



# GUÍA SOLAR FOTOVOLTAICA 2012

PROYECTO FIN DE CARRERA 2012  
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL  
ELECTRÓNICA

TUTOR: ANTONIO MONTAÑÉS

**Carlos Canales Ciudad**

# Introducción

## Antecedentes

Durante miles de años, el hombre ha basado su desarrollo en la utilización de fuentes de energía locales, basándose en el fuego y en la fuerza animal (incluida la propia). A partir aproximadamente del año 3.000 a.c. se empieza a utilizar una fuente de energía diferente, que permite el movimiento de pequeñas embarcaciones en el Nilo sin la necesidad de efectuar un arrastre desde las orillas del río: el viento. Esta situación se mantiene estable hasta hace unos trescientos años, cuando surge la primera revolución industrial, basada esencialmente en el carbón. Así, durante los tres últimos siglos, la industrialización de todos los países del mundo se ha basado esencialmente en la combustión de carbones e hidrocarburos. La mayoras exigencias de calidad de vida de los países más avanzados, ha acarreado una fuerte dependencia y consumo de estas fuentes de energía. El consumo específico (por persona) energético ha ido incrementándose exponencialmente en estos trescientos años, a la vez que lo hacía la población mundial. La consecuencia ya la conocemos: las fuentes tradicionales de energía, que necesitaron millones de años para formarse (provienen en su mayor parte de la descomposición de materia orgánica) se están agotando, y emitimos elevados niveles de contaminación a la atmósfera y los mares. La producción y consumo de energía primaria en el mundo presenta grandes desigualdades. Estas desigualdades están directamente relacionadas con el desarrollo de cada país. Después de la crisis del petróleo de 1974, los países consumidores, diversificaron sus fuentes de generación e incorporaron nuevas tecnologías en la producción. Los países industrializados redujeron su dependencia del petróleo y de los recursos importados. Desde siempre, los desarrollos tecnológicos han tenido un impacto significativo en los modos de vida y en la estructura de las organizaciones sociales. El rápido desarrollo de las sociedades industriales durante el siglo XX ha estado íntimamente unido con la disponibilidad de energía a bajo precio. Ello ha modificado los modos de trabajo, de ocio y la propia estructura demográfica. Ha habido una estrecha relación entre el crecimiento económico y consumo de energía. La mitad de la población mundial actual no tiene acceso a formas comerciales de energía. El mundo se enfrenta al reto de suministrar energía a una población creciente, este incremento se localizará en los países actualmente considerados pobres.

La radiación solar que recibe la Tierra supone de 15 a 20 veces la energía total contenida en todas las reservas de combustibles fósiles del mundo. Un aprovechamiento del 0,005% de la radiación anual bastaría para proporcionar toda la energía que consume el hombre.

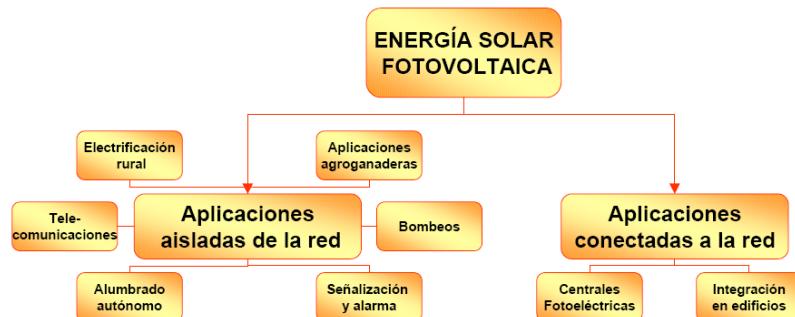
Se consideran energías renovables aquellas que tienen su origen en la radiación solar. Esto significa que, no solo es renovable la energía solar producida directamente por la radiación de la luz, sino que también son energías renovables, desencadenadas por el calentamiento de la superficie de la Tierra, la hidráulica y la eólica. Asimismo, se suelen considerar energías renovables las que aparentemente son inagotables, al estar causadas por fenómenos físicos de gran envergadura como la geotérmica y las mareas. Simultáneamente, los gobiernos de los países europeos están ampliando esta definición a aquellas energías que presentan una emisión global de CO<sub>2</sub> nula, como son biodiesel y biomasa, y con frecuencia se confunden también estas determinadas actuaciones que conducen a un mejor aprovechamiento de los combustibles convencionales, como son la cogeneración y la utilización de gases residuales, que mejoran la eficiencia energética pero no son propiamente Energías Renovables.

La energía solar, la cual nos ocupará este proyecto, es aquella que aprovecha la energía directa del sol para producir electricidad o calor. El Sol, fuente de vida y origen de las demás formas de energía que el hombre ha utilizado desde los albores de la Historia, puede satisfacer todas nuestras necesidades, si aprendemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia. Durante el presente año, el Sol arrojará sobre la Tierra cuatro mil veces más energía que la que vamos a consumir. España, por su privilegiada situación y climatología, se ve particularmente favorecida respecto al resto de los países de Europa, ya que sobre cada metro cuadrado de su suelo inciden al año unos 1.500 kilovatios-hora de energía. Esta energía puede aprovecharse directamente, o bien ser convertida en otras formas útiles como, por ejemplo, en electricidad. No sería racional no intentar aprovechar, por todos los medios técnicamente posibles, esta fuente energética gratuita, limpia e inagotable, que puede liberarnos definitivamente de la dependencia del petróleo o de otras alternativas poco seguras o, simplemente, contaminantes.

## Energía solar fotovoltaica conceptos básicos

La conversión fotovoltaica se basa en el efecto fotoeléctrico, es decir, en la conversión de la energía lumínica proveniente del sol en energía eléctrica. Para llevar a cabo esta conversión se utilizan unos dispositivos denominados células solares, constituidos por materiales semiconductores en los que artificialmente se ha creado un campo eléctrico constante. El material más utilizado es el Silicio. Estas células conectadas en serie o paralelo forman un panel solar encargado de suministrar la tensión y la corriente que se ajuste a la demanda.

La tecnología fotovoltaica convierte directamente la radiación procedente del Sol en electricidad. La energía que nos regala el Sol es limpia, renovable y tan abundante que la cantidad que recibe la Tierra en 30 minutos es equivalente a toda la energía eléctrica consumida por la humanidad en un año.



Una instalación de tecnología fotovoltaica se caracteriza por su simplicidad, silencio, larga duración, requerir muy poco mantenimiento y tener una elevada fiabilidad.

La tecnología fotovoltaica tiene el valor añadido de generar puestos de trabajo y emplear recursos autóctonos, disminuyendo la dependencia energética del exterior, y de utilizar una fuente de energía inagotable: el Sol.

La corriente eléctrica continua que proporcionan los paneles fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna e inyectar en la red eléctrica, operación que es muy rentable económicamente y que está garantizada por ley, o bien utilizarla para el consumo propio en lugares donde no llega el suministro de las compañías eléctricas.

La Energía Solar Fotovoltaica presenta unas características que la hacen una de las energías renovables más atractivas:

Simplicidad y modularidad: La configuración de diseño de la instalación, la ampliación de potencia y la reparación en alguno de sus componentes es rápida y adaptable.

Fiabilidad: Las placas fotovoltaicas funcionan durante más de veinte años sin ningún mantenimiento. Los reguladores de carga y los onduladores tienen al menos diez años de vida útil y las baterías requieren un simple pero regular mantenimiento, y efectuar su reposición aproximadamente a los diez años según la tecnología y el rigor de utilización.

No necesita suministro exterior (combustible), y es inagotable a escala humana.

No es contaminante: La generación de electricidad en centrales térmicas (carbón, gas, gasoil) emite grandes cantidades de gases y partículas contaminantes y desencadenantes del efecto invernadero. Por otro lado, las centrales nucleares generan residuos radiactivos difíciles de almacenar de forma segura.

No necesita agua para la generación de electricidad: A diferencia de las centrales térmicas, nucleares e hidroeléctricas, los sistemas fotovoltaicos no necesitan agua para su funcionamiento, siendo un bien cada vez más escaso en muchas regiones del planeta.

No se necesitan grandes cantidades de terreno: Hay que tener en cuenta que con la generación masiva en edificios, esa superficie podría estar constituida por los propios tejados de las viviendas.

El impacto paisajístico es mínimo: La integración en edificios evita el impacto paisajístico propio de otras energías.

Ausencia de ruidos en los procesos energéticos.

Llega a todas partes: Esta característica es muy importante, ya que una elevada proporción de la población mundial sigue sin disfrutar de la electricidad. Las instalaciones fotovoltaicas autónomas son fiables y relativamente fáciles de instalar y mantener. El inconveniente está en los elevados precios, aunque económicamente suele ser más rentable que instalar una línea eléctrica.

Es ideal para ciertas aplicaciones: Electrificación de viviendas rurales, Bombeo de agua, Antenas de telecomunicaciones, Señalización y balizamiento, Industrias agropecuarias...

Contribuye eficazmente a la reducción de emisiones de CO2:

Cada kWh generado con energía solar fotovoltaica evita la emisión a la atmósfera de proximadamente un kilo de CO<sub>2</sub>, en el caso de comparar con generación eléctrica con carbón, o aproximadamente 400 gramos de CO<sub>2</sub> en el caso de comparar con generación eléctrica con gas natural. Una vivienda unifamiliar con una potencia instalada en su tejado de 5 kWp puede evitar anualmente 1,9 t de CO<sub>2</sub> al año, considerando generación eléctrica con central de ciclo combinado de gas natural.

Una planta solar, con seguimiento y baja concentración, de 1.200 KWp puede evitar anualmente 818 t de CO<sub>2</sub>.

### Fuentes de energía no renovables

Son fuentes de energía no renovables :

Carbón.- Combustible fósil, formado por la acumulación de vegetales durante el Periodo Carbonífero de la Era Primaria de nuestro planeta. Estos vegetales a lo largo del tiempo han sufrido el encierro en el subsoilo terrestre, experimentando cambios de presión y temperatura lo que ha posibilitado la acción de reacciones químicas que los han transformado en variados tipos de carbón mineral.

Petróleo.- Es un aceite natural de origen mineral constituido por una mezcla de hidrocarburos. Estos hidrocarburos se producen por antiguos restos de organismos vegetales, organismos acuáticos y organismos vivos depositados, en el transcurso de miles de años, en las profundidades de la corteza terrestre en forma de sedimento.

Gas Natural.- Es una mezcla de gases combustibles depositados en forma natural en el subsoilo de la Tierra y que poseen un gran poder calorífico. En ocasiones los yacimientos de gas natural

están acompañados por yacimientos de petróleo. El principal componente del gas natural es el metano y en menor proporción los gases de etano, propano y butano.

Energía Geotérmica.- Energía contenida también en el interior de la Tierra en forma de gases. Al ser extraída se presenta en forma de gases de alta temperatura (fumarolas), en forma de vapor y agua hirviendo y en forma de agua caliente (fuentes termales).

Energía Nuclear.- Es aquella asociada a la interacción (enlace, configuración, posición) de las partículas en el núcleo atómico. Se libera como resultado de una reacción nuclear. Las dos más significativas de las reacciones nucleares en cuanto a producción de energía son: la reacción de Fisión Nuclear (división de los núcleos atómicos pesados) y la reacción de Fusión Nuclear (unión de núcleos atómicos livianos).

En las reacciones nucleares se libera una gran cantidad de energía, debido a que parte de la masa de las partículas involucradas en el proceso, se transforma directamente en energía. Lo anterior se puede explicar en base a la relación Masa-Energía, producto de la genialidad del gran físico Albert Einstein.

En relación a la liberación de energía, una reacción nuclear es un millar de veces más energética que una reacción química, por ejemplo, la generada por la combustión del combustible fósil del metano.

Fisión Nuclear.- Es una reacción nuclear que tiene lugar por la rotura de un núcleo pesado al ser bombardeado por neutrones de cierta velocidad. A raíz de esta división el núcleo se separa en dos fragmentos acompañado de una emisión de radiación, liberación de 2 ó 3 nuevos neutrones y de una gran cantidad de energía que se transforma finalmente en calor.

Los neutrones que se producen por fisión, al disminuir su energía, alcanzan las condiciones para fusionar otros núcleos pesados, generando una Reacción Nuclear en Cadena. Cabe señalar, que los núcleos atómicos utilizados son de Urano – 235. El proceso de la fisión permite el funcionamiento de los Reactores Nucleares que actualmente operan en el mundo.

Fusión Nuclear.- La fusión nuclear ocurre cuando dos núcleos atómicos muy livianos se unen, formando un núcleo atómico más pesado con mayor estabilidad. Estas reacciones liberan energías tan elevadas que en la actualidad se estudian formas adecuadas para mantener la estabilidad y confinamiento de las reacciones.

### Fuentes de energía renovables

Son fuentes de energía renovables:

Energía Hidráulica.- Es un tipo de energía mecánica. Por ejemplo, la energía obtenida de los movimientos de las aguas de un río. El agua tiene una importante cantidad de energía potencial, el agua cae a través de ductos, transformando la energía potencial en energía cinética. Este movimiento se aprovecha para accionar turbinas generadoras de electricidad (Centrales Hidroeléctricas).

Energía Solar.- Llega a la Tierra proveniente de la estrella más cercana a nuestro planeta: El Sol. Esta energía abarca un amplio espectro de Radiación Electromagnética, donde la luz solar es la parte visible de tal espectro.

La energía solar es generada por la llamada Fusión Nuclear que es la fuente de vida de todas las estrellas del Universo. Podemos transformar la energía solar en energía térmica o eléctrica. La energía solar es aprovechada para elevar la temperatura de un fluido, como por ejemplo el agua, y en el segundo caso la energía luminosa del sol transportada por sus fotones de luz, incide sobre la superficie de un material semiconductor (ej: el silicio), produciendo el movimiento de ciertos electrones que componen la estructura atómica del material. Un movimiento de electrones produce una corriente eléctrica que se puede utilizar como fuente de energía de componentes eléctricos o bien electrónicos.

**Energía Eólica.** - Se puede transformar en energía eléctrica mediante el uso de turbinas eólicas que basan su funcionamiento en el giro de aspas accionadas por los vientos. Bajo el mismo principio se puede utilizar como mecanismo de extracción de aguas subterráneas o de ciertos tipos de molinos para la agricultura.

**Energía de Biomasa.** - Se obtiene de ciertos compuestos orgánicos que se han producido en el tiempo por procesos naturales, es decir, producto de transformaciones químicas y biológicas sobre algunas especies vegetales o bien sobre ciertos materiales. Por ej: los residuos forestales, los de agricultura y domésticos.

**Energía Mareomotriz.** - Es energía mecánica producto del movimiento de las mareas y las olas del mar. El Movimiento de mareas es generado por la interacción gravitatoria entre la Tierra y la Luna. Tal movimiento se utiliza para traspasar energía cinética a generadores de electricidad. Con energía marina nos referimos a la energía generada por el movimiento de las olas y las mareas, que se puede convertir en energía eléctrica, es una forma de aprovechar el potencial energético de los océanos al igual que la . Para que este proceso sea efectivo, es necesario que la amplitud de la energía termo-oceánica marea sea como mínimo de cinco metros, así que es importante la profundidad del océano, por lo que sólo existe un número limitado de lugares en todo el mundo en que las condiciones de la marea son adecuadas para su explotación energética. La energía termo-oceánica es más conocida como energía térmica oceánica, y está basada en la explotación de la diferencia de temperaturas en los oceanos. La diferencia de temperatura en ciertas partes del océano como las zonas tropicales, oscila en torno a los 20 grados entre la superficie y los 100 metros de profundidad. En zonas árticas y antárticas estas

diferencias pueden llegar a ser mayores, pero se necesitan instalaciones que intercambien el agua a mayor profundidad, llegando a alzanzar los 1000 metros.

### Sobre el aprovechamiento de las fuentes de energía hacia un futuro energéticamente sostenible

Son fuentes de energía renovables:

Energía Hidráulica.- Es un tipo de energía mecánica. Por ejemplo, la energía obtenida de los movimientos de las aguas de un río. El agua tiene una importante cantidad de energía potencial, el agua cae a través de ductos, transformando la energía potencial en energía cinética. Este movimiento se aprovecha para accionar turbinas generadoras de electricidad (Centrales Hidroeléctricas).

Energía Solar.- Llega a la Tierra proveniente de la estrella más cercana a nuestro planeta: El Sol. Esta energía abarca un amplio espectro de Radiación Electromagnética, donde la luz solar es la parte visible de tal espectro.

La energía solar es generada por la llamada Fusión Nuclear que es la fuente de vida de todas las estrellas del Universo. Podemos transformar la energía solar en energía térmica o eléctrica. La energía solar es aprovechada para elevar la temperatura de un fluido, como por ejemplo el agua, y en el segundo caso la energía luminosa del sol transportada por sus fotones de luz, incide sobre la superficie de un material semiconductor (ej: el silicio), produciendo el movimiento de ciertos electrones que componen la estructura atómica del material. Un movimiento de electrones produce una corriente eléctrica que se puede utilizar como fuente de energía de componentes eléctricos o bien electrónicos.

Energía Eólica.- Se puede transformar en energía eléctrica mediante el uso de turbinas eólicas que basan su funcionamiento en el giro de aspas accionadas por los vientos. Bajo el mismo principio se puede utilizar como mecanismo de extracción de aguas subterráneas o de ciertos tipos de molinos para la agricultura.

Energía de Biomasa.- Se obtiene de ciertos compuestos orgánicos que se han producido en el tiempo por procesos naturales, es decir, producto de transformaciones químicas y biológicas sobre algunas especies vegetales o bien sobre ciertos materiales. Por ej: los residuos forestales, los de agricultura y domésticos.

Energía Mareomotriz.- Es energía mecánica producto del movimiento de las mareas y las olas del mar. El Movimiento de mareas es generado por la interacción gravitatoria entre la Tierra y la Luna. Tal movimiento se utiliza para traspasar energía cinética a generadores de electricidad. Con energía marina nos referimos a la energía generada por el movimiento de las olas y las mareas, que se puede convertir en energía eléctrica, es una forma de aprovechar el potencial energético de los océanos al igual que la . Para que este proceso sea efectivo, es necesario que la amplitud de la energía termo-oceánica marea sea como mínimo de cinco metros, así que es importante la profundidad del océano, por lo que sólo existe un número limitado de lugares en todo el mundo en que las condiciones de la marea son adecuadas para su explotación energética. La energía termo-oceánica es más conocida como energía térmica oceánica, y está basada en la explotación de la diferencia de temperaturas en los oceanos. La diferencia de temperatura en ciertas partes del océano como las zonas tropicales, oscila en torno a los 20 grados entre la superficie y los 100 metros de profundidad. En zonas árticas y antárticas estas diferencias pueden llegar a ser mayores, pero se necesitan instalaciones que intercambien el agua a mayor profundidad, llegando a alzanzar los 1000 metros.

### Una justificación al estudio de la energía solar fotovoltaica

La tecnología fotovoltaica reivindica que es una energía renovable y lo es: en efecto, pasa por los filtros que la acreditan como tal:

- ¿Produce energía útil? Sí, electricidad.

- ¿Es respetuosa con el medio ambiente? Sí, genera electricidad sin ruidos, sin humos, sin partes móviles.

- ¿Es inagotable? Sí, su energía primaria es la radiación solar que incide sobre nuestro planeta con una media de 340 W/m<sup>2</sup>, en total unos 125.000 Gtep cada año y durante, esperamos, 5.000 millones de años.

A sus características de energía renovable y peculiaridades técnicas sorprendentes y espléndidas, debemos añadir sus características solidarias que emanan del hecho que los rayos solares llegan a todos los rincones del planeta con la peculiaridad que la radiación es más generosa en los países pobres. El área subsahariana, zona con una magnánima radiación solar, tiene unas tasas de electrificación rural menores del 10%. La electrificación rural que vemos ocasionalmente viajando por nuestro país, la deberíamos poder extender por los países que lo necesitan. Unos paneles fotovoltaicos que alimenten un pozo en zona desértica harán que la zona se pueble con personas que abandonan el hambre, o unos paneles alimentando la bomba de un pozo que llega a varios metros de profundidad donde hay agua potable harán que la salud de un pueblo mejore; la electricidad de origen fotovoltaico les proporciona un primer paso hacia una vida mejor.

Existen algunos prejuicios sobre esta tecnología pero ninguno tan persistente como el que se necesita más energía para fabricar el generador fotovoltaico que la que luego se genera a lo largo de la vida del generador. Pero ha quedado demostrado con la tecnología actual, que utiliza silicio cristalino, que este tema se remonta a los años 50 cuando se descubrió la célula solar, y esto es cosa del siglo pasado.

Respecto a sus costes, el coste del kWh de origen fotovoltaico, podemos decir que es varias veces el coste del kWh obtenido con medios convencionales pero es evidente que, si tuviéramos ahora una generación tan simple y tan limpia como es la fotovoltaica, a coste competitivo con otras fuentes de generación eléctrica alternativas, no dudaríamos en usar esta tecnología en nuestro mix energético en la proporción que el sistema eléctrico la pudiera admitir (recordemos que la electricidad la podemos transportar muy fácil y rápidamente, a 300.000 km/s, pero que no podemos tenerla parada o almacenada en la red y, recordemos también, que la energía solar tiene sus limitaciones de gestionabilidad).

Por todo lo expuesto, queda justificado el estudio de fuentes alternativas de energía, centrándonos en la energía solar fotovoltaica, ya que de todas es la más importante, para aprender de los errores cometidos en obsoletas planificaciones energéticas y encaminarse hacia un futuro energéticamente más diversificado, sostenible y ambientalmente aceptable.

### Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica

Aunque la energía que recibimos del sol es absolutamente necesaria, pues sin ella no habría vida en la Tierra, y esto sería más que suficiente para hablar sólo de **ventajas**, si la consideramos como una de las energías alternativas (la más importante) ofrece todas las ventajas sociales y ambientales de este tipo de energías, entre las que cabe destacar:

- Utiliza recursos naturales inagotables: la luz del sol.
- Es una energía limpia que no genera emisiones de gases contaminantes ni otro tipo de residuos.
- Es una solución ideal para disponer de electricidad en zonas aisladas.
- Es la única energía renovable que puede instalarse a gran escala dentro de las zonas urbanas.

- El riesgo de accidentes es muy bajo porque no hay elementos en movimiento, la manipulación de energía no implica peligro alguno y no requieren apenas mantenimiento.
- En el caso de instalaciones conectadas a la red, hay subvenciones públicas y primas a la producción.
- Los paneles y la estructura de soporte pueden desmontarse al final de la vida útil, pudiendo reutilizarse.

Entre los **inconvenientes**, no comparables con los de las fuentes de energía convencionales y más bien propios de las instalaciones y parques solares, podemos mencionar:

- El impacto visual de los parques solares, que suelen ocupar grandes superficies de captación.
- Sólo se produce energía mientras hay luz y depende del grado de insolación.
- El coste de las instalaciones es elevado, sobre todo si se compara con otros países europeos.
- El periodo de amortización de la inversión es largo, de unos diez años.
- El rendimiento es bastante bajo, debido a la baja eficiencia de las células solares, en muchos casos inferior al 20%.
- El tiempo de deben esperar, según manifiesta la Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF), las pequeñas y medianas instalaciones fotovoltaicas para que las compañías eléctricas las homologuen y compren su producción.

## El aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica. Aplicaciones

En una primera gran división las instalaciones fotovoltaicas se pueden clasificar en dos grandes grupos:

Instalaciones aisladas de la red eléctrica.

Instalaciones conectadas a la red eléctrica.

En el primer tipo, la energía generada a partir de la conversión fotovoltaica se utiliza para cubrir pequeños consumos eléctricos en el mismo lugar donde se produce la demanda. Es el caso de aplicaciones como la electrificación de:

- viviendas alejadas de la red eléctrica convencional, básicamente electrificación rural;
- servicios y alumbrado público: iluminación pública mediante farolas autónomas de parques, calles, monumentos, paradas de autobuses, refugios de montaña, alumbrado de vallas publicitarias, etc. Con la alimentación fotovoltaica de luminarias se evita la realización de zanjas, canalizaciones, necesidad de adquirir derechos de paso, conexión a red eléctrica, etc.
- aplicaciones agrícolas y de ganado: bombeo de agua, sistemas de riego, iluminación de invernaderos y granjas, suministro a sistemas de ordeño, refrigeración, depuración de aguas, etc.;
- señalización y comunicaciones: navegación aérea (señales de altura, señalización de pistas) y marítima (faros, boyas), señalización de carreteras, vías de ferrocarril, repetidores y reemisores de radio y televisión y telefonía, cabinas telefónicas aisladas con recepción a través de satélite o de repetidores, sistemas remotos de control y medida, estaciones de tomas de datos, equipos sismológicos, estaciones meteorológicas, dispositivos de señalización y alarma, etc. El balizamiento es una de las aplicaciones más extendida, lo que demuestra la alta fiabilidad de estos equipos. Por su parte, en las instalaciones repetidoras, su ubicación generalmente en zonas de difícil acceso obligaban a frecuentes visitas para hacer el cambio de acumuladores y la vida media de éstos se veía limitada al trabajar con ciclos de descarga muy acentuados.

En cuanto a las instalaciones conectadas a la red se pueden encontrar dos casos: centrales fotovoltaicas, (en las que la energía eléctrica generada se entrega directamente a la red eléctrica,

como en otra central convencional de generación eléctrica) y sistemas fotovoltaicos en edificios o industrias, conectados a la red eléctrica, en los que una parte de la energía generada se invierte en el mismo autoconsumo del edificio, mientras que la energía excedente se entrega a la red eléctrica. También es posible entregar toda la energía a la red; el usuario recibirá entonces la energía eléctrica de la red, de la misma manera que cualquier otro abonado al suministro

# El efecto fotoeléctrico

## Introducción al efecto fotoeléctrico

Los fotones tienen una energía característica determinada por la longitud de onda de la luz. Si un electrón absorbe energía de un fotón y tiene mayor energía que la necesaria para salir del material y que su velocidad está bien dirigida hacia la superficie, entonces el electrón puede ser extraído del material. Si la energía del fotón es demasiado pequeña, el electrón es incapaz de escapar de la superficie del material. Los cambios en la intensidad de la luz no cambian la energía de sus fotones, tan sólo el número de electrones que pueden escapar de dicha superficie y por lo tanto la energía de los electrones emitidos no depende de la intensidad de la luz incidente, sino de la frecuencia de la radiación que le llega. Si el fotón es absorbido parte de la energía se utiliza para liberarlo del átomo y el resto contribuye a dotar de energía cinética a la partícula libre.

En principio, todos los electrones son susceptibles de ser emitidos por efecto fotoeléctrico. En realidad los que más salen son los que necesitan menos energía para salir y, de ellos, los más numerosos.

En un aislante (dieléctrico), los electrones más energéticos se encuentran en la banda de valencia. En un metal, los electrones más energéticos están en la banda de conducción. En un semiconductor de tipo N, son los electrones de la banda de conducción que son los más energéticos. En un semiconductor de tipo P también, pero hay muy pocos en la banda de conducción. Así que en ese tipo de semiconductor hay que ir a buscar los electrones de la banda de valencia.

A la temperatura ambiente, los electrones más energéticos se encuentran cerca del nivel de Fermi (salvo en los semiconductores intrínsecos en los cuales no hay electrones cerca del nivel de Fermi). La energía que hay que dar a un electrón para llevarlo desde el nivel de Fermi hasta el exterior del material se llama función trabajo, y la frecuencia mínima necesaria para que un electrón escape del metal recibe el nombre de frecuencia umbral. El valor de esa energía es muy variable y depende del material, estado cristalino y, sobre todo de las últimas capas atómicas

que recubren la superficie del material. Los metales alcalinos (sodio, calcio, cesio, etc.) presentan las más bajas funciones de trabajo. Aun es necesario que las superficies estén limpias al nivel atómico. Una de la más grandes dificultades de las experiencias de Millikan era que había que fabricar las superficies de metal en el vacío

### Historia del efecto fotovoltaico

#### Del punto de partida... a la primera célula de silicio

**1839** El punto de partida se considera a Edmund Bequerel, un físico francés descubriendo el efecto fotovoltaico cuando experimentaba con dos electrodos metálicos en una solución conductora, y apreció un aumento de la generación eléctrica con la luz.

**1873** Willoughby Smith descubre el efecto fotovoltaico en sólidos, en el selenio

**1877** W.G.Adams y R.E.Day producen la primera célula fotovoltaica de selenio

**1904** Albert Einstein publica su artículo sobre el efecto fotovoltaico, al mismo tiempo que un artículo sobre la teoría de la relatividad

**1921** Einstein gana el premio Nobel por sus teorías de 1904 explicando el efecto fotovoltaico (recibe el premio y lee el discurso en Gotemburgo- Suecia, en 1923)

**1954** Los investigadores D.M.Chaplin, C.S. Fuller y G.L.Pearson de los Laboratorios Bell en Murray Hill, New Jersey, producen la primera célula de silicio, publican en el artículo "A New Silicon p-n junction Photocell for converting Solar Radiation into Electrical Power", y hacen su presentación oficial en Washington (26 abril).

**1955** Se le asigna a la industria americana la tarea de producir elementos solares

fotovoltaicos para aplicaciones espaciales. Hoffman Electronic, empresa de Illinois

(EE.UU.) ofrece células del 3% de 14mW a 1.500 \$/Wp

**1957** Hoffman Electronic alcanza el 8 % de rendimiento en sus células

**1958** El 17 de marzo se lanza el Vanguard I, el primer satélite alimentado con energía solar fotovoltaica. El satélite lleva 0,1W superficie aproximada de 100 cm<sup>2</sup>, para alimentar un transmisor de respaldo de 5 mW, que estuvo operativo 8 años. La Unión Soviética, muestra en la exposición Universal de Bruselas sus células fotovoltaicas con tecnología de silicio.

**1959** Hoffman Electronic alcanza el 10 % de rendimiento en sus células comerciales.

**1962** Se lanza el primer satélite comercial de telecomunicaciones, el Telstar, con una potencia fotovoltaica de 14W

**1963** Sharp consigue una forma práctica de producir módulos de silicio; en Japón se instala un sistema de 242W en un faro, el mas grande en aquellos tiempos.

**1964** El navío espacial Nimbus se lanza con 470W de paneles fotovoltaicos

**1966** El observatorio astronómico espacial lleva 1kW de paneles solares.

**1977** La producción de paneles solares fotovoltaicos en el mundo es de 500 kW

**1980** ARCO Solar (después Siemens, después Shell Solar) es la primera empresa con una producción industrial de 1 MW de módulos al año; BP entra en el mercado fotovoltaico este año.

### Los últimos 20 años. Desarrollo sostenido

**1983** La producción mundial excede los 20 MW

**1994** Se celebra la primera Conferencia Mundial fotovoltaica en Hawái

**1998** Se celebra la segunda Conferencia Mundial fotovoltaica en Viena

Se alcanza un total de 1000 MWp de sistemas fotovoltaicas instalados.

**2002** Se producen más de 500 MWp de generadores fotovoltaicos en un año.

**2003** Se celebra la tercera Conferencia Mundial fotovoltaica en Japón y continúa el desarrollo sostenido , al contar con el apoyo de la sociedad y las administraciones de los países desarrollados.

### Explicación del efecto fotoeléctrico

Los fotones del haz de luz tienen una energía característica determinada por la frecuencia de la luz. En el proceso de fotoemisión, si un electrón absorbe la energía de un fotón y éste último tiene más energía que la función trabajo, el electrón es arrancado del material. Si la energía del fotón es demasiado baja, el electrón no puede escapar de la superficie del material. Aumentar la energía del haz no cambia la energía de los fotones constituyentes, solo cambia el número de fotones. En consecuencia, la energía de los fotones emitidos no depende de la intensidad de la luz, sino de la energía de los fotones individuales.

Los electrones pueden absorber energía de los fotones cuando son irradiados, pero siguiendo un principio de "todo o nada". Toda la energía de un fotón debe ser absorbida y utilizada para liberar un electrón de un enlace atómico, o sino la energía es re-emitida. Si la energía del fotón es absorbida, una parte libera al electrón del átomo y el resto contribuye a la energía cinética del electrón como una partícula libre.

Einstein no se proponía estudiar las causas del efecto, en el que los electrones de ciertos metales a causa de una radiación luminosa podían abandonar el metal con energía cinética.

Tan solo intentaba explicar el comportamiento de la radiación, que obedecía a la intensidad de la radiación incidente, el ver la cantidad de electrones que abandonaba el metal y a la frecuencia de la misma, en cuanto a la energía que impulsaba a dichas partículas.

## Leyes de emisión fotoeléctrica

1. Para un metal y una frecuencia de radiación incidente dados, la cantidad de fotoelectrones emitidos es directamente proporcional a la intensidad de luz incidente.
2. Para cada metal dado, existe una cierta frecuencia mínima de radiación incidente debajo de la cual ningún fotoelectrón puede ser emitido. Esta frecuencia se llama frecuencia de corte.
3. Por encima de la frecuencia de corte, la energía cinética máxima del fotoelectrón emitido es independiente de la intensidad de la luz incidente, pero depende de la frecuencia de la luz incidente.
4. El tiempo de retraso entre la incidencia de la radiación y la emisión del fotoelectrón es muy pequeña, menos que  $10^{-9}$  segundos.

## Breve introducción sobre la física de los semiconductores

1. Para un metal y una frecuencia de radiación incidente dados, la cantidad de fotoelectrones emitidos es directamente proporcional a la intensidad de luz incidente.
2. Para cada metal dado, existe una cierta frecuencia mínima de radiación incidente debajo de la cual ningún fotoelectrón puede ser emitido. Esta frecuencia se llama frecuencia de corte.
3. Por encima de la frecuencia de corte, la energía cinética máxima del fotoelectrón emitido es independiente de la intensidad de la luz incidente, pero depende de la frecuencia de la luz incidente.
4. El tiempo de retraso entre la incidencia de la radiación y la emisión del fotoelectrón es muy pequeña, menos que  $10^{-9}$  segundos.

## Aplicaciones del efecto fotovoltaico

Los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar como autónomos o conectados a la red eléctrica, o según el tipo de aplicación como:

- Electrificación rural (lugares de difícil emplazamiento y acceso, viviendas de uso temporal, refugios de montaña).
- Electrificación urbana (alumbrado de vías urbanas y de edificios públicos como museos o colegios).
- Electrificación doméstica (todo uso eléctrico en viviendas unifamiliares, comunidades y cooperativas).
- Telecomunicaciones terrestres (telefonía terrestre y móvil, comunicación para navegación aérea y marítima, repetidores y reemisores de radio y televisión, radioteléfonos...).
- Telecomunicaciones espaciales (los paneles solares de los satélites les dan una autonomía indefinida).
- Seguridad y señalización (dispositivos de alarma, señalización, faros, pasos de trenes, aeropuertos, autopistas...).

# Conceptos fundamentales sobre energía solar fotovoltaica

## La naturaleza de la energía solar

La energía recibida del sol, al atravesar la atmósfera de la Tierra calienta el vapor de agua en unas zonas de la atmósfera más que otras, provocando alteraciones en la densidad de los gases y, por consiguiente desequilibrios que causan la circulación atmosférica. Esta energía produce la temperatura en la superficie terrestre y el efecto de la atmósfera es aumentarla por efecto invernadero y mitigar la diferencia de temperaturas entre el día y la noche y entre el polo y el ecuador.

La mayor parte de la energía utilizada por los seres vivos procede del Sol, las plantas la absorben directamente y realizan la fotosíntesis, los herbívoros absorben indirectamente una pequeña cantidad de esta energía comiendo las plantas, y los carnívoros absorben indirectamente una cantidad más pequeña comiendo a los herbívoros.

La mayoría de las fuentes de energía usadas por el hombre derivan indirectamente del Sol. Los combustibles fósiles preservan energía solar capturada hace millones de años mediante fotosíntesis, la energía hidroeléctrica usa la energía potencial del agua que se condensó en altura después de haberse evaporado por el calor del Sol, etc.

## La medición de la energía del sol. La constante solar

La constante solar es la cantidad de energía recibida en forma de radiación solar por unidad de tiempo y unidad de superficie, medida en la parte externa de la atmósfera en un plano perpendicular a los rayos. Los resultados de su medición por satélites indican un valor promedio de  $1366 \text{ W/m}^2$ .

Para calcular la constante solar basta con dividir el flujo energético que sale del sol por la relación de áreas entre la superficie del Sol (radio solar  $r_s$ ) y el área de una esfera situada a la distancia (unidad astronómica  $a_0$ ) del Sol. Para obtener este valor, que realmente está medido por satélites se debe usar un valor de la temperatura superficial del Sol de  $T_s=5776 \text{ K}$

$$K = \sigma \cdot T_s^4 \cdot \left(\frac{r_s}{a_0}\right)^2 = 1366 \frac{W}{m^2}$$

Para la Tierra en su conjunto, dada su sección transversal de 127,4 millones de km<sup>2</sup>, la energía es del orden de 1,74· 10<sup>17</sup> W. En realidad la «constante solar» no es propiamente una constante, pero sí un parámetro que a corto y medio plazo varía dentro de márgenes estrechos.

### Radiación solar terrestre

La radiación solar es la energía electromagnética que mana en los procesos de fusión del hidrógeno (en átomos de helio) contenido en el sol.

La energía solar que en un año llega a la tierra a través de la atmósfera es de tan sólo aproximadamente 1/3 de la energía total interceptada por la tierra fuera de la atmósfera y, de ella, el 70% cae en los mares. Sin embargo, la energía que queda, que en un año cae sobre la tierra firme, es igual a varios miles de veces el consumo total energético mundial actual.

La radiación solar (flujo solar o densidad de potencia de la radiación solar) recogida fuera de la atmósfera sobre una superficie perpendicular a los rayos solares es conocida como constante solar y es igual a 1353 W/h, variable durante el año un 3% a causa de la elipticidad de la órbita terrestre.

El valor máximo medido sobre la superficie terrestre es, en cambio, de aproximadamente 1000 vatios por metro cuadrado, en condiciones óptimas de sol a mediodía y en un día de verano despejado.

La radiación solar que llega a la superficie terrestre puede ser directa o dispersa. Mientras la radiación directa incide sobre cualquier superficie con un único y preciso ángulo de incidencia, la dispersa cae en esa superficie con varios ángulos. Es necesario recordar que cuando la radiación directa no puede dar a una superficie a causa de la presencia de un obstáculo, el área en sombra no se encuentra completamente a oscuras gracias a la contribución de la radiación dispersa. Esta observación tiene importancia técnica para los dispositivos fotovoltaicos, que pueden funcionar incluso solamente con radiación dispersa.

Una superficie inclinada puede recibir, además, la radiación reflejada por el terreno o por espejos de agua o por otras superficies horizontales, fenómeno conocido como albedo.

Las proporciones de radiación directa, dispersa y albedo recibida por una superficie dependen:

- De las condiciones meteorológicas (de hecho, en un día nublado la radiación es prácticamente dispersa en su totalidad; en un día despejado con clima seco predomina, en cambio, la componente directa, que puede llegar hasta el 90% de la radiación total);
- De la inclinación de la superficie respecto al plano horizontal (una superficie horizontal recibe la máxima radiación dispersa -si no hay alrededor objetos a una altura superior a la de la superficie- y la mínima reflejada);
- De la presencia de superficies reflectantes (debido a que las superficies claras son las más reflectantes, la radiación reflejada aumenta en invierno por efecto de la nieve y disminuye en verano por efecto de la absorción de la hierba o del terreno).

En función del lugar, además, varía la relación entre la radiación dispersa y la total, ya que al aumentar la inclinación de la superficie de captación, disminuye la componente dispersa y aumenta la componente reflejada. Por ello, la inclinación que permite maximizar la energía recogida puede ser diferente dependiendo del lugar.

La posición óptima, en la práctica, se obtiene cuando la superficie está orientada al sur, con ángulo de inclinación igual a la latitud del lugar: la orientación al sur, de hecho, maximiza la radiación solar captada recibida durante el día y si la inclinación es igual a la latitud hace que sean mínimas, durante el año, las variaciones de energía solar captadas debidas a la oscilación de 23,5° de la dirección de los rayos solares respecto a la perpendicular a la superficie de recogida.

Si llamamos  $I(d)$  la radiación directa,  $I(s)$  la dispersa y  $R$  al albedo, entonces resulta que la radiación solar total que cae sobre una superficie es:

$$I(t) = I(d) + I(s) + R$$

### Energía solar terrestre

La energía solar (insolación total global) que llega a la superficie de la tierra consiste en luz directa y difusa (la luz difusa se puede dividir a su vez en varias categorías). Cuando la radiación solar alcanza la atmósfera, el 6% es reflectado y el 16% absorbido. Las diversas condiciones atmosféricas (nubes, polución, polvo, etc.) reducen la radiación solar en un 20% adicional debido a la reflexión y un 3% adicional por absorción. Estas condiciones atmosféricas no solo reducen la cantidad de energía que llega a la Tierra sino que también hacen difusa aproximadamente el 20% de la luz y filtran porciones de su espectro electromagnético. Tras cruzar la atmósfera, aproximadamente la mitad de la radiación solar se encuentra en el espectro electromagnético visible mientras que la otra mitad se encuentra en el espectro infrarrojo (una pequeña porción es radiación ultravioleta). Debido a los efectos atmosféricos mencionados solo entre un 10% y un 13% del total de la energía que llega a la Tierra se puede aprovechar, en datos absolutos esto supone aproximadamente  $0,1\text{--}0,2 \text{ kW/m}^2$ .

### Radiación extraterrestre

La radiación solar extraterrestre es la radiación solar diaria que se recibe sobre una superficie horizontal situada en el límite superior de la atmósfera. El valor se define a partir del valor de la constante solar. Recordamos que la constante solar se define como la cantidad de radiación que se recibe en la capa superior de la atmósfera, sobre una superficie unidad perpendicular a los rayos solares y a una distancia del Sol media. En consecuencia, para calcular la radiación solar extraterrestre se debe corregir la constante solar considerando que la distancia Sol-Tierra varía a lo largo del año, y pasando también de una superficie perpendicular a los rayos solares a una horizontal a la Tierra.

Considerando la distancia relativa Sol-Tierra (esto es, para cualquier día del año ya que la constante solar se definía para una distancia media Sol-Tierra), la radiación que se recibe sobre una superficie perpendicular a los rayos solares situada en el límite exterior de la atmósfera es igual a:

$$Ra' = 1,96 \cdot d(t-s) [\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{minuto}^{-1}]$$

Donde la  $d(t-s)$  es la distancia relativa entre el Sol y la Tierra, valor que se puede estimar a partir de la formulación:

$d(t-s) = 1 + 0,033 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot n/365)$  Donde "n" es el día del año desde n=1 (1 de Enero ) a n=365 (31 de Diciembre) (el ángulo viene expresado en radianes).

La constante solar se refería a la radiación sobre una superficie perpendicular de forma que para pasar a la radiación sobre una superficie horizontal  $R_a$  , tendremos que considerar la altura solar  $h$ .

Así:  $R_a = S \cdot d(t-s) \cdot \sin h$  [cal· cm<sup>-2</sup>· minuto<sup>-1</sup>]

En la superficie perpendicular a los rayos solares "b" se recibe S; en la superficie horizontal a los rayos solares "c" se recibe  $R_a$ . Así:

$$R_a \cdot c = S \cdot b$$

$$R_a = S \cdot b/c = S \cdot \sin h$$

Donde, el valor de la altura solar se obtiene a partir de la declinación solar  $d$  , la latitud  $f$  y la hora del día  $w$ , por medio de la siguiente expresión:

$$h = \arcsen [(\sin f \times \sin d) + (\cos f \times \cos d \cdot \cos w)].$$

$$R_a = S \cdot d(t-s) \cdot \sin h$$

$$R_a = S \cdot d(t-s) \cdot [(\sin f \cdot \sin d) + (\cos f \cdot \cos d \cdot \cos w)] \text{ [cal· cm}^{-2}\text{· minuto}^{-1}\text{]}$$

Al mediodía el valor de  $w$  es nulo (el Sol está en su posición más elevada y el coseno de cero es uno):

$$R_a (\text{mediodía}) = S \cdot d(t-s) \cdot [(\sin f \cdot \sin d) + (\cos f \cdot \cos d)]$$

Para calcular la radiación solar diaria que se recibe en el límite superior de la atmósfera sobre una superficie horizontal en  $\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$ , tenemos que integrar la fórmula anterior desde el alba hasta la puesta del Sol. Obteniendo, considerando que la Tierra gira  $360^\circ$  en 24 horas, esto es, un radián cada 229,18 minutos, y tomando un valor de  $S$  de  $1,95 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{minuto}^{-1} = 1367 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  ó  $118,108$

$\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$  - (w debe venir expresado en radianes por lo que es necesario multiplicar por 0,01745).

$$Ra = 894 \cdot d(t-s) \cdot (0,01745 \cdot w \cdot \sin f \cdot \sin d + \cos f \cdot \cos d \cdot \sin w) \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$$

$d(t-s)$ : distancia relativa Sol-Tierra

$w$  : ángulo horario en grados

$f$  : latitud en grados del lugar

$d$  : declinación solar en grados

La expresión en  $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$  será:

$$Ra = 37,59 \cdot d(t-s) \cdot (0,01745 \cdot w \cdot \sin f \cdot \sin d + \cos f \cdot \cos d \cdot \sin w) \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$$

La radiación solar extraterrestre la podemos calcular con la expresión anterior o mediante el empleo de tablas.

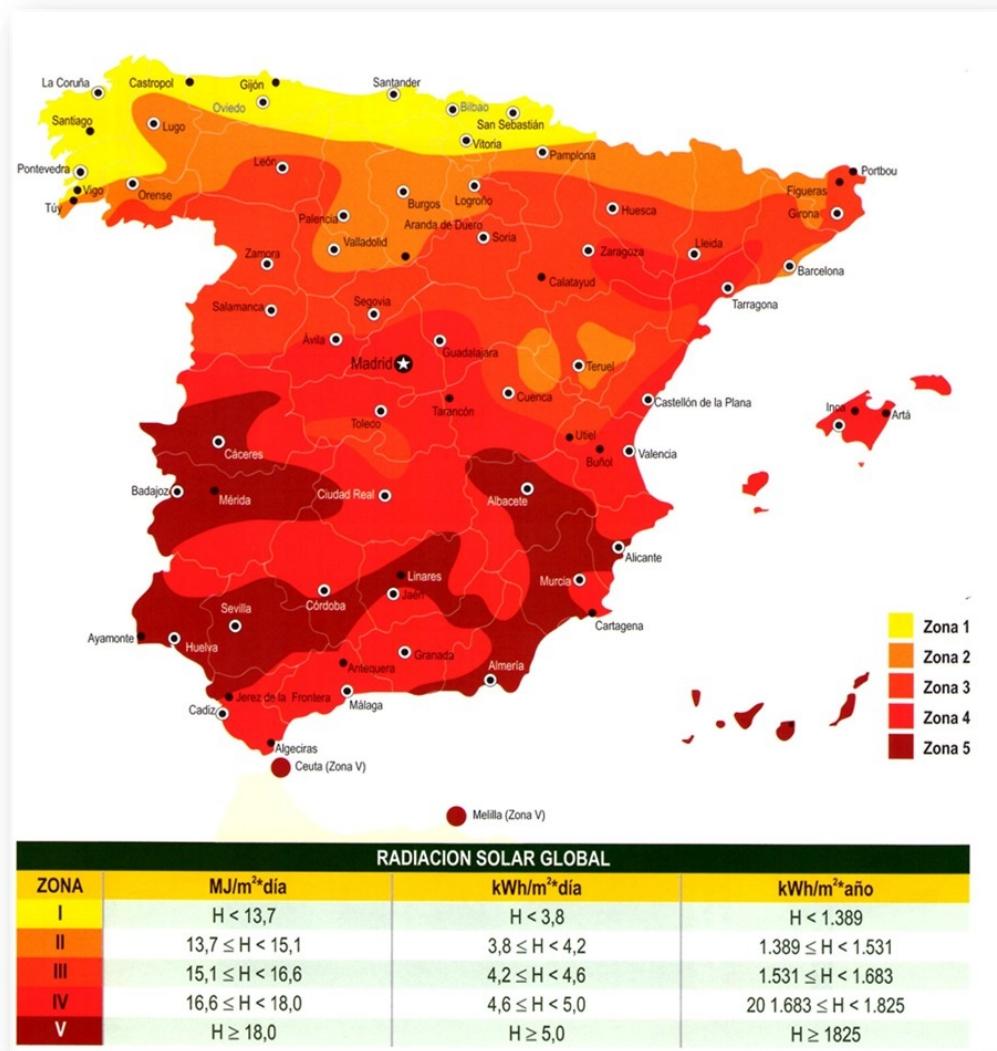
### Energía solar extraterrestre

La energía solar extraterrestre es aquella que se adquiere fuera de la atmósfera de la Tierra. No hay pérdidas energéticas en la atmósfera durante la transmisión en microndas. Además, seleccionando la órbita se puede conseguir luz solar aproximadamente el 96% del tiempo. En el espacio cercano a la tierra la media de energía que se puede adquirir es aproximadamente diez veces superior a la que se puede recibir en la tierra. Sin considerar los gases atmosféricos o

formaciones de nubes, los paneles fotovoltaicos en una órbita terrestre geoestacionaria (a una altitud de 36.000 km) recibirían de media ocho veces más luz que en la superficie de la Tierra.

### Base de datos de irradiación de los principales municipios de España

Las zonas se han definido teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación:



GUÍA SOLAR FOTOVOLTAICA 2012

A CORUÑA		I	
Carballo	I		
A Coruña	I		
Ferrol	I		
Narón	I		
Oleiros	I		
Riveira	I		
Santiago de Compostela	I		
ALAVA		I	
Vitoria-Gasteiz	I		
ALBACETE		V	
Albacete	V		
ALICANTE		V	
Almansa	V		
Hellín	V		
Villarrobledo	V		
CARTAGENA		IV	
Alicante	IV		
Benidorm	IV		
Crevillent	V		
Denia	IV		
Elche	V		
Elda	IV		
Ibi	IV		
Javea	IV		
Novelda	IV		
Orxuela	IV		
Petrer	IV		
San Vicente del Raspeig	V		
Torrejón	V		
Villajoyosa	IV		
Villena	IV		
ALMERIA		V	
Adra	V		
Almería	V		
El Ejido	V		
Roquetas de Mar	V		
ASTURIAS		I	
Avilés	I		
Castrillón	I		
Gijón	I		
Langreo	I		
Mieres	I		
Oviedo	I		
San Martín del Rey Aurelio	I		
Siero	I		
BADAJOZ		IV	
Ávila	IV		
Almendralejo	V		
Badajoz	V		
Don Benito	V		
Mérida	V		
Villanueva de la Serena	V		
BARCELONA		II	
Badalona	II		
Barberá del Vallés	II		
Barcelona	II		
Castelldefels	II		
Cerdanyola del Vallés	II		
Cornellà de Llobregat	II		
Gava	II		
Granollers	II		
L'Hospitalet de Llobregat	II		
Igualada	II		
Manresa	II		
El Masnou	II		
Mataró	II		
Mollet del Vallés	II		
Montcada i Reixac	II		
El Prat de Llobregat	II		
Premià de Mar	II		
Ripollet	II		
Rubi	II		
Sabadell	II		
Sant Adrià de Besós	II		
Sant Boi de Llobregat	II		
Sant Cugat del Vallés	II		
Sant Feliu de Llobregat	II		
Sant Pere de Ribes	II		
Sant Vicenç dels Horts	II		
Santa Coloma de Gramenet	II		
Terrassa	II		
Vic	II		
Viladecans	II		
Vilafranca del Penedès	II		
Vilanova i la Geltrú	II		
Aranda de Duero	II		
Burgos	II		
Miranda de Ebro	II		
BURGOS		II	
CÁCERES		V	
Cáceres	V		
Plasencia	V		
CÁDIZ		IV	
Algeciras	IV		
Arcos de la Frontera	V		
Barbate	IV		
Cádiz	IV		
Chiclana de la Frontera	IV		
Jeréz de la Frontera	V		
La Línea de la Concepción	IV		
El Puerto de Santa María	IV		
Puerto Real	IV		
Rota	V		
San Fernando	IV		
San Roque	IV		
Sanlúcar de Barrameda	V		
CANTABRIA		I	
Camargo	I		
Santander	I		
Torrelavega	I		
CASTELLÓN		IV	
Burriana	IV		
Castellón de la Plana	IV		
La Vall d'Uixó	IV		
Vila-Real	IV		
Vinaroz	IV		
CEUTA		V	
Ceuta	V		
CIUDAD REAL		IV	
Alcázar de San Juan	IV		
Ciudad Real	IV		
Puertollano	IV		
Torrelodones	IV		
Valdepeñas	IV		
CÓRDOBA		IV	
Baena	V		
Cabra	V		
Córdoba	IV		
Lucena	V		
Montilla	V		
Priego de Córdoba	V		
Puente Genil	V		
CUENCA		II	
Cuenca	II		
GIRONA		II	
Blanes	II		
Figueres	II		
Girona	II		
Castelló	II		
Salt	II		
GRANADA		IV	
Almuñécar	IV		
Guadix	IV		
Loja	IV		
Motril	V		
GUADALAJARA		IV	
Guadalajara	IV		
GUIPÚZCOA		I	
Araizate-Mondragón	I		
Donostia-San Sebastián	I		
Eibar	I		
Errenteria	I		
Irun	I		
HUELVA		V	
Huelva	V		
IBIZA		II	
Huesca	II		
Calvià	IV		
Ciutadella de Menorca	IV		
Es Mercadal	IV		
Inca	IV		
Illes Balears	IV		
Lucmajor	IV		
Mahón	IV		
Menorca	IV		
Palma de Mallorca	IV		
Santa Eulàlia del Río	IV		
JAÉN		IV	
Alcalá la Real	IV		
Andújar	V		
Jáen	IV		
Linares	V		
Martos	IV		
Úbeda	V		
LA RIOJA		II	
Logroño	II		
LUGO		II	
León	II		
Ponferrada	II		
San Andrés del Rabanedo	II		
LEÓN		II	
Lugo	II		
LÉRIDA		II	
Lleida	II		
LÉON		II	
Alcalá de Henares	IV		
Alcobendas	IV		
Alcorcón	IV		
Aranjuez	IV		
Arganda del Rey	IV		
Colmenar Viejo	IV		
Collado Villalba	IV		
Coslada	IV		
Fuenlabrada	IV		
Getafe	IV		
Leganés	IV		
Madrid	IV		
Majadahonda	IV		
Móstoles	IV		
Parla	IV		
Pinto	IV		
Pozuelo de Alarcón	IV		
Rivas-Vaciamadrid	IV		
Las Rozas de Madrid	IV		
San Fernando de Henares	IV		
San Sebastián de los Reyes	IV		
Torrejón de Ardoz	IV		
Tres Cantos	IV		
Valdemoro	IV		
ANTEQUERA		IV	
Antequera	IV		
BENALMADENA		IV	
Benalmádena	IV		
ESTEPONA		IV	
Fuengirola	IV		
MÁLAGA		IV	
Málaga	IV		
Marbella	IV		
Mijas	IV		
Rincón de la Victoria	IV		
Ronda	IV		
Torremolinos	IV		
Vélez-Málaga	IV		
MEJILLÓN		V	
Mejillón	V		
ÁGUILAS		V	
Águilas	V		
ALDEIA		V	
Aldeia	V		
ALGEMESI		V	
Algemesí	V		
ALZIRA		V	
Alzira	V		
BURJASSOT		V	
Burjassot	V		
CARCAIXENT		V	
Carcaixent	V		
CATERROJA		V	
Caterroja	V		
CULLERA		V	
Cullera	V		
GANDIA		V	
Gandia	V		
MANISES		V	
Manises	V		
MISLATA		V	
Mislata	V		
OLIVA		V	
Oliva	V		
ONTINYENT		V	
Ontinyent	V		
PATERNA		V	
Paterna	V		
QUART DE POBLET		V	
Quart de Poblet	V		
SAGUNTO		V	
Sagunto	V		
SUERA		V	
Suera	V		
TORTOSA		V	
Tortosa	V		
TRENT		V	
Trent	V		
VALÈNCIA		V	
València	V		
XÀTIVA		V	
Xàtiva	V		
XIRIVILLA		V	
Xirivilla	V		
VIZCAYA		II	
Medina del Campo	II		
Valladolid	II		
ZARAGOZA		I	
Barakaldo	I		
Basauri	I		
Bilbao	I		
Durango	I		
Erandio	I		
Galdakao	I		
Gelox	I		
Leioa	I		
PORTUGALETE		I	
Portugalete	I		
SANTURTZI		I	
Santurtzi	I		
SEGOVIA		V	
Segovia	V		
ALCÁDEZ DE GUADARRAMA		V	
Alcádez de Guadarrama	V		
CAMAS		V	
Camas	V		
CARRIONA		V	
Carriona	V		
CORIA DEL RÍO		V	
Coria del Río	V		
DOS HERMANAS		V	
Dos Hermanas	V		
ECIJA		V	
Eciña	V		
LEBRIJA		V	
Lebrija	V		
MARENA DEL ALJARAFE		V	
Marena del Aljarafe	V		
MORÓN DE LA FRONTERA		V	
Morón de la Frontera	V		
LOS REALEJOS		V	
Los Realejos	V		
SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA		V	
San Cristóbal de La Laguna	V		
SANTA CRUZ DE TENERIFE		V	
Santa Cruz de Tenerife	V		
TACORonte		V	
Tacoronte	V		
TENERIFE		V	
Arona	V		
ICÓD DE LOS VÍNOS		V	
Ícod de los Vinos	V		
LA OROTAVA		V	
La Orotava	V		
PUERTO DE LA CRUZ		V	
Puerto de la Cruz	V		
SANTA CRUZ		V	
Santa Cruz	V		
TACORonte		V	
Tacoronte	V		

# Los componentes de los sistemas fotovoltaicos

## Celulas solares

La conversión fotovoltaica se basa en el efecto fotoeléctrico, es decir, en la conversión de la energía lumínica proveniente del sol en energía eléctrica. Para llevar a cabo esta conversión se utilizan unos dispositivos denominados células solares, constituidos por materiales semiconductores en los que artificialmente se ha creado un campo eléctrico constante (mediante una unión p-n).

Cuando sobre un semiconductor incide una radiación luminosa con energía suficiente para romper los enlaces de los electrones de valencia y generar pares electrón-hueco, la existencia de una unión p-n separa dichos pares, afluyendo electrones a la zona n y huecos a la zona p, creando en resumen una corriente eléctrica que atraviesa la unión desde la zona n a la p, y que puede ser entregada a un circuito exterior (saliendo por la zona p y entrando por la n). De esta manera, cuando se expone una célula solar a la luz del sol se hace posible la circulación de electrones y la aparición de corriente eléctrica entre las dos caras de la célula.

### Fabricación

A partir de las rocas ricas en cuarzo, por ejemplo cuarcita se obtiene silicio de alta pureza (de alrededor del 99%) y se funde.

Una vez fundido se inicia la cristalización, resultando, si el tiempo es suficiente, lingotes de silicio cristalino

El proceso de corte es muy importante ya que puede suponer pérdidas de hasta el 50% de material.

Tras el proceso de corte se procede al decapado, que consiste en eliminar las irregularidades y defectos debidos al corte, así como los restos de polvo o virutas que pudiera haber.

Una vez limpia se le realiza un tratamiento antirreflectante para obtener una superficie que absorba más eficientemente la radiación solar.

Formación de la unión p-n mediante la deposición de varios materiales (boro y fósforo

generalmente), y su integración en la estructura de silicio cristalino.

Finalmente provee a la célula de contactos eléctricos adecuados.

### Tipos

Silicio Monocristalino: material de silicio caracterizado por una disposición ordenada y periódica de átomo, de forma que solo tiene una orientación cristalina, es decir, todos los átomos están dispuestos simétricamente. sc-Si (single crystal). Presentan un color azulado oscuro y con un cierto brillo metálico. Alcanzan rendimientos de hasta el 17%.

Silicio policristalino: silicio depositado sobre otro sustrato, como una capa de 10-30 micrómetros y tamaño de grano entre 1 micrómetro y 1 mm. Las direcciones de alineación van cambiando cada cierto tiempo durante el proceso de deposición. Alcanzan rendimientos de hasta el 12%.

Silicio amorfo: compuesto hidrogenado de silicio, no cristalino, depositado sobre otra sustancia con un espesor del orden de 1 micrómetro. am-Si, o am-Si:H. No existe estructura cristalina ordenada, y el silicio se ha depositado sobre un soporte transparente en forma de una capa fina. Presentan un color marrón y gris oscuro. Las células de silicio amorfo (no cristalino) parecen tener unas perspectivas de futuro muy esperanzadoras. Esta tecnología permite disponer de células de muy delgado espesor y fabricación más simple y barata, aunque con eficiencia del 6-8%. Su principal campo de aplicación en la actualidad se encuentra en la alimentación de relojes, calculadoras, etc. Son muy adecuadas para confección de módulos semitransparentes empleados en algunas instalaciones integradas en edificios.

### Módulos fotovoltaicos

Conjunto completo, medioambientalmente protegido, de células interconectadas.

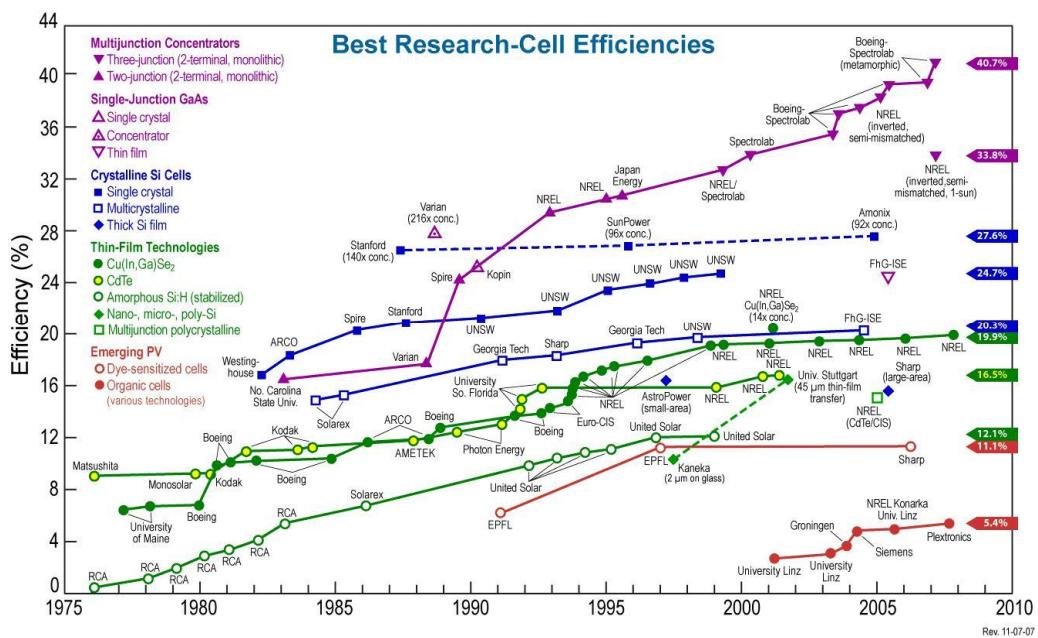
En general las células tienen potencias nominales próximas a 1Wp, lo que quiere decir que con una radiación de 1000W/m<sup>2</sup> proporcionan valores de tensión de unos 0,5 V y una corriente de unos dos amperios.

Para obtener potencias utilizables para aparatos de mediana potencia, hay que unir un cierto número de células con la finalidad de obtener la tensión y la corriente requeridas.

Para tener más tensión hay que conectar varias células en serie. Conectando 36 (dimensiones normales, 7.6 cm de diámetro) se obtienen 18 V, tensión suficiente para hacer funcionar equipos a 12V, incluso con iluminaciones mucho menores de 1kW/m<sup>2</sup>.

La unidad básica de las instalaciones fotovoltaicas es, pues, la placa fotovoltaica, que contiene entre 20 y 40 células solares; estas placas se conectan entre sí en serie y/o paralelo para obtener el voltaje deseado (12V, 14V, etc.).

Estas células interconectadas y montadas entre dos láminas de vidrio que las protegen de la intemperie constituyen lo que se denomina un módulo fotovoltaico.



Evolución de los paneles fotovoltaicos

## Regulador de carga e indicaciones



### Función

Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas profundas.

El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga.

Los reguladores actuales introducen microcontroladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que

permiten conocer cual ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado.

Para ello, consideran los valores de tensión, temperatura, intensidad de carga y descarga, y capacidad del acumulador.

Existen dos tipos de reguladores de carga, los lineales y los conmutados

Sistema de regulación. ¿Cómo trabajan los reguladores de carga?

Regulación De La Intensidad De Carga De Las Baterías: igualación, carga profunda, flotación.

### IGUALACIÓN

Esta respuesta del regulador permite la realización automática de cargas de igualación de los acumuladores tras un período de tiempo en el que el estado de carga ha sido bajo, reduciendo al máximo el gaseo en caso contrario.

### CARGA PROFUNDA

Tras la igualación, el sistema de regulación permite la entrada de corriente de carga a los acumuladores sin interrupción hasta alcanzar el punto de tensión final de carga. Alcanzado dicho punto el sistema de regulación interrumpe la carga y el sistema de control pasa a la segunda fase, la flotación.

Cuando se alcanza la tensión final de carga, la batería ha alcanzado un nivel de carga próximo al 90% de su capacidad, en la siguiente fase se completará la carga.

### CARGA FINAL Y FLOTACIÓN

La carga final del acumulador se realiza estableciendo una zona de actuación del sistema de regulación dentro de lo que denominamos "Banda de Flotación Dinámica". La BFD es un rango de tensión cuyos valores máximo y mínimo se fijan entre la tensión final de carga y la tensión nominal + 10% aproximadamente.

Una vez alcanzado el valor de voltaje de plena carga de la batería, el regulador inyecta una corriente pequeña para mantenerla a plena carga, esto es, inyecta la corriente de flotación. Esta corriente se encarga por tanto de mantener la batería a plena carga y cuando no se consuma energía se emplea en compensar la Autodescarga de las baterías.

Indicadores De Estado: Desconexión Del Consumo Por Baja Tensión De Baterías, Alarmas De Señalización

### DESCONEXIÓN DEL CONSUMO POR BAJA TENSIÓN DE BATERÍA

La desconexión de la salida de consumo por baja tensión de batería indica una situación de descarga del acumulador próxima al 70% de su capacidad nominal.

Si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de tensión de maniobra de desconexión de consumo durante más de un tiempo establecido, se desconecta el consumo.

Esto es para evitar que una sobrecarga puntual de corta duración desactive el consumo.

Tensión de desconexión del consumo: tensión de la batería a partir de la cual se desconectan las cargas de consumo.

### ALARMA POR BAJA TENSIÓN DE BATERÍA

La alarma por baja tensión de batería indica una situación de descarga considerable. A partir de este nivel de descarga las condiciones del acumulador comienzan a ser comprometidas desde el punto de vista de la descarga y del mantenimiento de la tensión de salida frente a intensidades elevadas.

Esta alarma está en función del valor de la tensión de desconexión de consumo (siempre se encontrará 0,05 volt/elemento por encima).

En el regulador DSD, Si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de la alarma durante más de 10segundos aprox. se desconecta el consumo. El regulador entra entonces en la fase de igualación y el consumo no se restaurará hasta que la batería no alcance media carga.

Además, incluye una señal acústica para señalizar la batería baja

### PROTECCIONES TÍPICAS

Contra sobrecarga temporizada en consumo

Contra sobretensiones en paneles, baterías y consumo.

Contra desconexión de batería.

### INDICADORES DE ESTADO/ SEÑALIZADORES HABITUALES

Indicadores de tensión en batería.

Indicadores de fase de carga.

Indicadores de sobrecarga/ cortocircuito.

### PARÁMETROS A CALCULAR, DIMENSIONAMIENTO

Tensión nominal: la del sistema (12, 24, 48)

Intensidad del regulador: la intensidad nominal de un regulador ha de ser mayor que la recibida en total del campo de paneles FV.

Parámetros importantes que determinan su operación

- Intensidad Máxima de Carga o de generación: Máxima intensidad de corriente procedente del campo de paneles que el regulador es capaz de admitir.
- Intensidad máxima de consumo: Máxima corriente que puede pasar del sistema de regulación y control al consumo.
- Voltaje final de carga: Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico (I flotación). Vale aproximadamente 14.1 para una batería de plomo ácido de tensión nominal 12V.

### INDICACIONES ACERCA DEL REGULADOR DE CARGA

los reguladores de carga en las instalaciones aisladas de la red han de cumplir:

### GENERALIDADES DE LOS REGULADORES DE CARGA

Regulador de carga: Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas. El regulador podrá no incluir alguna de estas funciones si existe otro componente del sistema encargado de realizarlas.

Voltaje de desconexión de las cargas de consumo. Voltaje de la batería por debajo del cual se interrumpe el suministro de electricidad a las cargas de consumo.

Voltaje final de carga. Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico.

### PARTICULARIDADES SOBRE LOS REGULADORES DE CARGA

Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobredescargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente.

Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:

La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida (ver 5.4.3). La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1 %.

La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.

La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de  $-4\text{mV/}^{\circ}\text{C}$  a

$5\text{mV/}^{\circ}\text{C}$  por vaso, y estar en el intervalo de  $\pm 1\%$  del valor especificado.

Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del Electrolito o para realizar cargas de igualación.

Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como por ejemplo, el estado de carga del acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección equivalente del acumulador contra sobrecargas y sobredescargas.

Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.

El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de: Corriente en la línea de generador un 25 % superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM. Corriente en la línea de consumo un 25 % superior a la corriente máxima de la carga de consumo.

El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4 % de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2 % de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador-acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador. Si las caídas de tensión son superiores, por ejemplo, si el regulador incorpora un diodo de bloqueo, se justificará el motivo en la Memoria de Solicitud.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de batería y consumo serán inferiores al 4 % de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2 % de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de generador y corriente en la línea acumulador-consumo igual a la corriente máxima especificada para el regulador.

Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.

Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión -reconexión.

El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información: Tensión nominal (V), Corriente máxima (A), Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie, Polaridad de terminales y conexiones

### Inversor e indicaciones



#### Función

Convertir la CC de la instalación fotovoltaica en CA para la alimentación de los receptores que trabajan con CA (la mayoría).

Dispositivos electrónicos que convierten la corriente continua en alterna y permiten por tanto:

- Utilizar receptores de CA en instalaciones aisladas de la red.
- Conectar los sistemas FV a la red de distribución eléctrica

### Tipos

Se pueden distinguir entre:

Inversores de conmutación natural. También son conocidos como inversores conmutados por la red, por ser esta la que determina el fin del estado de conducción en los dispositivos electrónicos. Su aplicación es para sistemas FV conectados a la red. Actualmente están siendo desplazados por los inversores de conmutación forzada tipo PWM, conforme se desarrollan los transistores de tipo IGBT para mayores niveles de tensión y corriente.

Inversores de conmutación forzada o autoconmutados. Son para sistemas FV aislados. Permiten generar CA mediante conmutación forzada, que se refiere a la apertura y cierre forzados por el sistema de control. Pueden ser de salida escalonada (onda cuadrada) o de modulación por anchura de pulsos (PWM), con los que se pueden conseguir salidas prácticamente senoidales y por tanto con poco contenido de armónicos.

Con los inversores tipo PWM se consiguen rendimientos por encima del 90%, incluso con bajos niveles de carga.

### Principio de funcionamiento

Se basan en el empleo de dispositivos electrónicos que actúan a modo de interruptores permitiendo interrumpir las corrientes e invertir su polaridad.

### Dimensionamiento

Las principales características vienen determinadas por la tensión de entrada del inversor, que se debe adaptar a la del sistema, la potencia máxima que puede proporcionar la forma de onda en la salida (sinusoidal pura o modificada, etc), la frecuencia de trabajo y la eficiencia, próxima al 85%.

La eficiencia de un inversor no es constante y depende del régimen de carga al que esté sometido. Para regímenes de carga próximos a la potencia nominal, la eficiencia es mayor que para regímenes de carga bajos.

### Indicaciones normativas

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fijos).

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

- Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.
  - Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas, de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.4. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.
  - El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.
  - El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.
  - El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.
- Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

Tensión de entrada fuera del margen de operación.

Desconexión del acumulador.

Cortocircuito en la salida de corriente alterna.

Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

-El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

- Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de "stand-by" para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

- Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

Potencia nominal (VA)

Tensión nominal de entrada (V)

Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida

Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie

Polaridad y terminales

## La batería



La función prioritaria de las baterías en un sistema de generación fotovoltaico es la de acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo.

Otra importante función de las baterías es la de proveer una intensidad de corriente superior a la que el dispositivo fotovoltaico puede entregar. Tal es el caso de un motor, que en el momento del arranque puede demandar una corriente de 4 a 6 veces su corriente nominal durante unos pocos segundos.

### Interacción entre módulos fotovoltaicos y baterías

Normalmente el banco de baterías y los módulos fotovoltaicos trabajan conjuntamente para alimentar las cargas. La siguiente figura muestra cómo se distribuye la entrega de energía a la carga a lo largo del día. Durante la noche toda la energía demandada por la carga la provee el banco de baterías. En horas tempranas de la mañana los módulos comienzan a generar, pero si la corriente que entregan es menor que la que la carga exige, la batería deberá contribuir en el aporte. A partir de una determinada hora de la mañana la energía generada por los módulos fotovoltaicos superada la energía promedio demandada. Los módulos no solo atenderán la demanda sino que además, todo exceso se almacenara en la batería que empezara a cargarse y a recuperarse de su descarga de la noche anterior. Finalmente durante la tarde, la corriente generada decrece y cualquier diferencia con la demanda la entrega a la batería. En la noche, la generación es nula y todo el consumo lo afronta la batería.

### Tipos de Baterías

#### Baterías de plomo – ácido de electrolito líquido

Las baterías de plomo – ácido se aplican ampliamente en los sistemas de generación fotovoltaicos.

Dentro de la categoría plomo – ácido, las de plomo – antimonio, plomo – selenio y plomo – calcio son las más comunes.

La unidad de construcción básica de una batería es la celda de 2 Volts.

Dentro de la celda, la tensión real de la batería depende de su estado de carga, si está cargando, descargando o en circuito abierto.

En general, la tensión de una celda varía entre 1,75 Volts y 2,5 Volts, siendo el promedio alrededor de 2 Volts, tensión que se suele llamar nominal de la celda.

Cuando las celdas de 2 Volts se conectan en serie (POSITIVO A NEGATIVO) las tensiones de las celdas se suman, obteniéndose de esta manera, baterías de 4,6,12 Volts, etc...

Si las baterías están conectadas en paralelo (POSITIVO A POSITIVO Y NEGATIVO A NEGATIVO) las tensiones no cambian, pero se sumaran sus capacidades de corriente. Solo se deben conectar en paralelo baterías de igual tensión y capacidad.

Se puede hacer una clasificación de las baterías en base a su capacidad de almacenamiento de energía (medido en Ah a la tensión nominal) y a su ciclo de vida (numero de veces en que la batería puede ser descargada y cargada a fondo antes de que se agote su vida útil).

La capacidad de almacenaje de energía de una batería depende de la velocidad de descarga. La capacidad nominal que la caracteriza corresponde a un tiempo de descarga de 10 horas. Cuanto mayor es el tiempo de descarga, mayor es la cantidad de energía que la batería entrega. Un tiempo de descarga típico en sistemas fotovoltaicos es 100 hs. Por ejemplo, una batería que posee una capacidad de 80 Ah en 10 hs (capacidad nominal) tendrá 100 Ah de capacidad en 100 hs.

Dentro de las baterías de plomo – ácido, las denominadas estacionarias de bajo contenido de antimonio son una buena opción en sistemas fotovoltaicos. Ellas poseen unos 2500 ciclos de vida cuando la profundidad de descarga es de un 20 % (es decir que la batería estará con un 80 % de su carga) y unos 1200 ciclos cuando la profundidad de descarga es del 50 % (batería con 50 % de su carga).

Las baterías estacionarias poseen además, una baja auto-descarga (3 % mensual aproximadamente contra un 20 % de una batería de plomo – ácido convencional) y un reducido mantenimiento.

Dentro de estas características se encuadran también las baterías de plomo-calcio y plomo-selenio, que poseen una baja resistencia interna, valores despreciables de gasificación y una baja autodescarga.

Baterías selladas

Gelificadas

Estas baterías incorporan un electrolito del tipo gel con consistencia que puede variar desde un estado muy denso al de consistencia similar a una jalea. No se derraman, pueden montarse en casi cualquier posición y no admiten descargas profundas.

Electrolito absorbido

El electrolito se encuentra absorbido en una fibra de vidrio microporoso o en un entramado de fibra polimérica. Al igual que las anteriores no se derraman, admiten cualquier posición y admiten descargas moderadas.

Tanto estas baterías como las Gelificadas no requieren mantenimiento en forma de agregado de agua, no desarrollan gases evitando el riesgo de explosión, pero ambas requieren descargas poco profundas durante su vida de servicio.

Níquel – Cadmio

Las principales características son :

- 1) El electrolito es alcalino
- 2) Admiten descargas profundas de hasta el 90% de la capacidad nominal
- 3) Bajo coeficiente de autodescarga
- 4) Alto rendimiento ante variaciones extremas de temperatura
- 5) La tensión nominal por elemento es de 1,2 Volts
- 6) Alto rendimiento de absorción de carga (mayor al 80 %)
- 7) Muy alto costo comparadas con las baterías ácidas

Al igual que las baterías de plomo – ácido, estas se pueden conseguir en las dos versiones, standard y selladas, utilizando la mas conveniente según la necesidad de mantenimiento admisible para la aplicación prevista. Dado su alto costo, no se justifica su utilización en aplicaciones rurales.

## La sección de los cables

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos.

Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener unos valores de sección tales que la caída de tensión en ellos sea inferior a las indicadas a continuación:

- Caídas de tensión máxima entre generador FV y regulador: 3 %
- Caídas de tensión máxima entre regulador y batería: 1 %
- Caídas de tensión máxima entre inversor y batería: 1 %
- Caídas de tensión máxima entre inversor /regulador y cargas: 3 %

Además, esta sección deberá ser suficiente para que soporten la intensidad máxima admisible en cada uno de los tramos

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-523 y su anexo Nacional.

Calculadora de sección de conductores: [http://www.hmsistemas.es/shop/catalog/calculadora\\_seccion.php](http://www.hmsistemas.es/shop/catalog/calculadora_seccion.php)

## Elementos de protección de la instalación solar fotovoltaica

### ESPECIFICACIONES PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS AISLADAS

a) Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

b) El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

c) La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

### TOMA DE TIERRA

Del generador FV: estructura soporte y marco metálico.

De la instalación correspondiente a los consumos de alterna.

### PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

El contacto de una persona con un elemento en tensión puede ser DIRECTO o INDIRECTO. Se dice que es DIRECTO cuando dicho elemento se encuentra normalmente bajo tensión. Por el contrario, el contacto se define como INDIRECTO si el elemento ha sido puesto bajo tensión accidentalmente (por ejemplo, por una falla en el aislamiento).

### PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la Norma UNE 20.460 -4-41, que son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

Protección complementaria por dispositivos de CORRIENTE DIFERENCIAL RESIDUAL

DIFERENCIALES

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos. El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales (como por ejemplo en salas de radiología intervencionista), los dispositivos de corriente diferencial-residual utilizados serán de clase A que aseguran la desconexión para corrientes alternas senoidales así como para corrientes continuas pulsantes.

La utilización de tales dispositivos no constituye por sí mismo una medida de protección completa y requiere el empleo de una de las medidas de protección enunciadas en los apartados 3.1 a 3.4 de la presente instrucción.

### DIFERENCIALES

Ofrecen una protección eficaz contra los contactos tanto directos como indirectos.

Están compuestos por :

- Transformador toroidal
- Relé electromecánico
- Mecanismo de conexión y desconexión
- Circuito auxiliar de prueba.

Cuando la suma vectorial de las intensidades que pasan por el transformador es distinta de cero, en el secundario del mismo se induce una tensión que provoca la excitación del relé dando lugar a la desconexión del interruptor.

Para que se produzca la apertura, la corriente de fuga  $I$  debe de ser superior a la corriente de sensibilidad del diferencial.

### PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

#### PROTECCIÓN POR CORTE AUTOMÁTICO DE LA ALIMENTACIÓN

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08 y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20.572 -1. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V para las instalaciones de alumbrado público contempladas en la ITC-BT-09, apartado 10.

Se describen a continuación aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la ITC-BT-08 y que la norma UNE 20.460 -4-41 define cada caso.

Se emplean dispositivos del tipo:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos
- Diferenciales

### PROTECCION POR EMPLEO DE EQUIPOS DE LA CLASE II O POR AISLAMIENTO EQUIVALENTE

Se asegura esta protección por:

- Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II).
- Conjuntos de aparamenta construidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslan equipos eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslan las partes activas descubiertas, cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento.

### PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS, CORTOCIRCUITOS Y SOBRETENSIONES.

- Sobrecargas, cortocircuitos: fusibles y MAGNETOTÉRMICOS (Pías).
- Sobretensiones red (por tormentas, etc): varistores (en los paneles)

Los varistores proporcionan una protección fiable y económica contra transitorios de alto voltaje que pueden ser producidos, por ejemplo, por relámpagos, conmutaciones o ruido eléctrico en líneas de potencia de CC o CORRIENTE ALTERNA

## PR. Las perdidas en un sistema fotovoltaico

---

### Vida útil

La vida útil de una planta fotovoltaica es la de sus componentes. Si la planta está diseñada correctamente y se realiza el mantenimiento recomendado, se pueden esperar en España los siguientes valores:

Los módulos, vida esperada de más de 40 años.

La electrónica, vida útil de más de treinta años.

Las baterías, más de diez años para las baterías de ácidoplomo, y más de veinte años para las baterías alcalinas níquel-cadmio.

Los elementos auxiliares que componen la instalación cableado, canalizaciones, cajas de conexión etc., pueden durar más de 40 años.

### Perdidas en una instalación fotovoltaica, rendimiento efectivo.

Las pérdidas de la instalación provienen de diversas causas entre las que destacan las siguientes:

- La tolerancia en los valores de potencia nominal del módulo fotovoltaico (normalmente entre un +5% y un -10%).
- Un módulo fotovoltaico cuyo diseño haya sido certificado según la norma IEC 61215, si es de silicio cristalino, o la IEC 61646 si es de capa delgada, y haya sido fabricado con un sistema de calidad ISO 9001, no debería presentar una degradación significativa.
- La conexión en serie de módulos con potencias no exactamente iguales produce pérdidas al quedar limitada la intensidad de la serie a la que permita el módulo de menor corriente (mismatch).
- La potencia del módulo está medida en condiciones de iluminación específicas; en operación, en el módulo incidirá una radiación distinta a la del ensayo, es decir no será siempre perpendicular y con un espectro estándar AM 1,5. Esta dispersión de características dará lugar a unas pérdidas angulares y espectrales.
- La potencia de salida del módulo disminuirá debido al polvo y suciedad que probablemente se depositará sobre su superficie. Si el módulo está inclinado más de 15° y no se producen suciedades localizadas, como las producidas por los excrementos de aves, estas pérdidas serán pequeñas.

- La pérdida de potencia al trabajar el módulo a temperatura de células superior a los 25°C con los que se midió en fábrica.
- Las pérdidas por el sombreado sobre la superficie de células serán normalmente nulas porque en el proyecto y la instalación se habrá tenido en cuenta este factor, pero puede que el propio diseño tolere sombreados parciales en las horas extremas del día.
- Las pérdidas del inversor y dispositivo de seguimiento del punto de máxima potencia (PMP) están comprendidas entre un 4 y un 10%, excluyendo inversores sin transformador e inversores de muy bajo rendimiento. Muchas de las instalaciones aisladas no tienen inversor pues se alimentan directamente de corriente continua, por lo que se ahorran las pérdidas del mismo, pero en cambio hay que considerar, en este caso de instalaciones aisladas de red, las pérdidas del regulador y la batería.
- Las pérdidas por caídas de tensión del cableado, tanto del de corriente continua como el de alterna, suelen ser pequeñas porque el buen diseñador preferirá poner cables de mayor diámetro que perder potencia por este concepto.
- Por último la disponibilidad de la instalación fotovoltaica es un factor clave por el hecho evidente de que si la instalación está fuera de servicio estamos incurriendo en importantes pérdidas y estamos afectando significativamente el rendimiento global que se obtiene de la

instalación. El mantenimiento correcto y rápido de las instalaciones es importante para conseguir una disponibilidad alta. El titular que durante semanas no sea consciente que su instalación está fuera de servicio o funcionando incorrectamente, no podrá tener los rendimientos globales que espera. El rango de disponibilidad de una instalación bien mantenida estará entre el 98% y 94% del tiempo total de insolación.

- Deben también tenerse en cuenta, si aplica, las perdidas en la transformación de tensiones y las de la línea eléctrica de la conexión con la red (no se consideran como pérdidas del sistema fotovoltaico en sí, por lo que no se incluyen en la tabla que sigue).

El diseñador procurará minimizar estas pérdidas ya que no podrá evitarlas. Haciendo un buen diseño y una correcta instalación, estas pérdidas estarán comprendidas en un rango entre valores óptimos y valores que, dentro de un buen diseño y calidades aceptables, serían el peor caso. Los valores más probables se pueden decir que son los medios de ese rango.

Con estas premisas se ha preparado la tabla de pérdidas orientativas para sistemas conectados a red, con la columna central mostrando los valores más probables.

### Factor de rendimiento total. Performance ratio: PR

Un valor que se emplea de forma generalizada en todo el mundo para medir el rendimiento de las instalaciones fotovoltaicas independiente de la insolación que reciben, es el Performance Ratio (PR) o Factor de Rendimiento Total, que es un indicador de las pérdidas de potencia en un sistema fotovoltaico, que se expresa como el cociente entre el rendimiento real y el teórico.

De las anteriores tablas, el PR se puede obtener mediante la división de las horas durante las cuales se espera que el sistema fotovoltaico trabaje a la potencia nominal y las horas que debería de haber estado dando la potencia nominal de no haber tenido ninguna pérdida.

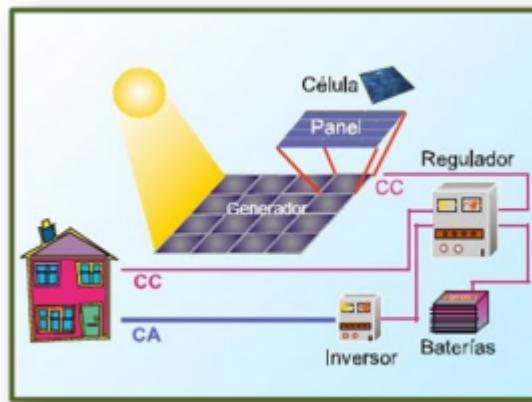
Los PR resultantes de las anteriores tablas son los siguientes:

IRRADIACIÓN ANUAL TOTAL DEL LUGAR, EXPRESADA EN HORAS CON UNA IRRADIANCIA SOLAR DE 1000 W/m <sup>2</sup> (HORAS SOL PICO, hp)	PERFORMANCE RATIO (FACTOR DE RENDIMIENTO GLOBAL)			Sur/Levante de España
	CASO ÓPTIMO (MUY IMPROBABLE)	CASO MEDIO (MÁS PROBABLE)	PEOR CASO (IMPROBABLE)	
2.000	90	70	50	Sur/Levante de España
1.800	90	70	50	Centro de España
1.500	90	70	50	Cornisa Cantábrica

Como corresponde a su definición, se observa que el PR es independiente de la irradiación del lugar y solamente depende de las pérdidas del sistema. Se observa que con las anteriores tablas el PR es del orden del 70%<sup>23</sup>. Ratios alejados de este valor, que es el valor más probable cuando se eligen productos de calidad y se hace un buen diseño, deben ser analizados con detalle para verificar su adecuación al diseño en concreto que se trate. Valores optimistas son improbables pues es improbable que todos los muchos factores que inciden en el rendimiento del sistema caigan del lado favorable, más teniendo en cuenta que muchas de las pérdidas son inevitables.

## Sistemas aislados

### Tipos de sistemas aislados de red



En general, los sistemas fotovoltaicos pueden tener las mismas aplicaciones que cualquier sistema generador de electricidad. Sin embargo, las cantidades de potencia y energía que se pueden obtener de un sistema fotovoltaico están limitadas por la capacidad de generación y almacenamiento de los equipos instalados, especialmente de los módulos y la batería respectivamente, y por la disponibilidad del recurso solar. Técnicamente, un sistema fotovoltaico

puede producir tanta energía como se desee; sin embargo desde el punto de vista económico, siempre existen limitaciones presupuestarias en cuanto a la capacidad que se puede instalar.

La aplicación más frecuente y generalizada de la energía solar fotovoltaica es la electrificación rural de viviendas, a través de sistemas aislados de CC.

Las características más sobresalientes de este tipo de sistemas son:

**1. El voltaje nominal es 12 ó 24 V de corriente continua:**

Esto implica que solamente se puede usar lámparas y aparatos que trabajen a 12 ó 24 V. Es importante mencionar que existe una gran variedad de lámparas y electrodomésticos que trabajan a estos voltajes.

**2. El coste comparativo de este tipo de sistema es más accesible para los presupuestos familiares:**

Esto debido a que se utiliza exclusivamente para satisfacer necesidades básicas de electrificación (luz, radio y TV), los equipos son de baja capacidad; debido a que el sistema trabaja a 12 ó 24 V, no se necesita usar un inversor. Por estas razones, el coste inicial del sistema comparativamente menor y muy atractivo para soluciones básicas de sistemas domésticos aislados.

Los sistemas aislados de CA se pueden considerar como una ampliación de los equipos y capacidades de un sistema aislado de CC. La diferencia fundamental que existe entre ambos sistemas es que el primero dispone de un inversor electrónico para transformar la tensión de 12

ó 24 V de corriente continua a 220 V de corriente alterna. En cuanto al resto de componentes, ambos sistemas son idénticos.

Los aparatos o cargas que con mayor frecuencia se utilizan con sistemas CA son: lámparas de alta eficiencia y bajo consumo, lámparas con Leds, equipos de audio, teléfonos móviles, equipos de vídeo (televisores LCD y dvds), ordenadores, frigoríficos de alta eficiencia y bajo consumo, bombas de agua, ...

Los sistemas fotovoltaicos CA tienen mayor capacidad de producción de energía (paneles fotovoltaicos de mayor capacidad) y mayor capacidad de almacenamiento (batería de mayor capacidad) que los sistemas fotovoltaicos CC.

Las características más sobresalientes de este tipo de sistemas son:

**1.** El sistema puede proveer energía tanto a 220 V de corriente alterna como a 12 ó 24 V de corriente continua: La consecuencia más importante de esto es que se pueden utilizar lámparas y electrodomésticos a 220 V, los cuales son más comunes y más fáciles de adquirir que los aparatos a 12 ó 24 V; o, se puede utilizar directa y simultáneamente aparatos que naturalmente ya funcionan a 12 ó 24 V.

Esta flexibilidad en el uso de aparatos CA y CD es una de las cualidades más importantes de los sistemas individuales CA.

**2.** El coste del sistema es relativamente más alto: Es lógico que al agregar un componente más (el Inversor) al sistema básico CC, los costes iniciales se incrementan.

Además de la aplicación de electrificación de las viviendas rurales, se puede aplicar la energía solar fotovoltaica para usos productivos y comerciales, sobre todo en la agricultura. Ejemplos de este uso son:

- Bombeo de agua para irrigación y cercas eléctricas para ganadería: Este permite aumentar la productividad del área cultivable y diversificar el cultivo.
- Refrigeración de alimentos: Incrementa la calidad del producto y permite mayores márgenes de tiempo entre cosecha y entrega en el mercado.
- Comunicación.
- Iluminación: Permite el procesamiento de cultivos y productos en horas de la noche y en áreas cubiertas.

La capacidad y configuración de un sistema para usos productivos depende de la aplicación. Por ejemplo, los sistemas de bombeo de agua generalmente no requieren de baterías, mientras que aplicaciones que exigen una disponibilidad de energía continua, como la refrigeración, sí la necesitan.

### Requerimientos en el mantenimiento de sistemas aislados de red

**El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.**

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

#### Programa de mantenimiento:

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

**- Mantenimiento preventivo**

**- Mantenimiento correctivo**

- **Plan de mantenimiento preventivo:** operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los **componentes y equipos**.
- Revisión del **cableado**, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los **módulos**: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- **Estructura** soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- **Baterías**: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- **Regulador de carga**: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- **Inversores**: estado de indicadores y alarmas.
- **Caídas de tensión** en el cableado de continua.
- Verificación de los **elementos de seguridad y protecciones**: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

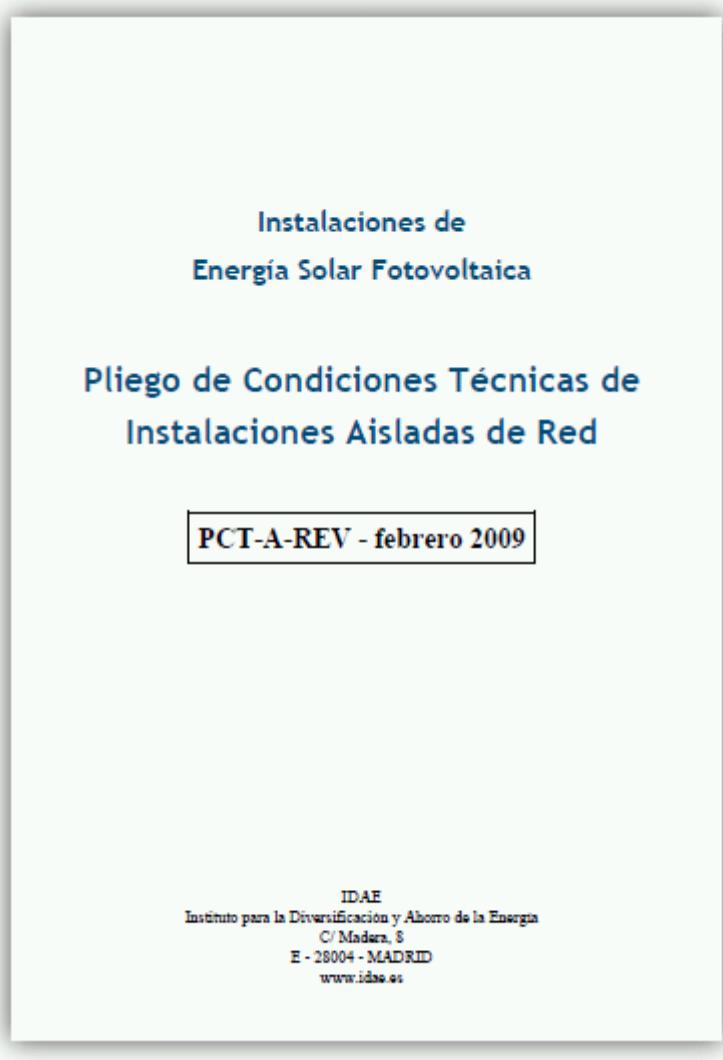
- **Plan de mantenimiento correctivo:** todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
  - La visita a la instalación por parte del suministrador **en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona**, o de **una semana si el fallo no afecta al funcionamiento**, y **cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación**.
  - El **análisis y presupuestación de los trabajos** y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
  - Los **costes económicos del mantenimiento correctivo**, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

**El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.**

**En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses**, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

## Pliego de condiciones de sistemas aislados de red



## Calculo del sistema solar fotovoltaico aislado de red

### INTRODUCCIÓN.

Una instalación fotovoltaica debe ser correctamente dimensionada, para que exista un perfecto funcionamiento de ésta, estando todos los elementos que la componen equilibrados. Si se sobredimensiona la instalación en general o cualquier elemento con respecto a los demás, se estará encareciendo la instalación innecesariamente. Al igual, que si se infradimensiona no se conseguirán los resultados esperados.

Para ello es necesario conocer las necesidades del usuario, el espacio disponible, las diferentes posibilidades y las limitaciones económicas.

En cuanto a las limitaciones económicas, que un principio parece el punto más desfavorable que tiene esta tecnología, no deberíamos quedarnos tan sólo con el coste inicial, sino que deberíamos pensar más en la duración de la instalación y en elegir elementos de bajo consumo eléctrico, siendo más eficientes y pensando que somos más autosuficientes, dependiendo menos de energías externas. Así conseguimos protegernos de las variaciones que sufren o pueden sufrir las energías convencionales. Además, estamos aportando menos CO2 al ambiente "causante del cambio climático".

Lo primero que se debe saber para realizar el cálculo de un sistema solar fotovoltaico aislado de red es el consumo final de electricidad. Para ello, **se debe conocer la potencia de cada elemento de consumo, así como el tiempo de uso estimados.**

La estimación correcta de la energía consumida por el sistema fotovoltaico sólo es sencilla en aquellas aplicaciones en las que se conocen exactamente las características de la carga (por ejemplo, sistemas de telecomunicación). Sin embargo, en otras aplicaciones, como puede ser la electrificación de viviendas, la tarea no resulta fácil pues intervienen multitud de factores que afectan al consumo final de electricidad: tamaño y composición de las familias, hábitos de los usuarios, capacidad para administrar la energía disponible, etc.

### Consideraciones para el cálculo:

- Se debe **realizar una instalación modular**, para añadir paneles, acumuladores y/o inversores en un futuro, si la instalación lo requiere y lo posibilita.

- Se debe tener en cuenta que para el cálculo de la energía consumida incluirá las **pérdidas diarias de energía causadas por el autoconsumo** de los equipos (regulador, inversor, etc.).
- Se verá la **necesidad o no de un inversor**. Si se necesita se detallará su potencia y rendimiento y se indicará si se usa para toda la instalación o sólo para algunos aparatos.
- Se verá la **potencia máxima** de consumo simultánea (en vatios), que no es la potencia máxima de la instalación, de los aparatos que puedan estar funcionando en un mismo momento.
- Se deberá tener en cuenta la **tensión de consumo** en corriente continua (12 ó 24 V) y en corriente alterna (220-230 V) si la hubiera.
- La **potencia real de consumo** de una carga en alterna será  $V \times i$  (factor de potencia), estimándose en 0,85 sino se tienen datos de este valor.
- **Siempre se tomará como base del cálculo de la instalación el mes más desfavorable del año, que será aquel que tenga el mínimo cociente entre la energía solar incidente y la energía consumida.**

Para el cálculo de un acumulador, se tendrá que saber el **número máximo de días de autonomía de la instalación**. Este valor se representa por la letra **N**, y teóricamente, también representa el número máximo de días en condiciones absolutamente desfavorables (totalmente cubiertos) que se pueden presentar. Con esto se tratará de prever las baterías a instalar para cubrir largos períodos de tiempo durante los cuales los paneles no recogen prácticamente energía y todo el consumo se hace a expensas de la reserva de estas.

Consultar la tabla que nos muestra el número de días de autonomía que pueden darse en cada una de las capitales de provincia:

Días de autonomía recomendados para baterías en servicio todo el año (o en invierno).

	Máximo	Normal	Mínimo		Máximo	Normal	Mínimo
Álava	25	20	15	León	23	18	14
Albacete	19	15	11	Lérida	23	18	14
Alicante	16	13	10	Lugo	24	19	14
Almería	15	12	9	Madrid	20	16	12
Asturias	24	19	14	Málaga	15	12	9
Ávila	22	18	13	Melilla	13	10	8
Badajoz	20	16	12	Murcia	15	12	9
Baleares	19	15	11	Navarra	24	19	14
Barcelona	20	16	12	Orense	24	19	14
Burgos	24	19	14	Palencia	24	19	14
Cáceres	19	15	11	Las Palmas	8	6	5
Cádiz	16	13	10	Pontevedra	21	17	13
Cantabria	24	19	14	La Rioja	23	18	14
Castellón	17	14	10	Salamanca	22	18	13
Ceuta	13	10	8	SC. Tenerife	12	10	7
Ciudad Real	19	15	11	Segovia	22	18	13
Córdoba	18	14	11	Sevilla	18	14	11
La Coruña	22	18	13	Soria	21	17	13
Cuenca	21	17	13	Tarragona	19	15	11
Gerona	19	15	11	Teruel	22	18	13
Granada	17	14	10	Toledo	21	17	13
Guadalajara	21	17	13	Valencia	19	15	11
Guipúzcoa	23	18	14	Valladolid	25	20	15
Huelva	16	13	10	Vizcaya	24	19	14
Huesca	22	18	13	Zamora	24	19	14
Jaén	19	15	11	Zaragoza	21	17	13

En la tabla anterior se tienen los siguientes valores:

- La **columna central** es la que se debe utilizar en casos normales (viviendas y presupuestos no muy ajustados).
- La **columna de la derecha** dice el número mínimo de días de autonomía, y un número menor provocaría descargas de nuestros acumuladores. Esta columna sirve para presupuestos ajustados.
- La **columna de la izquierda** es el número de días consecutivos totalmente cubiertos que se pueden producir como máximo.
- La **columna central** es la que se debe utilizar en casos normales (viviendas y presupuestos no muy ajustados).

- La columna de la derecha dice el número mínimo de días de autonomía, y un número menor provocaría descargas de nuestros acumuladores. Esta columna sirve para presupuestos ajustados.

Una vez conocido N y la **energía total teórica (Et)** requerida en un período de 24 horas (en el mes más desfavorable) se hallará la **energía real (E)** que, proveniente de los paneles, ha de recibir el acumulador elegido, del cual también se conocerá su **profundidad de descarga máxima admisible (pd)**.

La energía E será, por lo tanto, la energía necesaria diariamente teniendo en cuenta las diferentes pérdidas que existen:

$$E = \frac{E_t}{R}$$

Donde **R** es un factor global de rendimiento de la instalación, y cuyo valor será:

$$R = 1 - \left[ (1 - k_b - k_c - k_v) k_a \frac{N}{P_d} \right] - k_b - k_c - k_v$$

<b><math>k_b</math></b>	<b>Coefficiente de pérdidas por rendimiento en el acumulador.</b> Representa la porción de energía que no devuelve con respecto a la absorbida. Suele ser 0,05 si no se precisan descargas intensas, y 0,1 para casos más desfavorables.
<b><math>k_a</math></b>	<b>Coefficiente de autodescarga.</b> Es la fracción de energía que se pierde al día por autodescarga, y a falta de información o si el fabricante no lo da, suele tener un valor de 0,005 (0,5% diario). También lo podemos obtener en un gráfico, de tal forma que si la capacidad de una batería es el 75% de la inicial tendremos: $(100-75)/100=0,25$ (en 6 meses), luego tendremos que hacer: $k_a=0,25/180 \text{ días}=1,39 \times 10^{-3} \text{ día}^{-1}$ . Otra opción que tenemos es cuando sólo conocemos el tipo de batería a utilizar, ya que si es de baja autodescarga, como las de Ni-Cd o Pb-Ca, valdrá $2 \times 10^{-3} \text{ día}^{-1}$ , para baterías estacionarias de Pb tendremos $5 \times 10^{-3} \text{ día}^{-1}$ , y el resto de baterías de autodescarga alta (arranque de coche) tiene un valor $12 \times 10^{-3} \text{ día}^{-1}$ . Si lo queremos hallar a partir de datos del fabricante, para una temperatura de 20 ó 25°C, estimaremos la autodescarga $k'_a$ , para otras temperaturas en el intervalo -5 a 45°C con la ecuación: $k'_a=(0,0014t^{\circ 2}+0,0021t^{\circ}+0,4)k_a$ , importante para casos en los que la temperatura esté a menos de 15°C o más de 25°C
<b><math>k_c</math></b>	<b>Coefficiente de pérdidas en el convertidor,</b> si existe y afecta a toda la red de consumo. Si sólo se utiliza en algunos aparatos, la consideraremos 0, incluyendo en este caso las pérdidas del convertidor en el cálculo previo del consumo de los aparatos que afecte. Este dato lo da el fabricante y está entre el 75 y el 95%, pero si por algún motivo no los conseguimos tendremos un valor igual a 0,2 para convertidores senoidales y 0,1 para los de onda cuadrada. El consumo de los circuitos del convertidor está presente en este apartado, aunque con grandes potencias desglosaremos el consumo del propio convertidor y las pérdidas que origina.
<b><math>k_v</math></b>	<b>Coefficiente de otras pérdidas</b> (rendimiento global de toda la red de consumo, pérdidas por efecto Joule, etc.). Este valor suele ser 0,15, aunque puede reducirse a 0,05 si ya hemos tenido en cuenta los rendimientos de cada aparato en el apartado de datos de consumo

Conociendo R y E, se halla la capacidad útil (Cu) de la batería:

$$C_u = EN$$

Las unidades deben corresponderse, por ello si E se mide en **Wh (vatio hora)**, Cu también debe estar en Wh. Pero la medida más usada en las baterías o acumuladores es en **Ah (amperios-hora)**.

Para pasar de Wh a Ah, se divide Cu entre la tensión nominal de la batería (12 ó 24 V).

El cálculo para la **capacidad nominal máxima (C)** asignada por el fabricante de la batería, es igual a Cu dividido por la profundidad máxima de descarga admisible pd. Estas capacidades serán asignadas para unas temperaturas oscilantes entre 20 y 25 grados C.

$$C = \frac{C_u}{p_d}$$

En la descarga de la batería, la capacidad real nunca va a ser menor a la asignada por el fabricante, aunque el frío puede reducirla. Así, si no se tienen datos, se estimará la **capacidad real C'** a una temperatura t en función de la capacidad nominal de 20 ó 25 grados C:

$$C' = k_t C$$

**k<sub>t</sub>**

Es un coeficiente de corrección aplicable cuando la temperatura media que debe soportar la batería es menor a 20° y vale:

$$k_t = 1 - \Delta t^\circ / 160$$

Donde **Δt<sub>0</sub>** es el número de grados centígrados por debajo de los 20 en que, como media, se supone va a trabajar la batería.

En la práctica no se harán correcciones ni por temperatura ni por régimen de descarga, ya que ambos se van a compensar entre sí.

Con estos datos se elegirá la batería que más se aproxime a la C obtenida.

Consideraciones para el cálculo:

- Se recomienda que los acumuladores sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque.
- Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico.
- La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no excederá el 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes. En aquellas aplicaciones en las que estas sobredescargas puedan ser habituales, tales como alumbrado público, la máxima profundidad de descarga no superará el 60%.
- La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías qte requieran una carga inicial.
- La autodescarga del acumulador a 20°C no excederá el 6% de su capacidad nominal por mes.
- La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80 % de su capacidad nominal, debe ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50% a 20°C.

El valor que debe llegar al acumulador es E, originada en los paneles solares. No obstante, entre estos y la batería existe un cargador o regulador que disipa cierto valor en forma de calor o

corta el suministro durante ciertos períodos. Por esto, **la cantidad diaria de energía a producir por los paneles (Ep) será mayor a E.**

Las pérdidas originadas por el regulador serán del 10% más o menos, ya que en períodos favorables la batería estará cargada (pocas veces al 100%), y para el invierno no desaprovechará energía, ya que nunca se pondrá al máximo, teniendo, por lo tanto, la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{E}{0,9}$$

También se utilizarán los **H.S.P. horas de sol pico** (horas de sol a una intensidad de 1.000 W/m<sup>2</sup>), o también la **energía H** incidente en una superficie de 1 metro cuadrado expresado en **Kwh**, no en MJ (1 Kwh = 3,6 MJ)

$$H.S.P. = \frac{1}{3,6} kH (MJ) = 0,2778 \text{ kH}$$

- **k** = Factor de corrección por inclinación de los paneles (adimensional) – [ver aquí sus valores](#)
- **H** = energía incidente en una superficie de 1 metro cuadrado – [ver aquí sus valores](#). El valor que se debe elegir será el del mes más desfavorable. Corregir según los factores climatológicos de la zona. Multiplicar H por el valor de la siguiente tabla, según la zona donde se ubique la instalación:

Factor de corrección atmosférico	
Zona de montaña de atmósfera limpia	1,05
Ciudad polucionada	0,95
Nieblas	0,92

Para conocer los valores de  $K$ , antes se debe saber la latitud del lugar (recomendamos google earth) y la inclinación de los paneles, recordamos:

Orientación idónea ( $\alpha$ ) = 0° || Inclinación óptima ( $\beta$ )

Periodo de diseño	$\beta_{opt}$	$K = \frac{G_{\text{an}}(\alpha=0, \beta_{opt})}{G_{\text{an}}(0)}$
Diciembre	$\phi + 10$	1,7
Julio	$\phi - 20$	1
Anual	$\phi - 10$	1,15

$\phi$  = Latitud del lugar en grados

Ahora ya se puede calcular el número de paneles, según la siguiente expresión:

$$\text{Número de paneles} = \frac{E_p}{0,9P(\text{H.S.P.})}$$

• P = potencia nominal de los paneles. Dato que se obtiene de los paneles elegidos. Como existen paneles comerciales de diferentes potencias y tamaños, se elegirá la combinación de paneles que resulte más adecuada según la instalación (precio, espacio disponible,...).

• 0,9: se multiplica por este coeficiente para incluir las posibles pérdidas adicionales por suciedad de los paneles, reflexión,... Aunque si el fabricante da la potencia para condiciones reales de trabajo, no será necesario usar este coeficiente.

Como el resultado puede ser con decimales (ejemplo 2,5 paneles) se redondeará a la unidad superior si el decimal es igual o mayor a 0,5 e inferior si es menor de 0,5.

Valor de 2,5 = 3 paneles

Valor de 2,2 = 2 paneles

Valor de 2,7 = 3 paneles

Existen varios casos para la utilización de reguladores, en el caso de instalaciones de baja potencia y con cambios de temperatura ambiente. Cuando se tiene necesidad de grandes potencias con elevadas diferencias térmicas, se instalarán reguladores con un sensor de temperatura para corregir la tensión, teniendo en cuenta la tensión máxima de carga de la batería, de tal forma que esté por encima de la de gasificación. Así se conseguirá una mayor carga disminuyendo la estratificación del electrolito.

Para elegir el sistema de regulación, se tendrá en cuenta:

- Protección de la batería contra sobrecarga.
- Protección de la batería contra descargas excesivas mediante desconexión automática de la carga.
- Reconexión automática o manual.
- Sistema de alarma por baja carga de la batería.
- Desconector manual de alarma, que se conecte automáticamente al subir de nuevo la carga de la batería por encima de un valor prefijado.

- Se recomienda que lleve contador de amperios-hora por el campo de paneles.
- Se recomienda que lleve contador de amperios-hora consumidos por la carga.
- Debe producir desconexión de la carga cuando la tensión en bornes sea la correspondiente al 70% de la profundidad máxima de descarga admisible y el aviso acústico al 50%.
- Se dimensionará la instalación, de tal forma que el factor de seguridad se corresponda con un 10% como mínimo entre la potencia máxima producida y la del regulador.
- Se utilizará el mínimo número posible de reguladores.

El número de reguladores se halla según la ecuación:

$$N_r = \frac{N_{pp} i_p}{i_r}$$

<b><math>N_r</math></b>	Es el número de reguladores.
<b><math>N_{pp}</math></b>	Es el número de paneles en paralelo.
<b><math>i_p</math></b>	Es la intensidad de pico del panel seleccionado.
<b><math>i_r</math></b>	Es la intensidad máxima que es capaz de disipar el regulador..

**Características** que posee un inversor:

- Tensión nominal de entrada.
- Potencia nominal.
- Tensión de operación.
- Tensión nominal de salida.

- Eficiencia.

También se tendrá en cuenta que la **tensión de entrada** en un convertidor **no va a ser constante**, por lo que será capaz de convertir con diferencias de un 15%.

También se sabe que al menos durante un tiempo **tendría que funcionar por encima de su tensión nominal** (valor de referencia dentro del intervalo de actuación), como por ejemplo, en la puesta en marcha, en la que estará en sobrecarga, **soportando valores de un 160% sobre su potencia nominal**. Pero a pesar de todo esto, siempre generará **salidas que no superen el 5% de la tensión nominal de salida para convertidores de onda senoidal y un 10% para convertidores de onda cuadrada**.

Este tipo de aparatos **actúa con una frecuencia de 50Hz** y una **precisión del 2%** a la hora de la conexión con aparatos del mercado. Pero para **frecuencias distintas** a éstas, existe la **distorsión de armónicos**, y de todos esos valores, sólo se aceptarán aparatos con un valor alrededor del 5% en todo el rango de potencias de salida para factores de potencia comprendidos entre 0,8 y 0,9 para convertidores de onda senoidal y de un 33% para convertidores de onda cuadrada.

La **eficiencia**, que es el cociente entre la potencia entregada y la recibida, por lo que la potencia de entrada **se corresponderá con la siguiente fórmula**:

$$Pe = \frac{\text{Potencia de salida}}{\text{Eficiencia}}$$

Eficiencia mínima exigible a un convertidor, en función del valor porcentual de la potencia de consumo.

Carga en % de potencia nominal	Eficiencia
10	60
20	70
30	75
40	80
>40	85

Tendrá desconexión por falta de carga y estará protegido contra cortocircuito, sobrecarga, e inversión de polaridad en alimentación. A su vez, la resistencia de cortocircuito del convertidor ha de garantizar la desconexión automática y la sobrecarga admisible tendrá que garantizamos el correcto funcionamiento de la instalación.

Para elegir la sección del cables se tendrá en cuenta que las máximas caídas estén por debajo de las siguientes:

Tramo campo de paneles-acumulador	1%
Tramo acumulador-convertidor	1%
Tramo línea principal-iluminación	3%
Tramo línea principal-equipos (bombas, electrodomésticos, etc.)	5%

La relación entre la sección y la longitud del conductor es según la siguiente expresión:

$$S = \frac{\rho \ell i}{V_{AB}}$$

$\rho$	resistividad del conductor
$\ell$	distancia de extremo a extremo del cable
$i$	intensidad de la corriente
$V_{AB}$	tensión entre A y B

Para saber la sección según los datos obtenidos con un voltímetro:

$$S = \frac{2\rho \ell i}{\Delta V}$$

Para el cobre:

$$S = \frac{2 \times 1,58 \times 10^{-8} \times \ell i}{\Delta V} = \frac{3,56 \times 10^{-8} \times \ell i}{\Delta V}$$

En milímetros cuadrados:

$$S(\text{mm}^2) = \frac{3,56 \times 10^{-2} \times \ell i}{\Delta V} = 0,036 \frac{\ell i}{\Delta V}$$

# Sistemas conectados a red

## Requerimiento en el mantenimiento de instalaciones conectadas a red

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

### Programa de mantenimiento:

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- **Mantenimiento preventivo**

- **Mantenimiento correctivo**

- **Plan de mantenimiento preventivo:** operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

**El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:**

- Comprobación de las **protecciones eléctricas**.

- Comprobación del estado de los **módulos**: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.

— Comprobación del estado del **inversor**: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.

— Comprobación del estado mecánico de **cables** y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietas, limpieza.

- **Plan de mantenimiento correctivo:** todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

— La **visita a la instalación por parte del suministrador por cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 1 días**, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.

— El **análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones** necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.

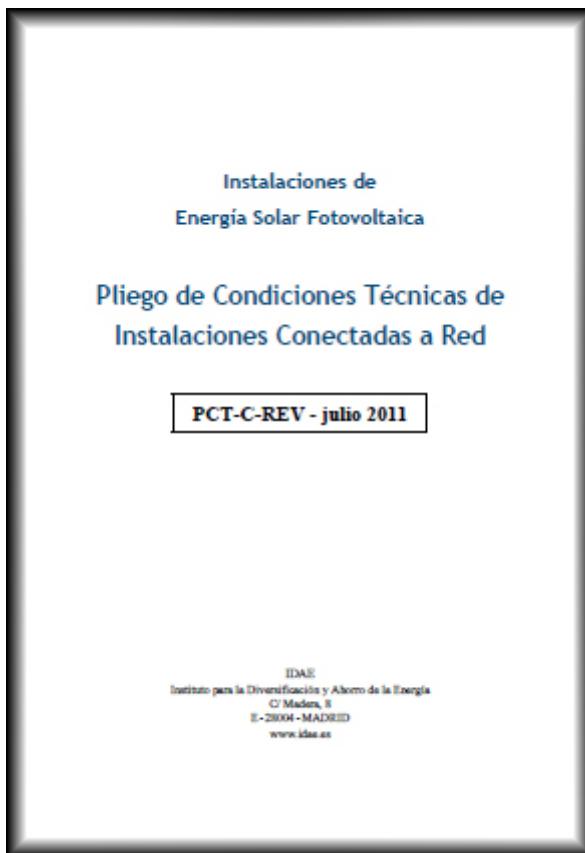
— **Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento.** Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El **mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado** bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

**Realización de un informe técnico** de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constara la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

### Pliego condiciones instalaciones conectadas a red



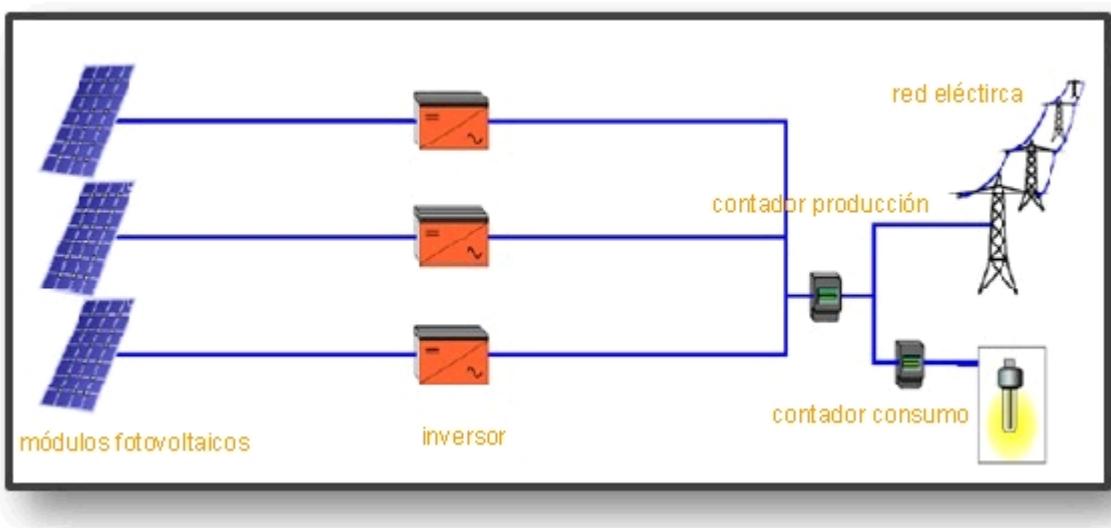
### Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red

En los lugares que disponen de electricidad, la conexión a red de los sistemas fotovoltaicos contribuyen a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO2) 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. Al instalar un sistema fotovoltaico conectado a la red, se dispone de una minicentral eléctrica que inyecta kWh verdes a la red para que se consuman allí donde sean demandados, lo que elimina las pérdidas en transporte de electricidad.

Para que estas instalaciones sean técnicamente viables es necesario:

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



En las instalaciones conectadas a red, el tamaño de la instalación no depende del consumo de electricidad de la vivienda o edificio.

Para dimensionar la instalación es necesario conocer la inversión inicial, el espacio disponible y la rentabilidad que se quiere obtener ya 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.

Las principales aplicaciones de los sistemas conectados a la red eléctrica son en las cubiertas de los tejados. Son sistemas modulares de fácil instalación donde se aprovecha la superficie de tejado existente para sobreponer los módulos fotovoltaicos. El peso de los paneles sobre el tejado no supone una sobrecarga para la mayoría de los tejados existentes.

Una instalación de 1,5 kWp que ocupa unos de 22 m2 de tejado (12 m2 de superficie de paneles), inyectaría a la red tanta energía como la consumida por la vivienda a lo largo del año.

Calcula tu propio diseño de la instalación:

- Programa Java de simulación de Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red.
- Herramientas de diseño para aplicaciones fotovoltaicas en edificios – CALEN SOF 4.0
- herramienta fotovoltaica para calcular la potencia pico de una superficie.
- Cálculo online de un sistema fotovoltaico.

más aplicaciones: CÁLCULO ONLINE RENOVABLES

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 un gran valor ecológico añadido.

En la integración en edificios es prioritario el nivel de integración del elemento fotovoltaico en la estructura del edificio. Por integración fotovoltaica debemos entender la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos que incluyen el elemento fotovoltaico, y que por lo tanto son generadores de energía.

Tanto para aplicaciones aisladas de la red eléctrica, como para las conectadas a ella es necesario cuidar la incorporación de los sistemas fotovoltaicos al entorno, rural o urbano. Pero es en las

aplicaciones urbanas conectadas red, en las que se unen exigencias urbanísticas a las motivaciones medioambientales, donde la integración tiene más relevancia. La demanda de energía del sector terciario en la Unión Europea está creciendo de forma significativa, por lo que **la integración de sistemas fotovoltaicos en edificios, con aportaciones energéticas en las horas punta, contribuye reducir la producción diurna de energía convencional.**

Las **aplicaciones de integración en edificios más frecuentes:** recubrimiento de fachadas, muros cortina, parapluies en fachada, pérgolas, cubiertas planas acristaladas, lucernarios en cubiertas, lamas en ventanas, tejas, ...

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

### Ventajas fundamentales:

- No consume combustible .
- No produce polución ni contaminación ambiental.
- Es silencioso.
- Tiene una vida útil superior a 25 años.
- Es resistente a condiciones climáticas extremas: (granizo, viento, temperatura y humedad).
- No posee partes mecánicas, por lo tanto no requiere mantenimiento, excepto limpieza del panel.

- Permite aumentar la potencia instalada mediante la incorporación de nuevos módulos.

Pero el futuro de este tipo de instalaciones está en el AUTOCONSUMO, Net Metering ó Balance Neto.

A la hora de dimensionar el generador fotovoltaico se debe tener en cuenta los siguientes condicionantes:

### POTENCIA NOMINAL DE LA INSTALACIÓN (KwP)

En la práctica se elegirá en función del presupuesto disponible y de la cantidad de energía eléctrica solar que se pretende generar. La energía que podría ser obtenida para cada mes se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$E_{Px} = k_x \cdot H_x \cdot P_{mp} \cdot PR \cdot (n^{\circ} \text{ de días del mes } x) / G_{CEM}$$

Donde:

$E_{Px}$  es la producción de energía solar del mes x en Kwh (ver: medidas de energía)

$k_x$  es el factor de corrección a aplicar por inclinación de paneles para el mes x. Puedes ver aquí la inclinación óptima del generador. Dicho factor se puede obtener de **TABLAS: Factor de corrección de K para superficies inclinadas** (todas las latitudes).

$H_x$  será la energía en Kwh que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio del mes x que se obtiene de la TABLA – VALOR H – energía que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal, sin más que pasar los MJ a Kwh y que se expresa en Kwh/m<sup>2</sup>.día.

$$1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J} = 0,277 \text{ kWh} = 277,77 \text{ Wh}$$

<b>Joule</b>	1000000
<b>Coulomb.Volt</b>	1000000
<b>ergio</b>	1000000000000000
<b>kwatt.hora</b>	0,277777777777778
<b>Watt.hora</b>	277,777777777778

$P_{mp}$  será la potencia pico del campo generador expresada en Kwp.

**PR** es el factor de rendimiento energético de la instalación o “performance ratio” definido como la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
- La eficiencia del cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- La eficiencia energética del inversor en operación.

Otros.

**En la práctica se suele tomar PR = 0,8**

**Gcem** = 1kW/m<sup>2</sup> (**Condiciones Estándar de Medida (CEM)**). Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m<sup>2</sup>
- Distribución espectral: AM 1,5 G

- Temperatura de célula: 25 °C

**La estimación de la energía inyectada anualmente se obtendrá sin más que sumar las energías que se van a obtener para cada mes del año.**

### Cálculo del número de paneles.

En el mercado existen varios fabricantes y cada uno de ellos ofrece varios paneles con distintas potencias.

Un panel se caracteriza por unas determinadas propiedades eléctricas medidas en condiciones estandar:

- Pmax: potencia pico del panel (Wp)
- Vmax: tensión en el punto de máxima potencia (V)
- Imax: intensidad en el punto de máxima potencia (A)
- Isc: intensidad de cortocircuito (A)
- Voc: tensión de circuito abierto (V)

Parecería que si se quiere instalar una potencia de generador fotovoltaico Pmp y se dispone de paneles fotovoltaicos de potencia Pmax, el número de estos a instalar sería igual a:

$$\text{Nº de paneles} = P_{mp}/P_{max}$$

En general esto no es así ya que se tiene que tener en cuenta el margen de tensiones de entrada del inversor.

### Cálculo del INVERSOR

Se ha de determinar la potencia DC (corriente continua) de entrada nominal máxima que debe admitir el inversor Pinv. Esta potencia depende de la del campo generador Pmp y se suele tomar un 80% inferior a ésta.

Una vez que se ha determinado la potencia del inversor y elegido este entre los disponibles en el mercado que se ajuste a dicha potencia ya se está en condiciones de saber cual será el conexiónado de los paneles del campo generador.

Se trata de determinar:

- Nº de ramas en paralelo.
- Nº de paneles en serie de una rama.

Dichos valores dependen del modelo de módulo fotovoltaico a utilizar y del margen superior de tensión de entrada DC al inversor. También se ha de cuidar el no sobrepasar la máxima tensión en circuito abierto que el inversor es capaz de soportar.

El número de paneles en serie de una rama debe ser tal que la suma de todas las tensiones en el punto de máxima potencia de los paneles de la rama este por debajo de la tensión de entrada máxima DC al inversor y que se puede designar por  $V_{max,dc}$ .

$$\text{Nº de paneles en serie de una rama} = \frac{V_{max,dc}}{V_{max}}$$

Una vez se obtenido el nº de paneles en serie de una rama se deberán añadir tantas ramas en paralelo como sean necesarias hasta completar, aproximadamente, la potencia del campo generador que se desea instalar.

$$\text{Nº de ramas en paralelo} = \frac{\text{nº de paneles en serie de una rama}}{P_{mp}}$$

El número de paneles del campo generador se calculará como:

**Nº de paneles = nº de paneles en serie de una rama x nº de ramas en paralelo**

# Legislación y administración

## Normativa y seguridad en una instalación fotovoltaica.

### Generalidades

- Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.
- El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.
- La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.
- Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) ([WEB](#) BOE – [PDF](#) BOE) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.
- En conexiones a la red trifásicas las protecciones 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) serán para cada fase.

- Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) ([WEB BOE](#) – [PDF BOE](#)) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán los elementos utilizados para garantizar esta condición.
- Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

VER:

[MODELO DE CONTRATO TIPO Y MODELO DE FACTURA PARA INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS](#)

RESOLUCIÓN 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. ([WEB BOE](#) – [PDF BOE](#)).

[CONDICIONES GENERALES DE VENTA A LA RED](#)

REAL DECRETO 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. ([WEB BOE](#) – [PDF BOE](#)).

## Conocer la legislación

Un tema fundamental que debe conocer todo instalador eléctrico es la legislación correspondiente a su actividad. Una vez que ya domina todos los conceptos teóricos, es necesario sustituir el libro de texto por el reglamento. Para ello hay que estar al día en cuanto a los reglamentos vigentes y las modificaciones que puedan sufrir.

Los reglamentos de este tipo son de ámbito nacional, y se publican en el Boletín Oficial del Estado (BOE), mediante la forma de Reales Decretos.

Si las normas son europeas el medio de publicación es el Diario Oficial de la Unión Europea.

Otras entidades con capacidad de legislar son las comunidades autónomas, cuyo medio de publicación es el Diario Oficial de cada comunidad. Los ayuntamientos generalmente no poseen un sistema propio de publicación, pero sí pueden emitir ciertas normas de carácter local.

La normativa de instalaciones eléctricas se clasifica en función de la tensión que se distribuye en la instalación. La normativa define dos tipos de voltaje:

- Baja Tensión: Igual o inferior a 1.000 V en corriente alterna y a 1.500 V en corriente continua.
- Alta Tensión: Superior a 1.000 V en corriente alterna y a 1.500 V en corriente continua.

Sin embargo, los profesionales eléctricos establecen una clasificación diferente, que tiene un ámbito no reglamentado, pero muy usado. Estos profesionales definen:

- Baja tensión: de 0 a 1 kV.
- Media tensión: de 1 a 44 kV.
- Alta tensión: superior a 44 kV.

A su vez, se consideran las instalaciones de muy baja tensión, que son aquellas por las cuales la potencia de distribución es inferior a 50 V en corriente alterna y 75 V en corriente continua.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establecen 2 tipos de reglamentos:

- El Reglamento Electrotécnico de Alta tensión (RAT).

- El Reglamento Electrotécnico de Baja tensión (RBT).

El RAT no es de aplicación en los sistemas solares. Las tensiones de trabajo suelen ser del ámbito de RBT. A continuación se explicarán las partes más importantes de este reglamento, que es la base de todo el circuito eléctrico que se tiene que montar.

El RBT fue publicado en el B.O.E. como el [Real Decreto de 842/2002](#), del 2 de agosto de 2002, sustituyendo al anterior reglamento, que era el [Decreto 2413/1973](#).

Es recomendable, en caso de realizar una instalación eléctrica, estar familiarizado con este reglamento. Además, toda instalación eléctrica debe ser realizada por un instalador autorizado, como establece el reglamento.

El reglamento se divide de manera similar al RITE: recoge un texto normativo, donde establece un objeto y los campos de aplicación del reglamento. En esta parte del texto se definen además las instalaciones y otros elementos importantes. Crea la figura de instaladores autorizados y las inspecciones que se deben realizar a las instalaciones para asegurarse el buen funcionamiento del circuito.

Después, en el RBT se establecen las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), que dan las pautas que deben tener cierto tipo de instalaciones.

El RBT establece las condiciones técnicas que permiten:

- Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de las instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.

- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

Este reglamento se debe aplicar en todas las instalaciones de baja tensión, tanto para las instalaciones nuevas como para sus modificaciones y ampliaciones.

El reglamento establece que los materiales y equipos usados en las instalaciones deben ser utilizados de manera correcta y según el propósito para el que fueron fabricados.

Los materiales instalados deben presentar la siguiente información:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

Igualmente se define el tipo de suministro eléctrico que se realiza. Hay dos tipos:

- Suministros normales: efectuados por los abonados a una sola empresa que contrata toda la potencia.
- Suministros complementarios: cuando se establecen dos tipos de suministro diferentes (por la misma empresa o por otra diferente) para asegurar la continuidad del suministro. Se definen suministros:
  - De socorro, cuando se contrata el 15% del total del suministro.
  - De reserva, contratando menos del 25%.

- Por duplicado, cuando es mayor al 25%.

Los locales con características especiales cuentan también con una ITC. Son todos aquellos donde sea necesario mantener instalaciones eléctricas en circunstancias distintas a las que pueden estimarse como de riesgo normal para la utilización de la energía eléctrica en baja tensión.

El RBT considera especiales los siguientes locales y emplazamientos:

- Locales mojados o en los que existan atmósfera húmeda, gases o polvos de materias no inflamables o combustibles, temperaturas muy elevadas o muy bajas en relación con las normales.
- Los que se dediquen a la conservación o reparación de automóviles.
- Los que estén afectos a los servicios de producción o distribución de energía eléctrica.

Igualmente, en las instalaciones donde se utilicen las denominadas tensiones especiales, las que se realicen con carácter provisional o temporal, las instalaciones para piscinas, y otras señaladas específicamente en las ITC.

Éstas se desarrollan en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RBT). Las ITC han sido publicadas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología como las directrices básicas que han de cumplir las instalaciones eléctricas. Son en total 51, y dan mucha información de cómo deben ser estas instalaciones.

## INDICE DE LAS INSTRUCCIONES TECNICAS COMPLEMENTARIAS

INSTRUCCIÓN	TITULO
ITC-BT-01	Terminología
ITC-BT-02	Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
ITC-BT-03	Instaladores autorizados
ITC-BT-04	Documentación y puesta en servicio de las instalaciones
ITC-BT-05	Verificaciones e inspecciones
ITC-BT-06	Redes aéreas para distribución en Baja Tensión
ITC-BT-07	Redes subterráneas para distribución en Baja Tensión
ITC-BT-08	Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica
ITC-BT-09	Instalaciones de alumbrado exterior
ITC-BT-10	Previsión de cargas para suministros en Baja Tensión
ITC-BT-11	Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas
ITC-BT-12	Instalaciones de enlace Esquemas
ITC-BT-13	Instalaciones de enlace Cajas generales de protección
ITC-BT-14	Instalaciones de enlace Línea general de alimentación
ITC-BT-15	Instalaciones de enlace Derivaciones individuales
ITC-BT-16	Instalaciones de enlace Contadores: Ubicación y sistemas de instalación
ITC-BT-17	Instalaciones de enlace Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia
ITC-BT-18	Instalaciones de puesta a tierra
ITC-BT-19	Instalaciones interiores o receptoras Prescripciones generales
ITC-BT-20	Instalaciones interiores o receptoras Sistemas de instalación
ITC-BT-21	Instalaciones interiores o receptoras Tubos y canales protectores
ITC-BT-22	Instalaciones interiores o receptoras Protección contra sobreintensidades
ITC-BT-23	Instalaciones interiores o receptoras Protección contra sobretensiones
ITC-BT-24	Instalaciones interiores o receptoras Protección contra los contactos directos e indirectos
ITC-BT-25	Instalaciones interiores en viviendas Número de circuitos y características
ITC-BT-26	Instalaciones interiores en viviendas Prescripciones generales de instalación
ITC-BT-27	Instalaciones interiores en viviendas Locales que contienen una bañera o ducha

INSTRUCCIÓN	TITULO
ITC-BT-28	Instalaciones en locales de pública concurrencia
ITC-BT-29	Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión
ITC-BT-30	Instalaciones en locales de características especiales
ITC-BT-31	Instalaciones con fines especiales Piscinas y fuentes
ITC-BT-32	Instalaciones con fines especiales Máquinas de elevación y transporte
ITC-BT-33	Instalaciones con fines especiales Instalaciones provisionales y temporales de obras
ITC-BT-34	Instalaciones con fines especiales Ferias y stands
ITC-BT-35	Instalaciones con fines especiales Establecimientos agrícolas y hortícolas
ITC-BT-36	Instalaciones a muy Baja Tensión
ITC-BT-37	Instalaciones a tensiones especiales
ITC-BT-38	Instalaciones con fines especiales Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención
ITC-BT-39	Instalaciones con fines especiales Cercas eléctricas para ganado
ITC-BT-40	Instalaciones generadoras de baja tensión
ITC-BT-41	Instalaciones eléctricas en caravanas y parques de caravanas
ITC-BT-42	Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo
ITC-BT-43	Instalación de receptores Prescripciones generales
ITC-BT-44	Instalación de receptores Receptores para alumbrado
ITC-BT-45	Instalación de receptores Aparatos de calefacción
ITC-BT-46	Instalación de receptores Cables y folios radiantes en viviendas
ITC-BT-47	Instalación de receptores Motores
ITC-BT-48	Instalación de receptores Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores
ITC-BT-49	Instalaciones eléctricas en muebles
ITC-BT-50	Instalaciones eléctricas en locales que contienen radiadores para saunas
ITC-BT-51	Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios

Las ITC BT-01 y 02 son introductorias y establecen los conceptos básicos de referencia así como la relación de las normas UNE que aparecen en el Reglamento. Las ITC BT-03 y 04 presentan las características que deben cumplir los instaladores y la documentación que deben tener las instalaciones. La ITC BT-05 establece las condiciones de verificación.

Las ITC BT-06 y 07 establecen cómo se deben realizar las redes de distribución aérea y subterránea. En la 07 aparecen los cuadros de intensidades máximas admitidas según el tipo y sección del cable.

En la ITC BT-08 se establece la forma de conectar el neutro y las masas en las redes de distribución.

A partir de aquí, se establecen las condiciones de diferentes elementos de la instalación. Se deberá estudiar cada ITC en función de las necesidades de la instalación. Es importante la ITC BT-11, que establece cómo debe ser la acometida eléctrica.

Las ITC BT-22 y 23 establecen los criterios de protección contra sobreintensidades y sobretensiones mediante magnetotérmicos, mientras que la ITC BT-24 establece los criterios contra los contactos por interruptores diferenciales.

Se recomienda familiarizarse con las ITC del reglamento, de manera que se tengan en cuenta las prescripciones legales de toda instalación eléctrica.

Antes de la ejecución de la instalación debe elaborarse una documentación técnica que defina las características de la instalación y que, en función de sus características, según determine la correspondiente ITC, debe tener la forma de proyecto o de memoria técnica.

La creación del proyecto o de la memoria técnica de diseño se ve en la ITC BT-04. Esta instrucción detalla las instalaciones que deben ser elaboradas mediante proyecto, redactado y firmado por un técnico competente. Las instalaciones que no necesiten proyecto llevarán inevitablemente una memoria técnica de diseño.

En cuanto a las instalaciones, éstas deben realizarse por un instalador autorizado. Se distinguen dos tipos de instaladores:

- Los instaladores básicos, que podrán realizar instalaciones de baja tensión en viviendas, industrias y demás edificios,
- Los instaladores especialistas, que podrán realizar instalaciones de automatización, gestión técnica de la energía, sistemas de control, de adquisición de datos y de control de procesos.

Al término de la instalación, y realizadas las verificaciones pertinentes, el instalador autorizado debe emitir un certificado de instalación, en el que se refleje que la misma se ha realizado de conformidad con lo establecido en el Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, y de acuerdo con la documentación técnica.

En su caso, identificará y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.

Por su parte, la empresa instaladora debe confeccionar unas instrucciones para el correcto uso y mantenimiento de la instalación. Dichas instrucciones deben incluir, como mínimo, un esquema unifilar de la instalación, con las características técnicas fundamentales de los equipos y materiales eléctricos instalados, así como un croquis de su trazado.

Los titulares de las instalaciones deben mantenerlas en buen estado de funcionamiento, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán ser efectuadas por un instalador autorizado.



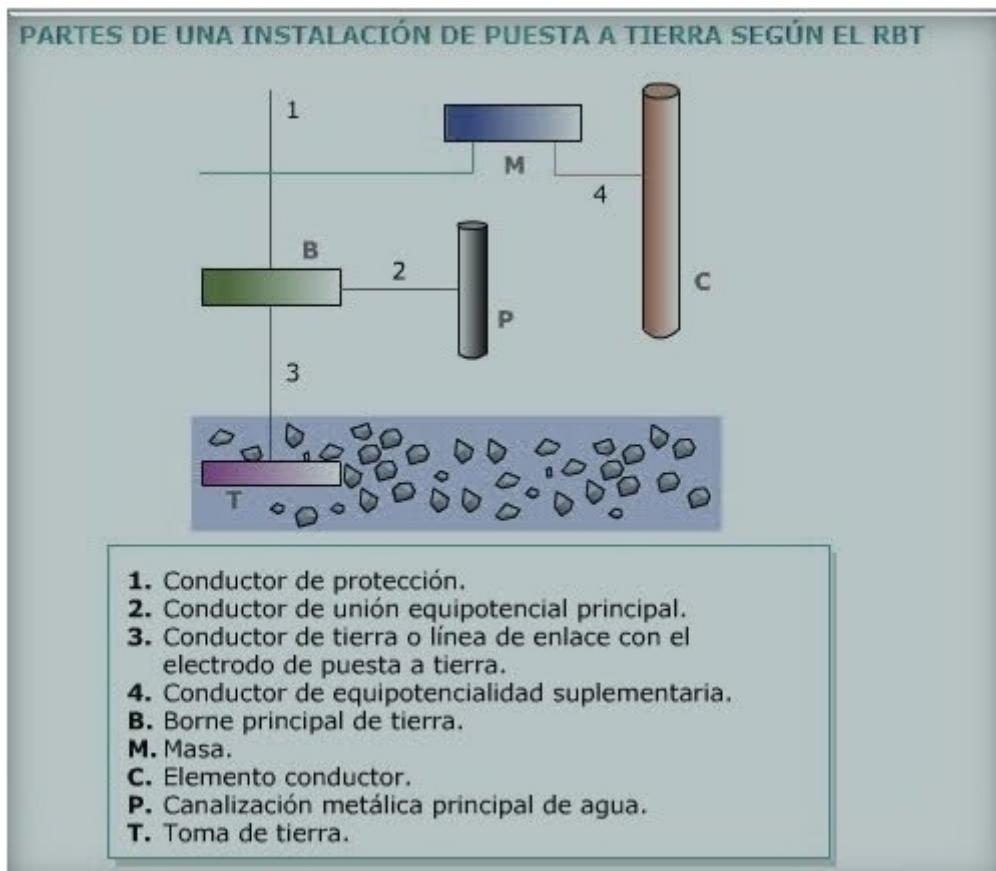
## Puestas a tierra

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT-18 dice:

“Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados. Cuando otras instrucciones técnicas prescriban como obligatoria la puesta a tierra de algún elemento o parte de la instalación, dichas puestas a tierra se regirán por el contenido de la presente instrucción.”

Este objetivo se entiende como una garantía de seguridad en el ámbito electrotécnico, por lo que es importante conocer la aplicación de las reglas para instalaciones de puesta a tierra y

conductores de protección que se recogen en la norma UNE 20-460/1.



Antes de empezar a estudiar las uniones a tierra, hay que tener claro que el valor de la resistencia de la toma de tierra debe satisfacer las condiciones de protección de la instalación eléctrica.

Como tomas de tierra se pueden usar:

- Picas o tubos.
- Cintas o hilos.
- Placas.
- Malla del fondo de zanja.

- Armaduras de hormigón enterradas, con precaución cuando son armaduras de hormigón pretensado.
- Canalizaciones metálicas de aguas, con la autorización previa del distribuidor de agua y tomando las debidas precauciones.

Además, hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

- El tipo y la profundidad del enterramiento de las tomas de tierra. La pérdida de humedad o el hielo pueden hacer variar la resistencia del mismo, aumentándola.
- La corrosión de la toma de tierra con su consiguiente aumento de resistividad.
- No utilizar canalizaciones metálicas de líquidos o gases inflamables, por razones obvias de seguridad.
- Los conductores de tierra deben de tener como una sección mínima, dependiendo de la intensidad que pueda atravesar el dispositivo de protección.

Hay que tener en cuenta cómo los conductores de tierra estén protegidos mecánicamente y contra la corrosión. Las secciones mínimas de los conductores de tierra, según la ITC-BT-18 pueden ser las siguientes:

Sección mínima	Protegido mecánicamente.	No protegido mecánicamente.
Protegido contra la corrosión.	Según apartado 3.4 (1)	16 mm <sup>2</sup> cobre. 16 mm <sup>2</sup> acero galvanizado.
No protegido contra la corrosión.		25 mm <sup>2</sup> cobre. 50 mm <sup>2</sup> hierro.

El apartado 3.4 de la ITC-BT-18 establece estas secciones:

El apartado 3.4 de la ITC-BT-18 establece estas secciones:	
Sección de los conductores de fase de la instalación $S(\text{mm}^2)$	Sección mínima de los conductores de instalación $S_p(\text{mm}^2)$
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S_p = S$ $S_p = 16$ $S_p = S/2$

La unión entre la toma de tierra y un conductor de tierra debe ser eléctricamente perfecta y cuidadosamente realizada para no dañar ninguno de los dos elementos. Para conseguir un lugar accesible que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente, hay que contar con una arqueta de conexión enterrada con tapa.

Los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección mínima de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando la instalación consta de partes de envolventes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

- Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.

- Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente todas las condiciones anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP o CPN). Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas. Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

Como cable conductor se suele usar cobre desnudo recocido de 35 mm<sup>2</sup> de sección nominal, cuerda circular con un máximo de 7 alambres y resistencia eléctrica a 20°C no superior a 0,514 ohm/km, según la NTF-IEP-1.

Como toma de tierra se usa una pica de 200 cm de largo y 1,4 cm de diámetro, de acero recubierto de cobre.

Para calcular el número de picas que se necesitan en una instalación de puesta a tierra adecuada en un edificio se utiliza la NTIE-IEP-5. Las siguientes tablas deben consultarse para el cálculo, teniendo en cuenta la naturaleza del terreno y la longitud en planta de la conducción enterrada en metros.

Naturaleza del terreno	Resistividad (en Ohm · m)
Terrenos pantanosos.	De algunas unidades a 30.
Limo.	20 a 100
Humus.	10 a 150
Turba húmeda.	5 a 100
Arcilla plástica.	50
Margas y arcillas compactas.	100 a 200
Margas del jurásico.	30 a 40
Arena arcillosa.	50 a 500
Arena silícea.	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped.	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo.	1.500 a 3.000
Calizas blandas.	100 a 300
Calizas compactas.	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas.	500 a 1.000
Pizarras.	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo.	800
Granitos y gres procedente de alteración.	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados.	100 a 600

Los cálculos pueden efectuarse de manera aproximada utilizando los valores medios indicados en la segunda tabla.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad (en Ohm · m)
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos.	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y terraplenes.	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables.	3.000

Con la siguiente tabla puede conocerse el número de picas necesarias, en función de la longitud en planta de la conducción enterrada, la naturaleza del terreno y la presencia o ausencia de

Picas	T.O.A.M.		A.G.R.S.M		C.A.R.E.		G.A.S.	
	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP
0	25	34	28	67	54	134	162	400
1	+	30	25	63	50	130	158	396
2		26	+	59	46	126	154	392
3		+		55	42	122	150	388
4				51	38	118	146	384
5				47	34	114	142	380
6				43	30	110	138	376
7				39	+	106	134	372
8				35		105	130	368
9				+		98	126	364
10						94	122	360
15						74	102	340
20						+	82	320
30							+	280
40								240
50								200
								+

pararrayos en el edificio.

Lectura de la tabla:

1. Se calcula la longitud en planta de la conducción (cable, generalmente) enterrada.
2. Se identifica el tipo de terreno.
3. Se busca la columna correspondiente que indica si el edificio tiene o no pararrayos.
4. Se busca el número inmediatamente superior al que indique la fórmula.
5. Se busca en la columna de la derecha cuántas picas corresponden a ese número.

Leyenda:

TOAM: Terrenos orgánicos, arcillas y margas.

AGRSM: Arenas arcillosas y graveras, rocas sedimentarias y metamórficas.

CARE: Calizas agrietadas y rocas ruptivas.

GAS: Grava y arena silícea.

SP: Sin pararrayos.

CP: Con pararrayos.

+: Aumentar la longitud de los conductores enterrados.

### SOLUCIÓN: 15 PICAS

1) Se calcula la longitud de cable enterrado: 10 pilares x 10 metros/entre pilar = 100 metros

2) En la tabla del número de picas se busca la columna terreno de arenas silíceas y sin pararrayos. Con el valor calculado anteriormente (100) se observa que el valor inmediatamente superior corresponde a 102.

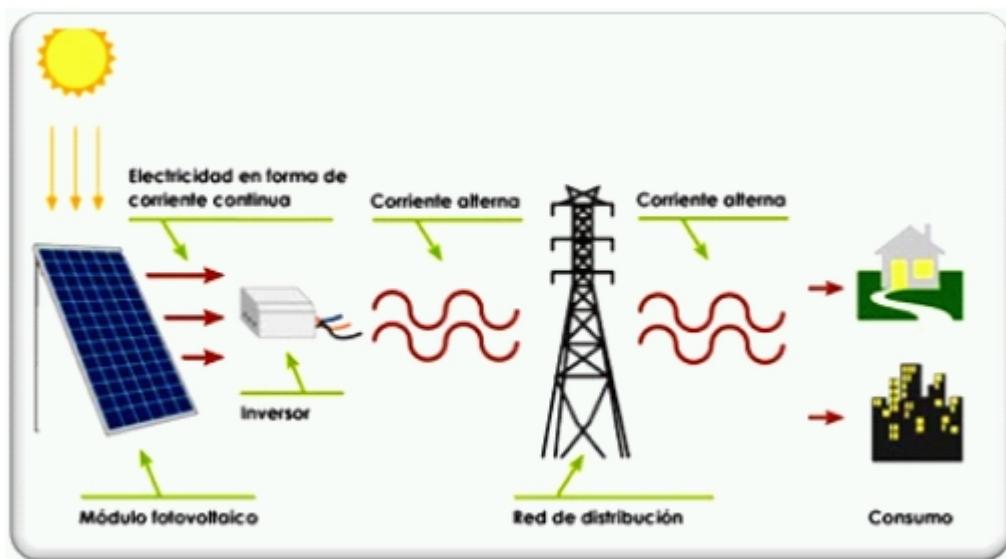
3) El valor de la fila de 102 corresponde a 15 picas.

### Proceso para conectar a red una instalación fotovoltaica

Una **instalación solar fotovoltaica conectada a la red**, es una mini-central eléctrica, que **inyecta kWh verdes a la red** de la empresa distribuidora de energía eléctrica, para su consumo allí donde

sean demandados. Para que estas instalaciones sean técnicamente viables, se debe cumplir, en todos los casos:

- Cercanía a la instalación solar fotovoltaica de una línea de distribución de energía eléctrica, para poder verter a la misma, la energía eléctrica producida por la instalación.
- Tener definido el punto de conexión a la red eléctrica, facilitado por la compañía distribuidora.
- Se realizará la instalación, con equipos de generación y distribución de primera calidad, con las debidas protecciones, debidamente verificadas y garantizadas por los fabricantes, acordes con la legislación vigente.
- La instalación debe ser realizada por una empresa instaladora acreditada por la Administración competente.



El primer paso a realizar, consiste en dirigirse a una o varias empresas instaladoras, para llevar a cabo el correcto dimensionamiento de la instalación, así como la valoración económica de la misma. Una vez aceptado el presupuesto de la empresa instaladora por parte del cliente, esta realizará el proyecto o memoria técnica, según proceda, ejecutando posteriormente la instalación, encargándose por otra parte, de la gestión de todos los trámites administrativos.

Una instalación solar fotovoltaica conectada a red, está integrada por los siguientes elementos:

- Estructura metálica soporte.
- Campo fotovoltaico o generador fotovoltaico, integrado por uno o varios módulos solares.
- Cuadro de protecciones (CC/CA).
- Uno o varios Inversores (CC/CA).
- Contador principal de energía (kWh enviados a la red)
- Contador secundario de energía (pequeños consumos kWh de los equipos fotovoltaicos, para descontar de la energía producida).

Además de la ventaja evidente de generar energía a partir de una fuente renovable como es la solar, estas instalaciones se plantean como una inversión económica ya que se premia la generación de energía respetuosa con el medio ambiente, pagando una cantidad de dinero por cada unidad de energía generada. La prima que se abona está regulada por el:

### **Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre**

- **SE MODIFICA:**
  - el anexo III, por ORDEN ITC/2585/2011, de 29 de septiembre (Ref. [BOE-A-2011-15358](#)).
  - los arts. 3, 6, 10.2 y los anexos II y IV, por [REAL DECRETO 1565/2010](#), de 19 de noviembre (Ref. [BOE-A-2010-17976](#)).
  - el art. 10.2, por REAL DECRETO 1011/2009, de 19 de junio (Ref. [BOE-A-2009-10220](#)).
  - el anexo III.4.ii, ampliando el plazo de solicitudes, por ORDEN ITC/82/2009, de 30 de enero (Ref. [BOE-A-2009-1601](#)).
- CORRECCIÓN de errores en BOE núm. 251, de 17 de octubre de 2008 (Ref. [BOE-A-2008-16721](#)).

Esta prima podrá cambiar, de acuerdo a las indicaciones establecidas en el Real Decreto anterior, aumentándose o reduciéndose de acuerdo a la demanda de potencia a instalar que haya en cada convocatoria. Este hecho conviene estudiarlo en detenimiento ya que de él dependerá la rentabilidad de la instalación.

El proceso de instalación, legalización y por último venta y cobro de energía eléctrica generada por una instalación solar fotovoltaica es complejo y consta de varios pasos que, como norma general, se realizan por la empresa instaladora. Los **pasos administrativos pasan por cuatro organismos** como son el Ministerio de Industria, la sección de industria de la Comunidad Autónoma, la Empresa Distribuidora por ser la compradora de la energía generada y el ayuntamiento de la parcela donde se vaya a instalar.

Se debe entender todas las implicaciones económicas que una instalación de este tipo lleva consigo. No sólo es importante el desembolso inicial que hay que realizar sino que el **promotor de una instalación de este tipo tiene que informarse sobre el régimen fiscal** que más le interesa, así como las mejores financiaciones que pueda obtener y otro tipo de aspectos económicos, técnicos y jurídicos.

Cuando se tengan claros estos conceptos hay que asegurarse de que el **terreno donde se quieren instalar** los módulos fotovoltaicos cumple con todo lo necesario, para lo cual **hay que valorar**:

- La superficie debe ser adecuada. **La superficie media que ocupan los paneles es de unos 100 m<sup>2</sup> por cada 10 kW de potencia instalada.** A esto habrá que añadir la superficie que hay que tener entre las filas de paneles para que no se den sombras.
- Además de la superficie hay que tener en cuenta la **orientación del terreno** (la orientación óptima es la sur), que no existan obstáculos que den sombra a los paneles tales como árboles, construcciones...
- Hay que **prever un punto de vertido de energía eléctrica**. Para ello hay que buscar una línea eléctrica cercana donde poder evacuar la energía generada. Este punto deberá fijarlo la empresa

distribuidora y conviene que esté lo más cercano posible a la parcela donde estarán los paneles, ya que el promotor de la instalación se tiene que hacer cargo de esa línea de evacuación por lo que cuanto más costosa sea menos rentable será la instalación en su conjunto.

Los complejos y numerosos trámites que hay que realizar para conseguir la puesta en marcha de una instalación solar fotovoltaica hay que tenerlos muy en cuenta, no sólo por la dificultad sino porque pueden dilatarse mucho en el tiempo, poniendo problemas para la recuperación de la inversión en los primeros meses de la instalación.

**Los trámites son los siguientes**, en este orden:

1. Constitución de un aval bancario por una cantidad establecida según la potencia a instalar.
2. Solicitud del punto de conexión (a la Empresa Distribuidora de Energía).
3. Redacción de la memoria (empresa instaladora o ingeniería).
4. Solicitud de licencia de obras (en el ayuntamiento de la localidad donde se vaya a instalar).
5. Inscripción provisional en el registro de productores de energías renovables en régimen especial. Para ello:
  - o Memoria resumen de la entidad solicitante.
  - o Memoria resumen de la instalación .
  - o Evaluación cuantificada de la energía eléctrica que va a ser transferida en su caso a la red.

- o Informe sobre punto de conexión emitido por la empresa distribuidora ([R.D. 1663/2000](#)).
  - o Documentación acreditativa del derecho a la utilización de la superficie.
- 6.** Inscripción en el registro de Preasignación de la retribución. Este paso es una novedad con respecto al anterior Real Decreto y es fundamental ya que de este registro dependerá la prima que corresponda a la instalación durante el funcionamiento de la misma.
- 7.** Memoria de obra y legalización (al órgano encargado en cada municipio de la recalificación de terrenos).
- 8.** Solicitud de puesta en marcha previa de la instalación (a la Sección de Industria de cada ciudad). Para ello:
- o Boletín de la instalación eléctrica.
  - o Certificado del inversor, certificando el ajuste de las protecciones eléctricas y el marcado CE.
  - o Código de Identificación Fiscal del propietario.
  - o Autorización del punto de conexión con la red eléctrica por la compañía electrica.
  - o Escritura de la sociedad.
  - o Hojas de registro industrial debidamente cumplimentadas.
  - o Protocolo de ensayos tipo de relés de protección y certificado de ajuste.
  - o Inscripción previa en el Régimen Especial de productores de energía.
  - o Permiso de paso de la línea.

o Memoria técnica del proyecto.

9. Solicitud de firma de contrato con empresa distribuidora (en la Empresa Distribuidora de Energía). Para ello:

o Protocolo de ensayos tipo de los relés de protección y certificado de ajuste.

o Protocolo de ensayos tipo del sistema de aislamiento galvánico (en caso de no disponer de transformador de aislamiento).

o Certificado de desconexión en caso de isla del inversor.

o Copia de la condición de instalación de Producción en Régimen Especial e inscripción previa en el registro.

o Boletín de Instalación sellado por la delegación Provincial de Industria o Administración competente

o Certificado de ajuste de las protecciones a los valores de tarado establecidos en el RD 1663/2000. Asimismo, en el caso que estas protecciones sean efectuadas por software, certificado de no accesibilidad al usuario de la instalación de los ajustes ni al software del inversor que controla estas protecciones.

o Número de cuenta bancaria.

o Teléfono de contacto 24 horas con los responsables del Centro de Control de la compañía eléctrica.

o Si el contador no es de la compañía, certificación de verificación de origen y datos técnicos.

o Fotocopia del DNI/CIF para proceder a darle de alta en SAP.

### 10. Inscripción definitiva en registro de productores de energía en régimen especial.

#### Ayudas y subvenciones

Real Decreto-ley 1/2012 por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución en las nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial

Se ha publicado en el BOE, del día 28 de enero, el RD-ley 1/2002, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.

La norma no tiene carácter retroactivo, es decir, no afectará a las instalaciones ya en marcha, a las primas ya autorizadas ni tampoco a las instalaciones ya inscritas en los registros de preasignación.

#### Documento a consultar

[RD-ley 1/2012 suspensión procedimientos preasignación \[PDF\] \[174 KB\]](#)

#### Procedimiento para legalizar una instalación fotovoltaica para autoconsumo

**El IDAE responde a esta consulta ofreciendo las claves y los trámites administrativos para autoconsumir la energía que produzcamos sobre una azotea ó sobre un terreno, sin necesidad de estar aislados de la Red Eléctrica.**

El IDAE ha presentado el procedimiento de legalización que, en líneas generales, tendría que seguir un titular de una instalación de generación destinada a autoconsumo total o parcial.

Tras analizar la legalidad de las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo, sin necesidad de estar aisladas a la Red, se hace necesario conocer los pasos administrativos que ha de dar aquél que desee proceder a este tipo de instalación para autoconsumo, total ó parcial.

Este resumen del IDAE no pretende ser un análisis exhaustivo de los procedimientos administrativos, sino un resumen de los más habituales y se realiza sin perjuicio de aquellos que la normativa autonómica pudiera determinar.

##### 1. Licencia de obras y autorizaciones municipales.

Independientemente de si la instalación vende o no la energía que produce, la ejecución de la instalación precisa obtener la autorización municipal y el correspondiente pago del ICIO.

### **2. Solicitud del punto de conexión a la compañía distribuidora.**

Esta solicitud se realiza para acordar las condiciones técnicas de la conexión de la instalación de generación, especialmente en lo relativo a la seguridad de operación de la red. El RD 1699/2011 marca el procedimiento a seguir para las instalaciones de potencia no superior de 100 kW tanto en conexiones directas a la red de distribución como en conexiones a través de la red interior. Para las instalaciones de potencia superior a 100kW sería de aplicación el RD 1955/2000.

El acuerdo sobre el punto de conexión será necesario en todos los casos. El hecho de que la conexión se proponga por parte del titular en un punto de su red interior no exime a la compañía distribuidora de acordar con el titular las condiciones de conexión y de firmar el contrato técnico de acceso.

Será necesaria la presentación de un aval salvo para el caso de instalaciones menores o iguales a 10 kW de potencia.

### **3. Autorización Administrativa previa.**

No es necesaria autorización administrativa previa para instalaciones de potencia no superior a 10 kW. Para instalaciones de potencia entre 10kW y 100kW, conectadas a red de tensión no superior a 1 kV el RD 1955/2000 exime del procedimiento de autorización administrativa (apartado 6 del artículo 111), si bien es la comunidad autónoma quien decide si dicha autorización es necesaria para instalaciones de tensión inferior a 1 kV, ya que el RD 1955/2000 tiene carácter de legislación básica.

Actualmente la mayoría de CC.AA. han eliminado la necesidad de obtener autorización administrativa para instalaciones de tensión inferior a 1 kV.

### **4. Certificado de Instalación en baja tensión o Acta de puesta en servicio.**

El instalador autorizado o el técnico competente, que realiza o dirige la instalación, deberá acreditar igualmente el cumplimiento de toda la normativa relacionada con el REBT y demás normativa técnica de aplicación, tanto si la instalación se destina a autoconsumo total como parcial.

### **5. Revisión de la compañía distribuidora.**

Esta revisión será la equivalente a la “revisión de acometida y puesta en marcha” que se ha venido realizando hasta ahora en las instalaciones de venta de energía.

En el caso de una instalación de autoconsumo ya sea total o parcial, será igualmente necesaria y obligada para garantizar que se cumplen las condiciones de regularidad y seguridad del suministro, estando el titular obligado al pago de los derechos correspondientes.

El RD 1699/2011 establece el procedimiento a seguir para solicitar la revisión de la acometida.

### 6. Alta en Régimen especial (REPE) e Inscripción en el Registro (RAIPRE).

Este punto es obligado para las instalaciones de autoconsumo parcial de la producción, puesto que se vuelve parte de la energía que es susceptible de ser remunerada.

En las instalaciones de autoconsumo total, podría no ser necesario dar este paso, al igual que se hace en instalaciones aisladas de la red, aunque como se ha comentado anteriormente, sería necesario un análisis más detallado sobre este aspecto.

### 7. Alta en Impuestos especiales

Este punto también es obligado para las instalaciones de autoconsumo parcial de la producción, puesto que se vuelve parte de la energía que es susceptible de ser remunerada.

En las instalaciones de autoconsumo total, no es necesario dar este paso, al estar exentas de impuestos especiales aquellas instalaciones cuya producción se destine al consumo de los titulares de dichas instalaciones.

**El IDAE ha publicado una nota informativa en la que hace un repaso a la legislación vigente, en relación a la producción de energía eléctrica a partir de tecnologías renovables destinada total o parcialmente al autoconsumo o consumo propio.**

Hemos de indicar que según el IDAE, el marco normativo actual permite realizar instalaciones destinadas a producción para autoconsumo total o parcial de la energía, de forma totalmente legal, existiendo numerosas referencias en toda la normativa de aplicación, incluida [la Ley 54/1997 del sector eléctrico](#), si bien bajo el régimen especial u ordinario de producción de energía eléctrica.

La producción para autoconsumo en el ámbito del régimen especial u ordinario podría cambiar en el futuro, si se regula el autoconsumo mediante procedimientos como el denominado “balance neto” de compensación de saldos de energía, el cual permitiría esta actividad de producción para autoconsumo por parte del consumidor fuera del régimen de producción de energía eléctrica.

La conexión en red interior es necesaria para que se produzca el autoconsumo, por tanto toda referencia en la normativa al autoconsumo debe entenderse referida a instalaciones conectadas en red interior.

Para que la energía producida pueda auto-consumirse, la conexión debe realizarse aguas abajo del contador que mide la energía aportada por la red de distribución. La capacidad o no de la red para soportar la conexión se evalúa en función de la previsión de excedentes del autogenerador, y éstos son los mismos si se conecta la instalación aguas abajo o aguas arriba del contador de suministro. La conexión aguas abajo del contador de suministro no presenta ningún problema de índole técnico, dado que no afecta a los flujos de energía, los cuales dependen de las cargas

aguas abajo y aguas arriba del punto de conexión.

Para instalaciones de potencia no superior a 100 kW la conexión en redes interiores se encuentra regulada junto con la conexión a la red de distribución en el [RD 1699/2011](#).

Para instalaciones de potencia superior a 100 kW, los procedimientos de conexión a red se encuentran descritos en [el RD 1955/2000](#).

## 1 ANTECEDENTES

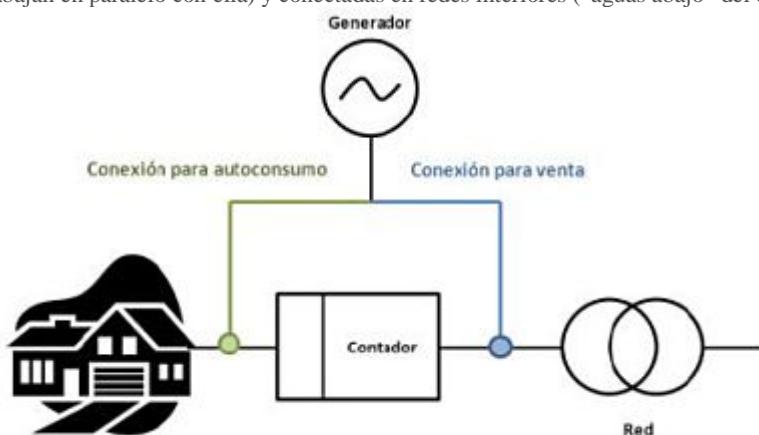
Tradicionalmente el concepto de autoconsumo o consumo propio de energía eléctrica (consumo por la misma persona física o jurídica que genera la energía) se ha venido aplicando en instalaciones de cogeneración dentro del régimen especial de producción de energía eléctrica. Ya en 2009, según datos estimados por IDAE, alrededor del 30% de la energía eléctrica generada por los equipos de cogeneración era consumida por los centros de consumo asociados a las centrales, lo que significa que en torno a 9.240 GWh se utilizaron en 2009 para autoconsumo.

Actualmente otras tecnologías diferentes de la cogeneración, como fotovoltaica o eólica, podrían estar en condiciones de suministrar energía eléctrica para autoconsumo de una manera competitiva, según el recurso disponible y coste de instalación, lo que ha despertado el interés por este concepto de consumidores eléctricos, y por tanto de instaladores y promotores.

Este interés ha suscitado un debate, en ocasiones poco documentado, que ha dado lugar a diferentes opiniones sobre la legalidad o no de autoconsumir producción propia de energía eléctrica.

## 2 OBJETO

El objeto de esta nota informativa es realizar una recopilación de referencias en la normativa vigente sobre consumo propio o autoconsumo de energía eléctrica producida por instalaciones interconectadas con la red de distribución (que trabajan en paralelo con ella) y conectadas en redes interiores (“aguas abajo” del contador de suministro).



La conexión en red interior es necesaria para que se produzca el consumo propio o autoconsumo, por tanto toda referencia en la normativa a autoconsumo debe entenderse referida a instalaciones conectadas en red interior.

Se considerará el autoconsumo total (la energía producida se consume íntegramente en la red interior a la que se

conecta la instalación) y el autoconsumo parcial (parte de la energía generada no se consume en la red interior y se vuelve a la red de distribución).

Revisando la legislación vigente, se encuentran numerosas referencias a la producción de energía eléctrica a partir de tecnologías renovables destinada total o parcialmente al autoconsumo o consumo propio.

A continuación, se citan dichas referencias así como la interpretación que se hace de las mismas.

En [la Ley 54/1997 del Sector eléctrico](#), el artículo 9 establece que:

“a) Los productores de energía eléctrica, que son aquellas personas físicas o jurídicas que tienen la función de generar energía eléctrica, ya sea para su consumo propio o para terceros, así como la de construir, operar y mantener las centrales de producción.”

Por lo tanto, ya desde [la Ley 54/1997](#) se establece la posibilidad de que un productor destine su producción no a su venta a red (para terceros) sino a su consumo propio, ya sea autoconsumo total (consumo del 100% de la energía generada) o parcial. Esta definición del productor es la dada en la Ley tras la modificación por [Real Decreto-ley 7/2006](#), mediante la cual se incluye el concepto de autoproducción en la definición de productor.

En la Ley 38/1992 de impuestos especiales el artículo 64 quinto sobre exenciones establece que estarán exentas las siguientes operaciones:

“.../...

1. La fabricación de energía eléctrica en instalaciones acogidas al régimen especial que se destine al consumo de los titulares de dichas instalaciones.

2. La fabricación, importación o adquisición intracomunitaria de energía eléctrica que sea objeto de autoconsumo en las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica...”

También se reconoce la posibilidad de consumo propio de energía eléctrica en esta Ley, estableciendo que la energía eléctrica destinada al autoconsumo de los titulares de las instalaciones no está sujeta al régimen de impuestos especiales, así como el autoconsumo en instalaciones de producción, transporte o distribución.

El [Real Decreto \(RD\) 1955/2000](#), por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, establece en su artículo 60:

“Artículo 60. Derecho de acceso a la red de distribución.

1. Tendrán derecho de acceso a la red de distribución los productores, los autoproductores, los distribuidores, los comercializadores, los agentes externos y los consumidores cualificados.

(...)

2. Este derecho sólo podrá ser restringido por la falta de capacidad necesaria, cuya justificación se deberá exclusivamente a criterios de seguridad, regularidad o calidad de los suministros.

(...)

4. El acceso a la red de distribución tendrá carácter de regulado y estará sometido a las condiciones técnicas, económicas y administrativas que fije la Administración competente.”

Por tanto, el acceso a la red de distribución es un derecho para productores, según quedan definidos en [la Ley 54/1997](#), que pueden producir tanto para autoconsumo total como parcial.

Este derecho de acceso solo se puede restringir por la falta de capacidad, y el acceso tendrá carácter reglado (por tanto no es discrecional a juicio de la empresa distribuidora).

El [RD 661/2007, de 25 de mayo](#), por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, establece en su Capítulo III:

“Artículo 16. Contratos con las empresas de red.

1. El titular de la instalación de producción acogida al régimen especial y la empresa distribuidora suscribirán un contrato tipo, según modelo establecido por la Dirección General de Política Energética y Minas, por el que se regirán las relaciones técnicas entre ambos.

En dicho contrato se reflejarán, como mínimo, los siguientes extremos:

- a) Puntos de conexión y medida, indicando al menos las características de los equipos de control, conexión, seguridad y medida.
- b) Características cualitativas y cuantitativas de la energía cedida y, en su caso, de la consumida, especificando potencia y previsiones de producción, consumo, generación neta, venta y, en su caso, compra.
- c) Causas de rescisión o modificación del contrato.
- d) Condiciones de explotación de la interconexión, así como las circunstancias en las que se considere la imposibilidad técnica de absorción de los excedentes de energía.

La empresa distribuidora tendrá la obligación de suscribir este contrato, incluso aunque no se produzca generación neta en la instalación.”

Es decir, el [RD 661/2007](#) ya reconoce la posibilidad de que una instalación generadora en régimen especial no llegara a verter energía neta a la red de distribución, como ocurre en el caso de una instalación cuya producción se destinase a autoconsumo total.

En este caso, y en virtud de este artículo, también sería necesaria la firma del contrato técnico de acceso con la compañía distribuidora.

Igualmente ocurriría en el caso de una instalación de autoconsumo parcial, puesto que en ese caso parte de la producción sí se vuelca a la red y lógicamente las condiciones técnicas del vertido deberán ser acordadas.

Así mismo, el [RD 661/2007](#) establece en los artículos 17 y 24 la posibilidad de venta parcial de la producción:

“Artículo 17. Derechos de los productores en régimen especial.

(...)

b) Percibir por la venta, total o parcial, de su energía eléctrica generada neta en cualquiera de las opciones que aparecen en el artículo 24.1, la retribución prevista en el régimen económico de este real decreto.”

“Artículo 24. Mecanismos de retribución de la energía eléctrica producida en régimen especial.

1. Para vender, total o parcialmente, su producción neta de energía eléctrica, los titulares de instalaciones a los que resulte de aplicación este real decreto deberán elegir una de las opciones siguientes:”

Por lo tanto, el mismo [RD 661/2007](#) reconoce que parte de la producción de la instalación podría no ser vendida a red sino autoconsumida. Es decir, este RD ya reconoce la posibilidad de que las instalaciones produzcan energía destinada a un autoconsumo total o a un autoconsumo parcial.

En cuanto a la condición de instalaciones productoras en Régimen especial, el [RD 661/2007](#) establece:

“Artículo 9. Registro administrativo de instalaciones de producción en régimen especial.

1. Para el adecuado seguimiento del régimen especial y específicamente para la gestión y el control de la percepción de las tarifas reguladas, las primas y complementos, tanto en lo relativo a la categoría, grupo y subgrupo, a la potencia instalada y, en su caso, a la fecha de puesta en servicio como a la evolución de la energía eléctrica producida, la energía cedida a la red, la energía primaria utilizada, el calor útil producido y el ahorro de energía primaria conseguido, las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial deberán ser inscritas obligatoriamente en la sección segunda del Registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica a que se refiere el artículo 21.4 de [la Ley 54/1997, de 27 de noviembre](#), dependiente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Dicha sección segunda del Registro administrativo citado será denominada, en lo sucesivo Registro administrativo de instalaciones de producción en régimen especial.”

En el caso de las instalaciones destinadas a autoconsumo parcial, la inscripción en el Registro administrativo de producción en régimen especial (RIPRE) como instalación productora en régimen especial sería necesaria, puesto que explícitamente se cita que unos de los objetivos del Registro es el control de la energía cedida a la red.

Las instalaciones de autoconsumo total estarán en el mismo caso que las instalaciones aisladas, las cuales en la práctica no se inscriben en el RIPRE, si bien debería analizarse más detenidamente si tendrían obligación de inscribirse o no, tanto unas como otras, puesto que una de las funciones del RIPRE es el control de potencia instalada y energía producida en régimen especial.

En la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), aprobado por el [RD 842/2002](#), se definen en su artículo 2 tres tipos de instalaciones:

“2. CLASIFICACION

Las Instalaciones Generadoras se clasifican, atendiendo a su funcionamiento respecto a la Red de Distribución Pública, en:

a) Instalaciones generadoras aisladas: aquellas en las que no puede existir conexión eléctrica alguna con la Red de

Distribución Pública.

b) Instalaciones generadoras asistidas: Aquellas en las que existe una conexión con la Red de Distribución Pública, pero sin que los generadores puedan estar trabajando en paralelo con ella. La fuente preferente de suministro podrá ser tanto los grupos generadores como la Red de Distribución Pública, quedando la otra fuente como socorro o apoyo. Para impedir la conexión simultánea de ambas, se deben instalar los correspondientes sistemas de conmutación. Será posible no obstante, la realización de maniobras de transferencia de carga sin corte, siempre que se cumplan los requisitos técnicos descritos en el apartado 4.2

c) Instalaciones generadoras interconectadas: Aquellas que están, normalmente, trabajando en paralelo con la Red de Distribución Pública.”

Las instalaciones destinadas a autoconsumo total o parcial, sobre las que se están recopilando referencias en la presente nota, son instalaciones generadoras interconectadas, ya que trabajan en paralelo con la red de distribución, si bien su conexión se realiza en la red interior. La conexión en red interior, “aguas abajo” del contador de suministro, es necesaria para que exista un autoconsumo, total o parcial, de la energía producida, como ya se ha citado anteriormente.

Así mismo, en el apartado 4.3.3 sobre equipos de maniobra y medida se establece:

“4.3.3 Equipos de maniobra y medida a disponer en el punto de interconexión. En el origen de la instalación interior y en un punto único y accesible de forma permanente a la empresa distribuidora de energía eléctrica, se instalará un interruptor automático sobre el que actuarán un conjunto de protecciones. Éstas deben garantizar que las faltas internas de la instalación no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas y en caso de defecto de éstas, debe desconectar el interruptor de la interconexión que no podrá reponerse hasta que exista tensión estable en la Red de Distribución Pública.”

Es decir, por un lado la instalación generadora interconectada deberá disponer de un interruptor de desconexión accesible en todo momento a la empresa distribuidora, sobre el cuál actuarán un conjunto de protecciones de manera que se garantice que la instalación no perturba la red.

Actualmente, la potencia instalada en España en régimen especial ya cumple con estos requisitos, estando los equipos diseñados para no provocar distorsiones en la red.

La empresa distribuidora comprobará que se cumplan estas condiciones de seguridad las cuales no se ven afectadas por el hecho de que la energía sea destinada a autoconsumo total o parcial.

El mismo apartado 4.3.3 continua con:

“4.3.3 Equipos de maniobra y medida a disponer en el punto de interconexión.

(...)

Cuando se prevea la entrega de energía de la instalación generadora a la Red de Distribución Pública, se dispondrá, al

final de la instalación de enlace, un equipo de medida que registre la energía suministrada por el Autogenerador. Este equipo de medida podrá tener elementos comunes con el equipo que registre la energía aportada por la Red de Distribución Pública, siempre que los registros de la energía en ambos sentidos se contabilicen de forma independiente.”

Como se deduce del párrafo anterior, el REBT ya contempla la posibilidad de que una instalación generadora no vierta energía a la red ya que el contador de energía sólo sería necesario si se prevén vertidos de energía a la red de distribución. Una instalación de autoconsumo total (el 100% de la energía producida se consume en la red interior), estaría exenta de disponer de contador.

Las instalaciones de autoconsumo parcial si precisarían de contador puesto que parte de la energía se vierte a la red. Además, en cualquier caso, se establece que este equipo de medida podrá tener elementos comunes con el equipo que registre la energía aportada por la Red.

Por último, el [RD 314/2006](#), por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE), establece en la sección HE5 del Documento Básico de Energía (DB HE) sobre contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica, lo siguiente:

### “3.2.2 Condiciones generales

1 Para instalaciones conectadas, aún en el caso de que éstas no se realicen en un punto de conexión de la compañía de distribución, serán de aplicación las condiciones técnicas que procedan del [RD 1663/2000](#), así como todos aquellos aspectos aplicables de la legislación vigente.”

Por lo tanto, el CTE contempla la posibilidad de conectar las instalaciones solares fotovoltaicas ubicadas en edificios, en un punto de conexión que no pertenezca a la compañía distribuidora, lo que ocurriría en las instalaciones destinadas a autoconsumo total o parcial de la energía.

En este caso, sólo serían de aplicación las condiciones técnicas que procedan del [RD 1663/2000](#), recientemente derogado por el [RD 1699/2011, de 18 de noviembre](#), por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. Esta referencia al [RD 1663/2000](#) debe entenderse ahora realizada respecto al [RD 1699/2011](#).

## 4 REFERENCIAS EN LA NORMATIVA DE CONEXIÓN A RED

Recientemente se ha aprobado el citado [RD 1699/2011](#), que resulta de aplicación para aquellas instalaciones en régimen especial u ordinario de potencia no superior a 100 kW, mientras que las instalaciones generadoras conectadas a red de potencia superior a 100 kW siguen reguladas por el ya existente [RD 1955/2000](#).

Este RD, incorpora ya referencias explícitas a las instalaciones destinadas a autoconsumo (total o parcial) de la energía producida, llegando a establecer la obligación de regular en el plazo de cuatro meses las condiciones de producción de este tipo de instalaciones:

“Disposición adicional segunda. Elaboración de una regulación del suministro de la energía eléctrica producida en el interior de la red de un consumidor para su propio consumo.

El Ministro de Industria, Turismo y Comercio, en el plazo de cuatro meses desde la entrada en vigor del presente real decreto, elevará al Gobierno una propuesta de real decreto cuyo objeto sea la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas del consumo de la energía eléctrica producida en el interior de la red de un consumidor para su propio consumo.”

El [RD 1699/2011](#) contempla que la conexión de las instalaciones menores de 100 kW se realice tanto en líneas de baja tensión de una empresa distribuidora como en la red interior del usuario.

En particular, el artículo 13 establece:

“Artículo 13. Condiciones específicas para la conexión en redes interiores.

La conexión se realizará, en el punto de la red interior de su titularidad más cercano a la caja general de protección, de tal forma que permita aislar simultáneamente ambas instalaciones del sistema eléctrico.

(...)

Las instalaciones de producción conectadas a una red interior no podrán ser de potencia superior a 100 kW y, en todo caso, no podrán superar la capacidad disponible en el punto de conexión a la red de distribución ni la potencia adscrita al suministro.”

El [RD 1699/2011](#), determina asimismo el procedimiento de acceso y conexión de las instalaciones, las condiciones técnicas a cumplir y los procedimientos de medida y facturación que son idénticos tanto para el caso de que la instalación se conecte a red para la venta de toda la energía generada como para el caso de que se autoconsume parte o totalmente esta energía.

A este respecto, la disposición final primera del [RD 1699/2011](#) incorpora modificaciones en [el RD 1955/2000](#), sobre los avales necesarios para tramitar la solicitud de acceso a la red de distribución de nuevas instalaciones de producción en régimen especial quedando exentas de su presentación las instalaciones de potencia igual o inferior a 10 kW.

“Artículo 66 bis:

Para las nuevas instalaciones de producción en régimen especial, el solicitante, antes de realizar la solicitud de acceso a la red de distribución deberá haber presentado un aval por una cuantía equivalente a 20 €/kW para las instalaciones a las que les sea aplicable la normativa específica reguladora de la conexión a red de las instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, de 500 €/kW instalado para las instalaciones fotovoltaicas no incluidas en el ámbito de aplicación de la citada normativa o 20 €/kW para el resto de instalaciones. (...)

Quedarán exentas de la presentación de este aval las instalaciones de potencia igual o inferior a 10 kW.”

Actualmente se firma con la empresa distribuidora un contrato técnico de acceso, realizándose la venta de energía a

través del comercializador. Este contrato sigue siendo necesario en el caso de instalaciones destinadas a autoconsumo, según el modelo publicado en el [RD 1699/2011](#).

“Artículo 7. Suscripción del contrato técnico de acceso.

(...)

El titular de la instalación y la empresa distribuidora suscribirán el contrato por el que se regirán las relaciones técnicas entre ambos según el modelo de contrato tipo recogido en el anexo III de este real decreto.”

El [RD 1699/2011](#) regula todas las condiciones técnicas a cumplir por las instalaciones sin distinguir si éstas dedican la energía producida a venta o a autoconsumo.

En el caso de los equipos de facturación y medida, si se establecen ciertas matizaciones para el caso de instalaciones en autoconsumo:

“Artículo 18. Medida y facturación.

(...)

3. Con carácter general, para las instalaciones conectadas a una red interior, los circuitos de generación y consumo habrán de ser independientes y estarán dotados cada uno de su correspondiente equipo de medida, instalados ambos en paralelo y en la misma ubicación.

En los casos en los que la instalación de producción vaya a vender exclusivamente la energía excedentaria, se permitirá la opción de instalar un único equipo de medida con registros de generación y consumo independientes. En este caso, se requerirá la suscripción de dos contratos de acceso, uno para generación y otro para consumo.”

Por otro lado, [el RD1699/2011](#), en su artículo 9, establece un procedimiento de conexión abreviado para instalaciones de potencia no superior a 10 kW ubicadas en un punto en el que exista un suministro de potencia contratada, que simplifica la relación empresa distribuidora – titular. Esta simplificación es aplicable tanto a instalaciones conectadas a red para venta de energía como para instalaciones destinadas a autoconsumo, siempre que cumplan las condiciones de potencia del artículo 9.

Finalmente, [el RD 1699/2011](#) establece en su Disposición adicional primera:

“Quedan excluidas del régimen de autorización administrativa previa las instalaciones de producción de energía eléctrica con potencia nominal no superior a 100 kW, conectadas directamente a una red.”

Es la comunidad autónoma quien decide si dicha Autorización es necesaria para instalaciones de tensión inferior a 1 kV, ya que se trata de legislación básica.

Actualmente muchas CC.AA. han eliminado la necesidad de obtener autorización administrativa para instalaciones de tensión inferior a 1 kV.

Esta exención ya se encontraba recogida en el artículo 111 [del RD 1955/2000](#) para las instalaciones conectadas a red

de tensión no superior a 1 kV:

“6. Quedan excluidas del régimen de autorización las instalaciones de tensión inferior a 1 kV.”

## Real decreto 1699/2011 conexión a red de instalaciones de pequeño tamaño

### Real Decreto que se regula la conexión a red de instalaciones de pequeño tamaño

El objeto del presente real decreto es efectuar el desarrollo de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, en sintonía con la actual Directiva 2004/8/CE, de 11 de febrero de 2004, y con la Directiva 2009/28/CE, de 23 de abril de 2009, mediante el establecimiento de las condiciones administrativas y técnicas básicas de conexión a la red de baja y alta tensión hasta 36 kV de las instalaciones de energías renovables y de cogeneración de pequeña potencia, teniendo en cuenta sus especiales características y con la finalidad de establecer una regulación específica que permita el desarrollo de estas actividades.

El presente real decreto deroga el Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, ampliando el ámbito de aplicación de la nueva regulación y manteniendo la estructura básica de su contenido.

Como novedad, se simplifican los requisitos para las instalaciones de pequeña potencia que pretendan conectarse en puntos donde exista ya un suministro.

Del mismo modo, se excluyen del régimen de autorización administrativa las instalaciones de producción con potencia nominal no superior a 100 kW y se anuncia la futura y próxima regulación del suministro de la energía eléctrica producida en el interior de la red de un consumidor para su propio consumo que incentivará el autoconsumo.

Con estas medidas se pretende el desarrollo de la generación distribuida, que presenta beneficios para el sistema como son la reducción de pérdidas en la red, la reducción de necesidades de inversiones en nuevas redes y, en definitiva, una minimización del impacto de las instalaciones eléctricas en su entorno.

Adicionalmente, se llevan a cabo otras modificaciones reglamentarias al objeto de optimizar los flujos de información entre los órganos competentes de las comunidades autónomas, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y la Comisión Nacional de Energía, para de esta forma mejorar el servicio prestado a los administrados.

Se procede a la modificación del Real Decreto 1955/2000, 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, al objeto de establecer los criterios de reparto de costes de conexión para todas las instalaciones de producción, y modificar las cuantías de los avales para la solicitud del acceso a la red, introduciendo cuantías reducidas para las instalaciones objeto del presente real decreto.

Se sustituye el plazo de doce meses, ampliable hasta un máximo de dieciséis en caso de solicitud de prórroga, para que las instalaciones fotovoltaicas inscritas en el Registro de preasignación de retribución obtengan la inscripción definitiva y comiencen la venta de energía que, por un plazo único de dieciséis meses. Asimismo se procede a la reducción de las cuantías de los avales requeridos para participar en el procedimiento de preasignación, en coherencia con las nuevas cuantías exigidas para el acceso a la red de distribución,

De acuerdo con lo previsto en la disposición adicional undécima, apartado tercero, de la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos, el presente real decreto ha sido informado por la Comisión Nacional de Energía, Informe 17/2011, de 2 de junio, y para la elaboración de este informe, de acuerdo con lo establecido en el 5.5 del Real Decreto 1339/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Comisión Nacional de Energía, se han tomado en consideración las observaciones y comentarios del Consejo Consultivo de Electricidad de dicha comisión, a través del cual se ha evacuado el trámite de audiencia y consultas a las comunidades autónomas.

Por otra parte, el real decreto ha sido objeto del informe de la Comisión Nacional de la Competencia IPN 60/11, de 20 de julio de 2011, emitido al amparo del artículo 25.a) de la Ley 15/2007, de 3 de julio, de Defensa de la Competencia.

En virtud de lo dispuesto en el artículo 5 de la Directiva 2009/72/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 2003/54/CE, esta disposición ha sido sometida al procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y de reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, previsto en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de junio, modificada por la Directiva 98/48/CE, de 20 de julio.

La Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos ha informado este real decreto en su reunión del día 8 de septiembre de 2011.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Industria, Turismo y Comercio, con la aprobación previa del Vicepresidente del Gobierno de Política Territorial y Ministro de Política Territorial y Administración Pública, de acuerdo con el Consejo de Estado, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 18 de noviembre de 2011.

## Situación actual del sistema fotovoltaico

---

### **Evolución de la energía solar fotovoltaica en Europa durante el 2011**

Si bien para la economía mundial el 2011 no ha sido un buen año, la energía solar fotovoltaica ha experimentado un fuerte crecimiento, desde los 16,6 GW instalados durante el 2010 a los 27,7 GW estimados para el 2011, lo que supone un incremento del 70 %, de acuerdo a nuevo informe publicado por la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica (EPIA).

De la capacidad mundial instalada, unos 21 GW corresponden a Europa, lo que significa casi un 76 % del total. Europa se caracteriza fundamentalmente por ser el único de los continentes con 3 mercados que superan el GW instalado (Italia, Alemania y Francia). En lo que respecta a Italia, este país se ha convertido por primera vez en el líder mundial en capacidad instalada durante el 2011, tal como sucedió con España durante el 2008. El año pasado se instalaron unos 9 GW en

territorio italiano incrementando hasta los 12 GW la capacidad instalada en este país (3 veces la capacidad actual de España). La nueva normativa aprobada durante el pasado mes de Julio, más estricta y con reducción de tarifas, no fue impedimento para que durante los últimos 7 meses del año, se instalen unos casi 4 GW.

En relación a Alemania, el último trimestre del año significó un muy fuerte impulso en el crecimiento de su mercado que ascendió a los 7,5 GW. Durante este período se instalaron unos 3 GW lo que revirtió un inicio “débil” del año.

En cuanto al mercado francés, se conectaron aproximadamente unos 1,5 GW, principalmente como resultado de proyectos iniciados en el 2010, producto del largo proceso de aprobación para las grandes instalaciones de energía solar en Francia, que pueden demorar hasta los 18 meses.

El Reino Unido ha dado la “sorpresa” durante el 2011 alcanzando los 700 MW, considerando que tras los cambios normativos establecidos durante los primeros meses del año, se estableció una fuerte reducción de las tarifas solares, solo “favoreciendo” las pequeñas instalaciones de menos de 50 kW.

Otros mercados de menor importancia en Europa, han sido Bélgica (550 MW), España (400 MW), Eslovaquia (350 MW) y Grecia (350 MW).

### Real decreto ley 1/2012

Se ha publicado en el BOE, del día 28 de enero, el RD-ley 1/2012, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.

La norma no tiene carácter retroactivo, es decir, no afectará a las instalaciones ya en marcha, a las primas ya autorizadas ni tampoco a las instalaciones ya inscritas en los registros de preasignación.

#### Documento a consultar

[RD-ley 1/2012 suspensión procedimientos preasignación \[PDF\] \[174 KB\]](#)

## El futuro de la energía solar fotovoltaica después del RD 1/2012

**Todo apunta al autoconsumo por balance neto.**

¿Qué se está haciendo para que el sector sea más competitivo?

Los costes de los módulos fotovoltaicos han bajado entre un 20 y 30 % y lo seguirán haciendo en un futuro cercano.

Se puede seguir bajando costes en la eficiencia de producción del propio silicio y de las propias cédulas.

¿Pero qué es realmente el auto consumo?

Los módulos fotovoltaicos producen energía. Esta energía es medida por un contador, donde se inserta después del contador de la compañía eléctrica. Si hay consumo en la vivienda, esta energía producida es consumida, sino, ésta revierte a la red.

De alguna forma, lo que se busca es que la energía que se genera y no consumes, se vierte a la red y mediante un balance neto te pueda restar en un mismo mes en lo que sí estás consumiendo de la compañía eléctrica.

El desarrollo de la fotovoltaica es imparable, es cuestión de tiempo:

- Es autóctona
- Es sostenible
- Genera ahorros y es eficiente
- Reduce costes

En un futuro cercano, todas las empresas que tengan una cubierta, instalarán placas fotovoltaicas para consumo propio, tan pronto se desarrolle el balance neto que está en tramitación.

Con el autoconsumo nos acostumbraremos a gestionar la demanda y a mejorar nuestros hábitos de consumo, ya que intentaremos consumir en los momentos de producción propia.

De alguna forma, en los momentos de máxima producción propia, que puede ser de las 12:00 a 17:00 horas, utilizamos la red eléctrica como batería. Se suma y se resta la energía que utilizamos de la red eléctrica y la que vertimos, en un mismo periodo que puede ser de 1 mes.

Aunque cada vez más, la energía fotovoltaica es más rentable, aún falta 3-4 años para desarrollar totalmente el sector, por tanto durante este tiempo haría falta ayudas públicas o incentivos fiscales para que salgan los números.

Después de este tiempo, consideramos la tecnología como madura y ya no serían necesarias más ayudas públicas.

Está estudiado que para que se pueda realizar el balance neto mes a mes, tienes que dimensionar tu instalación para aproximadamente un 50 % de tu consumo.

### **España sale del 'top ten' de mejores países para invertir en renovables por la moratoria**

Tan solo cinco años después de convertirse en el mercado más atractivo para los inversores en energía 'verde'.

España ha descendido dos puestos en el índice de atractivo inversor en energías renovables que elabora periódicamente Ernst & Young (E&Y) y ha pasado del noveno al undécimo puesto, tras ser superada por Suecia y Brasil. El país se había situado hace apenas cinco años en la primera posición de la clasificación de entornos más atractivos para invertir en renovables, si bien "ha salido del 'top ten' después de que el Gobierno suspendiera temporalmente las primas a todas las nuevas plantas renovables", afirma E&Y.

Por delante de España se sitúan ahora cinco países europeos. China repite como país más atractivo, y Estados Unidos como segundo del 'ranking', por delante de Alemania, India, Reino Unido, Italia, Francia, Canadá, Suecia y, en décima posición, Brasil.

España empata con Australia en la undécima posición y acusa sus problemas crediticios. "En España, el impacto de la restricción de crédito ha quedado gráficamente ilustrada con la nueva suspensión de esquemas de incentivo a las renovables", afirma el informe.

E&Y recuerda que el Gobierno español ya comenzó en septiembre de 2008 a reducir su apoyo a las renovables para atajar el problema del déficit de tarifa, provocado, según indica, no solo por las tecnologías verdes, sino porque las tarifas de luz se han situado por debajo de su coste real.

Por índices tecnológicos, el 'ranking' de E&Y de atractivo de inversión en eólica sitúa a España en el decimonoveno puesto, dos puestos por encima de la posición del año anterior, mientras que la clasificación solar el país ha pasado de la cuarta a la quinta posición.

### El futuro: autoconsumo-nuevo sistema de balance neto

La consultora ECLAREON señala que la implantación del nuevo sistema de Balance Neto en España supondría una oportunidad para grandes y pequeñas empresas, mediante la fidelización de clientes y la oferta de nuevos servicios.

Las compañías de renovables que operan en el mercado español deberán adaptarse a un nuevo modelo consecuencia de los últimos cambios regulatorios relativos a la moratoria para las nuevas instalaciones de generación de electricidad a partir de fuentes renovables y de la nueva normativa que puede aprobarse a corto plazo para regular la compensación de saldos eléctricos de un consumidor.

La consultora de estrategia especialista en renovables, ECLAREON, señala que la implantación del nuevo sistema de Balance Neto en España supondría una oportunidad incluso para las eléctricas, que podrían seguir el ejemplo de otras compañías extranjeras en la fidelización de clientes y la oferta de nuevos servicios.

Existen dos señales inequívocas de que el modelo eléctrico tal como lo hemos conocido hasta hoy va a cambiar. La primera es la publicación del RDL 1/2012, que introduce una moratoria para las nuevas instalaciones de generación de electricidad a partir de fuentes renovables en España. El regulador ha decidido que las renovables no deben ser tratadas de modo tan especial, sino que debe buscarse el modo de integrarlos como una pieza "habitual" más del sistema. La segunda señal es la existencia de un borrador de Real Decreto para regular la compensación de saldos eléctricos de un consumidor, también llamado Balance Neto.

El nuevo sistema, de una forma aún no totalmente definida, aprovecha la oportunidad que supone la posibilidad de generar electricidad en el punto de consumo a coste competitivo con el de otras fuentes de generación. Tal oportunidad existe solamente porque el coste de las instalaciones (esencialmente fotovoltaicas), ha descendido de forma espectacular en los últimos 3 años.

La consultora de estrategia especialista en renovables ECLAREON, junto al despacho RAMÓN Y CAJAL, fue adjudicataria del estudio licitado en 2011 por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE), para estudiar el modelo de Balance Neto español y sus principales implicaciones económicas.

### Oportunidad para España

La oportunidad que presenta el Balance Neto se plasma en tres aspectos:

- Posibilidad de añadir potencia de generación sin coste extra para el sistema eléctrico (ya que queda totalmente fuera del sistema de tarifas incentivadas), lo cual es clave dado el momento de contención de costes que vivimos.
- Estímulo de la eficiencia energética, al ser más interesante autoconsumir que consumir de la red. Con esta norma, cada consumidor será más consciente de cuánto consume y cuándo consume, y actuará sobre ello. Un paso de gigante hacia la reducción de la dependencia energética del exterior.
- Apertura de nuevas oportunidades de negocio: potenciación del sector de la eficiencia energética, mantenimiento de los empleos en el sector de renovables, acercamiento de

pequeños electricistas al sector y nuevas formas de negocio para las eléctricas grandes y pequeñas.

"Si acogen a tiempo el modelo y se detienen a entender las oportunidades que supone un sistema de generación distribuida, las compañías eléctricas verán que tienen mucho que ganar. Podrían incluso abanderar un cambio que ya ha comenzado a suceder. Las eléctricas están en una posición privilegiada para fidelizar a sus clientes en el largo plazo, conseguir prestar nuevos servicios y gestionar mejor la red. Existen ejemplos en el mundo de empresas eléctricas que han avanzado por esta vía, por ejemplo, PG&E en California", explica David Pérez, socio de ECLAREON.

En este sentido, el texto redactado por el anterior Ministerio de Industria, Energía y Turismo incluye elementos muy interesantes en cuanto a armonización de la generación distribuida con la convencional. Según indica David Pérez "El modelo ideado el año pasado, que evolucionará hasta el momento de su publicación, tiene como eje principal la relación entre la empresa comercializadora de electricidad y el consumidor, que pactan voluntariamente las condiciones y el precio del suministro y de la compensación, sin tener que aceptar una tarifa obligatoria, como venía siendo hasta ahora".

En la actualidad existen varios ejemplos de sistemas de Balance Neto en el mundo. Como señala Pérez, "California, Italia o los borradores existentes en Brasil o en Chile son ejemplos de ello. El modelo de Balance Neto diseñado para España no es muy ambicioso. Claramente podría ir más allá. Por ejemplo, el borrador de la norma de Balance Neto brasileño permite a un cliente consumir de una instalación situada en un lugar diferente al del punto de consumo".

El nuevo sistema abre una puerta para todas las tecnologías pensadas de generación distribuida (en el punto de consumo). Como el mecanismo no absorbe recursos económicos del Estado, fija la meta (en cuanto a coste de producción en el punto de consumo) que debe alcanzar cualquier tecnología para que tenga cabida en el mercado. Así, instalaciones fotovoltaicas, eólicas pequeñas, micro-cogeneración, entre otras, tendrán su hueco.

"Creemos que este sistema no generará un gran volumen de negocio en España de forma inmediata, pero se desarrollará de un modo estable y creciente. Todas las empresas involucradas (comercializadoras eléctricas, instaladores eléctricos y FV, fabricantes de equipos, etc.) deberán aprender a hacer negocio bajo el nuevo modelo. Muchas deberán cambiar su estrategia comercial o su estrategia corporativa general", advierte David Pérez.-

### Renovables por comunidad autónoma

- **ANDALUCÍA.** [Agencia Andaluza de la Energía](#), AAE

C/ Isaac Newton s/n, Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla  
954 78 63 35/ FAX 954 78 63 50

- **ARAGÓN.** [Dirección General de Energía y Minas](#)

Pº María Agustín, 36 50004 Zaragoza  
976 714746 / FAX 976 715 360

- **ASTURIAS.** [Dirección General de Minería, Industria y Energía](#)

Plaza de España,1 3º 33007 Oviedo  
985 105 500

- **BALEARES.** [Direcció General d'Energia](#)

C/ Camí de Rapinya, 12, Urb. Son Moix Blanc 07013 Palma de Mallorca  
971 784 029 / FAX 971 777 495

- **CANARIAS.** [Dirección General de Industria y Energía](#)

C/ Cebrián, 3, 1º 35003 Las Palmas de Gran Canaria  
928899400/ FAX 928 452 070

- **CANTABRIA.** [GENERCAN](#)

Pº Pereda, 31 39004 Santander  
942 318 060

- **CASTILLA-LA MANCHA.** [Junta de Comunidades de Castilla La Mancha](#)

C/ Río Estenilla, s/n 45072 Toledo

Información General sobre energías renovables y ahorro y eficiencia energética: Agencia de la Energía de Castilla-La Mancha (AGECAM): Teléfono de la Energía de Castilla-La

Mancha:902.101.480. [infoenergia@agecam.es](mailto:infoenergia@agecam.es). Información sobre tramitación de ayudas: Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente: 925.26.98.27 y 925.26.78.51.FAX:925.26.98.46

- **CASTILLA Y LEON.** [Ente Regional de la Energía de Castilla y León](#), EREN

Avda. de los Reyes Leoneses, 11 24008 León

987 849 393 / FAX 987 849 390

- **CATALUÑA.** [Instituto Catalán de Energía](#), ICAEN

C/ Pamplona, 113, 3a. pta.08018 Barcelona

93 622 05 00 / FAX 93 622 05 01

- **CEUTA.** [Ciudad Autónoma de Ceuta](#)

C/ Beatriz de Silva, 14-bajo 51001-CEUTA

956.51.22.01

- **COM. VALENCIANA.** [Agencia Valenciana de la Energía](#), AVEN

C/ Colón, nº 1, 4<sup>a</sup> planta 46004 Valencia

963 427 930 / 963 42 79 00/ FAX 963 427 901

- **EXTREMADURA.** [Junta de Extremadura](#)

Pº de Roma s/n 06800 Mérida (BADAJOZ)

924 003 340 / FAX 924 003 340

- **GALICIA.** [Instituto Enerxético de Galicia](#), INEGA

C/ Ourense, nº 6, A Rosaleda, 15701 Santiago

981 541 506 / FAX 981 541 525

- **MADRID.** [Dirección General de Industria, Energía y Minas](#)

C/ Cardenal Marcelo Spínola, 14, 28016 MADRID

915 802 100 / FAX 914.206.469

- **MELILLA.** [Ciudad Autónoma de Melilla](#)

Plaza de España nº 1 52001 MELILLA

952 699 236

[Más información](#)

- **MURCIA.** [Agencia Regional de Gestión de la Energía de la Región de Murcia](#), ARGEM

C/ Pintor Manuel Avellaneda, 1 – 1º izqda. 3.001 – Murcia

968 22 38 31/ FAX 968 22 38 34

- **NAVARRA.** [Comunidad Foral de Navarra](#)

P. Tomás Caballero 1-6<sup>a</sup> 31005 Pamplona

848 425 514

- **PAÍS VASCO.** [Ente Vasco de la Energía](#), EVE

Edificio Albia 1 San Vicente, 8-Pl. 14 48001.-Bilbao

944 035 600 / FAX: 944 035 699

- **RIOJA.** [Gobierno de La Rioja](#)

C/ Marqués de la Ensenada 13-15 26071 Logroño

941291741

Diez claves para entender el sistema eléctrico español



CIUDADANÍA Y VALORES  
FUNDACIÓN

## DIEZ CLAVES PARA ENTENDER EL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

*Jorge Morales*

Director General de GeoAtlanter

Marzo de 2011

**MANUAL**  
**USUARIO**  
**PORTAL WEB**  
**GUÍA SOLAR**  
**FOTOVOLTAICA**  
**2012**

## Índice de Contenidos

---

- Introducción
- Objetivos de la Web
- Estructura de la web
- Estructura de las páginas
- Estructura de las noticias
- Estructura del foro
- Web 2.0
- Formulario de contacto

# Introducción

---

Este manual pretende transmitir los conceptos y estructura de la nueva Web 2.0 acerca de la guía de la energía solar fotovoltaica en España para que cualquier usuario pueda sacar el máximo partido de la misma.

Este manual está especialmente dirigido a usuarios de la Web, sin embargo puede ser útil también para usuarios con tareas de mantenimiento o edición de portales como visión global de la Web y sus procedimientos de publicación y promoción de noticias. Este manual comienza explicando los objetivos del proyecto de diseño y construcción de la Web para que se pueda entender la solución adoptada.

Después se pasa a desgranar toda la Web desde el punto de vista del usuario, explicando la estructura de navegación, las páginas principales, los nuevos canales de información, actualidad y eventos, y la estructura del portal.

Por supuesto, para cualquier comentario, no dude en ponerte en contacto con nosotros a través del formulario de contacto de la propia web.

## Objetivos

---

El objetivo principal de esta web es poder recopilar los datos actualizados a la hora de poder afrontar un proyecto de energía solar fotovoltaica tanto cuestiones técnicas como cuestiones administrativas. Por supuesto se prevé un seguimiento actualizado a las noticias más relevantes en lo referente a esta energía renovable.

- Información actualizada
- Imagen homogénea
- Estructura de navegación sencilla y directa
- Dinamización
- Interoperabilidad
- Participación del usuario

Estas características esenciales suponen definir procedimientos en la publicación de noticias y contenidos de la Web. Poder contar con información acerca de la energía solar fotovoltaica, y en particular, solamente de este tipo de energía supone un gran paso de cara a afrontar cualquier tipo de proyecto de estas características. En cierta medida se hace problemático poder encontrar actualmente en internet información bien actualizada tanto de carácter técnico como administrativo, de ahí la necesidad de este portal interactivo. La web 2.0 proporciona una interoperabilidad que permite la colaboración entre los diferentes internautas interesados en este tema lo cual supone grandes beneficios en cuanto a información se refiere para todos.

# Estructura de la web

La página web consta principalmente de tres secciones claramente diferenciadas:

- La primera son los menús desde donde se puede acceder a las diferentes secciones del portal.

[Inicio](#) [INTRODUCCIÓN](#) [EL EFECTO FOTOELÉCTRICO](#)

[CONCEPTOS FUNDAMENTALES SOBRE ENERGÍA SOLAR](#)

[LOS COMPONENTES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS](#)

[PR. LAS PERDIDAS EN UN SISTEMA FOTOVOLTAICO](#)

[SISTEMAS AISLADOS DE LA RED](#) [SISTEMAS CONECTADOS A RED](#)

[LEGISLACIÓN Y ADMINISTRACIÓN](#)

[SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO](#) [NOTICIAS](#)

- La segunda sección se refiere a los contenidos. Esta sección variará según estemos navegando por contenido normal o por noticias.

## AYUDAS Y SUBVENCIONES



Real Decreto-ley 1/2012 por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución en las nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial

Se ha publicado en el BOE, del día 28 de enero, el RD-ley 1/2012, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.

La norma no tiene carácter retroactivo, es decir, no afectará a las instalaciones ya en marcha, a las primas ya autorizadas ni tampoco a las instalaciones ya inscritas en los registros de preasignación.

### Documento a consultar

[RD-ley 1/2012 suspensión procedimientos preasignación \[PDF\] \[174 KB\]](#)



[Leave a Reply](#)

Conectado como [Carlos](#). ¿Quieres salir?



- La tercera sección cuenta con herramientas de navegabilidad tales como enlaces a sitios de interés, calendario, mapa del sitio, búsqueda en el portal etc... Esta sección solo estará disponible en cada una de las noticias y en las páginas principales de cada sección, así como en el inicio de la web.

## Sitios de interés

[AEF Asociación Empresarial Fotovoltaica](#)

[CENER Centro nacional de energías renovables](#)

[CIEMAT Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas](#)

[CNE Comisión Nacional de Energía](#)

[ENERGÉTICA XXI Revista de generación de energía y eficiencia energética](#)

[EPIA Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica](#)

## Buscar en la guía



## ETIQUETAS

CUBIERTAS SOLARES ECO ENERGÍAS ENERGÍA LIMPIA  
 ENERGÍA SOLAR EXTREMADURA FOTOVOLTAICA  
 RENOVACIÓN SOLAR TRABAJO

mayo 2012

L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

## Estructura de las páginas

El acceso a las páginas se realiza mediante los menús de la primera sección del portal o bien desde el mapa de contenidos de la web incluido en cada una de las páginas principales de cada sección y en el inicio. Las páginas corresponden al contenido más estático que hay en el portal. En cada una de ellas sí que se podrá optar a comentar y así poder ir de esta manera actualizando el contenido y comentándolo de forma directa. En cada página aparece también la posibilidad de que sea compartida con diferentes medios de publicación en redes sociales así como también la posibilidad de ser enviado el contenido por mail.

# GUÍA SOLAR FOTOVOLTAICA 2012

La página inicio es la que aparece nada mas comenzar la navegación:

## GUIA DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA ESPAÑA 2012



[Leave a Reply](#)

Conectado como [Carlos](#). [¿Quieres salir?](#)



## PROYECTO FIN DE CARRERA 2012

CARLOS CANALES CIUDAD

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ELECTRÓNICA

### Sitios de interés

[AEF Asociación Empresarial Fotovoltaica](#)

[CENER Centro nacional de energías renovables](#)

[CIEMAT Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.](#)

[CNE Comisión Nacional de Energía](#)

[ENERGÉTICA XXI Revista de generación de energía y eficiencia energética](#)

[EPIA Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica](#)

[IDAE Instituto para la diversificación y ahorro de energía](#)

[IRENA Agencia Internacional de las Energías Renovables](#)

[ITE Instituto Tecnológico de la Energía](#)

[REVISTA ENERGÍAS RENOVABLES El periodismo](#)

Las demás páginas son de acceso directo desde los menús, este es un ejemplo de página:

## VIDA ÚTIL



La vida útil de una planta fotovoltaica es la de sus componentes. Si la planta está diseñada correctamente y se realiza el mantenimiento recomendado, se pueden esperar en España los siguientes valores:

Los módulos, vida esperada de más de 40 años.

La electrónica, vida útil de más de treinta años.

Las baterías, más de diez años para las baterías de ácidoplomo, y más de veinte años para las baterías alcalinas níquel-cadmio.

Los elementos auxiliares que componen la instalación cableado, canalizaciones, cajas de conexión etc., pueden durar más de 40 años.



[Leave a Reply](#)

Conectado como [Carlos](#). [¿Quieres salir?](#)



## GUÍA SOLAR FOTOVOLTAICA 2012

Otro tipo de página es la que incluye el foro:

### FORO SOLAR FOTOVOLTAICA

The screenshot shows a forum interface. At the top, there are social sharing buttons for Facebook, Twitter, and Google+. Below that is a user profile section for 'Carlos' with a placeholder profile picture. It shows the last visit was on May 16, 2012, at 08:33, and links to 'Mostrar nuevos temas desde su última visita', 'Editar las opciones de su foro', 'Editar perfil', and 'Cerrar la sesión'. A search bar is at the bottom of this section. Below the profile is a navigation bar with 'Inicio Foro' and 'Mi Perfil'. The main content area is titled 'Solar fotovoltaica' and lists four categories: 'Legislación', 'Sistemas de autoconsumo', 'Sistemas aislados de red', and 'Sistemas conectados a red'. Each category has a small icon, a brief description, and statistics for 'Temas:0' and 'Mensajes:0'. A note says 'No hay temas aún' for each. The background of the main content area has a blue gradient.

Y por ultimo están las páginas que incluyen las noticias:

The screenshot shows a news article and a sidebar. The article is titled 'Más de 2.000 nuevos empleos en Extremadura gracias a una planta solar' and is dated '15 MAY 2012'. It was posted by 'Carlos' in 'Sin categoría' with 'No comments'. Below the title is a text block about a solar plant deal in Extremadura. The sidebar on the right includes a 'BUSCAR' search bar, a 'mayo 2012' calendar with the 15th highlighted in red, and a 'ETIQUETAS' section with tags like 'CUBIERTAS SOLARES', 'ECO ENERGÍAS', 'ENERGÍA LIMPIA', 'ENERGÍA SOLAR', 'EXTREMADURA', 'FOTOVOLTAICA', 'RENOVACIÓN SOLAR', and 'TRABAJO'. A decorative blue circle is in the bottom right corner.

# Estructura de las noticias

---

Las noticias que se vayan publicando siempre aparecerán por orden cronológico siendo visible la fecha de publicación tanto por el calendario que está a la derecha del contenido como por la fecha que aparece arriba a la derecha del contenido. Las noticias se podrán compartir tanto en redes sociales como enviar por mail. Las noticias aparecerán con el nombre del autor de la publicación que corresponderá a uno de los administradores del portal web.

Cada noticia llevará asociada unas palabras clave que serán visibles en la parte de debajo de la noticia lo cual permitirá una búsqueda relativa a esas palabras.



Tags: [ECO ENERGÍAS](#), [EXTREMADURA](#), [FOTOVOLTAICA](#), [SOLAR](#), [TRABAJO](#)

Después esas palabras clave aparecerán a la derecha formando el conjunto de todas las palabras clave de todas las noticias para una búsqueda todavía mayor.

## ETIQUETAS

CUBIERTAS SOLARES ECO ENERGÍAS ENERGÍA LIMPIA  
ENERGÍA SOLAR EXTREMADURA FOTOVOLTAICA  
RENOVACIÓN SOLAR TRABAJO

Se podrá acceder a un archivo con todas las noticias del mes que queramos elegir.

## ARCHIVO

[Elegir mes](#)

# Estructura del foro

El foro está dividido en varias categorías. En cada una de esas categorías se pueden iniciar temas de discusión los cuales pueden ser respondidos continuamente por los diversos usuarios que quieran intervenir en el foro.

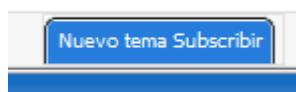
Solar fotovoltaica			
	<b>Legislación</b> Todo lo referente a las novedades legislativas para energía solar fotovoltaica. <i>Moderadores:</i>	Temas:1 Mensajes:1	Último mensaje por Carlos en Prueba en May 16, 2012, 09:49
	<b>Sistemas de autoconsumo</b> Instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo en la modalidad de balance neto. <i>Moderadores:</i>	Temas:0 Mensajes:0	No hay temas aún
	<b>Sistemas aislados de red</b> Instalaciones fotovoltaicas aisladas de red. <i>Moderadores:</i>	Temas:0 Mensajes:0	No hay temas aún
	<b>Sistemas conectados a red</b> Instalaciones fotovoltaicas conectadas a red. <i>Moderadores:</i>	Temas:0 Mensajes:0	No hay temas aún
	<b>Empleo energía solar fotovoltaica</b> Ofertas laborales referidas a la energía solar fotovoltaica tanto en España como en otros países. <i>Moderadores:</i>	Temas:0 Mensajes:0	No hay temas aún

Siempre aparece el último mensaje a la derecha en cada categoría del foro.

En la parte de arriba aparecen las herramientas de navegación propias del foro:

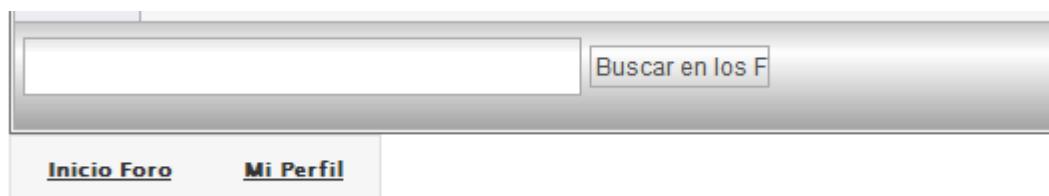
[Foro](#) » [Solar fotovoltaica](#) » [Legislación](#)

Para poder iniciar un nuevo tema tan solo se debe hacer click aquí:



Aparece cuando nos metemos en cada una de las categorías del foro. Justo al lado de “Nuevo tema” aparece “Subscribir” que significa que por mail te llegarán todos los nuevos comentarios que aparezcan en ese tema de discusión.

Una herramienta muy importante en el foro es la búsqueda. Esta posibilidad aparece en el encabezado del foro, el cual se puede ocultar o mostrar con un botón.



## Web 2.0

El término Web 2.0 está asociado a aplicaciones web que facilitan el compartir información, la interoperabilidad, el diseño centrado en el usuario y la colaboración en la World Wide Web. Un sitio Web 2.0 permite a los usuarios interactuar y colaborar entre sí como creadores de contenido generado por usuarios en una comunidad virtual, a diferencia de sitios web donde los usuarios se limitan a la observación pasiva de los contenidos que se ha creado para ellos. Ejemplos de la Web 2.0 son las comunidades web, los servicios web, las aplicaciones Web, los servicios de red social, los servicios de alojamiento de videos, las wikis, blogs, mashups y folksonomías.

El término Web 2.0 está asociado estrechamente con Tim O'Reilly, debido a la conferencia sobre la Web 2.0 de O'Reilly Media en 2004.<sup>2</sup> Aunque el término sugiere una nueva versión de la World Wide Web, no se refiere a una actualización de las especificaciones técnicas de la web, sino más bien a cambios acumulativos en la forma en la que desarrolladores de software y usuarios finales utilizan la Web. El hecho de que la Web 2.0 es cualitativamente diferente de las tecnologías web anteriores ha sido cuestionado por el creador de la World Wide Web Tim Berners-Lee, quien calificó al término como "tan sólo una jerga"- precisamente porque tenía la intención de que la Web incorporase estos valores en el primer lugar.

En este portal web la posibilidad de poder compartir la información está presente en todo el contenido.



El presidente del Gobierno de Extremadura, José Antonio Monago ha firmado un convenio de colaboración con la empresa Ecoenergías del Guadiana para construir la Central Solar Fotovoltaica "Núñez de Balboa" en Usagre, que se convertirá en referente de potencia a nivel mundial, en la que la empresa invertirá 750 millones de euros y generará unos 2.100 [...]



Botones para compartir en diferentes redes sociales como facebook, twiter o google plus y para enviar el contenido por mail.

Además de los visibles, que son los usados por un mayor número de personas en internet, puedes desplegar un menú con otras formas para compartir la información pinchando en el botón Share:

Personalize AddThis by selecting up to 10 of your favorite places to share.

### All Available Services

Find a Service

- 100zakladok
- 2linkme
- 2 Tag
- 7Live7.com
- A97abi
- Adfty
- Adifni
- Lifestream
- Amazon
- Amen Me!

Add >

< Remove

### My Favorite Services

Re-order this list using arrows.

- Facebook
- Gmail
- Twitter



7 remaining

Save

Cancel

Otra forma de interactuar dentro de la web corresponde a los comentarios que puedes dejar en cada página así como en cada noticia.

### Leave a Reply

Conectado como [Carlos](#). ¿Quieres salir?



Post Comment

El foro anteriormente explicado es otra forma de interactividad entre los usuarios del portal web.

# Formulario de contacto

Una opción que aparece en todas y cada una de las páginas del portal web es el formulario de contacto. Es una herramienta fundamental hoy en día para tener una buena comunicación con los usuarios del portal web. Siempre aparece a la izquierda de la web en forma de botón:



Una vez que pinchamos en el botón aparece el siguiente formulario:

**Contacto**

Nombre\*

Email\*

Teléfono

Mensaje\*

**Enviar Mensaje** Get your free [ContactMe](#) button now.

Debemos llenar obligatoriamente los apartados con asterisco y una vez cumplimentado podemos enviar el mensaje. El destinatario en este caso será alguno de los administradores del portal web.