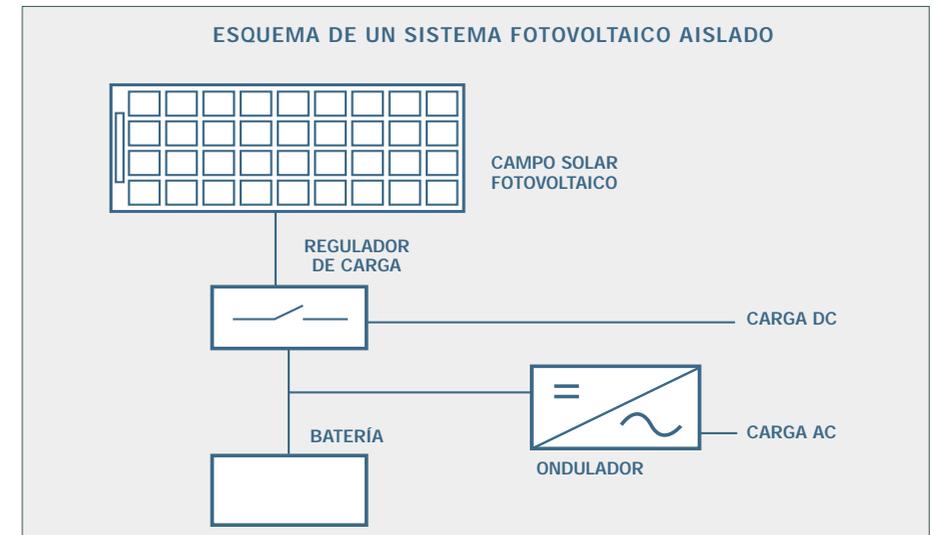
Básicamente estos sistemas fotovoltaicos constan de los siguientes elementos:

**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 hay consumo, la electricidad la proporciona directamente la batería y no los paneles.

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



#### 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.
- 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. Además, 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 ondulador no necesita ningún mantenimiento especial, únicamente debe ser revisado para comprobar 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..



Conexión a red (AESOL) en cubierta de nave industrial. Navarra.

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 FV 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.

- *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.



Instalación Solar Fotovoltaica conectada a red. Vivienda Rural, en el Raal. Murcia.



Cabina telefónica. Sin conexión a red Madrid.



Conexión a red con seguimiento solar. Navarra.

- *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 solo al coste del instalar el tendido eléctrico sino también a la calidad del suministro eléctrico al evitarse cortes de electricidad, muy frecuentes en lugares aislados.



Instalación Solar Fotovoltaica aislada de vivienda rural. Lorca, Murcia.

• *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 de Madrid

• *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.



Instalación Solar Fotovoltaica en estación de telecontrol e iluminación. Los Martínez del Puerto. Murcia.

## 2.2 Sistemas conectados a la red eléctrica

En los núcleos de población que disponen de fluido eléctrico, la conexión a red de los sistemas fotovoltaicos es una solución idónea para contribuir 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. 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 prima que mejora su rentabilidad económica.

Al instalar un sistema fotovoltaico conectado a la red, se dispone de una mini-central eléctrica que inyecta kWh verdes a la red para que se consuman allí donde sean demandados.

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 realizada por un instalador cualificado.*

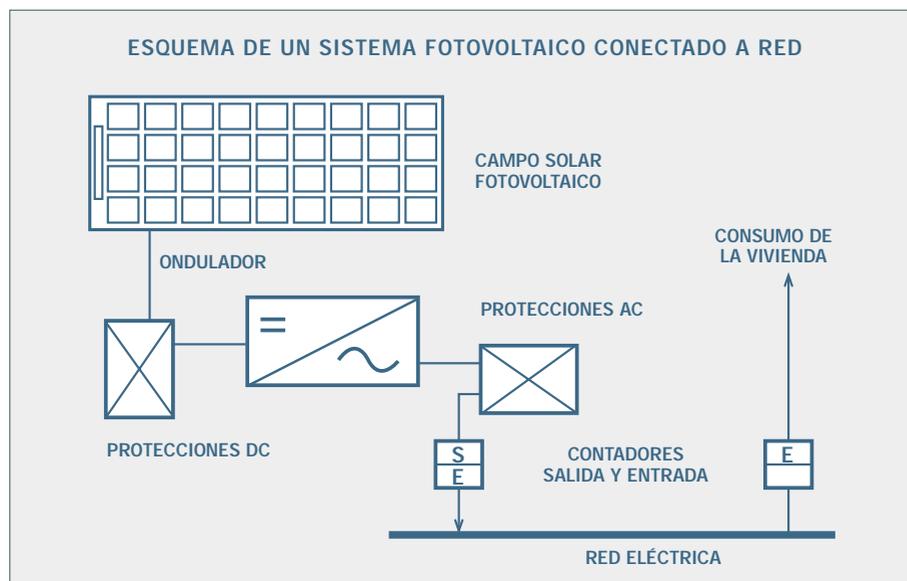
En las instalaciones conectadas a red, el tamaño de la instalación no depende del consumo de electricidad de la vivienda o edificio, simplificando enormemente su diseño. Para dimensionar la instalación es necesario conocer la inversión prevista y el espacio disponible.

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.
- **Cuadro de protecciones:** Contiene alarmas, desconectores, protecciones, etc.
- **Ondulador:** 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. Un contador secundario mide los pequeños consumos de los equipos fotovoltaicos (kWh) para descontarlos de la energía producida.



## Mantenimiento

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

## Aplicaciones

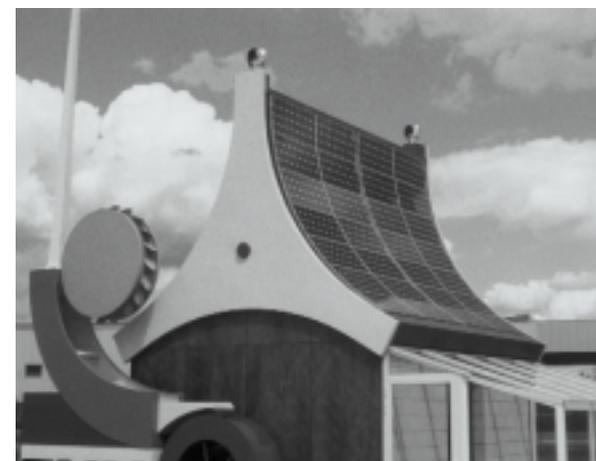
Las principales aplicaciones de los sistemas conectados a la red eléctrica son:

**2.2.1 Tejedos de viviendas:** Son sistemas modulares de fácil instalación donde se aprovecha la superficie de tejado existente para sobreponer los módulos fotovoltaicos.

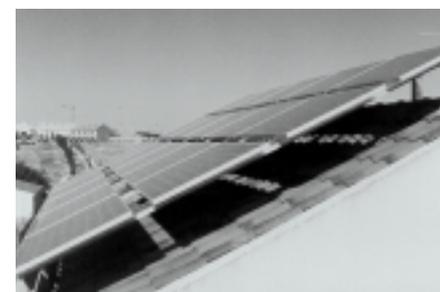
Una instalación de unos 3 kWp que ocupa cerca de 30 m<sup>2</sup> de tejado, inyectaría a la red tanta energía como la consumida por la vivienda a lo largo del año.

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.



Edificio con instalación didáctica, conexión a red y bombeo directo. Parque Polo de Educación vial. (Volkswagen).



Centro de Salud de Torres de la Alameda.



Universidad de Comillas.  
Madrid.

Conexión a red  
sobre cubierta-  
fachada. Centro de  
transportes. Vitoria.

**2.2.2 Plantas de Producción:** Las plantas de producción de electricidad son aplicaciones de carácter industrial que pueden instalarse en zonas rurales o sobrepuestas en

grandes cubiertas de áreas urbanas (aparcamientos, zonas comerciales, áreas deportivas, etc....).

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



Planta de  
producción de  
Toledo PV en Toledo.

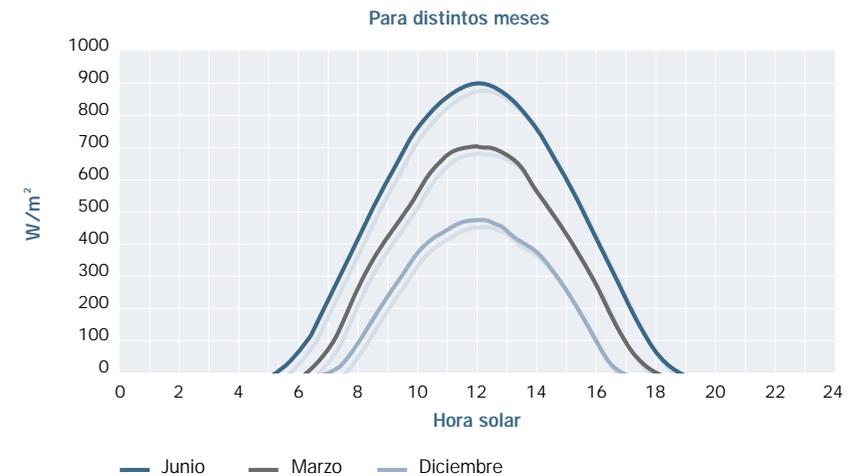
**2.2.3 Integración en edificios:** En esta aplicación es prioritario el nivel de integración del elemento fotovoltaico en la estructura del edificio.

Por integración fotovoltaica debemos entender la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos fotovoltaicos, generadores de energía.

Tanto para aplicaciones aisladas de la red eléctrica, como para las conectadas a ella, es necesario cuidar su incorporación al entorno. En las aplicaciones urbanas conectadas a red, donde se unen exigencias urbanísticas y motivaciones medioambientales, la integración debe ser proyectada de forma especial.

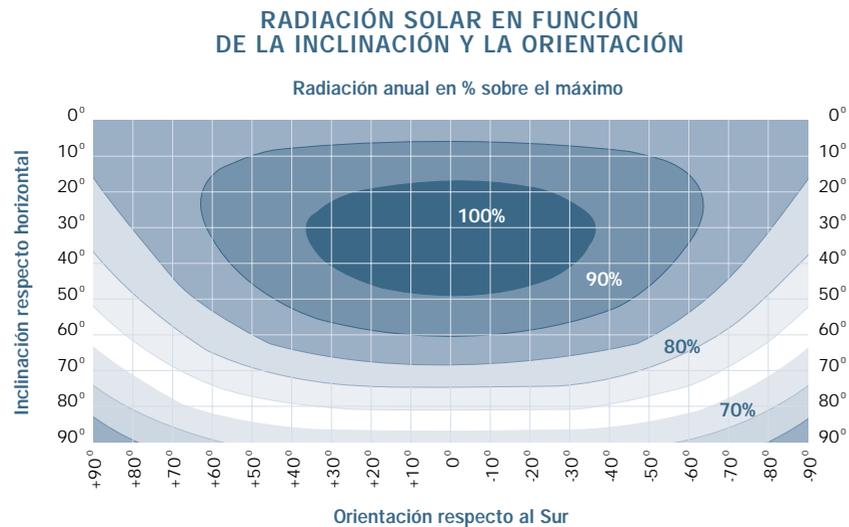
La demanda de energía del sector terciario en la Unión Europea está creciendo de forma significativa, por lo que su correcta integración en edificios, y consiguiente aportación energética en las horas punta, contribuye a reducir la producción diurna de energía convencional.

### GRÁFICO DE LA RADIACIÓN SOLAR DIARIA



Las aplicaciones de integración en edificios más frecuentes son:

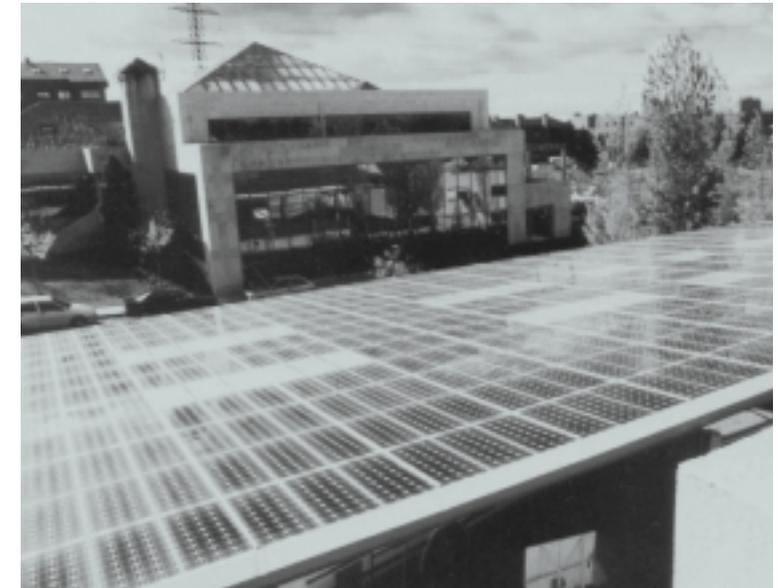
- Recubrimiento de fachadas.
- Muros cortina.
- Parasoles en fachada.
- Pérgolas.
- Cubiertas planas acristaladas.
- Lucernarios en cubiertas.
- Lamas en ventanas.
- Tejas.



Para conseguir una mejor integración del elemento fotovoltaico en los edificios es necesario tenerla 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 cubrir 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. Las Rozas.



Exterior e Interior de la fachada de la Biblioteca de Mataró. Barcelona.



Estación  
de Servicio BP  
en Alcalá  
de Henares

### 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 el silicio. El silicio es el material más abundante en la Tierra después del oxígeno. Dado que la combinación de ambos forma 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 practicante 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 es un único cristal. La red cristalina es la misma 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 un solo cristal. El proceso de cristalización no es tan cuidadoso y la red cristalina no es la misma en todo el material. En este caso el proceso 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 - 15 % |
| Silicio policristalino | 11 %      |
| 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. Este es el caso del Teluro 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>. 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.

### 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.

### Onduladores

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 onduladores que, utilizando diferentes tecnologías, se comercializan en la actualidad. Existen desde los que se aplican en sistemas aislados con demandas energéticas variables, y que deben ser robustos y eficientes, hasta los empleados en instalaciones conectadas a la red eléctrica, donde la baja producción de armónicos, su adaptación a cualquier red eléctrica y la generación como factor de potencia, son prioritarios.

## CAPÍTULO 3

# Rentabilidad económica de las instalaciones

Oficinas  
de AESOL  
conectadas  
a red. Año 1997.  
Proyecto  
Thermie.

*La instalación masiva de módulos fotovoltaicos conectados a red, con el fin de hacer atractivas las inversiones, requiere:*

- *Mantener la actual prima durante un periodo suficientemente largo, y*
- *la obtención de una subvención a la inversión inicial.*

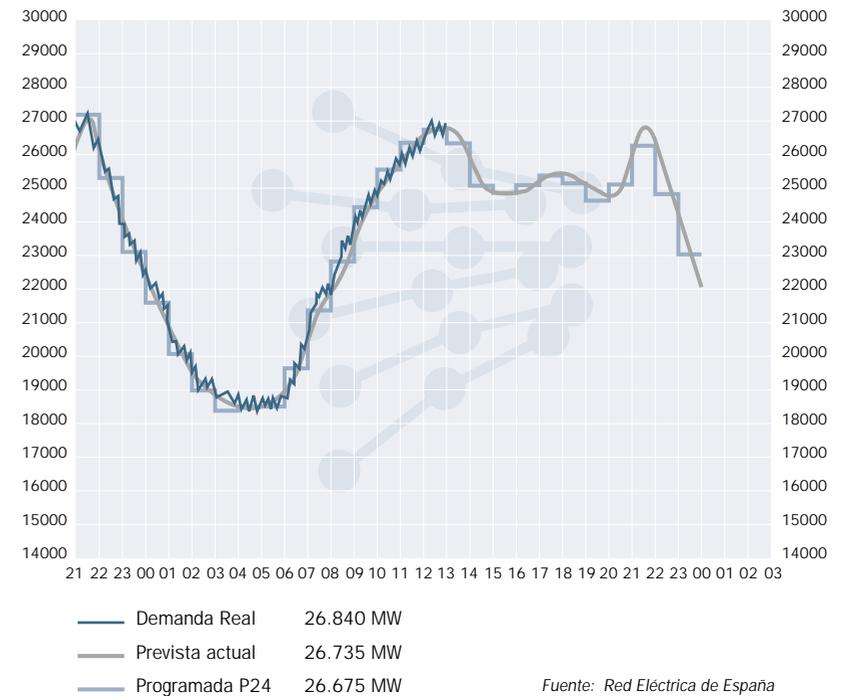
## 3 Rentabilidad económica de las instalaciones

1. Venta de la energía producida en instalaciones conectadas a la red

La red suministra electricidad a los usuarios según la demanda instantánea. Esta se refleja en la curva de carga diaria, como la que se muestra en la figura adjunta.

### DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Martes, 11 Sep 2001 12:51:31



Observamos que existen dos zonas claramente diferenciadas:

- Horas valle, corresponden a las de la noche, después de las 24 horas, en las cuales han cesado muchas actividades, tanto domésticas como industriales o de servicios.
- Horas punta, corresponden a dos periodos de máxima actividad: mediodía y el inicio de la noche, en ambos casos hay una fuerte componente de demanda en usos domésticos y servicios.

El sistema general de generación y distribución a través de la red, ha de disponer de elementos de producción o almacenamiento que garanticen el suministro de esas demandas de electricidad, y satisfacer esas puntas representa grandes costes de inversión y explotación.

Las instalaciones fotovoltaicas se inyectan a la vez justo al mediodía, cuando se recoge y transforma más energía del Sol en electricidad. Por tanto, además de las razones ambientales, hay razones estructurales del propio sistema eléctrico, que aconsejan los sistemas fotovoltaicos.

Actualmente, la demanda de electricidad tiende a crecer al mediodía, especialmente en los meses de verano, cuando más, sistemas de refrigeración y aire acondicionado, tanto en viviendas como en edificios de uso público (centros de salud, oficinas, hoteles) están funcionando. Es precisamente en esta época, cuando la electricidad fotovoltaica es más eficiente.

La demanda social a favor de la energía fotovoltaica ha propiciado el establecimiento de normativas que priman el vertido a la red de toda la electricidad generada.

Las primas aplicables a la electricidad generada por los sistemas fotovoltaicos varía según la potencia de las instalaciones:

- Las instalaciones de menos de **5 kWp** de potencia reciben una prima de **0,360607 €/kWh** sobre el valor de subasta de la electricidad en la red. Sumándole el precio medio del kWh del mercado, se puede considerar que esto significa vender la electricidad vertida a la red a **0,396668 €/kWh**.
- Las instalaciones de más de 5 kWp de potencia reciben una prima de **0,180304 €/kWh** sobre el valor de subasta de la electricidad en la red. Sumándole el precio medio de la energía determinado por el mercado, puede considerarse un precio de venta de la electricidad vertida a la red de **0,216364 €/kWh**.

Así mismo para fomentar estas aplicaciones las Administraciones Públicas establecen ayudas a fondo perdido a la inversión inicial o a la financiación.

Para la aplicación de la prima, se considera potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal, la suma de las potencias de los onduladores.

## 2. Instalaciones aisladas

Los sistemas fotovoltaicos son soluciones inmejorables para instalaciones aisladas. En este supuesto se debe hacer un análisis de la demanda eléctrica de forma que se minimice la inversión y se optimice el servicio energético. Cada caso precisa de un estudio específico, que realizan las empresas instaladoras.

Esta alternativa evita el tendido de la línea eléctrica que una el punto de consumo con el de transformación de la red de distribución. Con ello se evita el posible impacto ambiental de dicha línea aérea y su coste estimado en 6.010 Euros por Km.

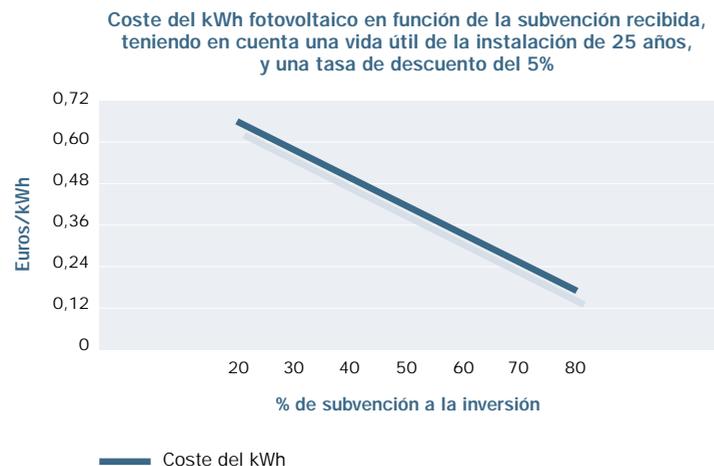
La instalación incluye los paneles fotovoltaicos, la batería de acumuladores que almacene la electricidad excedente en horas diurnas para disponer de ella en horas nocturnas y el inversor de corriente. A mayor demanda en los periodos sin Sol se precisa mayor capacidad de almacenamiento. Por ello conviene adecuar los hábitos de consumo a la producción de electricidad con paneles fotovoltaicos.

El análisis económico genérico de una instalación aislada, se calcula tomando como modelo un módulo de 1 kWp, totalmente instalado.

- Inversión Inicial . . . . . 13.823 Euros
- Producción útil de electricidad . . . . . 1.300 kWh/año
- Vida útil de la instalación. . . . . 25 años

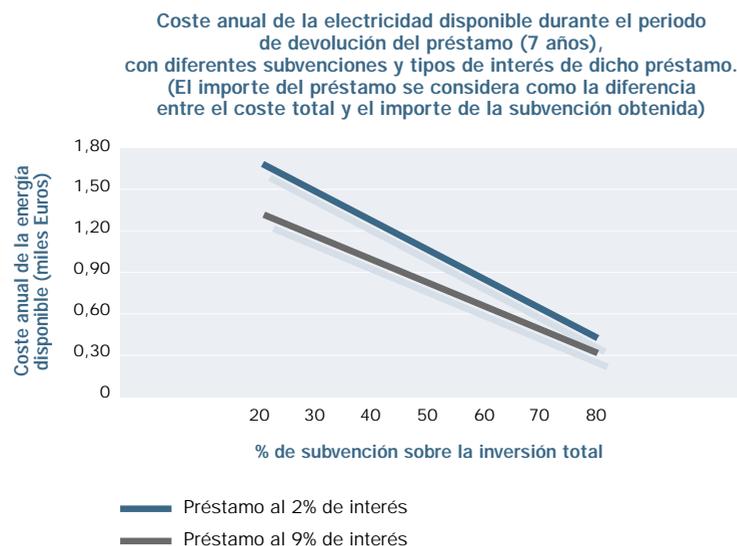
Al recibir una subvención, esta ayuda reduce la aportación del titular. Se estudian dos supuestos:

a) Que la inversión de la parte no subvencionada se realice con fondos propios.



b) Que la inversión de la planta no subvencionada se formalice mediante un crédito bancario:

La amortización de dicho crédito incrementaría el pago de la electricidad disponible correspondiente a los años de devolución pero una vez amortizado el préstamo y durante el resto de la vida de la instalación, el precio de la electricidad disponible será casi nulo.



### 3. Instalaciones conectadas a la red con potencia inferior a 5 kWp

Normalmente, estas instalaciones aprovechan la estructura de la vivienda o del edificio, y 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 de la instalación.

Para la segunda alternativa, que es la más común, se plantea el análisis económico siguiente. Efectos de simplificación se consideran módulos compactos de 1 kWp.:

Para una instalación de una potencia instalada total de 2 kWp,

- Inversión inicial . . . . . 15.025 €
- Producción anual de electricidad. . . . 2.800 kWh
- Valor de la venta de electricidad . . . . 1.111 €/año

Estas instalaciones, al igual que las instalaciones aisladas, se pueden acoger a programas de ayuda a la inversión que gestiona el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y la Dirección General de Industria Energía y Minas de la Consejería de Economía y la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Ambos organismos estudian las solicitudes y las características de los proyectos, decidiendo las subvenciones aplicables en cada caso.

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

La subvención obtenida puede suponer porcentajes distintos de la inversión total. En este documento, a título de ejemplo, se considera un 35% de la inversión.

La aportación propia se considera del 25% de la inversión total.

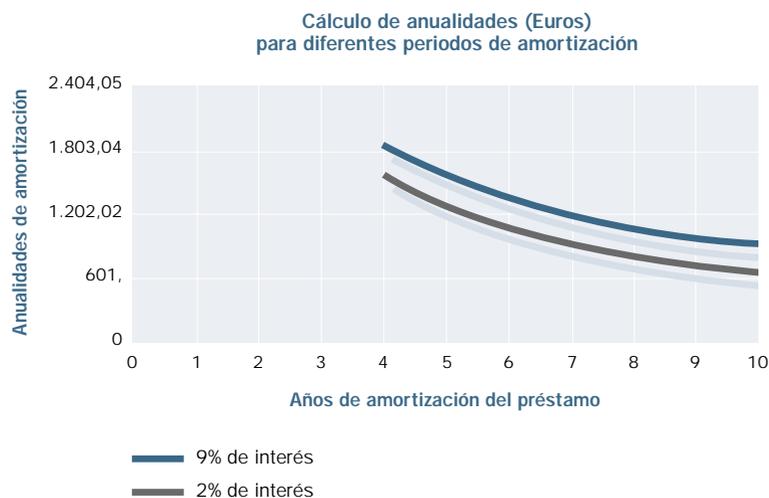
Con relación al préstamo del 40% restante, hay que considerar: el interés aplicable al mismo, y el periodo de devolución.

No se consideran costes de mantenimiento.

En estas instalaciones conectadas a la red, una vez amortizada la inversión inicial, la facturación de la electricidad supone un ingreso neto para el titular.

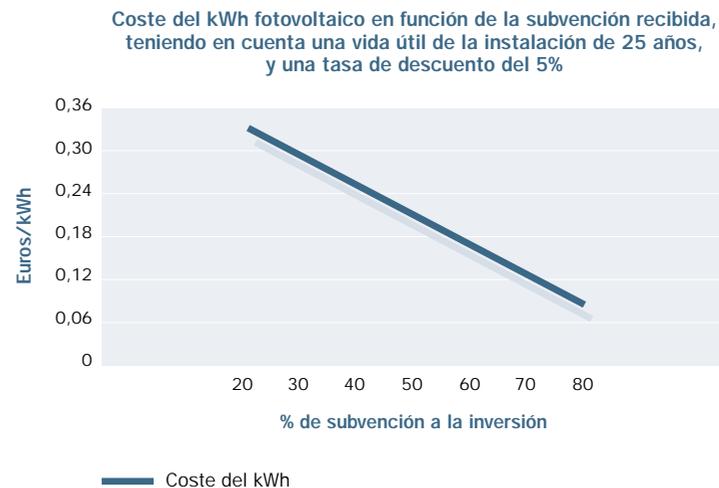
A continuación se muestra la gráfica que relaciona todos los parámetros económicos antes mencionados, para una instalación de 2 kWp de potencia:

- Aportación propia: 3.756 €
- Subvención: 5.259 €
- Préstamo: 6.010 €



Con un préstamo por valor del 40% de la inversión, a un interés del 2% anual; se observa que con un plazo de devolución de 6 años, la facturación anual de la electricidad producida equivale a la amortización anual de dicho préstamo. A partir de la cancelación de esa deuda la instalación da una renta anual de 1.111 €.

Teniendo en cuenta que la vida de una instalación fotovoltaica de estas características puede ser de 25 años, en la siguiente gráfica se puede ver el precio del kWh generado al considerar que la inversión de la parte no subvencionada se realiza con fondos propios, y una tasa de descuento del 5%.



#### 4. Instalación conectada a la red de potencia superior a 5 kWp

La incorporación de instalaciones fotovoltaicas de media potencia, superior a 5 kWp, en edificios hoteles, oficinas, complejos deportivos, etc., suponen aportaciones significativas de electricidad en las horas punta, que puede coincidir con la punta de demanda de esos mismos edificios.

A estas instalaciones le corresponde un precio de venta de electricidad de 0,22 €/kWh.

Aunque por su tamaño se podría conseguir un precio total instalado inferior al de las instalaciones menores de 5 kWp, el menor valor de la prima hace que las rentabilidades disminuyan considerablemente.

Se pueden considerar tres tipos de instalaciones:

- Instalaciones entre 5 y 100 kWp, integradas y condicionadas por el diseño arquitectónico del edificio. Su coste de inversión se estima entre 7,5 y 8,5 € por vatio pico instalado. (En el coste total del edificio, existirá un ahorro debido a la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por elementos fotovoltaicos integrados).
- Instalaciones de hasta 1 MWp, no integradas en edificios, cuyos módulos básicos pueden ser de 100 kWp. El coste de la instalación es de 601.012 € por módulo.
- Instalaciones de mayor potencia, plantas de varios megavatios, cuyo módulo de diseño es de 1 MWp, y el coste por módulo, según este supuesto, de unos 4.808.097 €.

Para el caso de una instalación no integrada, de 1 MWp de potencia con módulos básicos de 100 kWp, se consideran los siguientes supuestos:

Precio de la instalación de 6.010.121 €.

Prima de 0,18 €/kWh.

Producción anual de electricidad de 1.400.000 kWh.

Ingreso por venta de electricidad: 302.910 € anuales.

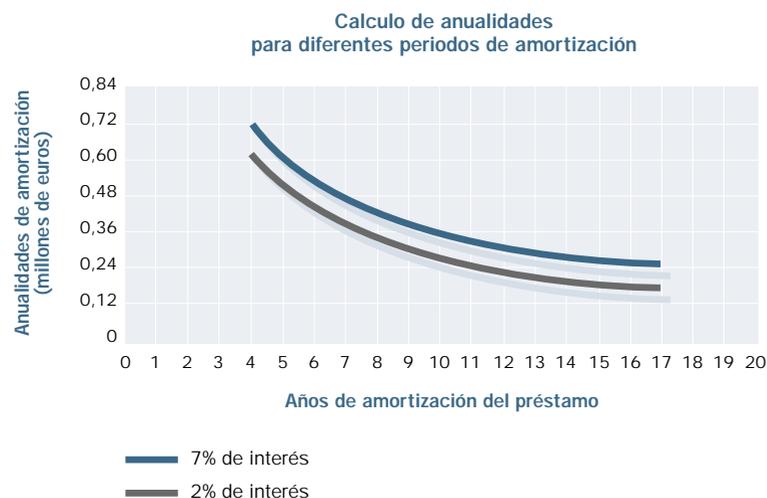
Subvención del 30% sobre la inversión total.

Aportación del promotor del 30% sobre la inversión total.

Préstamo del 40% restante, con dos ejemplos: al 2% y al 7% de interés anual.

Coste de mantenimiento, cero.

En estas condiciones y para un interés del 2% anual; se observa que con un plazo de devolución de poco más de 9 años, la facturación anual de la electricidad producida equivale a la amortización anual de dicho préstamo. El promotor, pasado el periodo de amortización del crédito, obtiene una renta de 302.910 € (50.400.000 pta) anuales, con una aportación propia de 180.303 € (30 millones de pesetas), en el mejor de los casos.



| CUADRO DE RENTABILIDAD PARA INSTALACIONES CONECTADAS A RED |                              |                                      |              |                      |
|--|------------------------------|--------------------------------------|--------------|----------------------|
| Potencia instalada (kWp)                                   | Inversión a realizar (Euros) | Precio venta Energía Producida €/kWh | RENTABILIDAD |                      |
|  |                              |                                      | Subvención   | Periodo amortización |
| 2 kWp  | 15.025                       | 0,39668                              | 20%          | 16 años              |
|  |                              |                                      | 40%          | 11 años              |
|  |                              |                                      | 60%          | 7 años               |
| 5 kwp  | 37.563                       | 0,39668                              | 20%          | 16 años              |
|  |                              |                                      | 40%          | 11 años              |
|  |                              |                                      | 60%          | 7 años               |
| 10 kWp   | 69.116                       | 0,216344                             | 20%          | > 35 años            |
|  |                              |                                      | 40%          | 24 años              |
|  |                              |                                      | 60%          | 13 años              |
| 50 kWp   | 330.557                      | 0,216344                             | 20%          | > 35 años            |
|  |                              |                                      | 40%          | 22 años              |
|  |                              |                                      | 60%          | 14 años              |
| 100 kWp  | 631.062                      | 0,216344                             | 20%          | > 35 años            |
|  |                              |                                      | 40%          | 21 años              |
|  |                              |                                      | 60%          | 12 años              |

*No se han considerado costes de mantenimiento.*

*La producción considerada es de 1.400 kWh/kWp.*

*La inversión de la parte no subvencionada se hace en su totalidad con fondos propios, y la tasa de descuento utilizada es del 5%.*

CAPÍTULO 4

# La Energía Solar Fotovoltaica en los planes de desarrollo

*El respeto por el medio ambiente se ha planteado en el seno de 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 Energía Solar Fotovoltaica

A partir de la década de los ochenta se desarrolla una intensa actividad normativa, 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, concretamente hasta el 2003.

Los objetivos fijados para la energía solar fotovoltaica, principalmente enfocados hacia instalaciones conectadas a la red incorporadas a la estructura de edificios, son:

Para el año 2003: más de 650 MWp instalados

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

En España, con criterio conservador, se prevé pasar de los 12 MWp actualmente instalados a 145 MWp en 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, los Reales Decretos 2818/1998 de 23 de Diciembre de 1998 y 1663/2000 de 29 de Septiembre de 2000, la Resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas (BOE 21 de mayo 2001) y el Plan de Fomento de las Energías Renovables publicado en 1999 y elaborado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la energía (IDAE). (*Ver Anexo 3*)

El Consejo de Ministros, de 30 de diciembre de 1999, aprobó, en cumplimiento de la disposición transitoria decimosexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, el Plan de Fomento de las Energías Renovables para el periodo 2000/2010, plasmando el compromiso del Gobierno español con el 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 primaria de energía, con fuentes renovables, lo que supone duplicar la participación de este tipo de recursos energéticos, respecto a la existente en 1998. Con ello, España se adhiere a los compromisos internacionales en el marco del Protocolo de Kyoto y las directrices contempladas en el “Libro Blanco de las Energías Renovables” de la Unión Europea.

El Plan de Fomento determina como objetivo, para el sector de la energía solar fotovoltaica las potencias para 2010:

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

Dichos objetivos se marcan teniendo en cuenta el grado de insolación existente en España y la capacidad tecnológica de las empresas españolas. Las 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 Región de Murcia en Energía Solar Fotovoltaica

De acuerdo con el Plan de Fomento de las Energías Renovables, en la Región de Murcia, se prevé pasar de una potencia total instalada en la actualidad de 92,7 kWp (a 31 de diciembre de 2000) con Energía Solar Fotovoltaica, a 4,25 MWp para el año 2010. Esta previsión es conservadora debido por una parte, al alto potencial de radiación solar, y por otra a las políticas de ayudas y subvenciones previstas, de tal modo que se espera alcanzar la cifra de 250 kWp a finales del presente año 2001.

De los 4,25 MWp de potencia instalada prevista para el año 2010, 0,80 MWp lo son para instalaciones aisladas y 3,45 MWp para instalaciones conectadas a red.

Las iniciativas que la Comunidad Autónoma de la **Región** de Murcia y el Plan de Fomento de las Energías Renovables están poniendo en marcha son:

- *Creación de la Agencia Regional de Gestión de la Energía, con ámbito de actuación en toda la Comunidad Autónoma de la Región.*
- *Líneas de ayudas públicas a la inversión.*
- *Campañas de concienciación y divulgación.*
- *Realización de acciones e instalaciones piloto con alto grado de replicabilidad.*
- *Apoyo tecnológico a las empresas instaladoras y mantenedoras de la Región de Murcia.*





# I Empresas del sector fotovoltaico

## FABRICANTES EN ESPAÑA

Los fabricantes españoles más relevantes en el sector fotovoltaico son:

- **ATERSA/ASTRA SOLAR**, radicada en Valencia, fabrica células y paneles además de equipos electrónicos.
- **BP SOLAR**, con fabricas en Alcobendas y San Sebastián de los Reyes, produce células y paneles solares además de desarrollar proyectos integrales.
- **ENERTRÓN**, ubicada en el Municipio de Torres de la Alameda, está dedicada a la fabricación de equipos de electrónica de potencia para instalaciones fotovoltaicas.
- **ISOFOTÓN**, que se ubica en Málaga, fabrica células y paneles.
- **TFM**, localizada en Barcelona y especializada en la integración de la fotovoltaica en edificios, fabrica paneles cristal – cristal específicos para esta aplicación.
- **TUDOR**, que desde sus instalaciones de Zaragoza fabrica acumuladores para aplicaciones aisladas de energía solar fotovoltaica.

## EMPRESAS INSTALADORAS FOTOVOLTAICAS

### • ABANTE

Cardenal Quiroga, 15, 2º of. 19. 32003 Orense  
Tel.: 988 512 013  
Fax: 988 511 023

### • ABASOL

Cerro Blanco, 16. 28026 Madrid  
Tel.: 914 693 210  
Fax: 915 697 231

### • AET-ALBASOLAR

Ronda de la Buganvilla del Rey, 78. 28023 Madrid  
Tel.: 913 071 664  
Fax: 913 573 733

### ALTAJEA, S.L.

C/San Patricio, 10, 2º Piso, 5. 30400 Murcia  
Tel.: 968 21 48 70  
Fax.: 968 21 48 70

### • ALTERNATIVA ENERGÉTICA

Rtda. de Versailles, 104. 28514 Eurovillas (Madrid)  
Tel.: 918 734 647  
Fax: 918 734 295

### AMERICANA DE PROYECTOS

Federico Salmón, 8. 28016 Madrid  
Tel.: 913 530 430  
Fax: 913 594 307

### ARQUISOL

Campo Real, 6. 28039 Madrid  
Tel.: 913 115 081

### • ASTRA SOLAR

Cami del Bony, 16. 46470 Catarroja (Valencia)  
Tel.: 961 278 150  
Fax: 961 278 151

### • ATERSA

Fernando Poó, 6. 28045 Madrid  
Tel.: 914 747 267  
Fax: 914 747 467

### ATLANTIS

Avda. Cardenal Herrera Oria, 501. 28035 Madrid  
Tel.: 913 730 018  
Fax: 913 730 018

### • B.P. SOLAR ESPAÑA

Isla de Hierro, 5. "Parque Empresarial La Marina"  
28700 San Sebastián de los Reyes (Madrid)  
Tel.: 916 586 565  
Fax: 916 586 566

### CEASA, S.A.I.

Políg. Industrial Oeste Pparc. 10/5. 30820 Alcantarilla (Murcia)  
Tel.: 968 89 22 53  
Fax.: 968 89 22 20

### CENSOLAR

Cosra Rica, 13. 28016 Madrid  
Tel.: 913 506 216  
Fax: 913 459 312

### CLIMA SONAIR, S.L.

C/Sagasta, 43, bajo. 30005 Murcia  
Tel.: 968 28 48 97  
Fax.: 968 27 43 62

### • COMERCIAL SOLAR

C/Miguel Labordeta, 9. Local 2. 50017 Zaragoza  
Tel.: 976 331 444  
Fax.: 976 331 444

### • COMPAÑÍA REGIONAL DE ENERGÍA SOLAR, S.L.

C/Tiñosa, 11. 30570 San José de la Vega (Murcia)  
Tel.: 968 82 25 50  
Fax.: 968 82 25 50

---

DAVID SORIANO AZORÍN

Camino Real, 68. 30510 Yecla (Murcia)  
Tel.: 968 75 18 62  
Fax.: 968 71 83 97

---

ECOSOL, Energía Solar, S.L.

C/Santa Rita, 4. 30012 Patiño (Murcia)  
Tel.: 968 34 22 22  
Fax.: 968 34 22 22

---

ELECNOR

Pza. Manuel Gómez Moreno, s/n. Edificio "Bronce" 6ª Pl.  
28020 Madrid  
Tel.: 915 550 464  
Fax: 915 550 067

---

ELECTRICIDAD FERYSAN, S.A

C/Diego Cortés, s/n. 30400 Caravaca (Murcia)  
Tel.: 968 70 09 10

---

ELECTRISOL

Dip. Marchena, 359. 30815 Lorca (Murcia)  
Tel.: 630 7067 30  
Fax.: 968 4619 16

---

•ELECTRÓNICA ARANJUEZ

Raso de la Estrella, s/n. 28300 Aranjuez (Madrid)  
Tel.: 918 923 002  
Fax: 918 922 640

---

ENELTA

Monte Cervino, 22. 28230 Las Rozas (Madrid)  
Tel.: 916 302 257  
Fax: 916 302 257

---

•ENERMAN

Ríos Rosas, 32. 28003 Madrid  
Tel.: 914 445 903  
Fax: 914 477 527

---

•ENERTRÓN

Amsterdam, s/n. 28813 Torres de la Alameda (Madrid)  
Tel.: 918 858 634  
Fax: 918 868 070

---

•ENERSUN

Ofelia Nieto, 87. 28039 Madrid  
Tel.: 914 504 524  
Fax: 914 504 524

---

•EURENER

Avd. de la Libertad, 35. 03380 Bigastro (Alicante)  
Tel.: 965 350 837  
Fax: 966 772 050

---

•EUROPHONE SOLAR

Antracita, 7. 28045 Madrid  
Tel.: 915 302 176  
Fax: 915 280 804

---

•FULMEN IBÉRICA

Ciudad de Frías, 3. "Pol. Industrial Villaverde". 28021 Madrid  
Tel.: 915 053 351  
Fax: 917 985 111

---

•GERMINALIA, Sociedad Cooperativa

Blasco Ibáñez, 66. 0200 Albacete  
Tel. 967 50 58 64

---

INGENIERÍA Y PROYECTOS VIENTO, SLU

Ricardo León, 43. 28250 Torrelozónes. Madrid  
Tel.: 918 593 045  
Fax: 918 593 045

---

•INGETEAN

Pintor Maeztu 2, 1º izquierda. 31008 Pamplona  
Tel.: 948 175 633  
Fax: 948 175 635

• IGOAN SOLAR

Apartado de Correos 2180. 01080 Vitoria-Gasteiz  
Tel.: 945 298 205  
Fax: 945 298 218

• INSTALACIONES Y TÉCNICAS SOLARES

La Mocha Chica. Local 45. 28692 Villafranca del Castillo (Madrid)  
Tel.: 918 150 601  
Fax: 918 151 796

• INSTITUTO DE TECNOLOGIA MICROELECTRONICA Mit

Escuela de Ingenieros. Alda. Urquijo, s/n. 48013 Bilbao  
Tel.: 944 396 466  
Fax: 944 396 395

• INVERSIONES INMOBILIARIAS LAR SA

Princesa 31, 5º. 28008 Madrid  
Tel.: 915 424 211  
Fax: 915 477 270

• ISOFOTÓN

Montalbán, 9 - 2º Izda. 28014 Madrid  
Tel.: 915 312 625  
Fax: 915 311 007

• J.H. ROERDEN (SIEMENS SOLAR)

Alberto Alcocer, 38 - 7º. 28020 Madrid  
Tel.: 914 579 128  
Fax: 914 586 046

J. TERUEL - A. GARCÍA - A. BAYONES S.R.C.

Avda. Juan Carlos I, 49. 30800 Lorca (Murcia)  
Tel.: 968 46 58 62

• MASTERVOLT IBERICA

Torrent Ca l' Amat 85. Pol. Ind. Els Garrofers.  
08340 Vilassar de Mar (Barcelona)  
Tel.: 937 597 090  
Fax: 937 595 967

MERCANTIL INTERCONTINENTAL

Sebastián Herrera, 12-19. 28030 Madrid  
Tel.: 914 678 976  
Fax: 915 397 189

MORENILLA HERMANOS, S.L.

Gran Vía, 7. 30400 Caravaca de la Cruz  
Tel.: 968 70 77 08

• M TORRES INGENIERIA DE PROCESOS

Edificio Dublin. Parque S. Fernando de Henares. 28830 Madrid  
Tel.: 916 566 611  
Fax: 916 569 621

• M TORRES INGENIERIA DE PROCESOS, S.L.

C/ Edison, 20. Polígono San Marcos  
28906 Getafe (Madrid)

• NKF

Sierra Morena, 26. P. I. San Fernando de Henares. 28830 Madrid  
Tel.: 916 768 164  
Fax: 916 768 614

NRJ Solar, S.L.

C/Pérez Casas, 3. 30800 Lorca  
Tel.: 968 47 26 66  
Fax.: 968 46 79 72

PJS - PROYECTOS E INSTALACIONES, S.L.

Ctra. del Palmar, 383. 30152 Aljucer (Murcia)  
Tel. : 968 340440  
Fax.: 968 35 07 46

• PROGENSA (Censolar)

C/ Comercio, 12. Parque Industrial PISA  
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)  
Tel.: 954 186 200  
Fax: 954 186 111

## PROYECTOS ENERGÉTICOS SOLARES

30500 Molina de Segura (Murcia)  
Tel.: 636 96 51 22

## ROCHINA MURCIA CLIMANT, S.L.

P. I. Oeste Parc. 10/5. Módulo A2. 30820 Alcantarilla (Murcia)  
Tel.: 963 13 20 58

## SEF

Camino Real, 68. 30510 Yecla (Murcia)  
Tel.: 968 75 18 62  
Fax.: 968 71 83 97

## • SHELL ESPAÑA

Río Bullaque, 2. 28034 Madrid  
Tel.: 902 334 335  
Fax: 915 370 333

## • SOL SURESTE, S.L.

C/Alarilla, 3. 30002 Murcia  
Tel.: 968 26 68 07

## Solarmed, Energía Solar, S.A.

Dip. Esparragal, Estación. 30891 Puerto Lumbreras (Murcia)  
Tel.: 968 48 32 69  
Fax.: 968 48 30 06

## SOLENER. Soluciones Energéticas, S.A.

Batalla del Salado, 2. 28045 Madrid  
Tel.: 915 392 700  
Fax: 915 306 74

## • SUMINISTROS SOLARES

Avda. del Manzanares, 34. 28011 Madrid  
Tel.: 913 641 362  
Fax: 913 645 218

## • SUNTECHNICS

Calle de los Escribanos, 13 Bajo A. 28021 Madrid  
Tel.: 917 100 444  
Fax: 917 100 443

## SUN TECHNICS

Abada, 2. 28013 Madrid  
Tel.: 915 238 563  
Fax: 915 238 564

## • TAU INGENIERÍA SOLAR

Santa Matilde, 4. 28039 Madrid  
Tel.: 914 303 846  
Fax: 914 594 382

## TFM

La Estación, 8. 28230 Las Rozas (Madrid)  
Tel.: 916 360 864  
Fax: 916 377 454

## • TFM TEULADES I FACANES MULTIFUNCIONALS

P. I. Pla d'en Coll. Carrer Gaià, 5. 08010 Montcada i Reixac (Barcelona)  
Tel.: 935 753 666  
Fax: 935 650 055

## • TRACE INTERNACIONAL

Constitución 3, 4º -2ª. 08960 Sant Just Desvern (Barcelona)  
Tel.: 934 705 330  
Fax: 934 736 093

## • TRAMA TECNOAMBIENTAL

Ripollés, 46. 08026 Barcelona  
Tel.: 934 504 091  
Fax: 934 566 948

## • TUDOR

Condesa de Venadito, 1. 28002 Madrid  
Tel.: 915 664 800  
Fax: 914 033 038

## U-SOLAR ENERGÍAS ALTERNATIVAS, S.L.

Los Caparroses, 47. 04648 Jaravía (Almería)  
Tel.: 950 52 82 00  
Fax: 950 52 82 00

• VISSMANN

Sierra Nevada, 13. 28320 Pinto (Madrid)  
Tel.: 916 497 405  
Fax: 916 497 399

• YULECTRIC

Avda. de Madrid, 70. 28680 Madrid  
Tel.: 918 610 490  
Fax: 918 612 657

*Todas las empresas precedidas del símbolo “•”  
son miembros de ASIF.*

ANEXO II

# Censo de las principales instalaciones fotovoltaicas en la Región de Murcia

## II Principales instalaciones Fotovoltaicas en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

Aisladas/conectadas a la red eléctrica:

| Proyecto  | Propietario                  | Localidad           | Año          | kWp          |
|---|------------------------------|---------------------|--------------|--------------|
| Instalación solar fotovoltaica en vivienda rural aislada    | Particular                   | Lorca               | 1999         | 5,1          |
| Instalación solar fotovoltaica aislada en vivero forestal   | Particular                   | San José de la Vega | 2000         | 2,88         |
| Instalación solar fotovoltaica aislada en Albergue juvenil. | Ayuntamiento                 | Lorca               | 2001         | 13,2         |
| Instalación solar foto-voltaica conectada a red en vivienda | Particular                   | El Raal             | 2001         | 4,8          |
| Instalaciones mixtas eólico-fotovoltaicas en municipios     | Particulares (Varios)        | Yecla               | 1999         | 1,76         |
| Alimentación de planta destructora de nitratos (E.D.A.R.)   | Aguas de Murcia, S.A.        | Murcia              | 2000         | 2,5          |
| Estación de telecontrol e iluminación de depósito.          | Aguas de Murcia, S.A.        | Murcia              | 1996         | 1,2          |
| <b>Otras instalaciones</b>                                  | Aguas de Murcia, S.A.        | Varios municipios   | 1996         | 47,3         |
| <b>Otras instalaciones fotovoltaicas subvencionadas</b>     | Particulares y Ayuntamientos | Varios municipios   | 1999         | 3,32         |
| <b>Otras instalaciones fotovoltaicas subvencionadas</b>     | Particulares y Ayuntamientos | Varios municipios   | 2000         | 17,65        |
|   |                              |                     | <b>TOTAL</b> | <b>99,71</b> |



ANEXO III

# Legislación aplicable a todo el Estado Español

*La publicación en el BOE del pasado 30 de diciembre de 1998, del RD 2818/1998, que hace referencia al Régimen Especial de las Energías Renovables, abre nuevas expectativas a la producción de energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos conectados a red.*

# III Legislación aplicable a todo el Estado Español

1 COMENTARIOS DE LA ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA ESPAÑOLA AL RD 2818/1998 DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA. RÉGIMEN ESPECIAL. (Abril 1999)

## *1. Introducción*

Este Real Decreto es aplicable a todas las instalaciones de producción mediante cogeneración o que utilicen como energía primaria las energías renovables no consumibles, eólica, biomasa o cualquier tipo de biocarburante y a las instalaciones que utilicen como energía primaria la energía solar, como se refleja en el Artículo 2, punto b 1, al que exclusivamente se refiere este documento.

La Asociación de la Industria Fotovoltaica, ASIF, ha redactado este resumen específico incluyendo las aportaciones y comentarios del IDAE, CIEMAT, Instituto de Energía Solar y Greenpeace.

Este Real Decreto, del anterior Ministerio de Industria y Energía, 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, ha significado en España un precedente histórico en lo referente a la energía solar fotovoltaica (en adelante FV).

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

El presente Real Decreto desarrolla, en lo que se refiere al régimen especial, la ley 54/1997 del sector eléctrico que hace compatible la libre competencia con la mejora de la eficiencia energética, la reducción del consumo y la mejora del medio ambiente, elementos necesarios en función de los compromisos adquiridos por España en la reducción de los gases responsables del efecto invernadero.

El ámbito de aplicación del RD comprende todas las instalaciones FV de producción de energía eléctrica conectadas a red, aunque establece una prima diferente para las instalaciones con una potencia eléctrica instalada igual o inferior a 50 MW que utilicen como energía primaria la energía solar FV, tal y como se recoge en el Artícu-

lo 2, apartado b1 de este Real Decreto, y para las instalaciones con una potencia instalada superior a 50 MW (Artículo 31).

Esta es la principal novedad que introduce este RD, ya que al establecer una prima a la producción de electricidad procedente de las instalaciones FV, favorece la producción de este tipo de energía limpia y así, su participación activa, junto al resto de las energías renovables, en el compromiso adquirido por el Gobierno Español ante la comunidad internacional para que el conjunto de estas energías renovables alcance en el año 2010 una participación del 12% en el total de la demanda energética española.

Estas medidas económicas tendrán vigencia hasta que se consiga una potencia pico total instalada de 50 MW, (en las de tamaño inferior a 5 kWp.), se cumplan las exigencias de reducción de CO<sub>2</sub> de Kioto (12% antes referido) o se actualice la política medioambiental de la Administración General del Estado a partir del año 2003 (fecha en la que se podría variar el importe de la prima establecida para las instalaciones FV), o se potencie dentro del ámbito autonómico.

Entrando en detalle y a los efectos del límite de potencia establecido, se considerará que pertenecen a una única instalación, las instalaciones que viertan su energía a un mismo transformador con tensión de salida igual a la de la red de distribución, interpretándose como transformador el propio inversor FV. En el caso de que varias instalaciones de producción utilicen las mismas instalaciones de evacuación, la referencia anterior se entenderá respecto al transformador (inversor) anterior al que sea común para varias instalaciones de producción.

### 3. Competencias

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. Por tanto, el desarrollo necesario de este RD, para hacer posible tanto la conexión a red como el pago de la prima contemplada en el mismo, es competencia del Ministerio de Industria y Energía (hoy día del Ministerio de Economía) y/o de las Comunidades Autónomas. Este Real Decreto 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 la Energía del Ministerio de Industria y Energía (hoy Ministerio de Economía).

### 4. Procedimiento de presentación 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. Asimismo, deberá realizarse una evaluación cuantificada de la energía que va a ser transferida a la red.

En caso de que la solicitud tenga que ser presentada ante la Dirección General de Política Energética y Minas actual, lo hará el titular o explotador de la instalación (propietario, arrendatario o titular de cualquier otro derecho que le vincule con la explotación de una instalación), incluyendo, además de lo descrito en el párrafo anterior, una memoria resumen de la entidad peticionaria, persona jurídica, que deberá contener:

- Nombre o razón social y domicilio del peticionario
- Capital social y accionistas con participación superior al 5 por 100, en su caso, y participación de los mismos. Relación de empresas filiales en las que el peticionario sea mayoritario. Este apartado no se debería exigir a las instalaciones inferiores a 5 kWp.
- Condiciones de eficiencia energética y técnicas de seguridad de la instalación
- Relación de las instalaciones acogidas a este régimen de las que el peticionario es titular
- Copia del balance y cuenta de resultados correspondiente al último ejercicio fiscal. Este apartado no se exige a las instalaciones inferiores a 5 kWp.

El procedimiento de tramitación se ajustará a lo previsto en la Ley 30/92. La Dirección General de la Energía resolverá sobre la solicitud en el plazo de seis meses. La falta de resolución expresa en plazo tendrá efectos desestimatorios, pudiendo presentar un recurso si se estima oportuno ante la Administración competente. Estos plazos se contemplan específicamente en el RD 1663, antes comentado.

### 5. Registro Administrativo

Se constituye una sección denominada "Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial" en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica a que se refiere el artículo 2.1.4 de la Ley del Sector Eléctrico, dependiendo de la Dirección General de la Energía en el Ministerio de Industria y Energía (hoy de Economía). Esta sección permitirá el adecuado seguimiento al Régimen Especial, y específicamente la gestión y el control de la percepción de las 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.

Sin perjuicio de lo previsto anteriormente, las Comunidades Autónomas podrán crear y gestionar los correspondientes registros territoriales, llevándose a cabo la adecuada coordinación entre ellas y la propia Dirección General del Ministerio de Industria (de Economía) para garantizar la intercambiabilidad de las inscripciones entre el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial y los Registros Autonómicos que puedan constituirse.

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

#### Inscripción previa:

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 la Energía (hoy 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 Dirección General de la Energía (hoy 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.

### ***Inscripción definitiva:***

Se dirigirá al órgano correspondiente de la Comunidad Autónoma competente, o en su caso, a la Dirección General de la Energía (hoy 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 dar traslado de la resolución por la que se le otorga dicha condición, en el plazo de un mes, o de la inscripción efectuada en el registro autonómico, o en su caso de los datos precisos para la toma de razón de la inscripción definitiva, a la Dirección General de la Energía (hoy Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Economía).

Esta inscripción definitiva será comunicada a la Comunidad Autónoma, para que ésta proceda a su notificación al solicitante y a la empresa distribuidora.

Los titulares o explotadores 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 modelo adjunto en el Anexo 2. Este Anexo 2 deberá adaptarse al caso particular de las instalaciones FV, especialmente a las menores de 5 kWp de potencia.

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

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 a precio de mercado. Dicho funcionamiento en pruebas deberá ser autorizado previamente, y su duración no será superior a tres meses.

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

## ***6. Condiciones de entrega de la energía eléctrica***

El titular de la instalación de producción acogida al régimen especial y la empresa distribuidora suscribirán un contrato, según el modelo publicado en junio de 2001, 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.

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 un modelo aprobado por la Dirección General de la Energía (hoy Dirección General de Política Energética y Minas).

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 el precio de mercado mayorista más los incentivos previstos en el RD o elegir la prima fija opcional.

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, medida en un contador independiente.
- Recibir simultáneamente la energía eléctrica convencional en las condiciones técnicas actualmente en vigor.

## ***7. Criterios***

Para las instalaciones FV, aunque ya se han dictado normas específicas, este Real Decreto considera los siguientes puntos:

Los titulares que tengan interconectados en paralelo a la red general su sistema FV, lo estarán en un solo punto, salvo circunstancias justificadas y autorizadas por la Administración competente en cada CCAA.

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

La potencia total de la instalación FV conectada a la línea no superará el 50% de la capacidad de transporte de la línea en el punto de conexión, definida como la capacidad térmica de diseño de la línea en dicho punto.

El punto de conexión se establecerá de acuerdo entre el titular y la empresa distribuidora. 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.

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.

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

Los titulares de instalaciones FV incorporarán a la red el total de la energía eléctrica producida, recibiendo la prima durante el periodo que medie hasta alcanzar el 12% del total de la demanda energética al que hace referencia la disposición transitoria 16ª de la Ley del Sector Eléctrico o hasta que el total de las instalaciones FV en España con potencia inferior a 5 kWp. alcance la cifra de 50 MWp.

La energía eléctrica cedida a las empresas distribuidoras de energía eléctrica deberá ser adquirida por la más próxima, con características técnicas y económicas suficientes para realizar su distribución. En caso de discrepancia, resolverá lo que corresponda la Administración Autónoma o la Dirección General de Energía (hoy Dirección de Política Energética y Minas) cuando sea de su competencia.

La instalación deberá contar con un equipo de medida de energía eléctrica que pueda permitir su facturación y control de acuerdo con este RD. La medida se efectuará inmediatamente antes del límite de conexión de la empresa distribuidora. En caso de no poder realizar la medida en ese punto, las pérdidas serán a cargo del productor y deben reflejarse en el contrato suscrito entre el productor y la empresa distribuidora.

## 8. Régimen económico

La retribución que obtienen los productores por la cesión de energía eléctrica será la suma del precio de mercado más la prima. Para las instalaciones inferiores a 5 kWp con factor de potencia >0,9 no se reducirá la prima por bajo factor de potencia.

$$\text{pta./kWh} = \text{Precio de mercado} + \text{Prima}$$

El precio medio de mercado será publicado por el operador de mercado antes del quinto día hábil del mes siguiente considerado para la facturación.

La prima aplicable a instalaciones FV con potencia instalada de hasta 5 kWp, siempre que la potencia instalada nacional no supere los 50 MW, será de 60 pta./kWh.

La prima aplicable a instalaciones FV con potencia instalada superior a 5 kWp, será de 30 pta./kWh.

Las instalaciones FV podrán optar por no aplicar las cifras establecidas en los párrafos anteriores y aplicar por toda la producción eléctrica inyectada a red, un precio fijo total a percibir de 66 pta./kWh para instalaciones menores de 5 kWp ó 36 pta./kWh para instalaciones mayores a 5 kWp.

El Ministerio de Industria y Energía ( Ministerio de Economía), podrá revisar las primas cada cuatro años.

Para las instalaciones FV que superen los 50 MWp de capacidad de producción, (caso poco probable) la prima será de 1 pts/kWh (Artículo 31).

En tanto el Ministerio de Industria y Energía (hoy de Economía) no establezca nuevas normas técnicas para el funcionamiento y conexión a red de servicio público de estas instalaciones, continúa en vigor la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 5 de septiembre de 1985. Posteriormente a este RD se publicó el RD 1663 que anula concreta y específicamente este punto.

Se faculta al Ministerio de Industria y Energía (hoy de Economía) para dictar las disposiciones necesarias de desarrollo del presente Real Decreto, y la modificación de los valores o condiciones establecidas en los anexos si la correcta gestión económica y técnica lo aconsejan

*Este Real Decreto entró en vigor el día 1 de enero de 1999*

## 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.

## 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 distribuidora 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 distribuidora 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 distribuidora 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 distribuidora, 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 distribuidora 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 la energía, 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 distribuidora 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 opongan 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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**

- 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 apartado artículo 4.5 de este Real Decreto.
- 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.
- 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.
- 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**

- 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.

- 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.

- 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.
- 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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).
6. Estas protecciones podrán ser precintadas por la empresa distribuidora, tras las verificaciones a las que hacen referencia los artículos 6 y 7.
7. 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.
8. 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 este. En este caso solo 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 50Hz, 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<sub>máx</sub> (Wp) .....  
Tensión en circuito abierto Voc (V) .....  
Corriente de máxima potencia, I<sub>máx</sub> (A) .....  
Tensión de máxima potencia V<sub>máx</sub> (V) .....  
Intensidad de cortocircuito. I<sub>sc</sub> (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)          | ..... |

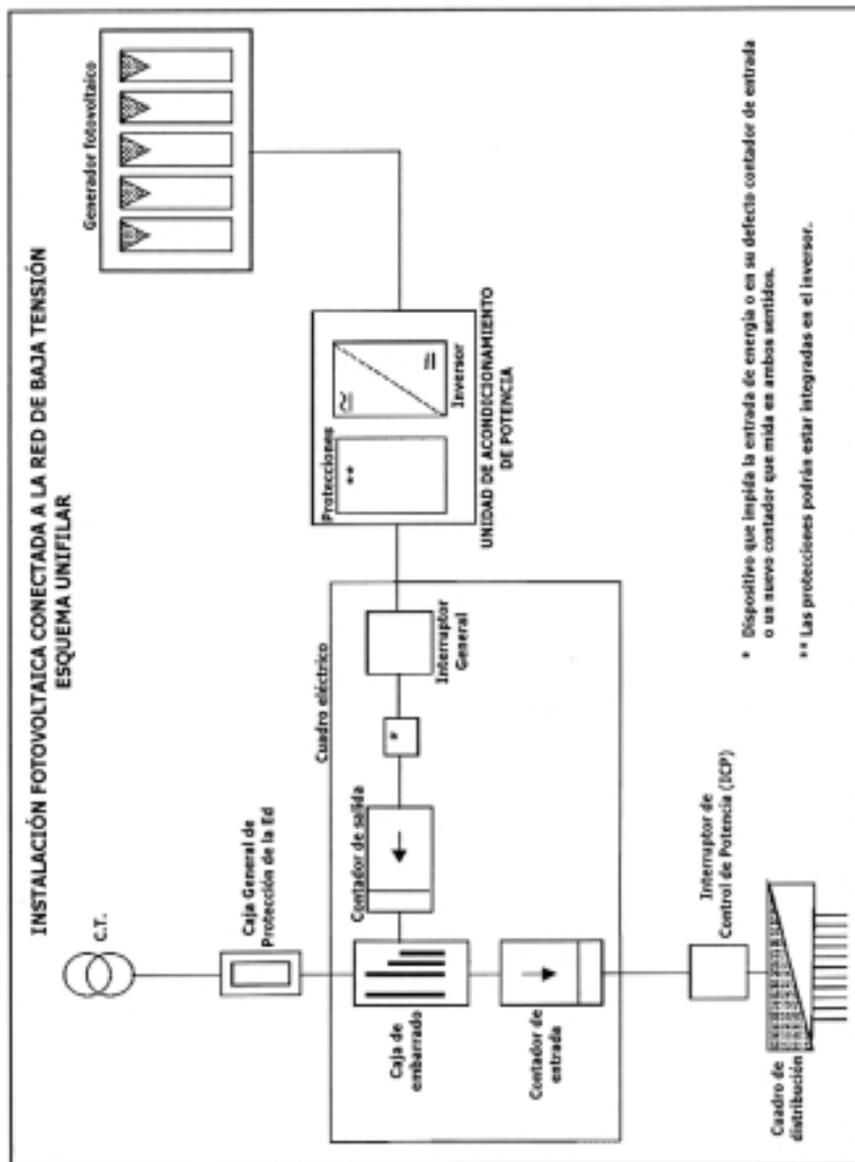
#### 5. Aparatos de medida y control

|  |       |
|--|-------|
| 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: **Transferencia/Otras  
Datos Bancarios**

**Nº Registro de instalaciones  
de producción en  
régimen  
especial**

FACTURA num: \_\_\_\_\_

Ref: **Nombre de la Instalación**  
Tarifa: **REAL DECRETO 2818/1998 de 23 de diciembre. art. 28.3**  
Grupo b.1 Potencia \_\_\_\_\_ kW

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

| 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) (\*\*)

\_\_\_\_\_ pesetas/kWh

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

(Facturación = Ee x Pt)

FACTURACIÓN TOTAL (Ft) \_\_\_\_\_ pesetas

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

**TOTAL FACTURA** \_\_\_\_\_ pesetas

**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 num: \_\_\_\_\_ 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

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

**II FACTURACIÓN**

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

Precio valle de mercado (Pmv) \_\_\_\_\_ PTA/kWh  
Precio punta de mercado (Pmp) \_\_\_\_\_ PTA/kWh  
Prima (Pr) - Instalación tipo b.1. .... PTA/kWh

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

FACTURACIÓN BÁSICA (FB) ..... PTA

**COMPLEMENTO POR ENERGÍA REACTIVA (ER)**

Factor de potencia [cos fi = (Ev+Ep)/((Ev+Ep)<sup>2</sup>+Er<sup>2</sup>)<sup>1/2</sup>] \_\_\_\_\_

Con el valor obtenido de cos fi, 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 fi no coincida con uno de los de la tabla, se utilizará la siguiente fórmula:  
Recargo o bonificación por cos fi [Kr = (17/cos<sup>2</sup>fi - 21)] \_\_\_\_\_

[ER = - Kr/100 x Fb]

COMPLEMENTO ENERGÍA REACTIVA (ER)..... PTA

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

I.V.A. 16% ..... PTA

**TOTAL FACTURA** ..... PTA

| 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  |

# Direcciones de interés en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

## 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-def.upm.es/ies>
- MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA: <http://www.mcyt.es>

## Asociaciones:

- ASIF (ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA)  
<http://www.asif.org>

## Compañía Distribuidora:

- IBERDROLA: <http://www.iberdrola.es>

## Direcciones de información general:

- PORTALENERGIA: <http://www.portalenergia.com>
- REVISTA DE ENERGÍAS RENOVABLES:  
<http://www.energiasrenovables-larevista.es>

## Organismos regionales

- CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN  
DE CARTAGENA  
Plaza Castellini, 5 y 7. 30201 Cartagena  
Tel.: 968 52 21 60
- CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO E INDUSTRIA DE LORCA  
Plaza del Caño, 3. 30800 Lorca  
Tel.: 968 47 74 88

- CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN DE MURCIA  
Plaza de San Bartolomé, 1. 30004 Murcia  
Tel. 968 24 94 00
- CONFEDERACIÓN DE ORGANIZACIONES EMPRESARIALES DE CARTAGENA (COEC)  
Carlos III, 1. 30201 Cartagena  
Tel.: 968 50 56 50. Fax.: 968 52 21 68
- CONFEDERACIÓN DE ORGANIZACIONES EMPRESARIALES DE LORCA (CECLOR)  
Espín Alta, 8. 30800 Lorca  
Tel.: 968 46 02 61. Fax.: 968 44 46 04
- CONFEDERACIÓN REGIONAL DE ORGANIZACIONES EMPRESARIALES (CROEM)  
Acisclo Díaz, 10, 2º. 30005 Murcia  
Tel.: 968 29 34 00. Fax.: 968 28 30 69
- FEDERACIÓN DE MUNICIPIOS DE LA REGIÓN DE MURCIA  
Plaza Mayor, s/n, Bajo. Murcia  
Tel.: 968 21 48 40. Fax.: 968 21 59 24
- INSTITUTO DE FOMENTO DE LA REGIÓN DE MURCIA  
Avda. de la Fama, 3. 30006 Murcia  
Tel.: 968 36 28 00. Fax.: 968 36 28 40