

El Acero Inoxidable en Aplicaciones de Energía Solar

ISSF

INTERNATIONAL
STAINLESS STEEL



FORUM

El Acero Inoxidable en Aplicaciones de Energía Solar



Índice

Sistemas termosolares

Depósitos de agua caliente de acero inoxidable en sistemas de termosifón directos	2
Intercambiadores de calor de acero inoxidable en sistemas presurizados indirectos	5
Absorbedores acristalados de tipo laminar en acero inoxidable	7
Bastidores de acero inoxidable para paneles termosolares	9
Paneles de tejado de acero inoxidable no acristalados	10
Paneles de acero inoxidable no acristalados con revestimiento orgánico	12
Conectores	13

Células Fotovoltaicas

Módulos FV flexibles en tejados de acero inoxidable	14
Azoteas	14
Tejados inclinados	16
Integración arquitectónica	17
Dispositivos de fijación	19

Acero inoxidable – la opción sostenible	21
--	-----------

Capte la luz solar con acero inoxidable

La energía es un requisito imprescindible para la prosperidad de nuestra economía. Sin embargo, en muchas ocasiones el uso de la energía está asociado a la contaminación y el agotamiento de las fuentes no renovables. A menos que se aborden debidamente, los factores medioambientales pueden limitar nuestro desarrollo industrial y social futuro. La reducción de nuestra dependencia energética de las fuentes de energía clásicas y el suministro democrático de la energía a una población mundial en constante crecimiento son cuestiones clave para las generaciones actuales y futuras.

Afortunadamente, la naturaleza es generosa y proporciona grandes cantidades de energía. El sol es tan sólo una de las fuentes. El desafío radica en captar su radiación y transformar, transportar y almacenar la energía. Al igual que en muchas otras áreas de la transformación y el uso de la energía, el acero inoxidable desempeña un papel clave en la tecnología solar, con un gran potencial futuro de crecimiento.

En este folleto se detallan las mejores prácticas y soluciones de acero inoxidable actuales para aprovechar la energía del sol. Ofrece información a los diseñadores acerca de las soluciones de acero inoxidable actuales para la captación de energía solar, así como una visión general de las propiedades técnicas de este material. Animará a los propietarios de edificios y viviendas, tanto particulares como industriales e institucionales, a incluir la energía solar en sus proyectos de construcción. Esperamos que este documento también contribuya a establecer un enfoque optimista y proactivo con respecto a los problemas energéticos actuales.

En las sociedades modernas de hoy en día, el acero inoxidable se ha convertido en un material de uso habitual cuando se precisan soluciones técnicas para ciertas tareas clave (producción de alimentos, asistencia sanitaria, preparación de agua potable). Ahora el uso de la energía solar también puede añadirse a esta lista. Este folleto demuestra cómo y porqué.

Jürgen Fechter

Presidente del Comité de Desarrollo del Mercado
International Stainless Steel Forum



Sistemas termosolares

Los sistemas termosolares producen agua caliente, constituyendo la aplicación más extendida del uso de la energía solar. Incluso en las zonas de climas más frescos o durante las estaciones más frías, las instalaciones solares de tecnología avanzada pueden satisfacer la mayor parte de las necesidades de agua caliente de un edificio.

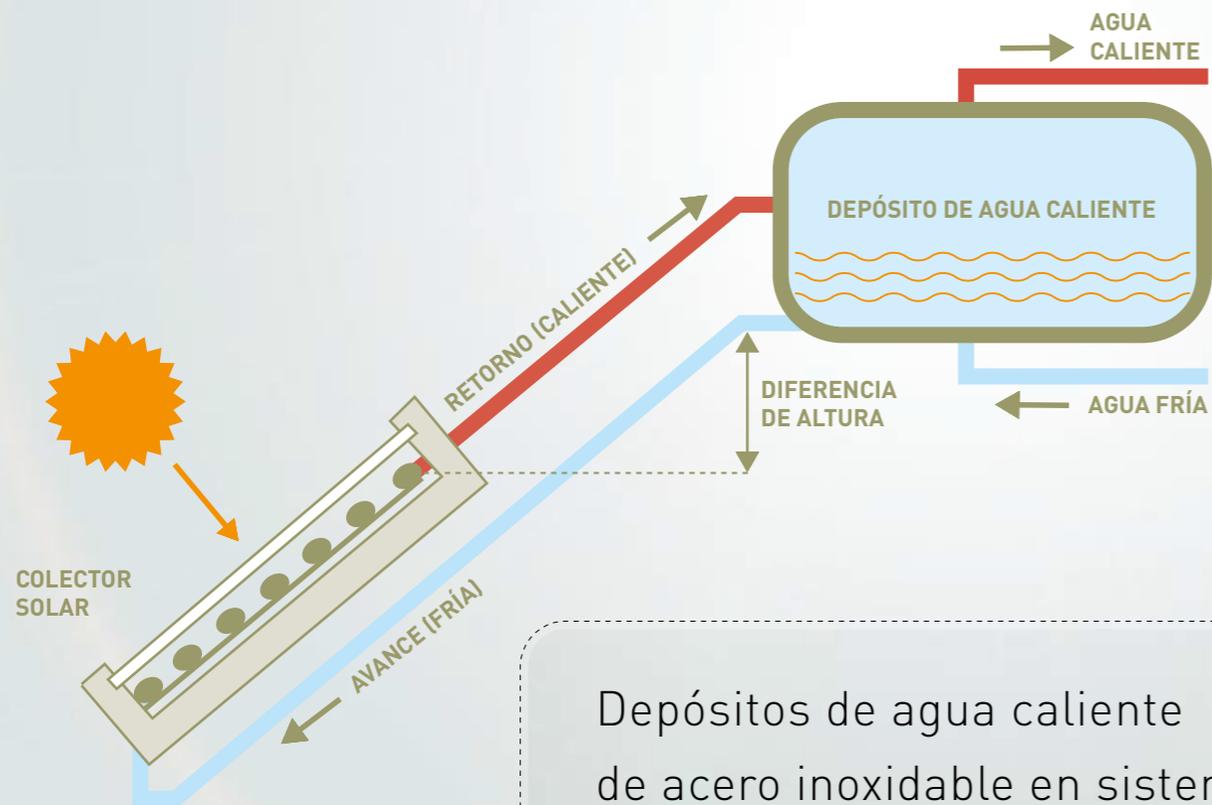


FIGURA 1: El principio de termosifón

Depósitos de agua caliente de acero inoxidable en sistemas de termosifón directos

Los sistemas de termosifón aprovechan el fenómeno físico de que la densidad del agua caliente es menor que la del agua fría. El colector consiste en una placa de color negro fabricada en un metal dotado de una termoconductividad elevada, a la que se suelda o conecta una parrilla consistente en tubos de metal. El conjunto se cubre con una lámina de cristal.

La placa colectora negra absorbe la mayor parte de la radiación solar incidente. El acristalamiento convierte el colector en una especie de invernadero, atrapando el aire calentado. La energía térmica captada se dirige hacia los tubos de metal, donde calienta el agua contenida en su interior. Cuando la densidad del agua caliente se reduce a medida que aumenta la temperatura, el agua caliente “más ligera” asciende (a través del retorno) al interior del depósito de agua caliente, donde se acumula en la parte superior. El efecto de bombeo natural hace que el agua fría de la parte inferior del depósito fluya hacia el colector.

La repetición de este proceso va calentando gradualmente toda el agua del depósito. El agua calentada se extrae de la parte superior del depósito y se utiliza como agua caliente de uso doméstico.

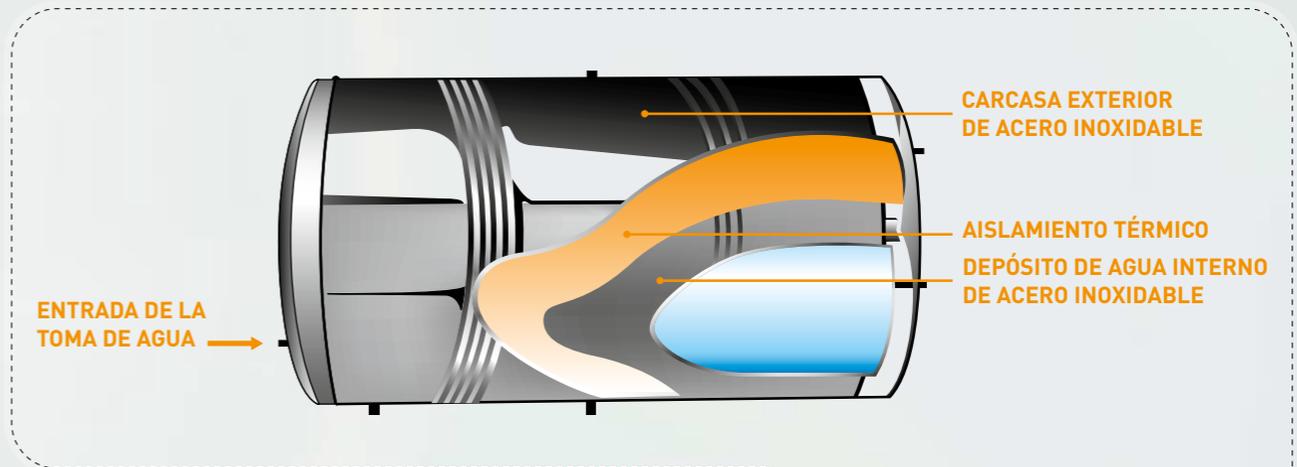


FIGURA 2: Depósito de agua caliente con camisa interna y externa en acero inoxidable de calidad 304 (Fotografía: sansung.com.tw)

Los sistemas de termosifón directos pueden utilizarse en aquellas partes del mundo libres de heladas. Los sistemas de termosifón están formados por depósitos con una camisa interna y una camisa externa (Figura 2). El acero inoxidable es un material excelente para ambas. El tanque interno está en contacto permanente con el agua caliente de uso, la cual debería tener el nivel de agua potable. Los aspectos higiénicos hacen del acero inoxidable una buena elección. Otros materiales pueden desarrollar fisuras, que podrían favorecer la proliferación de microorganismos. La corrosión de estos materiales podría provocar la aparición de superficies rugosas, susceptibles al desarrollo de bacterias y la adherencia de biopelículas. La corrosión puede afectar negativamente a la calidad del agua. Las soluciones de acero inoxidable evitan todos estos problemas desde un primer momento.

El depósito exterior sirve de contenedor tanto para el agua caliente como para el aislamiento térmico, reduciendo la pérdida de calor durante la noche. Debido a su exposición permanente a los elementos, el depósito exterior también debe ser resistente a los contaminantes atmosféricos. Las camisas externa e interna de acero inoxidable aseguran la misma vida de servicio para el depósito de agua caliente que para el conjunto de la instalación (Figura 3).



FIGURA 3: Los depósitos de acero inoxidable ofrecen unas condiciones higiénicas óptimas (Fotografía: jj-solar.com)



FIGURA 4: Hay una dilatada experiencia disponible en todo el mundo en lo relativo a las aplicaciones de tejados [Fotografía: jj-solar.com]



FIGURA 5: Las calidades de acero inoxidable de más alta aleación también son resistentes a las atmósferas costeras. Los ejemplos mostrados están situados en emplazamientos próximos a la costa atlántica [Fotografía: suntank.com]



El acero inoxidable asegura la durabilidad y el atractivo visual a largo plazo del depósito exterior, mientras que, en el caso del depósito interior, proporciona sus bien conocidas propiedades higiénicas, un aspecto relevante en los sistemas que envíen el agua directamente a la instalación doméstica.

Intercambiadores de calor de acero inoxidable en sistemas presurizados indirectos

En las zonas del mundo en las que se producen heladas, los sistemas indirectos son una solución habitual. A diferencia de los sistemas directos, que calientan el agua caliente de uso doméstico directamente, los sistemas indirectos utilizan un fluido que incluye un agente anticongelante como, por ejemplo, el glicol (Figura 6). El fluido circula en un bucle cerrado (el circuito primario). La energía térmica se transfiere al agua caliente doméstica mediante un intercambiador de calor.

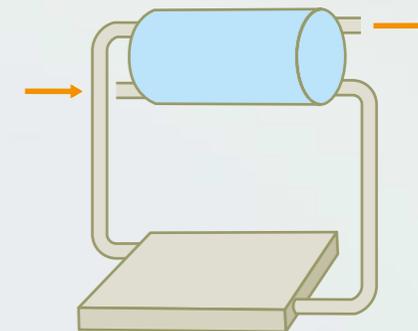


FIGURA 6: Sistema de termosifón directo

En los sistemas indirectos de mayor tamaño, es posible que el efecto de sifón natural carezca de la fuerza suficiente para asegurar la circulación. En este caso, se utiliza una bomba para mantener el circuito primario. Así pues, el sistema está presurizado y necesita energía eléctrica para funcionar debidamente. (Figura 7).

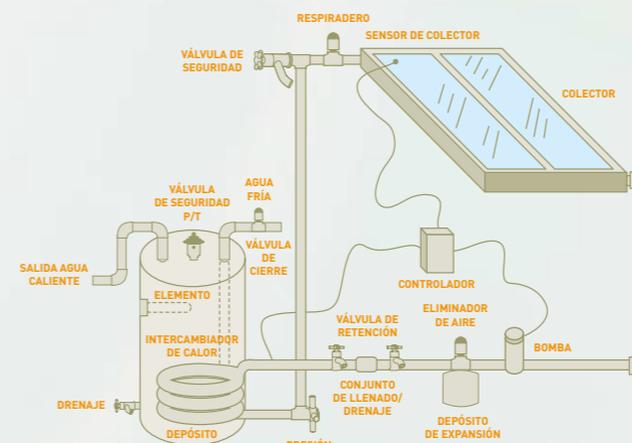


FIGURA 7: Sistema indirecto presurizado utilizando glicol

El depósito de agua caliente indirecto es la opción habitual en las regiones con marcadas diferencias entre las distintas estaciones del año. Durante los meses más fríos es necesario utilizar otras fuentes de energía convencionales (tales como petróleo, gas, biogas u otros tipos de biocombustibles) para producir agua caliente doméstica. La experiencia demuestra que en las zonas de clima templado el punto óptimo desde el lado económico se alcanza cuando el 60% de las necesidades energéticas globales se cubren mediante paneles solares y el 40% restante mediante otras fuentes de energía.



FIGURA 8: Depósito de agua caliente, vista exterior [Fotografía: rotex.de]

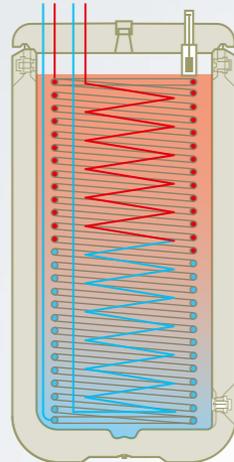


FIGURA 9: El fluido del circuito primario transfiere su energía térmica al agua caliente doméstica a través de tubos de acero inoxidable de paredes extremadamente delgadas [Fotografía: rotex.de]

El principio del intercambiador de calor (Figuras 8-10) también impide la acumulación de depósitos en el colector. El agua del grifo contiene con frecuencia cal y otras partículas que pueden acumularse en las tuberías, reduciendo finalmente la eficiencia del sistema.



FIGURA 10: Vista en corte mostrando el diseño del depósito de agua caliente [Fotografía: rotex.de]

Para facilitar la transferencia térmica, la pared del tubo debe ser lo más delgada posible. Debido a sus excelentes propiedades mecánicas, el grosor de las paredes de los tubos de acero inoxidable puede ser de tan sólo 0,3 mm. Las corrugaciones proporcionan al tubo la resistencia mecánica necesaria para resistir presiones de trabajo de hasta 6 bares, e incluso superar presiones de ensayo de 30 bares, sin romperse (Figura 11).



FIGURA 11: Tubo de acero inoxidable corrugado [witzenmann.com]

Al estar en contacto con el agua potable, el tubo también debe satisfacer unos requisitos higiénicos muy estrictos. Una vez más, el acero inoxidable (una elección estándar para los intercambiadores de calor en la industria alimentaria) se revela como un material ideal en estas aplicaciones.

Tanto desde una perspectiva higiénica como de rendimiento, el acero inoxidable es el material óptimo para los intercambiadores de calor en depósitos de agua caliente.

Absorbedores de tipo laminar en acero inoxidable acristalados

Los colectores solares acristalados son el tipo de panel solar más común. Producen un efecto invernadero en el espacio vacío existente entre la cubierta de cristal y el absorbente que atrapa la energía térmica. La mayor eficiencia se alcanza cuando la radiación solar incide sobre el panel en ángulo recto. Cuanto más se desvíe el ángulo de los 90 grados, mayor será la reducción del rendimiento energético debido a la proporción de radiación, cada vez mayor, reflejada por el cristal. La intensidad de este efecto también depende de la composición química y de la superficie del cristal. Los cristales antirreflectantes especiales pueden reducir significativamente la reflexión no deseada.

Los absorbentes convencionales incorporan paneles revestidos de materiales metálicos con una conductividad térmica elevada. La energía térmica se recoge y transfiere al fluido (Figura 12).

RADIACIÓN SOLAR

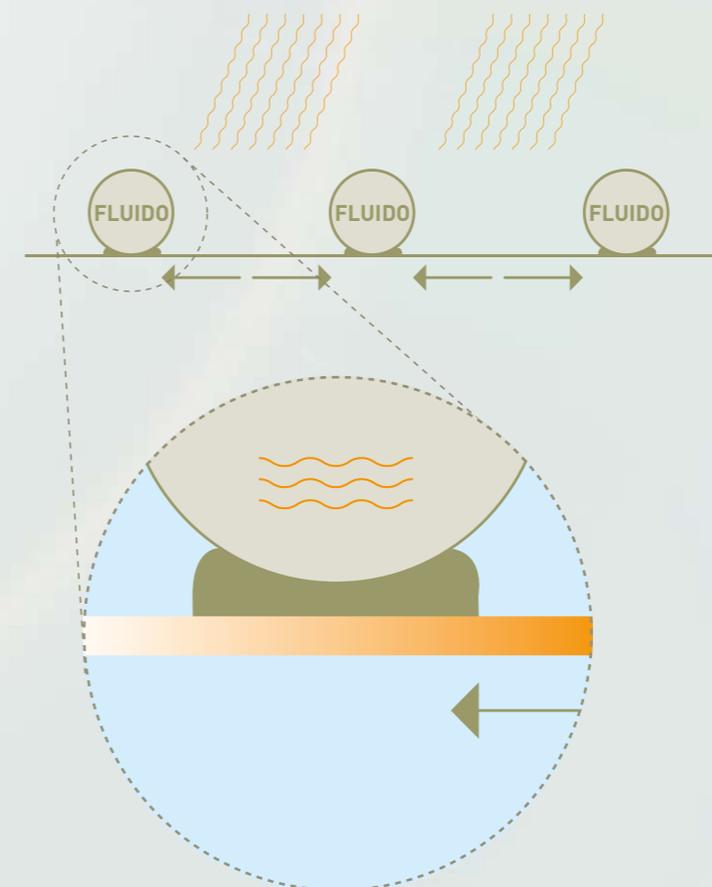
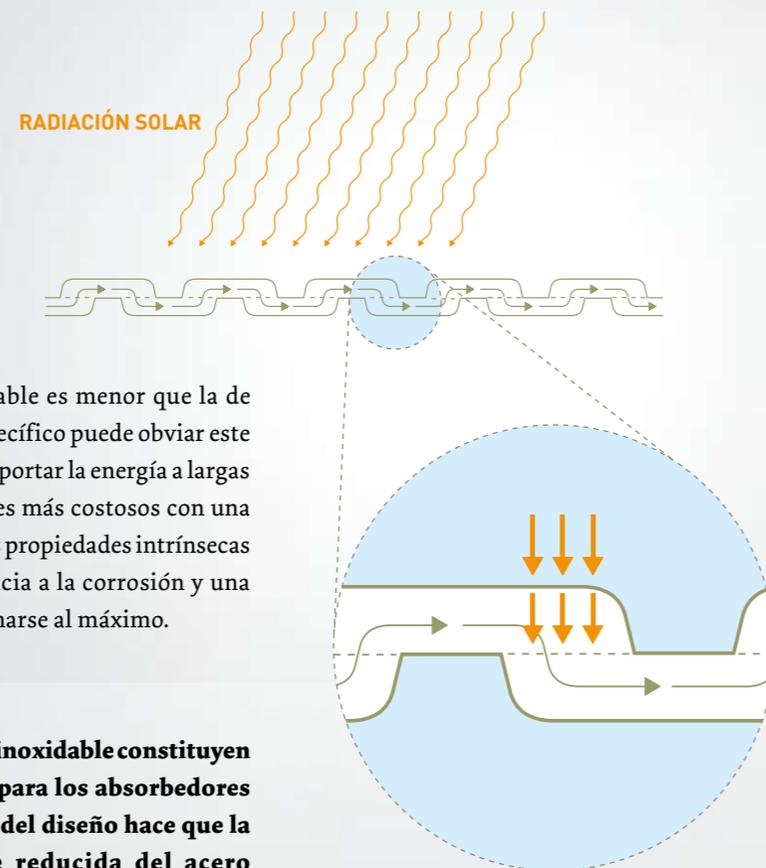


FIGURA 12: Principio de la transferencia térmica en paneles acristalados convencionales. La energía térmica debe transportarse a largas distancias hasta que pueda ser transferida al fluido, lo que requiere el uso de materiales caros, dotados de una conductividad térmica especialmente elevada para limitar las pérdidas térmicas.

El funcionamiento de los absorbentes de acero inoxidable se basa en una transferencia de la energía térmica más directa al fluido. Tan sólo 0,6 mm separan la radiación solar incidente del fluido del circuito primario. El calor tan sólo tiene que atravesar la chapa de acero inoxidable (Figura 13). El panel es mecánicamente resistente y está diseñado para ser utilizado en sistemas presurizados. Visualmente son similares a los colectores convencionales (Figura 14).

FIGURA 13: Principio de la transferencia de energía térmica en los paneles laminares de acero inoxidable. El acero inoxidable transfiere la energía térmica directamente al fluido, haciendo que este diseño resulte eficaz en función de los costes.



La conductividad térmica del acero inoxidable es menor que la de otros materiales. Sin embargo, un diseño específico puede obviar este inconveniente. Puesto que no es preciso transportar la energía a largas distancias, no es necesario utilizar materiales más costosos con una conductividad térmica elevada (Figura 13). Las propiedades intrínsecas del acero inoxidable, una excelente resistencia a la corrosión y una durabilidad extraordinaria, pueden aprovecharse al máximo.

Los absorbentes de tipo laminar en acero inoxidable constituyen una sólida solución técnica y financiera para los absorbentes acristalados (Figuras 14, 15). El principio del diseño hace que la conductividad térmica relativamente reducida del acero inoxidable sea un aspecto irrelevante.



FIGURA 14: Los absorbentes de tipo laminar de acero inoxidable constituyen una solución técnica y financiera favorable para los paneles termosolares acristalados [Fotografía: energie-solaire.com]



FIGURA 15: La eficiencia de los paneles acristalados es mayor cuando éstos están orientados hacia el sol del mediodía [Fotografía: energie-solaire.com]

Bastidores de acero inoxidable para paneles termosolares

Sea cuál sea el material utilizado para fabricar los paneles termosolares, éstos necesitan un bastidor resistente. Una vez más, el acero inoxidable se revela como la mejor opción. Los bastidores de acero inoxidable resisten las duras condiciones imperantes en las obras. Si bien la densidad del acero inoxidable es mayor que la de otros metales, también ofrece una resistencia mecánica mucho más elevada, lo que permite reducir el grosor de las paredes de los bastidores de acero inoxidable hasta un punto en el que su peso es similar al de las opciones de “metales ligeros” (Figura 16).

Debido a sus propiedades mecánicas únicas, los bastidores de acero inoxidable pueden ser muy delgados. Esto es de gran utilidad desde un punto de vista arquitectónico. Los bastidores de acero inoxidable también resisten cargas de viento y de nieve elevadas, una ventaja en aquellas zonas en las que los paneles estén expuestos a estos elementos.

El acero inoxidable se selecciona para el uso en paneles solares debido a su extraordinaria resistencia a la corrosión. Si bien los denominados metales ligeros se consideran con frecuencia resistentes a la corrosión, no son inmunes a ella. Sin embargo, puesto que los productos son de color blanco, la corrosión resulta menos visible. El acero inoxidable es totalmente resistente a la corrosión. Incluso si el material resulta dañado, su capacidad intrínseca de auto-reparación asegura que la superficie no se decolore u oxide. Esta propiedad única se denomina pasivación y es la razón por la que el acero inoxidable no necesita ningún revestimiento u otras formas de protección de la superficie para no perder el brillo.

Debido a sus elevadas propiedades mecánicas, los perfiles de acero inoxidable de los bastidores pueden ser mucho más delgados que sus equivalentes convencionales. El bastidor fabricado puede ser tan ligero como otras soluciones de “metales ligeros”.

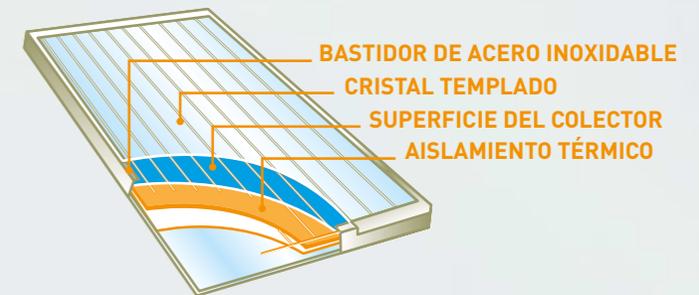


FIGURA 16: Los perfiles de acero inoxidable pueden ser tan ligeros como sus equivalentes convencionales

¹ El vídeo *Stainless Steel - Self Protecting for Lasting Value* ofrece una explicación entretenida y fácil de comprender de la pasivación en el acero inoxidable. Puede verse en la página Web del ISSF worldstainless.org.

Paneles de tejado de acero inoxidable no acristalados

¿Por qué instalar paneles solares en la envolvente del edificio si éstos pueden ser la envolvente? Hace más de 20 años, los diseñadores desarrollaron un sistema que integra ambas funciones. Por una parte es un panel de tejado arquitectónicamente atractivo y, por otra, un colector solar.

El sistema utiliza un panel tipo laminar. El panel consiste en dos láminas de acero inoxidable de 0,6 mm con una estructura tipo oblea (Figura 17). Las dos láminas se montan espalda contra espalda, con los picos situados frente a los valles de modo que el fluido pueda circular por los espacios resultantes. Ambas láminas pueden soldarse por puntos entre los resaltes cuadrados y mediante soldadura continua en su periferia. Esta configuración asegura una distribución uniforme del flujo de agua en el panel (Figura 18).

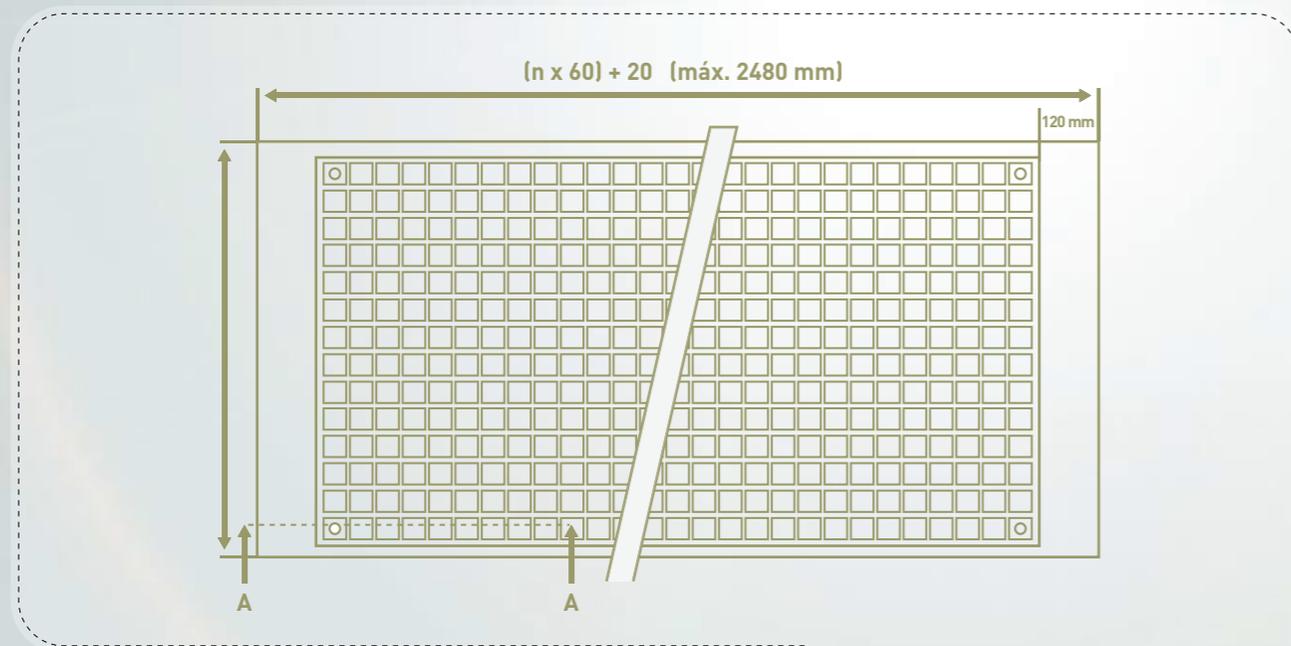


FIGURA 17: Láminas de acero inoxidable tipo oblea



FIGURA 18: Conjunto de dos láminas, soldadas por puntos entre sí para formar un absorbidor tipo laminar.

La superficie exterior está cromada en negro. Esta capa funcional recuerda a los materiales clásicos utilizados en los tejados como la pizarra o las tejas, convirtiendo el empanelado en un rasgo arquitectónico. La reflectividad del panel es reducida, haciéndolo totalmente compatible con cualquier entorno edificado (Figura 19).

Los colectores pueden perder calor por la noche si no están acristalados. Si el rendimiento por metro cuadrado es el único factor a tener en cuenta, la eficiencia global de los colectores no acristalados puede ser menor que la de los paneles de tejado convencionales. No obstante, puesto que los colectores pueden reemplazar totalmente a los paneles convencionales (Figura 20) en la envolvente del edificio, se dispone de una mayor superficie para compensar este efecto.



FIGURA 20: Los absorbedores pueden reemplazar totalmente a la lámina de tejado convencional (Fotografía: energie-solaire.com)

En los sistemas acristalados, la eficiencia global de un panel depende en gran medida de su orientación. En los sistemas no acristalados, los efectos de la inclinación y la orientación son reducidos, sin que resulte esencial una posición inclinada orientada hacia el sol del mediodía. La radiación difusa también se absorbe. Debido a estas razones, los paneles de acero inoxidable no acristalados también pueden utilizarse en superficies verticales, cubriendo incluso fachadas completas (Figura 21).

Los paneles no acristalados también pueden utilizarse para generar procesos de calor (Figura 22) o para calentar piscinas. Las pruebas de laboratorio, junto con más de 20 años de experiencia práctica, demuestran la durabilidad de las soluciones de acero inoxidable.

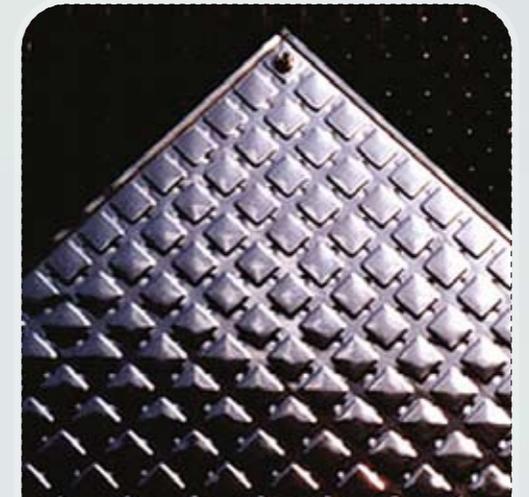


FIGURA 19: La superficie cromada en negro es eficiente como colector de energía térmica, además de integrarse satisfactoriamente en cualquier entorno arquitectónico (Fotografía energie-solaire.com)



FIGURA 21: La superficie cromada en negro es eficiente como absorbidor de energía térmica, además de integrarse satisfactoriamente en cualquier entorno arquitectónico (Fotografía energie-solaire.com)



FIGURA 22: Paneles de acero inoxidable utilizados para generar calor en el procesado de una planta de secado de hierbas aromáticas en la isla de Mallorca, España [Fotografía: energie-solaire.com]



FIGURA 23: Panel de tejado solar de acero inoxidable con revestimiento orgánico [Fotografía: plou i fa sol, copidees@coac.net]



FIGURA 24: Paneles solares de un edificio de apartamentos en Reus, Tarragona (España); Fotografía: plou i fa sol, copidees@coac.net

Los paneles de acero inoxidable no acristalados con revestimiento electrolítico utilizan eficazmente la luz solar y la radiación difusa con diferentes ángulos de incidencia. El tenue brillo de la superficie metálica negra hace de los paneles tipo laminar un elegante elemento arquitectónico para techos y fachadas.

Paneles de acero inoxidable no acristalados con revestimiento orgánico

En la producción de paneles solares también se utiliza chapa de metal con revestimiento orgánico. El acero inoxidable es un sustrato ideal. Incluso si el revestimiento resulta dañado, por ejemplo durante el montaje, el material de soporte no se ve afectado por la corrosión. Se utilizan colectores de tipo laminar (Figura 23).

El diseño racional proporciona una solución económica. El acero inoxidable ferrítico (una aleación de hierro-cromo) también se ha utilizado con éxito². El uso de la energía solar no está en modo alguno limitado a edificios de prestigio y de alto nivel, sino que también tiene sentido en los edificios de apartamentos. Algunos países o autoridades locales han hecho obligatorio el uso de la energía solar en algunos tipos de edificios concretos como nuevos bloques de apartamentos que superen un tamaño específico. Las viviendas de protección oficial no son ninguna excepción. Especialmente en los climas cálidos, donde hay una gran abundancia de luz solar, los paneles tienen un gran potencial para aplicaciones de volumen elevado. (Figura 24).

El panel sándwich también tiene un peso especialmente ligero. Puede fijarse a estructuras de acero ligeras, proporcionando un tejado inclinado a bajo precio (Figura 25).

² En el folleto *La Solución Ferrítica*, que puede descargarse desde la página Web del ISSF worldstainless.org, podrá encontrar más información acerca de este grupo de aceros inoxidables

El acero inoxidable con revestimiento ferrítico es una solución económica, que integra la cubierta del tejado y los paneles solares en un único elemento de construcción.

Conectores

Independientemente del material utilizado en los paneles, los conectores se fabrican con frecuencia en acero inoxidable. El acero inoxidable ultra fino permite formar una estructura en forma de fuelle (Figura 26), que puede doblarse fácilmente. Los conectores no envejecen bajo la influencia de la radiación ultravioleta y son resistentes a la corrosión en las condiciones atmosféricas más diversas.

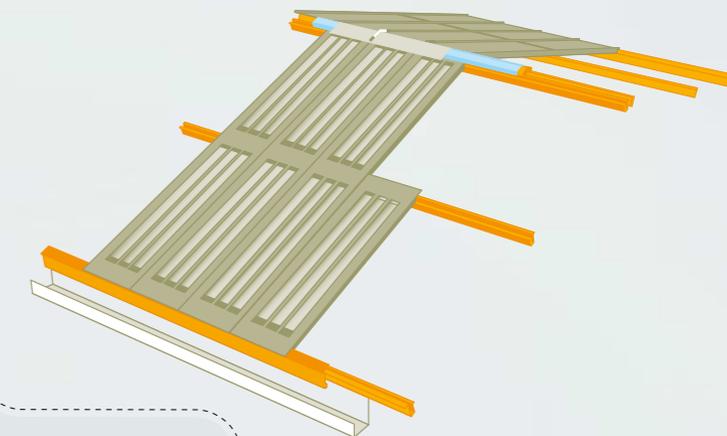


FIGURA 25: Paneles solares fijados a un estructura de acero ligera



FIGURA 26: Los conectores y los tubos de acero inoxidable son resistentes al envejecimiento y a la corrosión (euro-inox.org/witzenmann.com)

Células fotovoltaicas

Las células fotovoltaicas (FV) convierten la luz solar en electricidad. Hay un gran número de tecnologías disponibles para fabricar células FV. Una de las soluciones utiliza células en forma de obleas, que consisten en un silicio similar al utilizado en la fabricación de chips informáticos. Durante muchos años, la falta de capacidad de producción de estas células ha sido un obstáculo para el desarrollo de la tecnología. Actualmente se dispone de alternativas como las células amorfas, que ofrecen al usuario una amplia gama de opciones técnicas.

Módulos FV flexibles en tejados de acero inoxidable

La integración de los dispositivos solares es un importante aspecto a tener en cuenta en el diseño de los edificios. La envolvente del edificio (incluyendo tejados y fachadas) es un elemento siempre presente. Los elementos de construcción multifuncionales, como los colectores térmicos y los módulos FV, pueden convertir un tejado o una fachada en una central térmica o eléctrica.

Azoteas

Las células FV flexibles (por ejemplo células triples de silicio amorfo, Figura 27) pueden aplicarse a las láminas de metal que cubren un tejado. Las cubiertas de tejado de acero inoxidable resultan especialmente adecuadas debido a que no hay límite tanto para el ángulo de inclinación del tejado, como para su grado de impermeabilidad.

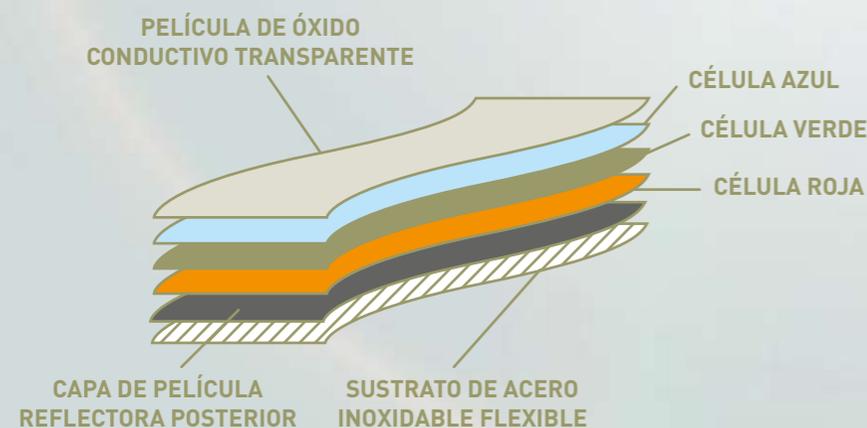


FIGURA 27: Sección transversal de una célula solar de aleación de silicio amorfo de triple unión (Fotografía: adaptada de uni-solar.com)

Las células FV ofrecen un rendimiento óptimo cuando están orientadas hacia el sol (hacia el sur en el hemisferio norte y hacia el norte en el hemisferio sur) y tienen una inclinación correspondiente a la latitud geográfica. Los módulos de silicio cristalino son sensibles a las desviaciones con respecto a esta orientación ideal. Sin embargo, los módulos de película

delgada (como los de silicio amorfo) son mucho menos sensibles a la orientación. Esto permite integrar los módulos en tejados, e incluso en azoteas (Figura 28), sin perder demasiada eficiencia energética. La eficiencia de las células FV de silicio amorfo es de aproximadamente el 6%. Esto significa que unos 15 m² de módulos generan 1,0 kW de energía eléctrica solar. Los módulos flexibles se laminan en los elementos de los tejados de acero inoxidable (Figuras 29-30). Puesto que son herméticos, la conexión eléctrica puede efectuarse a través de agujeros en los elementos del tejado que se cubren con los módulos fotovoltaicos. El tejado se sella y acaba en una sola operación. Las conexiones y la instalación del sistema eléctrico se efectúan posteriormente desde el interior del edificio.



FIGURA 28: Tejado de acero inoxidable plano con células FV amorfas integradas (Fotografía: uni-solar.com)



FIGURA 28: Tejado de acero inoxidable plano con células FV amorfas integradas (Fotografía: uni-solar.com)

FIGURA 30: Edificio de uso comercial con un tejado prácticamente plano cubierto con unidades FV de acero inoxidable multifuncionales. La potencia de salida eléctrica es de aproximadamente 150 kW. La producción de electricidad anual en un clima soleado puede alcanzar 300.000 kWh/año (Fotografía: uni-solar.com)



Las células fotovoltaicas amorfas se combinan perfectamente con los tejados de acero inoxidable

Tejados inclinados



FIGURA 31: El tejado de acero inoxidable inclinado del edificio de un museo con módulos fotovoltaicos integrados (Fotografía: thyszen-solartec.com)

La combinación de diferentes funciones en una sola unidad es un método probado para limitar los costes de construcción. También es una característica importante del diseño arquitectónico. Los dispositivos solares pueden añadirse en forma de cajas a los tejados o las fachadas. Sin embargo, un método mejor y más eficiente consiste en la integración de estos elementos en tejados y fachadas como unidades compuestas multifuncionales (Figura 31).

Las células FV flexibles (las células triples de silicio amorfo, por ejemplo) se aplican sobre las láminas de metal que cubren un tejado (Figura 32). Los tejados de acero inoxidable son especialmente adecuados debido a que no hay límite para el grado de inclinación o de impermeabilidad.

Las unidades FV de acero inoxidable multifuncionales compuestas pueden ser de una única hoja o elementos sándwich. En ambos casos, la cara exterior está laminada, bien parcial o totalmente, con módulos fotovoltaicos flexibles. La entrada de cables al lado interior está cubierta por el módulo (Figura 32). El uso de estos módulos permite integrar de manera muy sencilla la protección contra las condiciones meteorológicas y la generación de energía FV. También es posible hacer el tejado completamente fotovoltaico o combinar secciones fotovoltaicamente activas con otras no activas.

La ventaja de construir utilizando módulos FV integrados consiste en que el sistema compuesto básico puede aplicarse de la manera habitual. Esto incluye todas las condiciones de construcción y las conexiones a otras partes del edificio. El tejado puede acabarse antes de completar el sistema eléctrico en el interior del edificio.

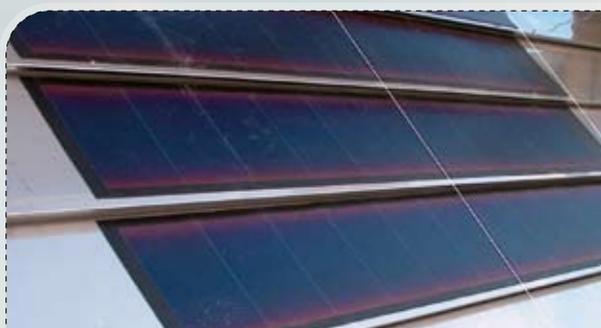


FIGURA 32: Vista detallada de un tejado de acero inoxidable inclinado. Es posible combinar fácilmente secciones fotovoltaicamente activas con otras no activas (Fotografía: thyszen-solartec.com)

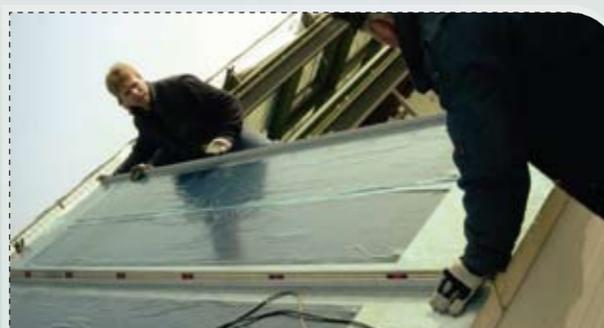


FIGURA 33: Conjunto de elementos de tejado tipo sándwich de acero inoxidable con módulos FV amorfos integrados (Fotografía: thyszen-solartec.com)

La posibilidad de integrar módulos FV de silicio amorfo en unidades compuestas por tejados de gran inclinación o a dos aguas es prácticamente independiente de los detalles de su construcción. Los elementos con una orientación vertical (Figura 34) también pueden convertirse en unidades FV multi funcionales con todas las ventajas mencionadas anteriormente.

El acero inoxidable constituye un sustrato metálico probado para las células fotovoltaicas amorfas. Las células flexibles pueden utilizarse sobre una gran variedad de soportes.



FIGURA 34: Tejado de acero inoxidable a dos aguas con módulos FV de silicio amorfo integrados y partes no activas (Fotografía: uni-solar.com)

Integración arquitectónica de módulos FV cristalinos

Con frecuencia la integración arquitectónica de la tecnología solar plantea ciertos problemas. En condiciones ideales, los paneles solares deberían considerarse parte de la expresión arquitectónica y un medio para proporcionar una estructura visual a los tejados y las fachadas. En un esfuerzo por combinar las mejores tecnologías, se han desarrollado soluciones de tejados de acero inoxidable perfectamente adaptadas a los paneles fotovoltaicos (Figura 35).



FIGURA 35: Las bandejas del tejado de acero inoxidable sirven de apoyo a los paneles fotovoltaicos (Fotografía: protectum.be)



FIGURA 36: En las partes planas del tejado, en las que la lluvia no desagua con facilidad, la opción de acero inoxidable con soldadura continua es la única solución metálica posible (Fotografía: protectum.be)

Una solución consiste en dar la misma anchura a los paneles solares y las bandejas metálicas del tejado. Los paneles se encajan en los espacios vacíos, creando una cubierta de tejado uniforme y estéticamente agradable.

Las juntas pueden soldarse mediante soldadura continua para producir un tejado permanentemente hermético. Es frecuente que se seleccionen aceros inoxidables 304 y 316L para este método. También se han utilizado con éxito calidades ferríticas de mayor aleación. Esta tecnología de tejado es la única opción metálica que puede utilizarse en tejados con cero grados de inclinación o en partes no inclinadas (Figura 36).

Los materiales del tejado deben ofrecer una durabilidad similar a la de los paneles solares. La corrosión en general es prácticamente inexistente en el acero inoxidable. Como resultado de ello, no existen límites obvios para la durabilidad del tejado. Normalmente la única restricción para el uso útil de un tejado de acero inoxidable es la vida útil del edificio en su totalidad. El acero inoxidable es ciertamente una buena inversión tanto desde el punto de vista de la durabilidad como de la estética en cualquier tipo de edificio, incluyendo las viviendas privadas (Figura 37).



FIGURA 37: Los sistemas de tecnología solar y acero inoxidable integrados pueden aplicarse a edificios de cualquier tipo y tamaño (Fotografía: protectum.de)

Los tejados de acero inoxidable constituyen un soporte excelente para las células FV, permitiendo la integración arquitectónica de las cubiertas de los tejados y los paneles.

Dispositivos de fijación

Independientemente del tipo de energía solar utilizado, normalmente es necesario utilizar paneles. Los paneles deben fijarse de manera segura, casi siempre a un tejado (Figura 38). Las propiedades mecánicas y la resistencia a la corrosión de los dispositivos de fijación son aspectos críticos para la seguridad de la instalación.

El acero inoxidable es una de las opciones más fiables para esta aplicación. Una vez instalados, los paneles suelen ocultar las fijaciones, haciéndolas inaccesibles para futuras inspecciones. En las áreas ocultas, la acumulación de suciedad y productos contaminantes son difíciles de controlar. Por esta razón, es necesario utilizar un material resistente a la corrosión como el acero inoxidable. Los dispositivos de fijación deben ofrecer al menos la misma durabilidad que las células FV (es decir, varias décadas) sin perder su fiabilidad.



FIGURA 38: Paneles FV fijados a secciones de acero inoxidable (Fotografía: modersohn.de)

En muchas partes del mundo los episodios de condiciones meteorológicas extremas como tormentas, lluvias torrenciales o ventiscas cada vez son más frecuentes. Los dispositivos de fijación también deben resistir estas condiciones extremas. Algunos países están adaptando sus códigos de construcción incrementando los requisitos aplicables tanto a las fijaciones como a los paneles solares.



FIGURA 39: Fijaciones de acero inoxidable para paneles solares (Fotografía: solar-gmbh.de)



FIGURA 40: El acero inoxidable dúplex (23% cromo / 4% níquel) es una opción eficaz respecto a los costes en las partes que necesitan un elevado índice de seguridad (Fotografía: modersohn.de)

Para las fijaciones se han venido utilizando tipos clásicos como el 304 y el 316. Sin embargo, recientemente han comenzado a utilizarse algunos de los aceros inoxidables dúplex de más baja aleación (con un contenido aproximado del 23% de cromo y 4% de níquel) en esta aplicación (Figuras 39 y 40). Hay muchas razones para ello. En comparación con los tipos austeníticos normales, los dúplex ofrecen una resistencia mecánica considerablemente mayor, incluso en construcciones soldadas. En muchas ocasiones puede reducirse el grosor de las paredes, lo que permite unos diseños más ligeros y visualmente más discretos. Debido a su composición de aleación, en muchos casos los tipos dúplex resultan especialmente eficaces en función de los costes. Técnicamente, su resistencia frente a la corrosión por picaduras y fisuras es similar, o incluso superior, a la de los tipos de referencia como el 304 y el 316. La menor dilatación térmica facilita el diseño.

Las propiedades mecánicas del acero inoxidable hacen que este material resulte ideal para los dispositivos de fijación. Algunos dúplex, con una mezcla de estructura ferrítica y austenítica, ofrecen una combinación de coste razonable y elevada resistencia mecánica especialmente interesante.

Acero inoxidable - la opción sostenible

Existen muchos enfoques para la producción de electricidad y agua caliente de uso doméstico a partir de la energía solar. Independientemente de la tecnología utilizada, el acero inoxidable tiene mucho que aportar. Puede utilizarse como parte del soporte en los paneles de células amorfas o como material captador en paneles termosolares. Puede encontrarse en el equipamiento del sistema tal como dispositivos de fijación y conectores. El acero inoxidable también puede ser un elemento esencial en el equipamiento del sistema tal como depósitos e intercambiadores de calor. Su uso siempre constituye una valiosa aportación a la sostenibilidad y respeto por el medio ambiente de nuestro entorno edificado.

