

# Índice

---

1. Introducción . . . . .	3
2. Soluciones técnicas . . . . .	4
3. Tipos de módulos y los procesos de producción . . . . .	7
4. Integración de módulos solares en edificios . . . . .	10
5. Buenos ejemplos . . . . .	18
6. Preguntas más frecuentes . . . . .	42



# 1 Introducción

La difusión de buenas prácticas y ejemplos es un paso importante en el desarrollo de la tecnología FV. La FV es una tecnología madura pero todavía hay algunas aplicaciones que necesitan difusión para su desarrollo en el futuro, y no hay duda, de que la integración arquitectónica de los elementos FV en el entorno urbano (BIPV) es uno de ellos. Adicionalmente, BIPV requiere un esfuerzo mayor para convencer a los promotores y legisladores a aumentar el número de sistemas BIPV, introduciendo nueva legislación, etc.

Es muy importante explicar los posibles usos que puede tener la energía solar integrando los módulos fotovoltaicos como elemento de diseño en los edificios. Las fachadas convencionales, techos o elementos de sombreado pueden ser reemplazados por módulos solares. Es importante demostrar que producir energía usando la envolvente de un edificio es una forma completamente natural de proteger nuestro medio ambiente.

Este documento tiene la intención de ser una guía para los arquitectos, clientes, organismos públicos y el público en general para dar una idea comprensible de las diferentes

maneras en la que los módulos fotovoltaicos pueden integrarse en los edificios, es decir, diferentes adaptaciones técnicas para sustituir elementos existentes de la construcción por los módulos FV en azoteas, fachadas y otras partes del edificio.

Se presenta una recopilación de los mejores ejemplos en diferentes aplicaciones. Estos ejemplos se han clasificado según se hayan integrado los elementos: en tejados, fachadas, entorno urbano y finalmente a escala urbana. Los ejemplos más avanzados vienen de Alemania, que presenta el desarrollo fotovoltaico más avanzado en Europa. Finalmente, se proporcionan una lista de "preguntas más frecuentes" y una lista de direcciones web relacionadas con FV.

Este documento se complementa con otro que se centra en la legislación y beneficios de BIPV. Ambos forman parte del trabajo realizado en el proyecto PURE, un proyecto ALTENER en el programa inteligente de Energía Europea, que busca promocionar FV en edificios y en el entorno urbano en Europa, especialmente en los seis países participantes, caracterizados por un enorme potencial para energía solar pero muy baja implementación de FV

## 2 Soluciones técnicas

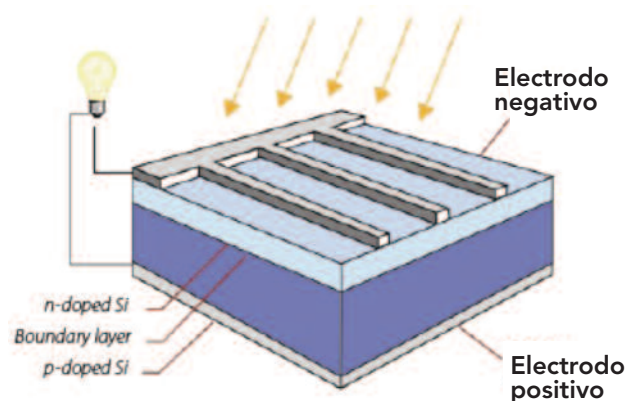
### 2.0. Información básica sobre la producción de energía a partir de la luz solar.

En Europa, el sol produce durante todo el año entre 600 y 2000 kWh de energía solar por metro cuadrado. Hay, por lo tanto, un gran potencial para usar sistemas fotovoltaicos para producir energía renovable.

El primer capítulo ofrece información sobre cómo se genera energía fotovoltaica a partir de la luz solar. También explica cómo un sistema fotovoltaico está constituido por módulos y éstos, a su vez, por células.

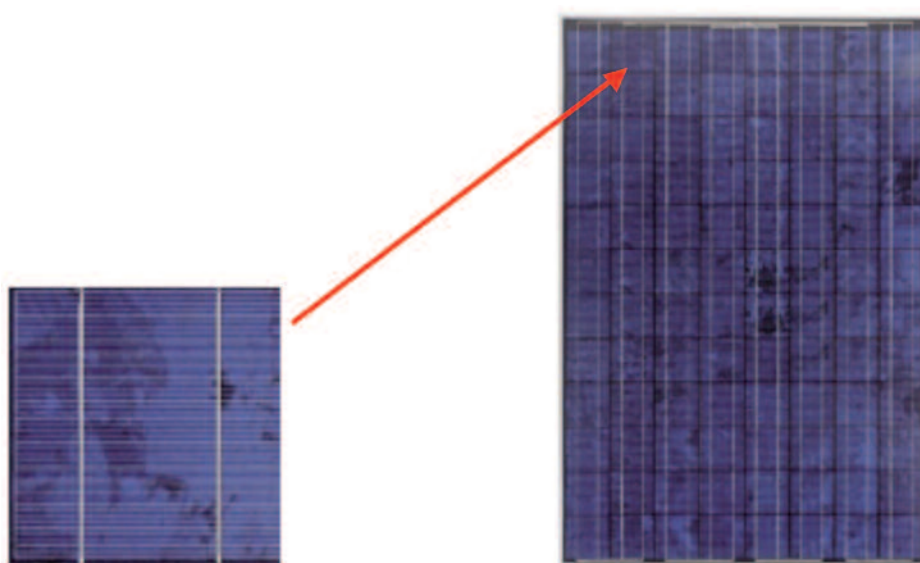
### 2.1. ¿Cómo funciona una célula solar?

Para que la electricidad de las células de silicio se utilice, la corriente debe fluir desde el terminal positivo al negativo (como una batería). Esto es debido a que las células fotovoltaicas están compuestas por dos capas, una capa dopada positivamente y otra negativamente. La luz que incide sobre la célula genera una diferencia de tensión entre las dos capas que aparece en los terminales. Una célula genera solamente una pequeña cantidad de corriente eléctrica; los módulos por lo tanto contienen una gran cantidad de células fotovoltaicas interconectadas.



## 2.2. De la célula al módulo solar

Cada célula tiene aproximadamente una potencia de apenas 2.5 - 4 Wp, así que se conectan como aparece en la figura, para formar módulos que a su vez son interconectados para crear un generador fotovoltaico completo. Los módulos solares son recubiertos por un perfil y una placa de vidrio para protegerlos contra las influencias externas. Antes de ser inyectada en la red local de suministro, la corriente directa (DC) generada por el módulo solar tiene que ser convertida en corriente alterna (AC) por un inversor.



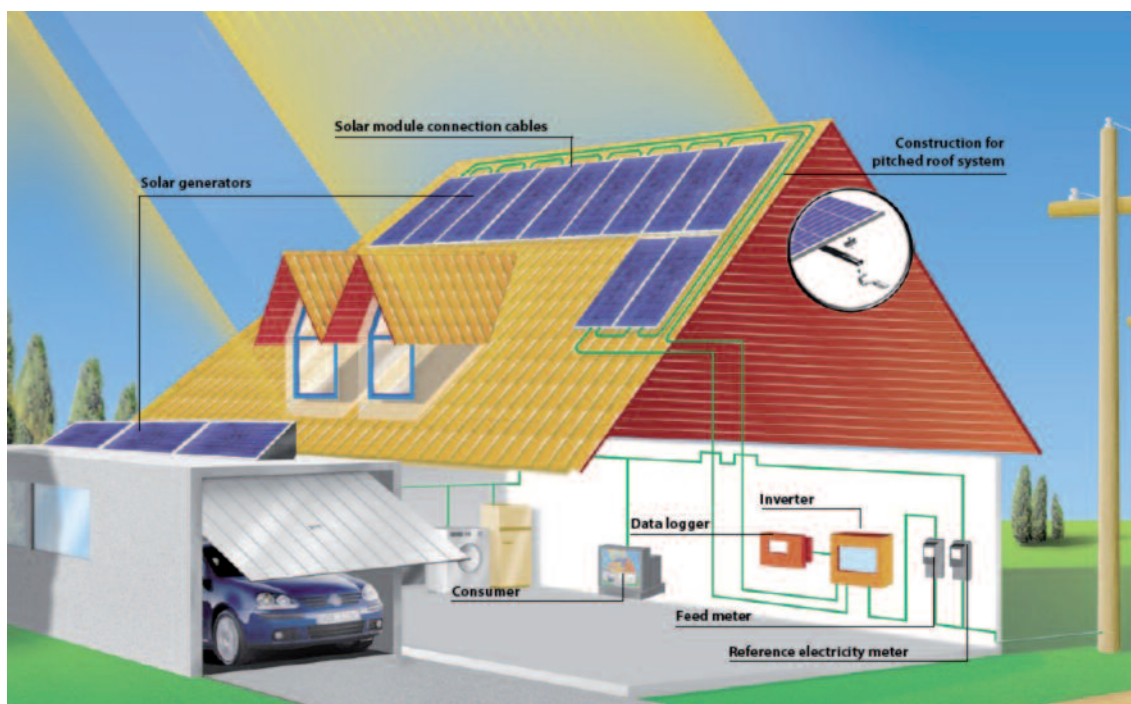
### Los componentes

El **generador solar** se compone de un número determinado de módulos fotovoltaicos, según el modelo y el tamaño del sistema requerido..

La **estructura de soporte del módulo** está directamente fijada a las vigas del edificio de modo que no es necesario alterar los techos. Los módulos montados en techos planos están instalados en un bastidor para obtener un óptimo alineamiento. En ningún caso se daña la cubierta del tejado. Por lo tanto, existe una solución óptima para cualquier tipo de estructura de tejado.

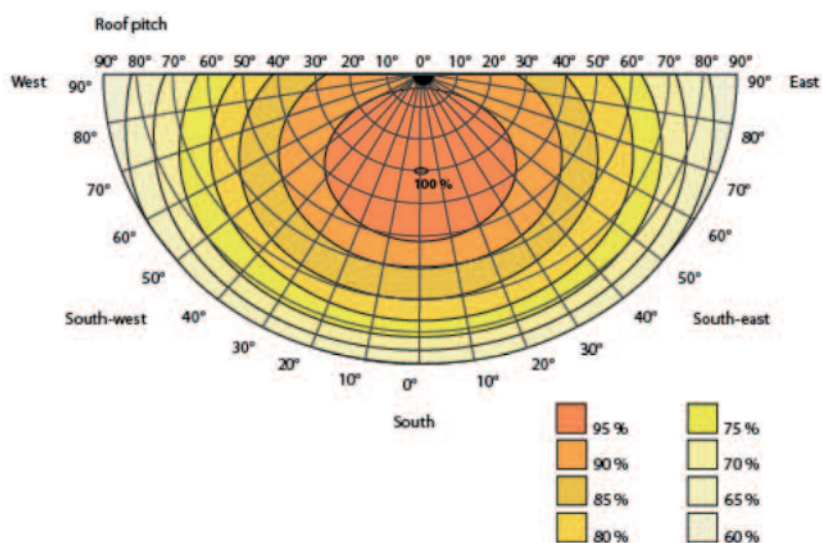
Los **cables de conexión de los módulos solares** son resistentes a la meteorología y a la radiación ultravioleta y están equipados con conectores adaptables. Esto no sólo simplifica la instalación sino que también impide una inversión inadvertida de la polaridad de las conexiones.

El **inversor** convierte la corriente continua producida por las células solares en tensión alterna que puede ser inyectada a la existente red de suministro. El funcionamiento del inversor es totalmente automático: se enciende al amanecer tan pronto se genera energía eléctrica y se apaga de nuevo a la noche. Después del inversor la corriente alterna generada pasa a través de un contador que se utiliza para determinar el pago.



## Influencia de la instalación de un sistema sobre la energía generada

La cantidad de electricidad producida depende de la región, orientación y ángulo de inclinación. Un rendimiento de aproximadamente 700-1000 kWh por cada kWp instalado y año es lo habitual, con un espacio necesario de aproximadamente 10 metros cuadrados. En sistemas de 5 kWp, el rendimiento anual varía entre 3,500 y 5,000 kWh, suficiente para satisfacer la demanda eléctrica en una casa con cuatro personas (aproximadamente 4,000 kWh).



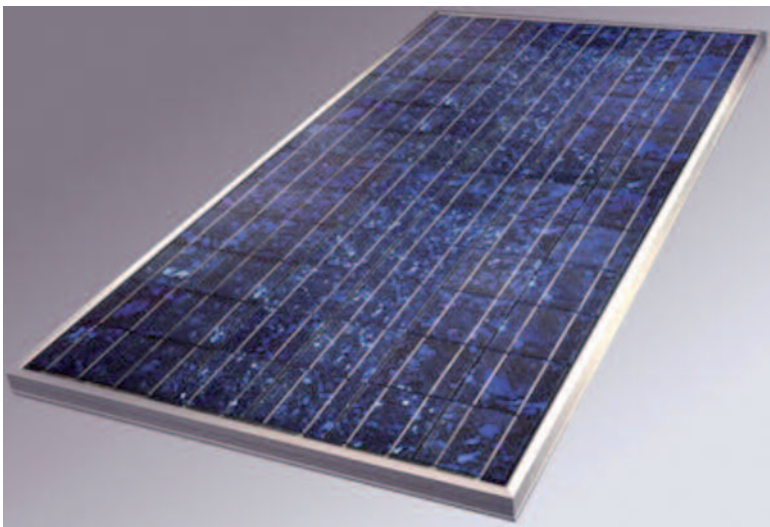
# 3 Tipos de módulos y los procesos de producción

## 3.1. Tipos de módulos

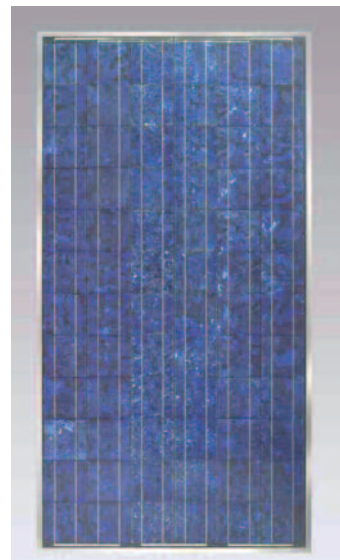
Hay dos tipos de módulos:

### 3.1.1 Módulos estándar (módulo vidrio/aluminio)

Los módulos estándar están fabricados con una lámina de aluminio en la parte posterior. Son habituales para incorporar en el techo o en grandes generadores instalados en el campo.



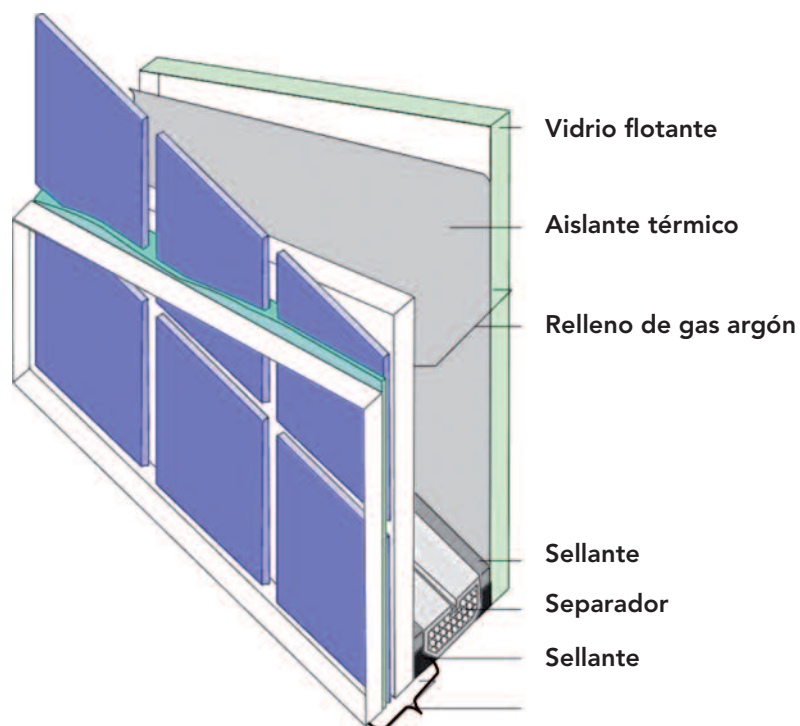
Módulos estándar con células solares policristalinas





### 3.1.2. Módulos semitransparentes (módulos vidrio/vidrio)

Estructura de un módulo fotovoltaico con aislamiento para un sistema fotovoltaico integrado en el edificio.

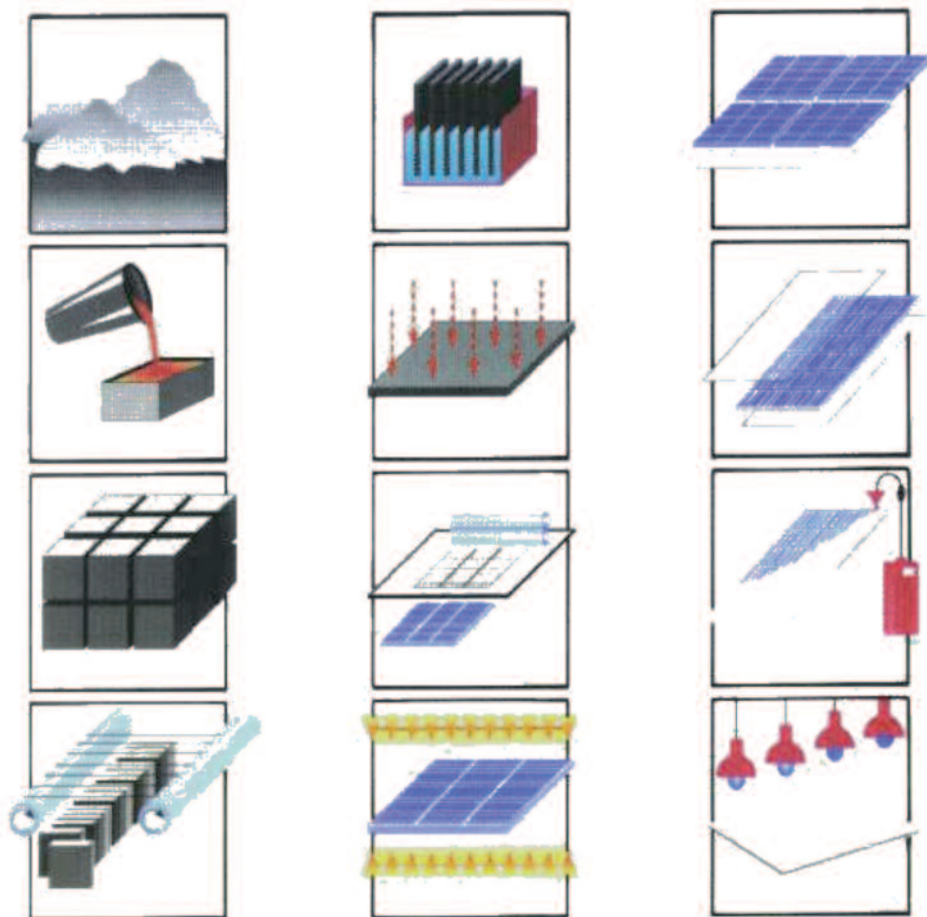


Para la integración arquitectónica, los módulos vidrio/vidrio son más populares debido a su diseño y al hecho de que pueden ser fabricados como vidrio aislado. La parte delantera de un módulo vidrio/vidrio aislado es la parte básica Optisol. Esta consta de un panel extra claro y un vidrio flotante. Entre estos dos paneles de cristal hay una resina especial con las células solares incorporadas. La parte adicional para producir un efecto aislante se compone de un sellante en cada lado y una lámina posterior con aislamiento térmico especial. La distancia entre la parte básica y la parte trasera del vidrio está rellena con gas argón.



## 3.2 Producción

El gráfico siguiente muestra en términos sencillos cómo se fabrica un módulo fotovoltaico.



1. Extracción de silicio puro. Fabricación de las obleas
2. Conexión eléctrica de la oblea. La oblea es ahora una célula solar, capaz de producir energía.
3. Integración de las células solares en un módulo. Para proteger las células solares es normal utilizar un vidrio. Por último, el módulo se pone a prueba utilizando un "flaseador".

## 4 Integración de módulos solares en edificios

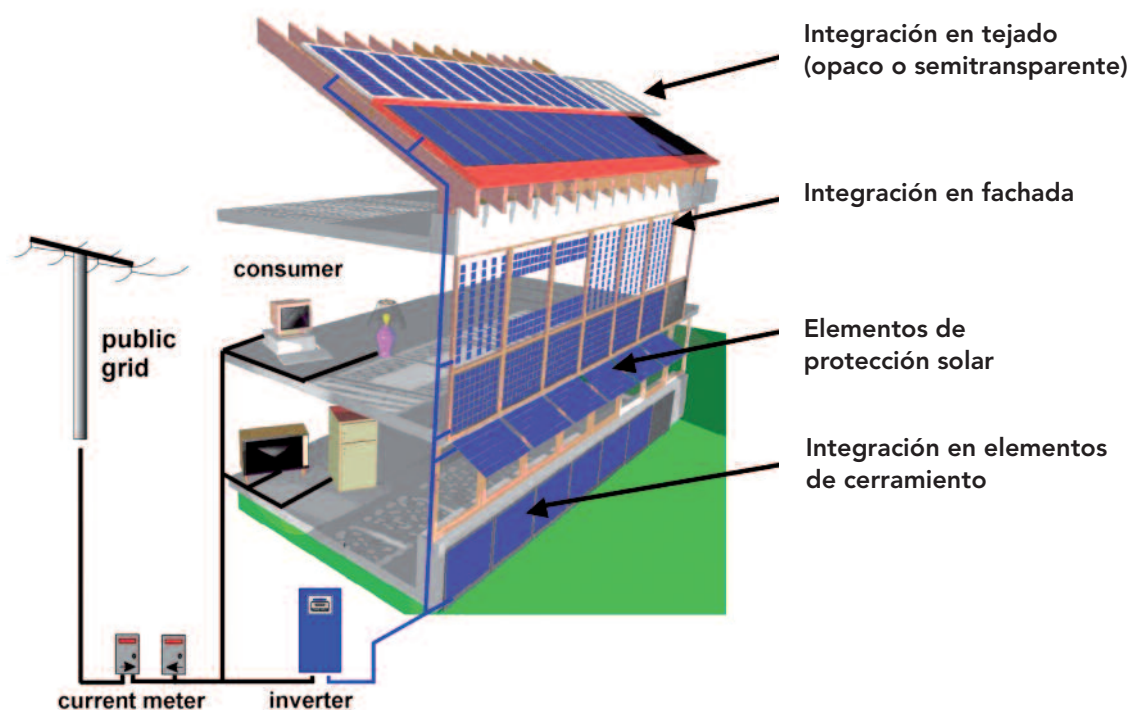
En este capítulo se explica cómo se integran los módulos en los edificios. Aunque se ha producido un importante aumento de interés en la integración fotovoltaica en edificios, el aumento en el número de edificios construidos con fotovoltaica integrada es poco más grande que el aumento de plantas fotovoltaicas comunes. La razón dada con más frecuencia para esta discrepancia es el alto coste de la integración fotovoltaica en los tejados y fachadas. Sin embargo, esta no puede ser la única razón, puesto que las fachadas son a menudo construidas de mármol y otros materiales de alto coste. Una de las principales causas puede ser la incertidumbre y la falta de conocimiento de la nueva tecnología. Sin embargo, el esfuerzo que involucra la planificación y configuración de un edificio con energía solar integrada no es diferente a la que se requiere para construir una fachada o tejado de vidrio normal o una planta fotovoltaica común. Puede ser planificada y construida casi como una fachada o tejado de vidrio normal y conectada eléctricamente al igual que una planta solar convencional. Sin embargo, las plantas solares de construcción integrada ofrecen una oportunidad para hacer un doble uso en el exterior del edificio: como protector frente a las inclemencias meteorológicas y como productor de energía renovable.

### 4.1 Formas de integración en los edificios

Hay muchas alternativas para la integración fotovoltaica en los edificios. En términos generales existen tres zonas del edificio donde los módulos fotovoltaicos pueden ser fácilmente integrados:

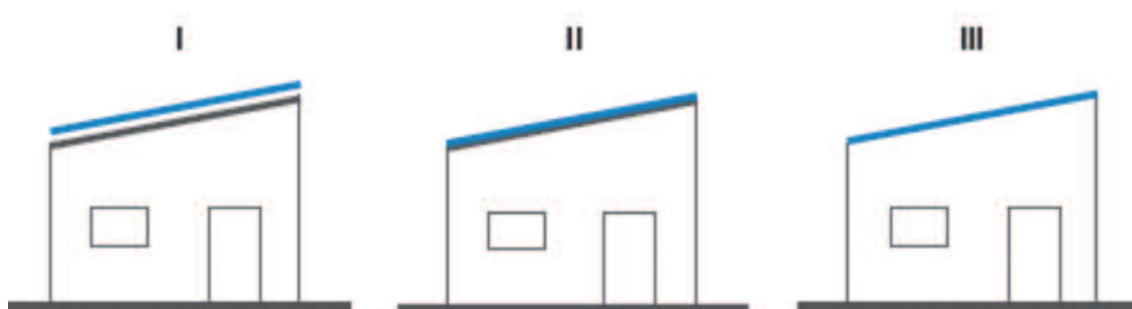
- El tejado
- La fachada
- Los elementos de sombreadamiento

El siguiente diagrama muestra las diferentes alternativas:



#### 4.1.1 El tejado

Hay tres alternativas diferentes para instalar los módulos solares en el tejado.



(Fuente: Landesgewerbeamt Baden Württemberg)

- I. La forma más común no consiste en integrarlos en el edificio, sino añadirlos a la superficie del tejado.



- II. Otra posibilidad es integrarlos directamente en el tejado.



- III. La tercera y más completa es la integración que implica que los módulos FV actúen como el propio tejado



### 4.1.2 La Fachada

Muy pocas veces las soluciones ecológicas parecen buenas cuando se llevan a práctica: las formas y colores de los elementos de la fachada pueden ser fabricados de diferentes maneras para adaptarse perfectamente a la forma de la fachada. Los módulos en los que las células solares se encapsulan entre dos paneles de vidrio son elementos significativamente más largos que los componentes convencionales. Esta es una gran ventaja en términos de diseño e instalación. Las células solares de los diversos fabricantes mundiales pueden ser instaladas en estos elementos solares. La diversidad de acabados visuales de los módulos fotovoltaicos permiten al arquitecto ejercer su trabajo con absoluta libertad.

Las fachadas modernas tienen diferentes funciones, por ejemplo:

- Protección térmica
- Vidrio de aislamiento
- Protección solar
- Protección contra el ruido

Un modulo solar vidrio-vidrio permite ofrecer todas estas características con la ventaja añadida de

- Producir energía renovable

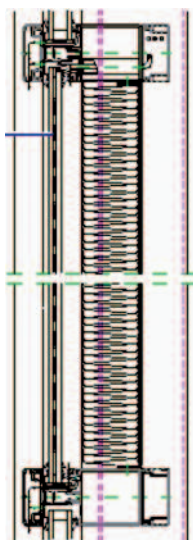
Al igual que los tejados, hay tres opciones para la integración de los módulos solares en las fachadas:



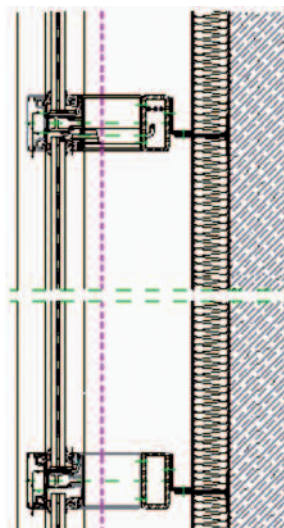
(Fuente: Landesgewerbeamt Baden Württemberg)



Las células solares pueden ser integradas en una fachada fría como un muro cortina o en fachadas calientes.



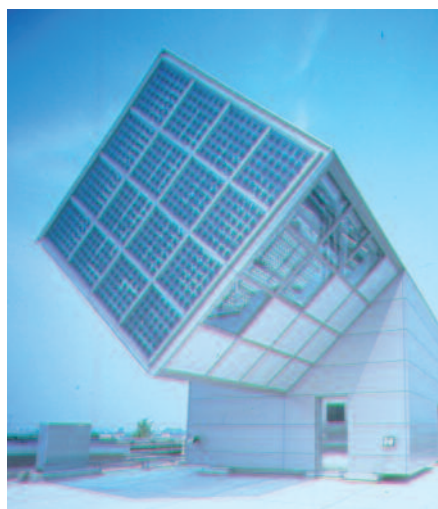
Ejemplo de una fachada caliente



Ejemplo de una fachada fría



Nipponcenter en Japon



Las imágenes muestran módulos fotovoltaicos que están completamente integrados en el tejado y en la fachada. Los módulos sustituyen las fachadas y tejados, ahorrando el coste de estas estructuras en el nuevo edificio. Los módulos tienen una capacidad total de 13.7 kWp y abarcan una superficie de 215 metros cuadrados.

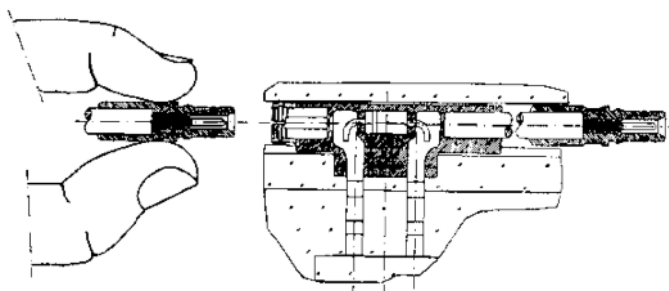
En el ejemplo de abajo se muestra una fachada ya construida que fue renovada y sustituida con un moderno sistema de generación fotovoltaica.



Edificio Ökotec en Berlín

### La conexión entre módulos

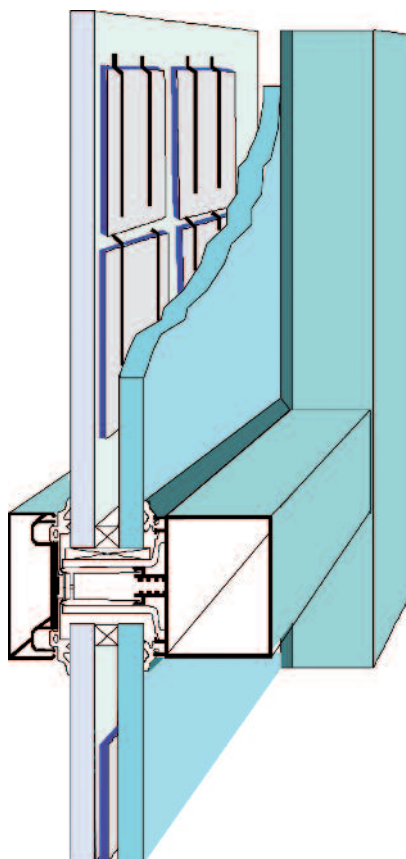
La imagen siguiente muestra un ejemplo de cómo se pueden conectar dos módulos. Los módulos vidrio-vidrio tienen un sistema eléctrico fácil de conectar. Con este tipo de conexión eléctrica es posible ocultar los cables dentro de la subestructura para conseguir un resultado uniforme y estéticamente atractivo.





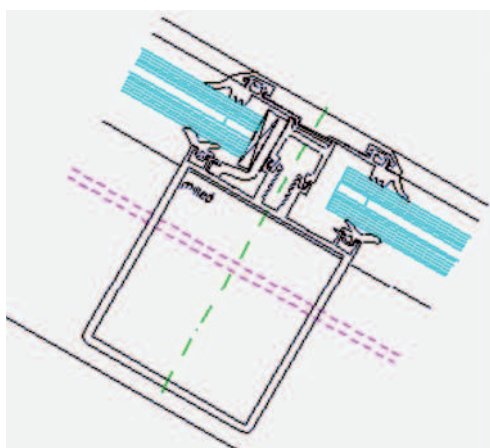
### Ejemplos de construcciones en fachadas

Los módulos se pueden integrar directamente en la construcción de la fachada. Debido a que son de cristal, pueden ser manejados como un panel de cristal normal.



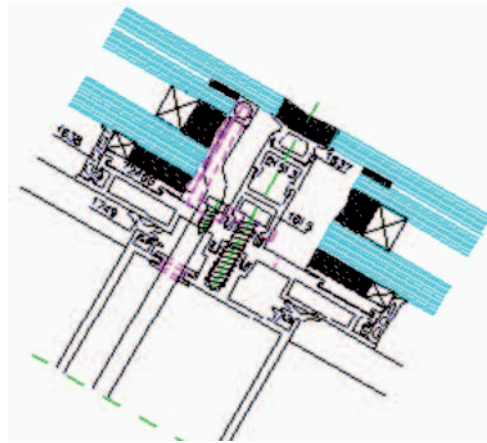
Módulos solares integrados en la construcción

Existen diferentes formas de integrar los módulos en la construcción. Por ejemplo, se puede utilizar una fachada común.



Módulos Fotovoltaicos integrados en una construcción común

Los módulos FV son adecuados para integrarse en una fachada de cristal estructural.



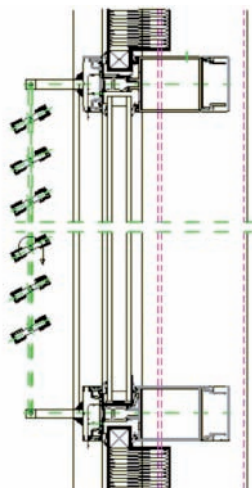
Módulos Fotovoltaicos integrados en una fachada de cristal estructural.

Obsérvese que para cualquier tipo de construcción se debe tener en cuenta la seguridad y cumplir la legislación vigente en cada país relativa al tipo de edificio donde se vaya a instalar el generador. Las normas que se aplican a los edificios con fotovoltaica integrada suelen ser las mismas que para la integración de los paneles de cristal.

#### 4.1.3. Los elementos de sombreado

Hay dos ventajas al utilizar FV en los elementos de sombreado.

Por un lado puedes ahorrar de un modo básico las pantallas solares porque las células en el módulo vidrio-vidrio proporcionan suficiente sombra. Puedes elegir el grado de transparencia dependiendo de cuánta sombra se necesite. Al mismo tiempo, los módulos fotovoltaicos producen electricidad, lo que significa una inversión interesante para el futuro. Lo bueno acerca del uso de los módulos FV como protección solar es que la inclinación óptima para maximizar la producción de energía es la misma que proporciona la mayor sombra (véase el ejemplo de abajo):



## 5 Buenos ejemplos

A continuación se presentarán ejemplos de diferentes aplicaciones. En función de la situación, las instalaciones FV en entornos urbanos se pueden clasificar como integradas en tejados (tejados inclinados o planos, opacas o semitransparentes) o integradas en fachadas (ventanales, tragaluces, muros cortina, balaustradas, filtros solares, integración como elementos de revestimiento, etc.). Esta tecnología también se puede integrar en otros elementos urbanos tales como farolas, barreras de ruido, estructuras de sombreado tales como pérgolas, etc. El incremento en la utilización de vidrios FV semitransparente, con una forma y opacidad adecuada, ofrece a los arquitectos una amplia variedad de posibilidades.

Los ejemplos presentados a continuación muestran algunas de las soluciones aplicadas exclusivamente en la edificación. Además se ofrece información adicional de la instalación: potencia, tipo de módulos, tecnología, ubicación, características especiales, etc. En algunos casos, el mismo ejemplo es presentado en varias categorías.

### Buenos ejemplos de la integración de módulos y elementos FV en tejados

A su vez, la integración de la FV en tejados se puede clasificar en función de si es instalada en superficies planas o inclinadas, rectas o curvas, opacas o semitransparentes, cubiertas o no de teja, etc.

Los ejemplos presentados a continuación muestran varios de las soluciones adoptadas exclusivamente en la integración FV en la edificación, incluida la fuente de la fotografía.

## Integración FV en una cubierta inclinada con teja

<b>Nombre del proyecto</b>	Integración FV en cubierta con teja.
<b>Localización</b>	Molina de Segura, Murcia - España
<b>Latitud/Longitud</b>	38°4'53.79"N 1°7'58.67"W
<b>Año</b>	2004
<b>Fuente</b>	SolSureste
<b>Potencia</b>	5,985 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración FV en cubierta con teja.

### Descripción

Integración FV en cubierta de teja. Las características de estas tejas, las cuales son equivalentes a las convencionales, permiten cubrir completamente la cubierta. Las tejas están fabricadas utilizando materiales reciclados. No existe ninguna diferencia con las tejas convencionales. En relación con los aspectos mecánicos, las tejas son muy ligeras y sencillas de manipular, lo que permite ahorrar tiempo en la fase de instalación. Son 100% reciclables y no contienen CFC. Son resistentes al fuego hasta los 800 grados.

La producción anual se estima entorno a los 8.000 KWh.



Tejas FV de silicio cristalino integradas en un tejado tradicional.

## Integración FV en cubiertas inclinadas (reemplazar tejas cerámicas)

<b>Nombre del proyecto</b>	Islay Columba Centre
<b>Localización</b>	Bowmore, Isla de Islay – REINO UNIDO
<b>Latitud/Longitud</b>	55°45'36"N 6°16'47"W
<b>Año</b>	2003-07-16 (Fecha de comienzo de instalación)
<b>Fuente</b>	SES Atlantis
<b>Potencia</b>	19.73 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración: tejas fotovoltaicas

### Descripción

El sistema FV presentado se compone de un total de 1.664 tejas FV SES Atlantis Sunslate. La potencia nominal de salida de la instalación es de 19,73 kWp. La fachada del edificio apunta hacia el sur por lo que la cubierta se orienta tanto al este como al oeste. Este factor conlleva una reducción de producción de energía de un 15%, aún así se decidió realizar la instalación en ambas vertientes de la cubierta con el fin de maximizar el área FV disponible.

Producción anual: 8164 kWh medidos (2005)



Instalación de módulos en tejado inclinado.

<b>Nombre del proyecto</b>	'School Houses' Nieuwland
<b>Localización</b>	Amersfoort, Utrecht - HOLANDA
<b>Latitud/Longitud</b>	52°12'4.3"N 5°22'29.6"E
<b>Año</b>	1998 (fecha de inicio de la instalación)
<b>Fuente</b>	Shell Solar Energy
<b>Potencia</b>	26 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración: tejas fotovoltaicas

### Descripción

El proyecto consiste en 10 "casas escuela" usadas temporalmente como edificios escuela. En cada una de las 10 casas se ha instalado una superficie de 28 m<sup>2</sup> de paneles fotovoltaicos, lo que equivale a una potencia nominal total instalada de 26kWp. El tejado FV está orientado al sur con una inclinación de 23 grados. La producción anual prevista de las 10 instalaciones es de 19700 kWh.



Detalle de los tejados.



## Integración FV sobre cubierta inclinada (Cubierta transparente)

<b>Nombre del proyecto</b>	Edificio ZICER, Universidad de East Anglia
<b>Localización</b>	Norwich, Norfolk – REINO UNIDO
<b>Latitud/Longitud</b>	52°37'18"N 1°14'16"E
<b>Año</b>	2003-06-01 (fecha de inicio de la instalación)
<b>Fuente</b>	
<b>Potencia</b>	33.88 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración Tejado inclinado, panels FV semitransparentes Fachada – Fachada FV transparente

### Descripción

El edificio del instituto "Zuckerman for Connective Environmental Research" (ZICER) alberga a la Escuela de Ciencias Medioambientales de la Universidad de East Anglia, la cual lleva a cabo un proyecto sobre la reducción del uso de carbón. Este departamento ha adquirido el compromiso de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. El edificio posee paneles FV vidrio/ vidrio tanto en el atrio como en la cubierta y paredes de la planta superior.



Instalación FV integrada en cubierta en el edificio ZICER, Universidad de East Anglia.  
Módulos FV semitransparentes.



## Integración FV en cubiertas planas (cubierta transparente)

<b>Nombre del proyecto</b>	Ayuntamiento
<b>Localización</b>	Dongen -ALEMANIA
<b>Latitud/Longitud</b>	51°37'56.27"N 4°57'32.23"E
<b>Año</b>	2002, Enero
<b>Fuente</b>	SSG
<b>Potencia</b>	53 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración de módulos FV a medida

### Descripción

La cubierta del ayuntamiento tiene una superficie de 545 m<sup>2</sup> y una inclinación entre 5° y 10° en función de la parte del tejado. La instalación consiste en 288 módulos FV semi-transparentes fabricados a medida, cubiertos en un 85% de la superficie con células solares fabricadas por Scheuten Solar Technology. Además los módulos poseen una cámara aislante y vidrio de seguridad. Cada módulo tiene una superficie de 1,8 m<sup>2</sup>, una potencia nominal de 184 Wp y un peso de 100 Kg. La conversión DC-AC se lleva a cabo por medio de 16 inversores SMA SWR 2500, los cuales son monitorizados por un ordenador. En la entrada principal al consistorio, los visitantes pueden observar el rendimiento de la instalación FV en una pantalla central.

Cliente: Ayuntamiento de Dongen / Bovema Glasconstructies.

Número de módulos: 288 elementos de 184 Wp / módulo.



Tejado plano en Dongen. Fuente: Scheuten Solar.

## Adaptación de módulos FV a cubiertas abovedadas.

<b>Nombre del proyecto</b>	Azienda Agraria Anfossi
<b>Localización</b>	Savona- ITALY
<b>Latitud/Longitud</b>	44°13'59"N 8°30'E
<b>Año</b>	2004
<b>Fuente</b>	Azienda Agraria Anfossi
<b>Potencia</b>	16.20 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración y adaptación de módulos a cubiertas abovedadas.



Tejado curvo integrado en edificios comerciales.

## Integración de módulos FV en cubiertas curvas

<b>Nombre del proyecto</b>	New Central Station
<b>Localización</b>	Berlin- GERMANY
<b>Latitud/Longitud</b>	52°34'1.81"N 13°27'24.76"E
<b>Año</b>	2002
<b>Fuente</b>	SSG
<b>Potencia</b>	189 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración sobre cubiertas curvas

### Descripción

Los módulos FV sin moldura sustituyen al vidrio laminado en la cubierta transparente de la estación, los cuales son montados directamente sobre una estructura de acero. Debido a la curvatura de la cubierta, la geometría de cada módulo es diferente, con superficies que van desde 1,5 m<sup>2</sup> a los 2,5 m<sup>2</sup>. Debido a la diferencia de inclinaciones entre los diferentes módulos se ha planteado una conexión a red en cadena, lo que permite la maximización de la energía producida, además de optimizar una solución de monitorización y reducir costes debido a la estandarización, fabricación en serie y reducción de cableado en la parte DC. Este es un ejemplo de integración FV en la edificación con alineamientos casi perfectos y mostrando los nuevos horizontes de la tecnología FV.

Área: 1,700m<sup>2</sup>

Potencia nominal: ca. 189 kWp

Número de módulos: 780

Lehrter Bahnhof, Berlin. Los tamaños y curvaturas variadas de los módulos muestran los nuevos límites de la tecnología fotovoltaica.



## Integración de módulos FV en cubiertas planas

<b>Nombre del proyecto</b>	Academy Mont-Cenis
<b>Localización</b>	Herne - Alemania
<b>Latitud/Longitud</b>	52°37'18"N 1°14'16"E
<b>Año</b>	1999
<b>Fuente</b>	SSG
<b>Potencia</b>	1000 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración. Cubierta de vidrio: en cubierta y fachada principal

### Descripción

El equipo francés de arquitectos Jourda y Perraudin (en cooperación con HHS, kassel) han diseñado un nuevo concepto de edificación, albergando una academia, un hotel, oficinas y una librería en el interior de una cubierta de vidrio de dimensiones 180 m por 72 m y 16 metros de altura. Los edificios en el interior están aislados y protegidos frente al viento y la lluvia pero con un clima comparable al de Niza. En el interior, una avenida con árboles y agua ofrece la posibilidad de pasear y relajarse a lo largo de todo el año. Scheuten Solar fue el encargado de realizar la instalación FV completa, así como de proveer todo el vidrio. El sistema FV fue diseñado, fabricado e incorporado por FSI. Los inversores utilizados fueron fabricados por SMA.

Área activa: 10,000 m<sup>2</sup>

Número de células solares: 600,000

Producción energética anual:  
700,000 kWh/year

Emissiones de CO<sub>2</sub> no emitidas:  
500,000 kg/año



Academia Mont-Cenis, Herne. 10,000 sq m  
OPTISOL®

## Buenos ejemplos de integración de módulos y elementos FV en fachadas

### Integración de módulos FV en fachadas: superposición

<b>Nombre del proyecto</b>	Multifamily Dwellings
<b>Localización</b>	Tavros area, Athens-GREECE
<b>Latitud/Longitud</b>	37°58'32.15N 23°43'7.66"E
<b>Año</b>	2002
<b>Fuente</b>	SOURSOS
<b>Potencia</b>	11.9 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración en doble fachada.

#### Descripción

En esta instalación existen varios tamaños de módulos.

Área activa: 426 m<sup>2</sup> de fachada sur

480 módulos de vidrio de seguridad

Producción energética anual: 25000 kWh/año

Coste medio del sistema: 3.6m ⇔

Arquitectos: Seners LTD

El proyecto fue cofinanciado por el programa THERMIE



Integración de módulos FV en edificios multifamiliares. (Tavros, Atenas) (Por SOURSOS). Integración en fachadas



<b>Nombre del proyecto</b>	Edificio residencial de viviendas sociales
<b>Localización</b>	Helene-Weigel-Platz (Berlín)- Alemania
<b>Latitud/Longitud</b>	52°34'1.81"N 13°27'24.76"E
<b>Año</b>	2000
<b>Fuente</b>	PREDAC 5FP
<b>Potencia</b>	48 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración en fachadas. Ejemplo de renovación.

### Descripción

426 m<sup>2</sup> de fachada sur

480 módulos de vidrio de seguridad multicapa con 72 células multicristalinas cada uno.

Producción anual: 25000 kWh/año

Coste medio del sistema: 3.6m⇔

La energía obtenida del sistema FV cubre parte de la demanda eléctrica de ascensores, ventilación, luces de emergencia, etc del edificio. Además, la instalación solar está conectada a la red pública para inyectar el excedente de electricidad no consumida por el edificio. Con la reconstrucción del doble bloque de viviendas, el propietario pretendía sentar precedentes y mostrar las posibles soluciones de futuro para la gestión de bloques de apartamentos. El magnífico diseño FV, arquitecturalmente hablando, se presentó en el marco "21 bridges to the Solar Age" celebrado en Berlín como parte del proyecto Hannover Expo2000.

Propietario: Wohnungsbaugesellschaft Marzahn mbH, Berlín,

Arquitectos Becker Gewers Kühn und Kühn

Reducción emisiones CO<sub>2</sub>: 72 toneladas/año

Ahorro energético 4,500⇔/año (correspondiente a una media de 12 apartamentos)

Coste total de la instalación FV: 3.6m⇔



Integración en fachadas. Ejemplo de renovación.  
Ejemplo de renovación. Berlín (Alemania).  
Fuente: PREDAC 5FP

<b>Nombre del proyecto</b>	SOLAR XXI building, INETI
<b>Localización</b>	Lisboa - PORTUGAL
<b>Latitud/Longitud</b>	38°42'27.42"N 9°8'2.77"W
<b>Año</b>	Desconocido
<b>Fuente</b>	IST
<b>Potencia</b>	12 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración de módulos FV en fachada

### Descripción

SOLAR XXI es la sede del Departamento de Energías Renovables del Instituto Nacional de Ingeniería, tecnología e Innovación (INETI). El edificio tiene 1500 m<sup>2</sup> de planta. Esta superficie se divide en oficinas, salas de reuniones y laboratorio. Los paneles FV fueron integrados en la fachada sur, cubriendo una superficie aproximada de 100 m<sup>2</sup> y ajustándose perfectamente a las áreas acristaladas.

El sistema FV fue diseñado para aprovechar el calor generado en la superficie trasera de los paneles para el calentamiento de las oficinas adyacentes en épocas frías.

La instalación FV integrada en la fachada sur está formada por módulos de silicio policris-

talino colocados en posición vertical. La potencia nominal instalada ronda los 12 kWp, con una producción anual de energía de 1200 kWh.

Aún así, la característica más innovadora de la instalación se basa en el uso del calor generado en la cara trasera de los módulos FV para el calentamiento del espacio de oficinas mediante convección natural. La imagen inferior muestra la estrategia de ventilación natural utilizada en el edificio. En épocas calurosas, el espacio entre paneles y fachada se utiliza para la refrigeración de los paneles FV, incrementando de esta manera la eficiencia de los mismos.



Edificio SolarXXI, Se muestra una fachada FV con una superficie de 100 m<sup>2</sup>



## Fachada vertical FV transparente

<b>Nombre del proyecto</b>	Biblioteca Pompeu Fabra
<b>Localización</b>	Mataró - España
<b>Latitud/Longitud</b>	41°32'51.98"N 2°27'33.81"E
<b>Año</b>	1996
<b>Fuente</b>	TFM
<b>Potencia</b>	52.7 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración FV en la fachada de una biblioteca pública

### Descripción

La biblioteca Pompeu Fabra de Mataró fue diseñada con una doble finalidad, la generación de energía FV y energía térmica, además de asegurar el máximo confort. La instalación consiste en un muro cortina basado en células solares de silicio policristalino, de manera que se asegura la luz natural en el interior de la biblioteca.

Existen tres tipos de muro cortina con células opacas monocristalinas.

Superficie: 603 m<sup>2</sup>

Producción anual de energía: 50MWh

Reducción de emisiones de CO<sup>2</sup>: 11,5 Toneladas de CO<sup>2</sup>/año

Integración fotovoltaica en fachadas. Biblioteca Pompeu Fabra, Mataró (España). Fotografía: TFM



<b>Nombre del proyecto</b>	Universidad Técnica Nacional de Atenas, Departamento de Ingeniería Química
<b>Localización</b>	Área Zografou, Atenas (GREECE)
<b>Latitud/Longitud</b>	37°58'32.15"N 23°43'7.66"E
<b>Año</b>	2001
<b>Fuente</b>	Germanos
<b>Potencia</b>	50 kWp
<b>Aplicación</b>	Sistema FV integrado en fachada

### Descripción

**Descripción FV:** Los módulos fotovoltaicos están distribuidos en la fachada con diferentes inclinaciones y orientaciones (principalmente vertical)

**Módulos FV:** Monocristalinos y Policristalino

**Annual production:** N/A

**Información adicional:** Arquitectos: NTUA, ATERSA, Network. El proyecto ha sido cofinanciado por el programa THERMIE



Sistema FV integrado en la fachada de la Universidad Técnica Nacional de Atenas, Departamento de Ingeniería Química

## Fachada FV inclinada transparente

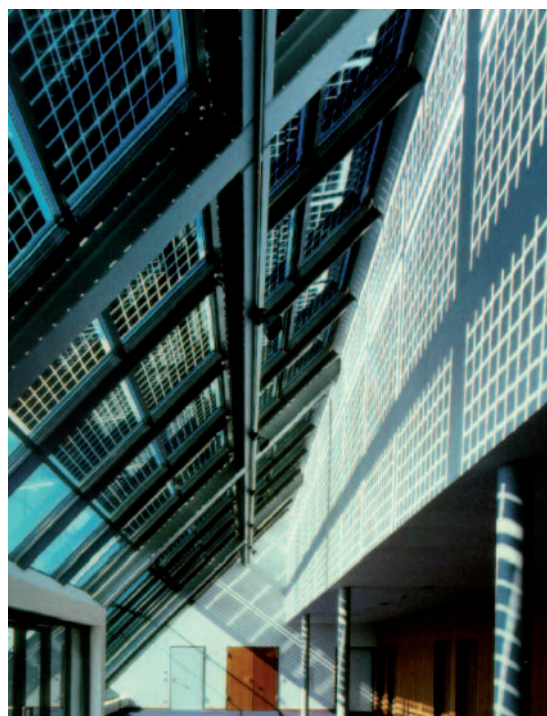
<b>Nombre del proyecto</b>	Ministerio de Economía – Área de Conferencias
<b>Localización</b>	Berlín (ALEMANIA)
<b>Año</b>	1999
<b>Fuente</b>	SSG
<b>Potencia</b>	100 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración de módulos semitransparentes en fachada FV inclinada

### Descripción

La instalación FV está integrada en la fachada frontal del edificio del ministerio de economía y tecnología alemán. La fachada contiene 712 módulos OPTISOL® vidrio-vidrio, cuyas dimensiones son 1.0 x 1.4m y 2.7 x 1.4 m. El área total de la fachada FV es de 920 m<sup>2</sup> con una potencia pico de 100 kWp.

El modulo FV empleado para realizar la instalación está formado por un vidrio frontal de 5 mm, una posterior cámara de aire de 16 mm y un vidrio de protección interior de 10 mm.

Arquitectos: BAUMANN & SCHNITTGER



Integración de módulos semitransparentes en fachada FV inclinada. Berlín (ALEMANIA).Fuente: SSG

## Fachada FV de doble piel

<b>Nombre del proyecto</b>	Fachada FV de doble piel, Universidad de La Salle
<b>Localización</b>	Barcelona- ESPAÑA
<b>Latitud/Longitud</b>	41°23'51.62"N 2°12'32.18"E
<b>Año</b>	2002
<b>Fuente</b>	TFM- SSG
<b>Potencia</b>	18 kWp
<b>Aplicación</b>	Instalación FV de doble piel

### Descripción

En el 2002, 258 elementos de integración OPTISOL® de Scheuten Solar fueron instalados en la Universidad de La Salle de Barcelona. La instalación se compone de 132 módulos FV vidrio-vidrio y de otros 126, donde el elemento FV está impreso en el vidrio. Así, la fachada FV cubre una superficie de 625 metros cuadrados. Todos los módulos FV empleados en la instalación utilizan una caja de conexiones, en vez de la habitual unión en el lateral. El estilo futurista de la fachada FV del edificio se ha convertido en su seña de identidad.

Arquitectos: Robert & Esteve Terradas

Superficie: 625 m<sup>2</sup>

Potencia pico: 18 kWp

Instalador: TFM



Instalación FV de doble piel en la fachada de la Universidad de La Salle. Barcelona.



## Estructuras de edificación FV: Pérgola

<b>Nombre del proyecto</b>	Centro de Educación Medioambiental
<b>Localización</b>	As Pontes, A Coruña - ESPAÑA
<b>Latitud/Longitud</b>	43°27'3"N 7°50'27"W
<b>Año</b>	2003
<b>Fuente</b>	ISOFOTON
<b>Potencia</b>	14.3 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración FV junto a otros elementos: Tragaluz en tejado

### Descripción

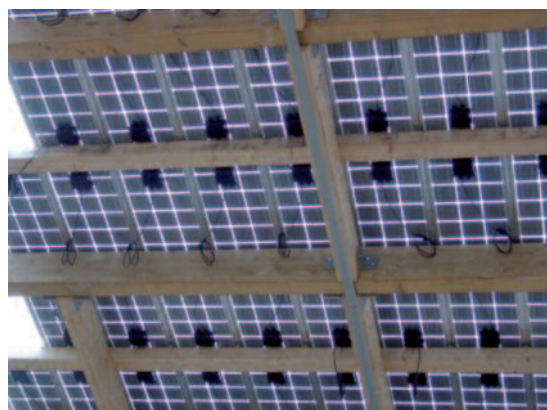
El Centro de Educación Medioambiental situado en As Pontes desarrolla y organiza actividades y seminarios orientados a mejorar el medio ambiente.

La instalación FV está situada en una estructura que cubre una serie de edificios de dimensiones más reducidas. Se compone de 10 sectores piramidales con estructura en madera. Los sectores que están orientados hacia el norte no disponen de módulos FV, mientras que los que apuntan al sur sí. De este modo se consigue un buen compromiso entre la generación y la iluminación, maximizando la producción de electricidad y permitiendo el paso de suficiente luz en las épocas menos luminosas del año.

Producción anual: 11740 kWh (calculados)

Tecnología FV: Silicio monocristalino

Arquitectos: Xuan Bello (Arquitecto municipal de As Pontes), Jerónimo Vega (Departamento de Arquitectura de Isofotón).



Integración FV junto a otros elementos:  
Tragaluz en tejado. ISOFOTON.

<b>Nombre del proyecto</b>	Colegio de primaria de Kowa
<b>Localización</b>	Nerima, Tokyo - JAPÓN
<b>Latitud/Longitud</b>	35°44'45"N 139°36'26"E
<b>Año</b>	2004
<b>Fuente</b>	
<b>Potencia</b>	2047 kWp
<b>Aplicación</b>	Estructuras FV en edificios – Tragaluz

### Descripción

El gobierno municipal de Nerima se propuso desarrollar un colegio ecológico utilizando energías renovables, basándose en el concepto de la simbiosis en el área urbana. El proyecto resultante ha sido certificado como un proyecto piloto de escuela ecológica.

La instalación FV tiene una potencia pico de 20kWp y se puede diferenciar en dos mitades, una de ellas instalada en la terraza y otra sobre la cubierta. Cada una de ellas está compuesta por 10kWp. Los módulos FV empleados en el recubrimiento de la terraza tienen marcos estrechos y transparentes, de este modo se consigue dar un aire de ligereza a la estructura.

Además de la instalación FV de 20kWp el edificio también posee una micro generación de energía proveniente del viento, así como paneles solares térmicos para el calentamiento del agua, aprovechamiento del agua de la lluvia, etc.



Estructuras FV en edificios – Tragaluz.  
Nerima, Tokyo - JAPÓN

## Estructuras de edificación FV: Elementos de sombreado

<b>Nombre del proyecto</b>	Edificio de la Unión de Estudiantes
<b>Localización</b>	Malmö (SUECIA)
<b>Latitud/Longitud</b>	55°36'31.55"N 12°59'36.75"E
<b>Año</b>	2006
<b>Fuente</b>	
<b>Potencia</b>	25.6 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración de FV en elementos de sombreado

### Descripción

Malmö Stadsfastigheter pertenece al gobierno municipal de Malmö. El municipio está muy concienciado con la energía solar FV y han comenzado diferentes proyectos. El ejemplo mostrado en las figuras fue uno de los primeros proyectos surgidos por el programa de ayudas a la FV del gobierno sueco. Los módulos FVs cumplen así dos funciones diferentes, por un lado generan energía, mientras que por otro generan sombra cuando el sol es más acusado.



Integración de FV en elementos de sombreado  
Malmö Stadsfastigheter, Suecia



## Estructuras de edificación FV: Lamas

<b>Nombre del proyecto</b>	Wirtschaftshof Linz
<b>Localización</b>	Linz (AUSTRIA)
<b>Latitud/Longitud</b>	48°18'27"N 14°17'36"E
<b>Año</b>	1999
<b>Fuente</b>	Colt Solar Technology AG
<b>Potencia</b>	20 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración de FV en lamas con seguimiento solar

### Descripción

El sistema fotovoltaico de estudio es particularmente innovador, ya que dispone de una serie de lamas con seguimiento solar en uno de sus ejes. Frente a otro tipo de lamas fijas, estas generan una mayor cantidad de energía. Además el mecanismo encargado de realizar el movimiento de las lamas es en su totalidad de origen renovable, desarrollado por el ZSW de Stuttgart, Alemania. El sistema FV de 20 kWp integra los módulos en una superficie de 250 m<sup>2</sup> en 13 orientaciones diferentes.



Integración de FV en lamas con seguimiento solar, Linz (AUSTRIA)



## Buenos ejemplos para la integración de la FV en el entorno urbano

Los principales elementos urbanos en los que se integra la energía solar FV son farolas, barras acústicas, pérgolas, etc. A continuación se muestran algunos de estos ejemplos.

### Pérgola

<b>Nombre del proyecto</b>	Pérgola FV en el Parque Tecnológico de Andalucía.
<b>Localización</b>	Málaga (ESPAÑA)
<b>Latitud/Longitud</b>	36°43'0"N 4°25'0"W
<b>Año</b>	2004
<b>Fuente</b>	
<b>Potencia</b>	56 kWp
<b>Aplicación</b>	FV integrada en estructuras que no son edificios

#### Descripción

La pérgola FV en cuestión está instalada en el Parque Tecnológico de Andalucía en Málaga, España. El objetivo del diseño era proporcionar sombra a lo largo de un sendero, tanto para demostrar la viabilidad de la utilización de módulos con diferentes orientaciones y ángulos de inclinación, como para analizar el comportamiento arquitectónico (atendiendo a aspectos estructurales y mecánicos). La instalación FV está diseñada de una singular forma de zigzag; y la caseta del inversor también está diseñada de forma especial, todo ello para ofrecer una línea estética. Además, el sistema FV se controlará mediante una nueva filosofía, basada en la comunicación inalámbrica y OPC (OLE for Process Control), ampliamente utilizado en control de ambientes industriales.



FV integrada en estructuras que no son edificios

## Aparcamiento de Coches

<b>Nombre del proyecto</b>	Aparcamiento de Coches Vidurglass
<b>Localización</b>	Manresa, Cataluña
<b>Latitud/Longitud</b>	41°44'0"N 1°30'0"E
<b>Año</b>	2007
<b>Fuente</b>	Vidursolar
<b>Potencia</b>	3 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración de FV en un aparcamiento de coches

### Descripción

El techo del aparcamiento al aire libre de Vidurglass es un diseño multifuncional que no sólo sombrea los automóviles estacionados, sino que también genera electricidad de origen renovable. Se ha dado una especial importancia al aspecto de visibilidad, con un atractivo diseño de la estructura. Los módulos FV utilizados son de tipo vidrio-vidrio de 115 Wp cada uno con células de silicio multicristalino y un porcentaje de transparencia del 27%. Con el fin de proporcionar un agradable aspecto estético, además de los módulos fotovoltaicos vidrio-vidrio el diseño también incluye paneles convencionales con una pantalla oscura con el motivo impreso de "Vidursolar".



Integración de FV en un aparcamiento de coches, Manresa, Cataluña.

## Barreras FV de ruido

<b>Nombre del proyecto</b>	Barreras FV de ruido en la A27
<b>Localización</b>	De Bilt, Utrecht (HOLANDA)
<b>Latitud/Longitud</b>	52°5'50.3"N 5°9'27.1"W
<b>Año</b>	1995
<b>Fuente</b>	Shell Solar Energy
<b>Potencia</b>	55 kWp
<b>Aplicación</b>	Barreras FV de ruido en la A27

### Descripción

En virtud de un contrato de Rijkswaterstaat, una barrera de sonido FV se ha construido al lado de la autopista A27 en De Bilt, dirección Utrecht. La barrera de sonido es de 550 metros de largo y tiene una potencia pico de 55 kWp. Los paneles fotovoltaicos están instalados en la parte superior, la inferior es de hor-

migón. En total son 1.116 módulos que se conectan a un inversor de 40 kW a la red. El sistema comenzó a funcionar en mayo de 1995. La experiencia práctica ha demostrado que los paneles fotovoltaicos pueden ser utilizados para las barreras de sonido, resultando una aplicación rentable



Barreras FV de ruido en la A27, De Bilt, Utrecht (HOLANDA)



## Buenos ejemplos de integración de FV en el entorno urbano

<b>Nombre del proyecto</b>	Solarsiedlung am Schlierberg,
<b>Localización</b>	Freiburg, Breisgau (ALEMANIA)
<b>Latitud/Longitud</b>	48°0'0"N 7°51'0"E
<b>Año</b>	2006
<b>Fuente</b>	
<b>Potencia</b>	445 kWp
<b>Aplicación</b>	Integración de tejas FV

### Descripción

Esta aplicación solar es parte de un proyecto más amplio de renovación urbana en Friburgo. Durante un período de aproximadamente diez años, 60 "Energy-Surplus-Houses®" y 125 bloques de oficinas han sido construidas en un proyecto denominado "Sonnenschiff".

En él todos los techos están cubiertos con módulos FV integrados en el mismo plano por encima de los techos de orientación sur. Con este proyecto Rolf Disch quería demostrar su idea de balance energético positivo en viviendas.



Solarsiedlung am Schlierberg, Freiburg (Germany)



## 6 Preguntas más frecuentes

### 1. ¿Cómo funciona la energía fotovoltaica?

La energía fotovoltaica es la conversión directa de la energía solar en electricidad.

Los fotones con energía suficientemente alta son absorbidos por un material semiconductor creando pares electrón-hueco, los cuales bajo la influencia de un campo magnético son dirigidos a través de un circuito eléctrico.

### 2. ¿Cuál es la diferencia entre un colector solar y un sistema fotovoltaico?

Hay dos tipos de paneles solares, el eléctrico y el térmico. Normalmente el eléctrico se denomina panel fotovoltaico. Se trata de un dispositivo de estado que sólo produce electricidad. El funcionamiento del panel térmico consiste en calentar un fluido a partir de la radiación solar y se denomina colector solar.

### 3. ¿Por qué debemos usar Energía Solar Fotovoltaica?

Principalmente por las dos siguientes razones:

- Para cubrir nuestras necesidades energéticas.
- Y para proteger el medio ambiente. Cada kWh de electricidad producido por combustibles fósiles carga la atmósfera, por lo menos con 1 kg de CO<sub>2</sub>, el principal responsable del cambio climático.

En particular, los sistemas fotovoltaicos:

- Operan sin necesidad de ser atendidos y requieren un mantenimiento mínimo.
- Son fácilmente escalables. Si las necesidades energéticas aumentan en el futuro, resulta sencillo ampliar la potencia instalada.
- Están basados en tecnologías probadas que muestran una mínima degradación en más de 15 años de operación.

#### 4. ¿Cuál es la diferencia entre un sistema autónomo FV y uno conectado a red?

Los sistemas FV conectados a red inyectan electricidad en la red de distribución, mientras que los sistemas autónomos suministran directamente electricidad a las casas u otras instalaciones. En los sistemas autónomos normalmente se usa una batería para almacenar la electricidad producida.

#### 5. ¿Qué clase de necesidades puede cubrir un sistema FV?

Iluminación, telecomunicaciones, refrigeración... y en general todos los equipos y aplicaciones que puedan ser cubiertas con energía eléctrica.

Sin embargo la energía FV no está recomendada para aplicaciones termo eléctricas, ej. cocinas, calentadores de agua, etc. Para estos usos hay soluciones muy económicas como los calentadores de agua solares, aire acondicionado solar/geotérmico o sistemas de calentamiento de gas, biomasa, etc.

Por el contrario, ordenadores, sistemas de audio, refrigeradores, televisiones, telecomunicaciones... pueden ser fácil y económicamente alimentados por sistemas FV.

Como regla general, un sistema fotovoltaico de 2-3 kWp puede cubrir la demanda eléctrica de una familia de tres miembros.

#### 6. ¿Los sistemas fotovoltaicos sólo son eficientes en días soleados? ¿Qué sucede los días que no hay sol o por la noche?

Los paneles fotovoltaicos necesitan luz y radiación solar, más que calor. Incluso en un día de invierno, durante el día, los sistemas FV producen electricidad – no obstante con poca eficiencia (en un día totalmente nublado, los paneles FV pueden producir del 5-20% de su máxima potencia).

Por ejemplo, en Alemania, una planta FV de 3kWp en un tejado puede producir aproximadamente 3,000 kWh al año, suficiente energía como para cubrir la demanda energética media de una persona.

#### 7. ¿Cuáles son las desventajas de los sistemas FV?

- La principal desventaja al instalar un sistema de energía solar es el coste inicial, principalmente por el alto coste de los materiales semiconductores usados para construirlo.
- Los paneles solares requieren una instalación bastante grande para conseguir un buen nivel de eficiencia.
- La presencia de nubes o contaminación en el ambiente reducen la producción de energía solar.
- Durante la noche no hay producción solar, aunque este problema puede resolverse mediante sistemas de almacenamiento.
- Las células solares producen corriente continua que debe ser transformada en corriente alterna, empleando un inversor de red, para conectarse a la red de distribución eléctrica actual. Esto supone una pérdida de energía del 4-12%.

## 8. ¿Cómo puede instalarse un sistema FV en los edificios ya existentes y en los de nueva construcción?

Hay dos posibilidades:

- La integración real, cuando los módulos FV remplazan materiales constructivos del edificio.
- La superposición, cuando los paneles FV son colocados sobre las superficies externas ya existentes en el edificio (tejados, fachadas).

Obviamente, es preferible el primer caso. La ventaja más importante es la reducción del coste de los sistemas FV al sustituir el material de construcción (como cristales, tejados y tragaluces). Además, la plena integración en la estructura del edificio mejora la estética del edificio.

## 9. ¿Qué significa “BIPV”?

Se denomina BIPV (Building Integrated Photovoltaics) a los sistemas FV integrados en edificios como un elemento constructivo más. Esto quiere decir que forman parte del edificio, diseñados e instalados junto con el resto de elementos del edificio. Sin embargo, pueden instalarse más tarde superponiéndolos a la envolvente del edificio. Esta tarea requiere la cooperación de muchos expertos, como arquitectos, ingenieros civiles y diseñadores de sistemas FV.

Los paneles BIPV son al mismo tiempo materiales de construcción para las fachadas de los edificios y productores de energía solar, ahorrando costes en materiales y en producción de energía.

## 10. ¿Es adecuada mi casa para instalar sistemas FV?

- Los paneles FV pueden ser empleados en edificios con tejados o fachadas orientadas al sur. Chimeneas, farolas, árboles o edificios pueden dar sombra a los paneles y deben ser considerados cuando se decida la colocación del sistema por que las sombras pueden afectar al funcionamiento del sistema.
- Una instalación típica requiere entre 7 y 15m<sup>2</sup> de tejado.
- Los paneles FV son bastante pesados, así que el tejado tiene que ser fuerte si son colocados encima de las tejas, aunque depende de la tecnología empleada.
- Si el sistema es de conexión a red, la casa debe estar cerca de la red de distribución, de otra manera el coste puede dispararse.
- Para un sistema autónomo se necesita suficiente espacio para las baterías.

## 11. ¿Cuáles son los sistemas más comunes en BIPV?

- Sistemas de fachada o tejado colocados después de que el edificio se haya construido. Esto es superposición.
- Sistemas FV integrados en la fachada.
- Sistemas FV integrados en el tejado.

- Los sistemas FV también pueden ser usados como sistemas de sombreado.
- Y como diferentes elementos arquitectónicos en parques, calles y plazas, etc.

## 12. ¿Se puede andar sobre los módulos FV del tejado?

Los módulos FV normalmente están encapsulados en un doble acristalamiento o bien entre un cristal y un polímero como el tedlar, por eso son más flexibles y menos rígidos que el cristal puro. De este modo se pretende proteger a los módulos de las fuertes granizadas.

En ningún caso los módulos FV están diseñados para andar por encima de ellos. Se recomienda que se protejan los módulos con amplias tablas antes de andar encima de ellos, tal y como se protegen otros materiales de cristal del tejado.

## 13. ¿Cuánto pesan los módulos FV? ¿Es necesario reforzar la estructura?

Los módulos FV estándar son relativamente ligeros, pesando entre 10 y 15 kg/m<sup>2</sup>. Esto significa que la mayoría de las veces no es necesario reforzar las estructuras existentes.

Los módulos hechos a medida pueden ser mas pesados – los módulos con doble o triple capa de aislamiento, a menudo usados en tejados atriums serán 2 o 3 veces más pesados. Otros factores que pueden afectar el peso de los sistemas fotovoltaicos son el tipo de bastidor del módulo y el método de conexión elegido.

Es esencial que las instalaciones FV cumplan con las normas de edificación locales y los códigos de seguridad.

## 14. ¿Cuánta luz deja pasar un tejado FV transparente?

Los módulos FV transparentes normalmente son de dos tipos:

- Células normales en un módulo de doble cristal; los huecos entre las células son transparentes.
- Células de película fina depositadas en una superficie de cristal; la capa FV es suficientemente delgada para dejar pasar una cierta cantidad de luz.

Los huecos entre las celdas FV normales en un modulo cristal-cristal pueden ser incrementados o disminuidos para cambiar el nivel de transparencia del módulo. Generalmente, los huecos entre las células son tales que la transparencia varía entre el 5% y el 30%. Un módulo de doble cristal clásico tiene una transparencia entre un 4% o un 5%.

La transparencia de los módulos de película fina depende de la transparencia de la base y del espesor y el tipo de célula usada. Normalmente entre un 5% y un 10%.

Se puede hacer cualquier grado de transparencia bajo pedido, pero es habitual hacer un equilibrio entre la luz natural ganada frente al posible sobrecalentamiento producido por el incremento térmico.

### 15. ¿Cuánto espacio se necesita para instalar un sistema FV?

Depende de la tecnología usada. Por ejemplo, un sistema de silicio policristalino de 3 kWp necesita un área de tejado orientado al sur de 25m<sup>2</sup>.

En general, la tecnología FV no necesita grandes áreas. Para cubrir la demanda eléctrica europea, sería suficiente un área total del 0.7% del territorio. Hay suficiente espacio disponible sin necesidad de competir con otros usos del suelo, como las fachadas o los tejados de los edificios.

### 16. ¿Cuánto cuesta una instalación FV integrada?

El coste de un sistema FV depende de:

- La tecnología del panel (por ejemplo, los paneles de silicio amorfo valen menos pero necesitan aproximadamente el doble de espacio que los de silicio monocristalino).
- El origen de los paneles y otras partes del equipo (los paneles europeos son más caros pero habitualmente más fiables que los chinos).
- El tamaño del sistema FV (a menor potencia, mayor coste por kWp instalado).
- La dificultad de la instalación (áreas inaccesibles o instalaciones con dificultades técnicas cuestan más).
- La distancia a la red eléctrica.
- La demanda energética del edificio.

El coste del kWp instalado ronda desde los 4.200€ (para paneles de silicio amorfo) a los 7.500€ (para los paneles silicio policristalino). Para una estimación inicial, el inversor puede calcular un precio medio por kWp instalado de 6.000€.

Los diseñadores del sistema saben que toda decisión tomada durante el diseño del sistema FV afecta al coste. Si el sistema es demasiado grande porque el diseño tiene requisitos irreales, el coste inicial se incrementará innecesariamente. Si son elementos de baja durabilidad, se incrementará el coste de mantenimiento y sustitución. La estimación general del coste de vida del sistema puede duplicarse fácilmente si se hacen cambios inapropiados durante el diseño del sistema. Hacer especificaciones irreales o cálculos bajos provoca una estimación de coste irrazonable impidiendo el uso de esta atractiva fuente de energía.

### 17. ¿Cuál es el tiempo de vida de una instalación FV? ¿Tienen los sistemas FV un alto coste de funcionamiento?

Un sistema FV bien diseñado y mantenido puede funcionar durante más de 20 años. El módulo FV, que no tiene partes móviles, tiene una esperanza de vida de 30 años. La experiencia demuestra que la mayoría de los problemas en los sistemas, ocurren por un aislamiento pobre o defectuoso. Fallos de conexiones, insuficiente grosor de los cables, componentes no clasificados para las aplicaciones de corriente continua, etc., son los máximos culpables. El siguiente problema más común es el fallo de las partes electrónicas (regulador, inversor, y componentes de protección).

Normalmente el coste de mantenimiento y operación de los sistemas FV es bajo.



## 18. ¿Por qué son los productos para integración tan caros comparados con los módulos estándar?

Actualmente, los módulos y sistemas FV para integración son todavía fabricados a medida, necesitando mucho trabajo de diseño y trabajo manual. Si existieran soluciones estándar que pudieran fabricarse a gran escala, los precios de estos productos, podrían reducirse y compararse a los módulos estándar.

## 19. ¿Qué pasos debo seguir para realizar una instalación BIPV?

- Describir en detalle tus necesidades energéticas. Anota las aplicaciones eléctricas que usas y el tiempo que están encendidas. Si estas conectado a la red, lee detenidamente las facturas del último año.
- Sigue algún simple procedimiento de ahorro de energía. Calcula, de una manera aproximada, la reducción esperada del consumo de electricidad.
- Contacta con los distribuidores y los instaladores de FV e informales de estos datos. Muéstrales tu edificio y deja que estimen la energía que puede cubrir tus necesidades.
- Pide a las compañías que te enseñen algunos de sus proyectos anteriores. Si puedes, visita a alguno de sus clientes y pregúntales su opinión. ¿Cumplen con sus necesidades? ¿Están satisfechos con la calidad del trabajo y el soporte técnico?
- Estudia las ofertas. Pregunta por los detalles del sistema propuesto.
- Compara los precios, garantías y soporte técnico ofrecido por cada compañía.
- Investiga la posibilidad de subvenciones en tu país.

## 20. ¿Es posible reciclar paneles FV?

Sí, todos los componentes de un módulo solar pueden ser reciclados. Las partes más valiosas, son las propias celdas, que pueden ser recicladas en nuevas obleas de silicio, que constituyen la base para la fabricación de nuevas celdas solares. Los perfiles de aluminio, los cristales y los cables también pueden ser reciclados.

## 21. ¿Cuándo tendrán los sistemas FV un coste competitivo?

En muchos casos los sistemas FV ya tienen un coste competitivo, especialmente en aplicaciones autónomas donde no hay acceso disponible a la red de distribución. Sin embargo, los costes de generación de electricidad de los sistemas FV son todavía más altos que los de otras fuentes de energía, si no tenemos en cuenta los costes medio ambientales de una generación de electricidad convencional. En cualquier caso, en el sur de Europa, la electricidad FV conectada a red tendrá un coste-competitivo en el año 2015, a consecuencia de la reducción de los costes de FV y el continuo incremento de la tarifa eléctrica. Mientras tanto, se necesita financiación para desarrollar una industria fuerte. De ahí que, en países con tarifas subvencionadas, la energía FV sea ya una inversión muy atractiva.



# Agradecimientos

Esta guía se ha publicado en el marco del proyecto PURE. Los miembros del comité de dirección de este proyecto son:

Eduardo Román (ROBOTIKER-Tecnalia), José R. López (EVE); Luís Alves (IST), Ilona Eisenschmid (SCHEUTEN SOLAR), Paolo Melo (PROVINCIA DI SAVONA); Jan Rousek (SIEA) y Theocharis Tsoutsos (ENV/TUC).

Los autores y todos los miembros del consorcio están profundamente agradecidos a todos aquellos que han contribuido con su trabajo en la preparación, redacción y revisión de esta publicación. Además, nos gustaría expresar nuestro agradecimiento a la Agencia Ejecutiva para la Competitividad y la Innovación (EACI) por su inestimable apoyo.

AUTORES: Ilona Eisenchmid (SCHEUTEN SOLAR), Ricardo Alonso y Eduardo Román (ROBOTIKER-TECNALIA), Theocharis Tsoutsos y Zacharias Gkouskos (ENV/TUC).

*Existe una gran cantidad de información adicional a esta publicación disponible en la web del proyecto PURE: [www.pure-eie.com](http://www.pure-eie.com). Cualquier contribución adicional a esta publicación es bienvenida. Si tiene alguna duda o comentario, por favor contacte al coordinador, Sabino Elorizapatrietxe, ROBOTIKER-Tecnalia, Parque tecnológico Edif. 202, Zamudio.*

CON EL APOYO DE:

**Intelligent Energy**  **Europe**

## AVISO LEGAL

El contenido de esta publicación solo compromete a su autor y no refleja necesariamente la opinión de la Comunidad Europea. La Comisión Europea no es responsable de la utilización que se podrá dar a la información que figura en la misma.



ROBOTIKER-Tecnalia  
[www.robotiker.es](http://www.robotiker.es)



**EVE** | Ente Vasco  
de la Energía

ENTE VASCO DE LA ENERGÍA  
[www.eve.es](http://www.eve.es)



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO  
[www.ist.utl.pt](http://www.ist.utl.pt)



SCHEUTEN SOLAR  
[www.scheutensolar.de](http://www.scheutensolar.de)



PROVINCIA DI SAVONA  
[www.provincia.savona.it](http://www.provincia.savona.it)



SLOVAK INNOVATION AND ENERGY AGENCY  
[www.siea.gov.sk](http://www.siea.gov.sk)



TECHNICAL UNIVERSITY OF CRETE  
Department of Environmental Engineering  
Renewable and Sustainable Energy Laboratory - ReSEL  
[www.enveng.tuc.gr](http://www.enveng.tuc.gr)

Con el apoyo de:

**Intelligent Energy**  **Europe**