

Por razones de rentabilidad y de impacto, es una de las mejores inversiones

## Energía solar fotovoltaica en cubiertas industriales

*La posibilidad de ubicar instalaciones fotovoltaicas en las cubiertas de las naves industriales aporta un valor añadido a la función meramente estructural, optimizando la utilización del espacio y posibilitando la generación de energía eléctrica de forma distribuida. Dicha cubierta no puede dedicarse a ningún otro fin productivo, con lo que el coste de oportunidad es inexistente. Además, la instalación fotovoltaica no afecta en modo alguno a la actividad desarrollada en el interior de la nave.*

*La existencia de primas estatales para la generación de energía eléctrica con tecnología renovable permite que este tipo de instalaciones sean económica y medioambientalmente sostenibles.*

La generación de energía eléctrica fotovoltaica no es contaminante, en contraposición con la generación de energía eléctrica no renovable, que emite grandes cantidades de gases y partículas contaminantes y desencadenantes del efecto invernadero. Además, no emite ruidos, vibraciones, radiaciones, reflejos, residuos sólidos, líquidos, gaseosos.... Es una actividad completamente inocua. El impacto paisajístico es mínimo debido a la posibilidad de integración de la instalación en los edificios o cubiertas de naves industriales.

Por último, la tecnología fotovoltaica es de una sencillez y fiabilidad extraordinarias, con unas garantías de funcionamiento de varias décadas y un mantenimiento mínimo en tiempo, costes y especialización profesional.

### Sistema solar fotovoltaico

Un sistema está formado por los siguientes componentes:

Los módulos solares fotovoltaicos son la parte fundamental de la instalación. Convierten la radiación solar en electricidad a través del efecto fotovoltaico. Los módulos fotovoltaicos se asocian entre sí conectándose en serie, y varias series en paralelo, para alcanzar los valores de tensión e intensidad deseados.

El inversor se encarga de transformar la corriente continua (CC) generada por el campo fotovoltaico en corriente alterna (CA) para poder inyectarla a la red eléctrica de distribución, de manera que esta energía es consumida en el propio lugar de generación y en sus alrededores.

El cableado y las protecciones eléctricas, tanto de corriente continua (CC) como de corriente alterna (CA), correctamente dimensionados, minimizarán las pérdidas energéticas, y protegerán tanto la instalación como las personas.



La estructura soporte asegura el anclaje y sujeción de los módulos fotovoltaicos. Las estructuras normalmente utilizadas sobre naves industriales están formadas por perfiles metálicos de aluminio o acero galvanizado en caliente, además de los correspondientes elementos de unión. Estas se anclan a los elementos resistentes de la cubierta, generalmente las correas de la estructura, quedando fijas en orientación e inclinación. En el montaje de la estructura se debe asegurar la estanqueidad de la cubierta mediante la utilización de elementos de impermeabilización. Asimismo, se debe realizar un estudio de cargas que permita determinar si la estructura de la nave y la estructura soporte cumplen con la normativa vigente.

Por último, la monitorización del sistema permite realizar el seguimiento y análisis de los parámetros principales de la planta fotovoltaica. De esta manera, se pueden detectar anomalías en el correcto funcionamiento de la planta, permitiendo una rápida actuación sobre cualquier incidencia.

### Potencia vs. producción

Potencia "pico" (kWp) hace referencia a la potencia instalada en módulos fotovoltaicos. Se le denomina potencia pico porque es la potencia máxima que pueden alcanzar los módulos en condiciones estándar (1000W/m<sup>2</sup> de radiación y 25°C de temperatura). Normalmente, la potencia pico se sobredimensiona entre un 10% - 15% respecto a la potencia nominal del inversor.

Potencia nominal (kWn ó kW): La potencia nominal de la instalación hace referencia a la potencia del inversor en corriente alterna en el punto de conexión a la red eléctrica.

### Producción

La producción de energía de un sistema solar fotovoltaico se mide en kilovatios hora (kWh), y depende de la potencia pico instalada, del rendimiento de la instalación y de la radiación recibida por los módulos.

Para sistemas de la misma potencia, será más eficiente aquel que genere más kWh por cada kWp instalados (kWh/kWp).

Esto se debe a una ubicación geográfica con más horas de sol anuales (mayor radiación), a una mejor orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos, o a un mejor rendimiento (Performance Ratio o PR) de la instalación.

ya sea por tener menos pérdidas en el resto de elementos que la componen, y/o está mejor mantenida.

### Estudio previo

En cualquier proyecto de instalación fotovoltaica sobre cubierta se realiza un estudio previo para estimar la capacidad y valorar la viabilidad del proyecto. Este estudio previo sirve también para ver la comparativa sobre las diferentes opciones de proyecto: cesión del derecho de superficie, proyecto llave en mano...

### Parámetros de diseño

Existen distintos factores a tener en cuenta en el diseño de la instalación, entre los que destacan:

- Superficie disponible.
- Ubicación geográfica, relacionada directamente con la radiación que recibe el módulo fotovoltaico.
- Orientación respecto del Sur o Azimut: para una misma ubicación geográfica, cuanto más orientado al Sur esté el módulo fotovoltaico mayor radiación media diaria recibe.
- Inclinación: debe ser aquella que maximice la radiación recibida por el módulo fotovoltaico.

- Sombras: se debe minimizar las pérdidas por sombreado de los módulos fotovoltaicos, bien sea por obstáculos (chimeneas, parapetos, etc...) o por una distancia insuficiente entre las filas de módulos fotovoltaicos. Es uno de los factores más influyentes en el rendimiento de la instalación.

|   | FIJA COPLANAR<br>(0° INCLINACIÓN) | FIJA INCLINADA<br>(30° INCLINACIÓN) |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Producción (kWh)</b>                     |                                   |                                     |
| Barcelona                                   | 138.000                           | 160.800                             |
| Sevilla                                     | 154.800                           | 176.400                             |
| <b>Superficie requerida (m<sup>2</sup>)</b> | 1.250                             | 2.500                               |
| <b>Ratio kWh/kWp</b>                        |                                   |                                     |
| Barcelona                                   | 1150                              | 1340                                |
| Sevilla                                     | 1290                              | 1470                                |

### Estimación de energía producida

El performance ratio (PR) es el rendimiento energético de la instalación fotovoltaica. Es un indicador que refleja la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo y 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
- Otros

### Ejemplo práctico de una instalación de 120kWp

Para una mayor practicidad del artículo, plantearemos el caso de una instalación fotovoltaica de 120kWp, que podría albergar cualquier nave (previo estudio de cargas), orientada preferiblemente hacia el Sur y con una superficie aproximada de cubierta de 2.500 m<sup>2</sup>.

Cualquier instalación de generación renovable supone una disminución de los gases invernaderos que se expulsarían a la atmósfera en el caso de generación de energía eléctrica convencional.

En la tabla siguiente se pueden observar las emisiones evitadas de gases de efecto invernadero por una instalación fotovoltaica de 120 kWp, equivalentes a 106.560m<sup>2</sup> de superficie de bosques o al consumo de unas 400 familias.

| BENEFICIOS ANUALES AMBIENTALES DE LA INSTALACIÓN |                        |
|--|------------------------|
| <b>EMISIONES EVITADAS</b>                        |                        |
| CO <sub>2</sub>                                  | 579.420 Kg             |
| NO <sub>x</sub>                                  | 1.613 Kg               |
| SO <sub>x</sub>                                  | 1.215 Kg               |
| <b>EQUIVALENTES</b>                              |                        |
| Sup. bosque                                      | 106.560 m <sup>2</sup> |
| Nº familias consumen                             | 400 m <sup>2</sup>     |

Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

## ESTUDIO ECONÓMICO

### Marco regulatorio en España:

En la actualidad, cualquier persona física o jurídica se puede convertir en productor de energía eléctrica en régimen especial. Las instalaciones que se acogen a este régimen, venden la totalidad de la energía generada a la compañía distribuidora a un precio, definido por el nuevo Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.

Los tarifas reguladas de venta de la energía vertida a la red quedan expuestos en la siguiente tabla:

| TIPOLOGÍA                                   | POTENCIA   | TARIFA REGULADA (FEED IN TARIFF) |
|---|--|----------------------------------|
| <i>Tipo I instalación sobre edificación</i> | TIPO I.1<br>$P \leq 20 \text{ kWn}$                  | 34 c€/kWh                        |
| <i>Tipo I instalación sobre edificación</i> | TIPO I.2<br>$20 \text{ kWn} < P < 2.000 \text{ kWn}$ | 32 c€/kWh                        |
| <i>Tipo II Instalación sobre suelo</i>      | $P \leq 10.000 \text{ kWn}$                          | 32 c€/kWh                        |

*Dichos precios están garantizados por ley para los próximos 25 años*

### Beneficios fiscales en España:

Las instalaciones fotovoltaicas, además de la rentabilidad propia, generan una serie de ingresos a través de beneficios fiscales que repercuten en la empresa matriz. Gozan de una desgravación fiscal del 4% del coste total de la instalación en la cuota del impuesto de sociedades o IRPF.

Asimismo, es posible la recuperación de los resultados negativos de los primeros años compensándolos con los beneficios de la compañía. Estos beneficios fiscales representan hasta el 75% de la inversión inicial.

### Opciones de Financiación:

Existen muchas opciones de financiación para este tipo de instalaciones que se tendrán que valorar a la hora de efectuar la inversión, pero en general la mejor opción pasa por diferir el pago del 80 % de la inversión durante 15 años con un periodo de carencia de un año. De esa forma se consigue un retorno de inversión inicial muy rápido y una TIR muy elevada gracias al apalancamiento financiero.

| TIPO DE FINANCIACION                              | SIN FINANCIACIÓN | SIN FINANCIACIÓN SCF | Préstamo del 80% a 15 años | Préstamo del 80% a 15 años SCF | Caso particular de financiación | Caso particular de financiación SCF |
|---|------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| <b>PARAMETROS FINANCIEROS</b>                     |                  |                      |                            |                                |                                 |                                     |
| Financiación socios                               | 540.000 €        | 540.000 €            | 108.000 €                  | 108.000 €                      | 162.000 €                       | 162.000 €                           |
| Importe financiado bancos                         | 0 €              | 0 €                  | 432.000 €                  | 432.000 €                      | 378.000 €                       | 378.000 €                           |
| Plazo total credito                               | 15 años          | 15 años              | 15 años                    | 15 años                        | 12 años                         | 12 años                             |
| Carencia  | 1 años           | 1 años               | 1 años                     | 1 años                         | 1 años                          | 1 años                              |
| <b>PARAMETROS FISCALES</b>                        |                  |                      |                            |                                |                                 |                                     |
| Desgravación fiscal directa                       | 21.600 €         | 21.600 €             | 21.600 €                   | 21.600 €                       | 21.600 €                        | 21.600 €                            |
| Desgravación fiscal indirecta                     | 5.600 €          | 5.600 €              | 62.508 €                   | 60.165 €                       | 49.892 €                        | 48.050 €                            |
| <b>RESULTADOS ECONOMICOS DESPUES DE IMPUESTOS</b> |                  |                      |                            |                                |                                 |                                     |
| TIR   | 8,79%            | 8,49%                | 16,05%                     | 12,27%                         | 12,26%                          | 10,56%                              |
| Payback   | 9,8 años         | 10,2 años            | 7,3 años                   | 13,2 años                      | 13,0 años                       | 13,3 años                           |
| VAN   | 612.541,47 €     | 643.556,20 €         | 256.839,17 €               | 238.922,38 €                   | 298.605,99 €                    | 285.477,38 €                        |
|   |                  |                      |                            |                                | <b>70,00%</b>                   | <b>70,00%</b>                       |
|   |                  |                      |                            |                                | <b>12 años</b>                  | <b>12 años</b>                      |
| SCF = SIN CONSOLIDACIÓN FISCAL                    |                  |                      |                            |                                |                                 |                                     |

#### Derecho de superficie:

Otra de las opciones que está teniendo una gran aceptación en el caso de instalaciones fotovoltaicas sobre cubiertas industriales es la cesión del derecho de superficie. Esta opción permite beneficiarse de las ventajas de una instalación sin inversión alguna. Siliken Energy, sociedad de Siliken especializada en la promoción de proyectos fotovoltaicos, ofrece al propietario una prima inicial única de 0,08 €/Wp y una renta anual del 6% de la facturación de la compañía eléctrica por la producción de la instalación fotovoltaica, a cambio del derecho de superficie. Asimismo, durante los primeros 25 años, la responsabilidad del mantenimiento de esta cubierta es exclusiva de Siliken, y a partir de este periodo, se cede la titularidad del 100% de la instalación al propietario de la nave, con los rendimientos íntegros de ésta.

|  |             |
|--|-------------|
| BONUS INICIAL UNICO:                                 | 9.600 €     |
| INGRESOS ESTIMADOS ANUALES 1er AÑO INVERSION:        | 3.364 €     |
| INGRESOS ESTIMADOS ANUALES MEDIOS DEL AÑO 1 AL 25::  | 4.596 €     |
| BENEFICIOS ESTIMADOS ANUALES AÑO 26:                 | 45.767 €    |
| BENEFICIOS ESTIMADOS ACUMULADOS DEL AÑO 1 AL AÑO 25: | 124.501 €   |
| BENEFICIOS ESTIMADOS ACUMULADOS DEL AÑO 1 AL AÑO 40: | 1.110.047 € |

✦ *Estimación de los ingresos anuales recibidos después del año 25 suponiendo una subida del precio de la energía del IPC + 2 pto*