

11. Estableciendo la Integración de dispositivos fotovoltaicos

H. Boileau Universidad de Savoie, FR

Resultados del aprendizaje

Al final de este capítulo, el lector será capaz de:

- Evaluar las ventajas y desventajas de las técnicas de integración diferentes, dependiendo de los objetivos de un proyecto
- Entender y ayudar a la obra de un arquitecto.

Información general

Se utilizan generalmente las siguientes categorías de productos de construcción y procesos técnicos, lo que permite varias configuraciones para la integración de dispositivos solares fotovoltaicos al armazón de un edificio:

- módulos fotovoltaicos en tanques metálicos;
- integración en tejado inclinado;
- sello de módulos fotovoltaicos integrados en plástico o bituminosos;
- Módulos semi transparentes o translúcidos que para llevar a cabo los elementos de fachada, marquesinas solares y áreas sombreadas, protecciones de sol.

Estas diferentes soluciones técnicas se detallan en este capítulo.

La técnica para el montaje de los módulos en general es la misma que se utiliza para los componentes estructurales que substituyen. En consecuencia, un tejado fotovoltaico integrado utiliza las técnicas de los techadores y el montaje de una fachada fotovoltaica cae a los especialistas de la fachada. El papel de la persona encargada del estudio, la coordinación y la realización del proyecto será principalmente especificar que las características del elemento fotovoltaico listo para reemplazar el componente estructural son equivalentes, garantizando las condiciones de funcionamiento del generador fotovoltaico. Muchos fabricantes existen hoy que específicamente producen módulos para integración. Los principales proveedores de módulos estándar ampliaron su gama hacia componentes más grandes, sin marco y con un borde más amplio sin celular, permitiendo la

integración. El módulo "a medida" es generalmente más costoso, pero a menudo es posible adoptar las más potentes técnicas de montaje y se adapta mejor al concepto del arquitecto. Las soluciones de integración de sistemas fotovoltaicos son clasificables en dos categorías principales:

-Sistemas propietarios (ofrecidos por un fabricante) consisten en un estructura/marco de integración asociado con paneles fotovoltaicos. Algunos de estos son las membranas flexibles, Tejas y pizarras en el que se proporciona sellado mediante la superposición de los módulos y los sistemas estándar, por el que se asegura sellado sin superposición.

-Dispositivos no vinculados a un determinado tipo de sensor/módulo del PV. Estas soluciones se utilizan para permitir la compra de la energía fotovoltaica desde cualquier proveedor de elección. Lso de área fotovoltaica azulejos incluido en esta categoría, como se ofrecen como azulejos normales no hace falta un marco especial.

Módulos fotovoltaicos integran en marcos de metal

Al principio, los marcos del metal fotovoltaicos fueron utilizados principalmente con células amorfas. Estaban utilizando un soporte flexible lo que permite una fácil Unión de soportes metálicos. Cada vez más, los fabricantes están desarrollando productos que utilizan las células cristalinas.

Existen varios tipos de marcos de metal en el mercado; su principal diferencia es la aleación o metal empleado (acero o zinc generalmente), y luego se distinguen por el tipo de unión entre los fotogramas. Se distinguen varios tipos de conexiones entre los marcos, las "uniones cubiertas", "uniones con clips", el "cruce con costuras a pie" y "uniones angulares".

Uniones del marco cubierto

Consiste en un metálico que cubre el borde de dos sucesivos marcos de metal para llevar a cabo el sellado. La fijación de los marcos se realiza entonces en las partes elevadas.



Figura 2.1 cubierta de cruces

Uniones con presillas

La Unión de los dos bastidores sucede mediante la superposición de una sección adicional metálica que cubre los dos extremos de los marcos. Los bordes se doblan para arriba hacia el interior para garantizar la estanqueidad. Por otra parte, se doblan los bordes de los marcos para evitar la surgencia de agua durante la lluvia o de limpieza.

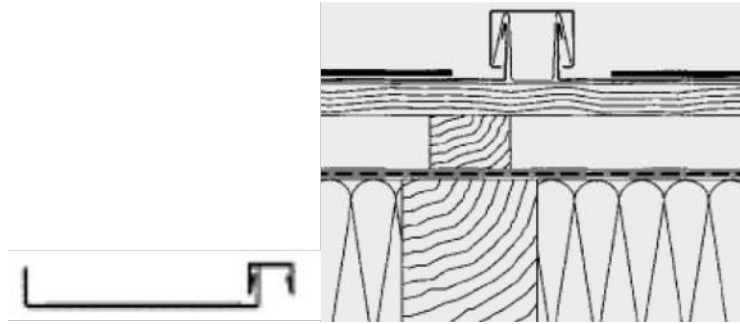


Figura 2.2 empalmes de grapas

Uniones con una costura "a pie"

La técnica de costura a pie caracteriza un montaje longitudinal de los depósitos yuxtapuestos en techos inclinados. El plegamiento y el cierre del perfil se llevan a cabo de manera artesanal o mecánicamente usando máquinas (generador de perfiles y cerrador).

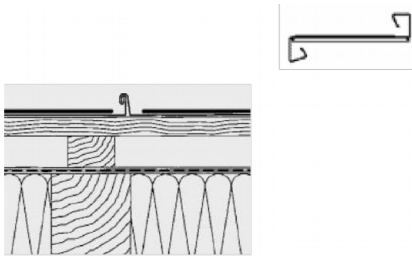


Figura 2.3 cruce con costura de pie

Uniones "con el empalme de la esquina"

La técnica de esquina conjunta es utilizable para pendientes a partir de 25°. El cierre de las juntas de los marcos de los perfilados es particularmente simple, debido a que la Unión de esquina acabado se produce doblando solamente una ala.

Los marcos se colocan en un internado de la planta; se reserva un espacio libre en la parte posterior de los marcos de los cuadros de las conexiones de los módulos. Las conexiones a las cajas por lo tanto deben ocurrir antes de la fijación de los marcos de la estructura que lleva.

Para garantizar una ventilación debajo de los módulos, un mínimo de espacio debe dejarse libre bajo los depósitos, y la mínima inclinación de la cubierta debe ser de 6 ° (otra vez teniendo en cuenta la evacuación del agua de lluvia y la condensación).

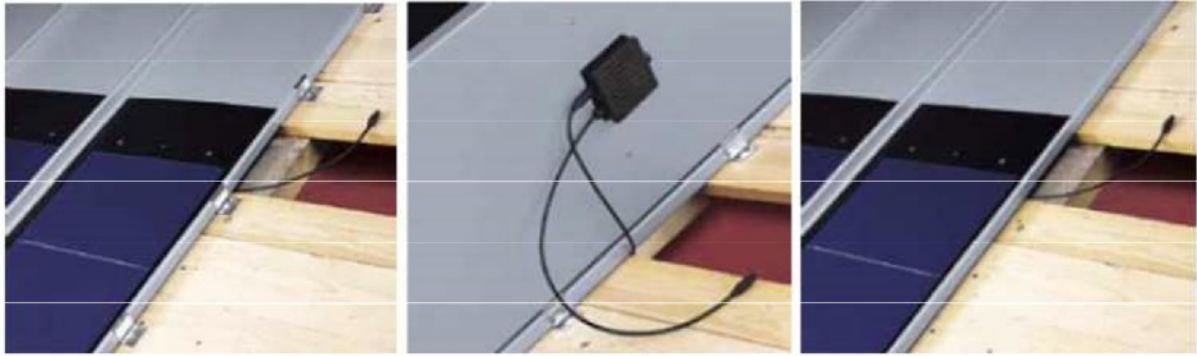


Figura 2.4 implementación de los paneles Rheinzink (según documentación del fabricante)

Por último, se pueden citar los siguientes fabricantes de cubas metálicas fotovoltaicas (lista no exhaustiva): RHEINZINK KALZIP de Corus sistema edificio, ARCELOR MITTAL, tierra de sol 21,...

Conclusión sobre los marcos de fotovoltaicos

Los marcos de metal fotovoltaicos son soluciones ideales para techos tradicionalmente cubiertos de paneles metálicos. Sin embargo es necesario tomar algunas precauciones para su uso:

- Todos los marcos de metal utilizan adhesivos para fijar los módulos fotovoltaicos en los marcos: la sostenibilidad de las articulaciones es un elemento primordial en el diseño y la implementación de dichos techos.
- La ventilación de los marcos de fotovoltaicos es más importante que las células que son sensibles a la subida de temperatura. A pesar de que ciertas células se comportan relativamente bien cuando calientan ($-0.2\%/^{\circ}\text{C}$), este no es el caso de otras células (por ejemplo, tipo multicristalino) donde la productividad cae drásticamente si no se proporciona la ventilación adecuada ($-0.45\%/^{\circ}\text{C}$). Así, para estos tipos de productos, es preferible mantener una apertura amplia para el aire a circular bajo la estructura y favorecer techo grandes pendientes (por lo menos $15-20^{\circ}$).
- Los módulos colocados en techos o fachadas son difíciles de alcanzar y deben ser considerados con el objetivo de necesidad de control o mantenimiento. En consecuencia, la calidad del cableado tiene una importancia muy particular. Los módulos con bornes enchufables para los cables son preferibles sobre los bloques de conector con tornillos que tienden a aflojarse en el largo plazo. Para facilitar el cableado de las cadenas de fotovoltaicos en fachadas y cubiertas, las gamas del conector se mejoran regularmente.

Por último, debe señalarse que los marcos de acero fotovoltaicos requieren más metal que un módulo fotovoltaico contado tradicional. Desde metal requiere más energía para su producción y balanceo, el tiempo de la cuenta de energía de módulos fotovoltaicos en marcos de acero es más largo que el de los módulos tradicionales.

Integración de sistemas fotovoltaicos en techos inclinados

Mayoría de los sistemas existente tiene similitudes constructivas con respecto a los sistemas de impermeabilización actuales sobre el perímetro de la instalación (flashings):

- En la parte superior, una aleta de metal o de plástico se fija debajo de la línea de azulejos de (o pizarras) situado encima de la instalación y cubre la parte superior de la instalación sin necesidad de bloquear las células. Si la instalación es en la parte superior de la cubierta, el elemento será el revestimiento del canto.

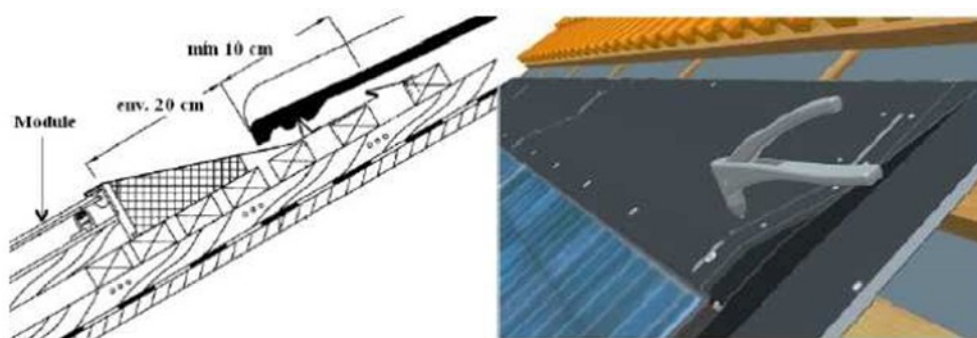
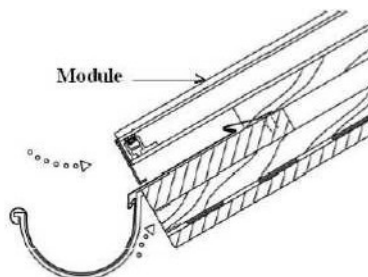
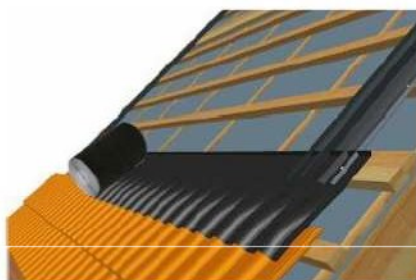


Figura 3.1: Diagramas sobre el cierre en la parte superior de una instalación PV (montaje de aviso para los sistemas "Sol Montagesysteme25i" de la S.E.N y Energyroof)

- En la parte inferior, una aleta de polímero o plomo cubre la parte superior de los azulejos (o pizarras) y se baja de la instalación PV. Al final del techo, una saliente del módulo sobre el drenaje o el uso de un elemento de bloqueo asegurará el lacre por prevención de surgencia.



Figura

3.2: Diagramas del lacre inferior de una instalación PV (montaje de los sistemas de "sol Montagesysteme25i" desde el techo de la S.E.N y energía)

- A la izquierda y a la derecha, en la mayoría de los casos, un conductor de desagüe de metal en los lados de la azotea y la instalación transmite el agua recogida en el desagüe ubicado en la parte inferior de la instalación. En otros casos, el cierre se

realiza mediante una técnica similar a las descritas anteriormente, con bandas de polímero.

Los elementos recurrentes de los sistemas de impermeabilización son los rieles y perfiles de aluminio, los paneles y los sellos.

Los sistemas de integración así se distinguen principalmente por las soluciones utilizadas para asegurar el sellado entre los paneles y la unidad de fijación de los módulos en el techo. Por último, algunos fabricantes de techo integran sistemas fotovoltaicos (lista no exhaustiva):

CONERGY FONROCHE ENERGÍA, MARCHEGAY, MECOSUN, SCHOTT SOLAR, SCHÜCO, SOLARCENTURY, SOLARWORLD, SUNTECH POWER, SYSTOVI, TENESOL, VOLTECSOLAR...

Azulejos fotovoltaicos

Los azulejos fotovoltaicos se desarrollaron principalmente para ofrecer una adaptación de los sistemas fotovoltaicos en los techos, para aumentar las posibilidades de aceptación y uso por el público.

Sin embargo, presentan importantes desventajas:

entre mas pequeño son los azulejos, más el número de conexiones y así aumentan los riesgos de mal funcionamiento. Además, se alarga el tiempo de instalación.

Su costo es mucho mayor que los tradicionales módulos para la misma potencia. Por lo tanto, los azulejos se reservan generalmente para instalaciones de pequeña potencia.

Poca información existe sobre el rendimiento de azulejos de PV en funcionamiento real y a largo plazo. Sin embargo, puede ser aproximadamente estimaron como similar al funcionamiento de los módulos del mismo tipo.

El elemento principal para supervisar la instalación de azulejos cristalinos es la ventilación de la parte inferior, que podría reducir la producción esperada si el espacio debajo de los azulejos no es suficiente para su refrigeración durante el verano.

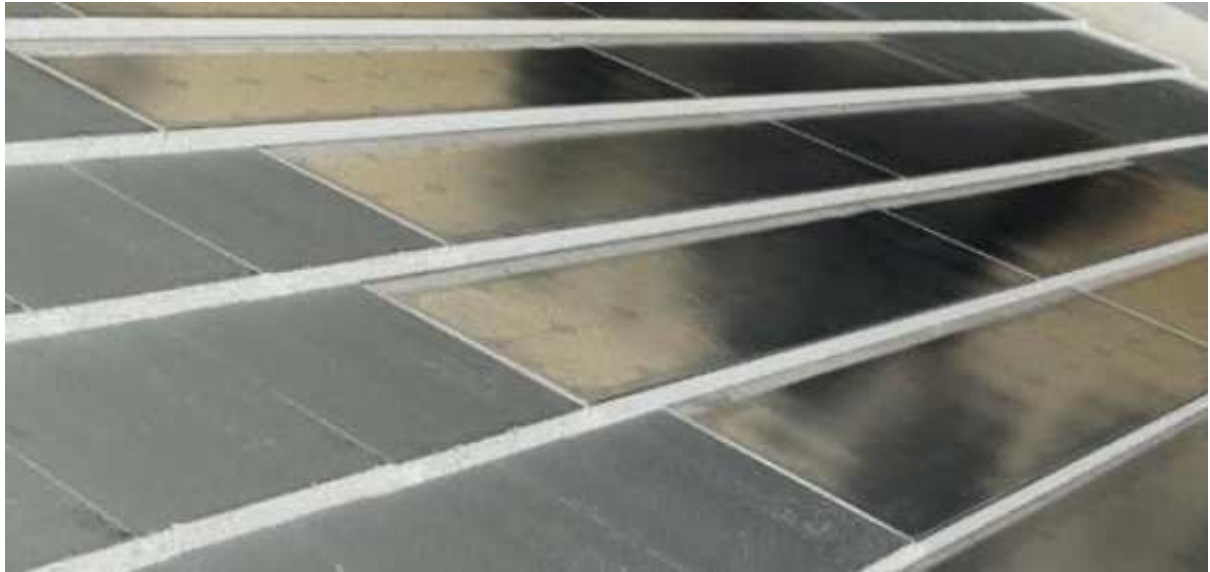


Figura 3.3: Imagen general de un techo con siglo Solar azulejos

Los azulejos fotovoltaicos policristalinos o monocristalinos para asegurar la estanqueidad del techo mobiliario superpuesto y mecánico de los módulos PV.

Los siguientes criterios hacen posible especificar y evaluar los azulejos fotovoltaicos en términos de rendimientos y riesgos:

- El peso kg/m^2 (de 8 a 50) y el número de azulejos por m^2 es variable dependiendo de los productos;
- La inclinación de la cubierta apoyo;
- La densidad de la relación de energía superficial de cerca de 130 W/m^2 para los módulos policristalinos y 140 W/m^2 para el monocristalino unos;
- La eficacia de salida variable, que van de 13 a 15% según la tecnología de los módulos;
- Conexión de tecnología de los módulos (MC3, MC4, IPC65,...);

Por último, algunos fabricantes de azulejos solares fotovoltaicos (lista no exhaustiva): ALEO SOLAR,

ENFINITY, CAPTELIA, IBC SOLAR, sistemas de montaje, KYOCERA FINECERAMICS, ROTOFRANK, SOLARCENTURY, SOLAR FABRIK, St GOBAIN SOLARSYSTEMS...

Membranas flexibles

Una estructura tradicional de un techo adaptado para la instalación de una membrana de silicio amorfo fotovoltaicos generalmente se hace de un bastidor de acero que desempeña el papel de soporte mecánico, un aislante de calor, luego un sello.

El aislante térmico está fijado mecánicamente en el techo; las membranas fotovoltaicas se fija mecánicamente en el aislador y soldadas térmicamente.

Dos opciones para los cables de conexión de las membranas:

- Las conexiones se realizan desde el exterior en la azotea;
- El teleférico es conducido debajo de las membranas (ver figura 5.1);

Luego, los cables se agrupan en uno o más pasajes al interior del edificio a través del aislador y la estructura que lleva. Una vez que los cables son llevados dentro del edificio, el electricista puede realizar la conexión eléctrica.

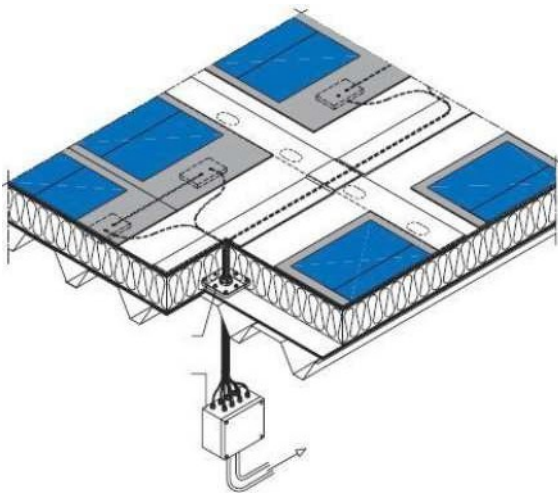


Figura 5.1: Ejemplo de un techo con y sello de fotovoltaica de paso de los cables (fabricante Alwitra)

Los siguientes criterios permiten la especificación y evaluación de las membranas fotovoltaicas en términos de rendimientos y riesgos:

- El peso varía de 5 a 10 kg/m² dependiendo de los productos;
- La densidad de cociente de la energía superficial es de unos 50 Wc/m²;
- La salida de unos 7 a 8%;
- Tecnología de conexión de los módulos (MC3, MC4 de tornillo o bloques de conexión);
- La posibilidad o no de caminar sobre las membranas;
- El riesgo de romper las células;
- El riesgo de deshacer de los módulos fotovoltaicos;
- El paso de los cables en un conducto de salida (dependiendo del producto utilizado);

- La necesidad o no (dependiendo del producto) de perforar el aislamiento y la estructura para el paso de los cables hacia el inversor; - La necesidad de especializado o certificado de montaje de equipos; - La pérdida de rendimiento del aumento de la temperatura.

Por último, algunos fabricantes de sellos de fotovoltaicos (lista no exhaustiva): DERBIGUM ALWITRA, SMAC, UNISOLAR, MEPLE, SOLARDIS,...

Ref.: El diario de fotovoltaica de octubre de 2011, edición especial #6

Fachadas fotovoltaicas

Utilizan las mismas unidades de accesorio como las fachadas convencionales de plateado. Generalmente, son rieles verticales fijados al esqueleto del edificio, a cierta distancia, para tomar en cuenta el aislamiento térmico y ventilación de los paneles. Las bridas de montaje deben permitir un alineamiento muy preciso de los rieles y desplazamientos longitudinales debido a la dilatación. Los tornillos de las placas fotovoltaicas en los rieles también deben asegurarse una buena alineación y una ligera tolerancia vertical. Por otra parte, la Asamblea, el cableado y la posible sustitución de sólo un módulo deben ser posibles. El sistema generalmente empleados para la fijación de las placas de cerámica en fachadas son buenos candidatos para el ensamblaje de estos paneles.

Una buena ventilación de la parte inferior debe tenerse en cuenta en caso de gran altura. No debemos olvidar que las condiciones que recoge no son óptimas (inferior en aproximadamente un 30% que en un techo). Una fachada sur muestra unas interesantes condiciones de recoger en invierno, oriental y occidental están más desfavorecidos y un cálculo preliminar es esencial.



Figura 6.1 fachada fotovoltaica, Universidad Tecnológica de Lappeenranta, Finlandia (cortesía H.BOILEAU)

Módulos fotovoltaicos translúcidos y semi transparentes

Cualquier tipo de módulos semi transparentes y translúcidos puede adaptarse para ser utilizado como una cubierta o parasol. Desde un punto de vista estético, algunos tienen una forma particular que es apropiada para este tipo de aplicaciones.

Los tipos de anclajes utilizados son similares a los de elementos arquitectónicos en la fachada. La parte importante del montaje es el cuerpo que contiene los módulos, ya que debe mantenerlos sin bloqueo ni degradándoles. Algunos sistemas permiten integrar módulos sin marco y apoyarlos con uniones metálicas y elementos (ver figura 6.1.1, izquierda); otros utilizan módulos con Marcos fijados en soportes metálicos (Figura 6.1.1 de la derecha: vista de debajo y en el medio: vista desde arriba).



Figura 6.1.1: Ejemplos de apoyo y sol visera

Unidades de fijación con clips o ganchos son posibles. Existen módulos específicamente dedicados al uso de parasol como cubierta. Ésos tienen puntos reservados para fijaciones, que son zonas sin células fotovoltaicas y pueden ser perforadas para el montaje sobre el soporte (Figura 6.1.2).



Figura 6.1.2: Fijación de los módulos por perforaciones en zonas sin celular

Muchos proveedores de estas cubiertas existen en el mercado. Principales proveedores del sector fotovoltaico (MSK, SCHOTT SOLAR, TENESOL, SCHÜCO,...) suelen ser capaces de proporcionar este tipo de servicio. Además, muchos proveedores de material de fachada y fabricantes de aberturas o elementos arquitectónicos ofrecen líneas de productos con energía fotovoltaica.

Módulos de translúcido

Los paneles translúcidos policristalinos y monocristalinos disponibles tienen una estructura idéntica a los módulos tradicionales, con la diferencia que están encapsuladas entre dos capas de materiales transparentes, ya sea con Tedlar en la parte de atrás o fuera biglass. La parte que no contiene células fotovoltaicas permite así la luz del sol atravesar lo que da un efecto de encuadre en la sombra proyectada. Los paneles translúcidos están perfectamente adaptados para integración en cubierta o parasol. Combinan varias funciones: procesos constructivos que sustituyen a los materiales de construcción convencionales, protección contra el sobrecalentamiento durante el verano debido a la radiación solar directa, producción eléctrica y finalmente mayor estética.

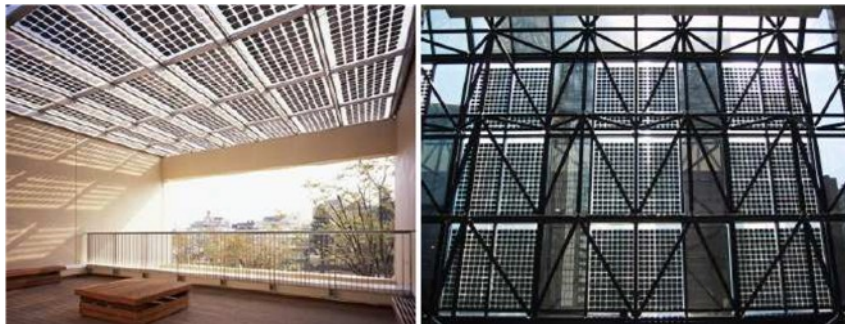


Figura 6.2.1: Ejemplo de integración de módulos translúcidos

Módulos semitransparentes

Modelos semitransparentes, consisten en bandas tradicionales de células (procedió de serialización integrada en azulejo por tres rayos de láser), módulos estándar en capas finas de silicio amorfo semi perpendicular separados por hendiduras rectangulares (Solems patente) o circular (patente de Sanyo), cuya distancia entre dos ranuras debe ser menor que el diámetro de la pupila del ojo humano.

Por lo tanto, una persona ubicada detrás el módulo ve perfectamente imágenes al otro lado del módulo, con una opacidad ligera relacionada con transmitancia (típicamente el coeficiente de transmisión luminosa es entre 5 y 10%). Los módulos ensamblados en doble acristalamiento hacen posible minimizar la transmisión de las aportaciones solares dejando sólo el 10% de la luz que vaya a través.

Los módulos semi-transparentes pueden ser integrados en edificios con muchos sistemas diferentes de integración, y por lo tanto sus aplicaciones son múltiples (por ejemplo, cubierta, fachada, donde).



Figura 6.3.1: Ejemplos de integración de módulos en fachada y cubierta



Figura 6.3.2: Ejemplo de integración de fachada y cubierta de paneles semitransparentes Schott-

Solar

Asilo de fotovoltaicas

Más allá de la carga de baterías para vehículos eléctricos, asilos pueden contribuir a la adopción de nuevos usos y nuevos servicios:

- Mobiliario urbano,
- alumbrado público en el suelo y en el aire,
- anuncio luminoso,
- ...

La adopción masiva de los asilos requiere la reducción de los costos de inversión:

- Fundaciones de pilotes de acero en lugar de bloques de hormigón,

- Encendedor de llevar estructuras de favorecer un "sistema de la integración", combinando el primario con Marcos y soportes de acero galvanizados para módulos fotovoltaicos.

Activos de los Asilos de PV:

- tecnologías maduras,
- producción eléctrica cerca de los lugares de consumo,
- Valoración directa de la movilidad eléctrica renovable,
- mayor comodidad del usuario, protección de los vehículos contra la lluvia y el sol,
- valorización de la energía de las superficies ya artificializadas (no mas el consumo del paisaje natural o agrícola)
- potencial de terreno,

Un espacio de estacionamiento descubierto produce aproximadamente la energía que un vehículo eléctrico requiere para 15.000 km/año.

Retos y perspectivas:

- La adecuación de la producción eléctrica de la vivienda para satisfacer las necesidades de los vehículos tiene que revisarse,
- Una conexión a la red eléctrica será garantizar el reabastecimiento y evitar el desperdicio del exceso de producción,
- La gestión optimizada de la carga del vehículo es necesaria, teniendo en cuenta la producción solar frente a la tarifa de tiempo de la electricidad a la red,
- El asilo debe estar equipado con baterías estacionarias para el manejo de carga rápida u óptima,
- Para imaginar que vehículos eléctricos inteligentes, capaces de extraer carga mientras recarga sus baterías en asilo, almacenamiento de energía para la descarga en la residencia privada o a la red durante la demanda maxima de períodos, y luego rellenar en las horas de menor demanda.

Ref.: *Le Journal du Photovoltaïque* abril de 2013, especial número #

Conclusión

Este inventario de accesorios muestra que cada categoría de productos fotovoltaicos cuenta con aplicaciones especializadas. Para un proyecto determinado, el producto fotovoltaico puede elegirse generalmente de una o dos categorías de producto, según las características arquitectónicas del proyecto:

Los marcos de metal fotovoltaicos
integración de módulos en el techo
Azulejos fotovoltaicos
cubiertas fotovoltaicas
acabados de fachadas y balcones (módulos semi transparentes y translúcidos)
Asilos de fotovoltaicas.

Generalmente, los campos de aplicación para cada categoría son los siguientes:

Los marcos de metal fotovoltaicos serán ventajosos para aplicaciones reservadas a los marcos del metal tradicionales (hábitat en la región de la montaña, edificios industriales y comerciales). Se recomienda tomar algunas precauciones al elegir los marcos de metal; Hay alguna retroalimentación negativa sobre la degradación de los productos de hierro laminado fotovoltaico en los marcos con el paso del tiempo. Es de menor y aconsejable favorecer proveedores que aborda correctamente los problemas de expansión diferencial y para asegurarse de que el proveedor ofrece una garantía larga con el producto (superior a 10 años).

Los sistemas de instalación de módulos fotovoltaicos sobre cubierta se adaptan bien a los techos de las casas pero también son utilizables para otras superficies de techos. Algunos sistemas parecen garantizar una ventilación óptima parte inferior de los módulos y el uso adecuado del aire de ventilación. De hecho, uno necesitaría un marco de instalación garantizando 5 a 10 cm de espacio totalmente abierto entre módulos y techo para asegurar el enfriamiento satisfactorio de los módulos de ventilación natural o forzada.

Los azulejos fotovoltaicos, están diseñados principalmente como cubiertas de casa tradicional, que representa un campo relativamente limitado de aplicación. Constantemente son más caros que los módulos, su ejecución consume tiempo y requiere muchas conexiones eléctricas que aumentan el riesgo de mal funcionamiento. Por otra parte, azulejos usando la tecnología de silicio cristalino están a desventaja por que este tipo de aplicaciones tiene ventilación en la parte inferior de las cubiertas, en la mayoría de los casos, es difícil de asegurar.

Los sellos fotovoltaicos parecen bien adaptados a los techos industrial donde este tipo de sellado es favorable. Se aconseja a favor de productos que permiten el enrutamiento de los cables en el sellado y evitar la perforación del aislamiento de la azotea. También es una tecnología que ofrece fácil acceso a los cables cuando sea necesario (siempre y cuando se puede caminar sobre el aislante). También se recomienda para controlar la ubicación de los agentes de sellado y seleccionar armarios de fermentación de agua que garanticen la instalación libre de defectos de las membranas.

Para las **aplicaciones mediante de módulos fotovoltaicos en fachadas**, incluso si son módulos semitransparentes, translúcidos u opacos, que reemplazan una doble piel o una guarnición. Las unidades de integración se derivan de los sistemas existentes del sector de fachada con amplia información sobre el rendimiento y la resistencia mecánica de los montes. Puesto que el rendimiento eléctrico es garantizado por los proveedores de los módulos, estos sistemas de fachada figuran entre los más confiables productos de integración para la construcción. El principal parámetro a controlar es la buena ventilación de la parte inferior del módulo, para el caso de una doble piel y el caso de una fachada.

Así, en todas las aplicaciones mencionadas, el reto de una ventilación adecuada parece decisivo para el buen funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas. Por lo tanto siempre será necesario para calibrar los métodos de instalación de los productos y para proporcionar una ventilación suficiente de la parte inferior para los módulos.

Bibliografía

- The guide of photovoltaic - Ralf Haselhuhn, Uwe Hartmann; Edisun Power France 2014
- Photovoltaics in the urban environment: lessons learned from large-scale projects; Bruno Gaidon, Henk Kaan, Donna Munro Earthscan 2009; ISBN: 978-1-84407-771-7