



SolarPega y SolarPegaF

Guía de instalación del módulo PV de la serie

Shandong ZKFN Solar Tecnología S.A.

Fecha de lanzamiento: 25-04-2026 | Versión: ZKFN-ATSD-LG-PIM-342

Table of Content

1. Resumen del Manual y Declaración de Responsabilidad	4
1.1 Alcance del Manual	4
1.2 Descargo de responsabilidad.....	4
1.3 Alcance de la Responsabilidad.....	5
1.4 Términos de Advertencia de Garantía	5
1.5 Información de Soporte Técnico.....	5
2. Especificaciones de operación de seguridad	6
2.1 Advertencias Generales de Seguridad.....	6
2.2 Requisitos Generales de Seguridad del Personal.....	7
2.3 Operaciones Generales Prohibidas.....	8
3. Especificaciones del producto y parámetros principales de rendimiento.....	10
3.1 Serie de Productos y Descripción del Modelo	10
3.2 Parámetros de Rendimiento Eléctrico Básicos	11
3.3 Parámetros Mecánicos de Rendimiento Básicos.....	11
3.4 Especificaciones de ángulo de inclinación de instalación y selección del sitio ..	12
4. Especificaciones de descarga, transporte y almacenamiento	14
4.1 Requisitos generales de protección.....	14
4.2 Descripciones de Etiquetas de Empaque	15
4.3 Especificaciones de la Operación de Descarga	15
4.4 Requisitos de Transporte Secundario	17
4.5 Especificaciones de almacenamiento.....	17
4.6 Requisitos de escalonamiento del módulo.....	18
5. Guía de operación de desembalaje	22
5.1 Desempaquete de los Requisitos de Seguridad.....	22
5.2 Procedimiento estándar de desembalaje.....	22
5.3 Procedimiento de Reempaquete del Módulo Restante	23
6. Selección de Escenario de Aplicación e Instalación de Módulos.....	23
6.1 Requisitos generales de instalación.....	23
6.2 Guía de Selección de Productos para Escenarios Completos	26
6.3 Precauciones de instalación	28
6.4 Soluciones de Instalación de Módulos de la Serie SolarPega / SolarPegaL.....	30

6.5 Soluciones de Instalación de Módulos de la Serie SolarPegaF / SolarPegaFL	36
7. Especificaciones de Conexión y Cableado	39
7.1 Requisitos de Trazado y Fijación de Cables.....	39
7.2 Especificaciones de puesta a tierra.....	40
8. Instrucciones de Trabajo de Instalación Eléctrica	40
8.1 Requisitos Generales de Instalación Eléctrica	40
8.2 Especificaciones de Conexión en Serie/Paralelo del Módulo.....	41
8.3 Selección e instalación de fusibles	41
8.4 Especificaciones de Uso y Protección del Conector	41
9. Especificaciones de Operación y Mantenimiento	42
9.1 Inspección de rutina	43
9.2 Especificaciones de limpieza del módulo	43
9.3 Requisitos de Inspección Periódica del Sistema Eléctrico	43
10. Anexos	45
Anexo 1: Limpiadores recomendados para diferentes sustratos de techo	45
Anexo 2: Especificaciones de Construcción de Adhesivos Estructurales.....	45
Anexo 3: Lista de Artículos Corrosivos/Dañinos para Conectores FV.....	46
Anexo 4: Perfil de Teja de Acero y Referencia de Tipo de Abrazadera Compatible	46
Anexo 5: Condiciones anormales de la superficie de instalación y métodos de tratamiento.....	47
Anexo 6: Tabla resumen de métodos de selección e instalación de módulos para diferentes techos.....	48
Anexo 7: Descripción de Parámetros Eléctricos	48

1. Resumen del Manual y Declaración de Responsabilidad

1.1 Alcance del Manual

Este manual es la guía de instalación oficial emitida por Shandong ZKFN Solar Technology Co., Ltd. (en adelante, "ZKFN Solar") para la serie SolarPega (SolarPega, SolarPegaL) y la serie SolarPegaF (SolarPegaF, SolarPegaFL) de módulos fotovoltaicos de silicio cristalino ligero TOPCon (en adelante, "módulos"). Este manual cubre las especificaciones de todo el ciclo de vida, desde la selección del producto, la llegada y descarga, el almacenamiento, el desembalaje, la instalación y construcción, la conexión eléctrica, y la posterior operación y mantenimiento.

Este manual está destinado a integradores de sistemas, instaladores y personal profesionalmente calificado que participe en la instalación, puesta en marcha y mantenimiento de la serie de módulos mencionada anteriormente. Cualquier persona responsable de manejar, instalar u operar este producto tiene la responsabilidad de leer, comprender y cumplir con los requisitos de este manual antes de su operación. El incumplimiento de los procedimientos operativos, las instrucciones de seguridad y las especificaciones técnicas establecidas en este manual puede resultar en lesiones personales graves o daños a la propiedad. La instalación y operación de módulos solares requiere habilidades profesionales; solo los profesionales pueden realizar dicho trabajo. Por favor, lea las instrucciones de seguridad e instalación antes de usar y operar los módulos. Los instaladores deben informar correspondientemente a los clientes finales (o consumidores) sobre estos puntos.

Los modelos de módulo central cubiertos por este manual incluyen:

- SolarPega (vidrio frontal de 1,6 mm, sin marco trasero): ZKFN-G2-220B xxx, etc.
- SolarPega L (1,1 mm vidrio frontal, sin marco trasero): ZKFN-G2-120B xxx, etc.
- SolarPegaF (vidrio frontal de 1,6 mm, con marco trasero): ZKFN-G2-222B xxx, etc.
- SolarPegaF L (vidrio frontal de 1,1 mm, con marco trasero): ZKFN-G2-122B xxx, etc.

1.2 Descargo de responsabilidad

1. ZKFN Solar se reserva el derecho de modificar este manual sin previo aviso debido a actualizaciones de la tecnología del producto, mejoras de procesos o actualizaciones de estándares. La versión más reciente se publicará simultáneamente en el centro de descargas del sitio web oficial de ZKFN Solar. Los clientes e instaladores son responsables de asegurar proactivamente el uso de la versión más reciente. Cualquier desviación operativa resultante del uso de versiones desactualizadas será asumida por el usuario.
2. El incumplimiento de los requisitos especificados en el manual de instalación (incluidos los cambios publicados en el sitio web oficial de ZKFN Solar en el momento de la instalación) durante la instalación del módulo anulará la garantía limitada del producto proporcionada al cliente.



3. ZKFN Solar no ofrece garantías, expresas o implícitas, respecto a cualquier información contenida en este manual. Los usuarios e instaladores deben completar un estudio técnico del sitio para asegurar que los métodos de instalación proporcionados cumplan con las leyes locales y las normas de construcción.
4. ZKFN Solar no proporciona ningún accesorio para sistemas de montaje BIPV. Si es necesario, consulte a los fabricantes profesionales de sistemas de montaje. ZKFN Solar no asume ninguna responsabilidad por la calidad de los sistemas de montaje o sus accesorios.

1.3 Alcance de la Responsabilidad

1. Independientemente de si la instalación del módulo sigue el manual de instalación (incluyendo los cambios publicados en el sitio web oficial de ZKFN Solar), ZKFN Solar no será legalmente responsable de ningún daño que ocurra durante la instalación, incluyendo, pero no limitado a, el manejo del módulo, lesiones personales o pérdida de propiedad resultante de la instalación del sistema.
2. En caso de inconsistencias entre diferentes versiones en idiomas de este manual, prevalecerá la versión china.
3. Este manual se proporciona únicamente para orientación en la instalación y no constituye ninguna garantía, ya sea expresa o implícita.

1.4 Términos de Advertencia de Garantía

1. ZKFN Solar ofrece una garantía de producto de 15 años y una garantía de potencia lineal de 30 años para todos los productos de las series SolarPega y SolarPegaF. El alcance específico de la garantía, los procedimientos para reclamaciones y las excepciones se registrarán por los documentos oficiales de garantía que acompañen al producto en el momento de la compra.
2. Los materiales auxiliares clave utilizados con los módulos, como las abrazaderas, el adhesivo estructural y los conectores compatibles con MC4, deben ser modelos recomendados o certificados por ZKFN Solar para garantizar la compatibilidad, fiabilidad y seguridad general del sistema. Los daños a productos o sistemas causados por el uso de hardware no certificado no están cubiertos por la garantía.

1.5 Información de Soporte Técnico

Para obtener documentos de soporte técnico más detallados, participar en consultas de soluciones específicas para el proyecto o solicitar recomendaciones para superficies de



instalación anormales, por favor contacte a ZKFN Solar a través de los siguientes canales oficiales:

- Línea de Servicio Global Traducción:(+86) 400 6768 100 (Office Hours: 8:30-17:30, Beijing Time)
- Correo de Soporte Técnico: tech-support@zkfnsolar.com
- Sitio web oficial: www.zkfnsolar.com
- Dirección de la Base de Manufactura: Building 1, Xinchenglin, Parque Industrial de Manufactura Inteligente Lvhaihui, Zona de Desarrollo Económico de Jining, Ciudad de Jining, Provincia de Shandong

2. Especificaciones de operación de seguridad

2.1 Advertencias Generales de Seguridad

1. Todo el trabajo de instalación debe cumplir completamente con las normas locales y los estándares eléctricos nacionales o internacionales aplicables.
2. Riesgo de choque eléctrico y quemaduras: Los módulos fotovoltaicos son equipos de generación de energía en corriente continua. Cuando su superficie está expuesta a la luz, incluso sin conexión a un circuito, hay voltaje de corriente continua presente en los terminales y conectores positivos y negativos. Múltiples módulos conectados en serie forman un arreglo fotovoltaico cuya tensión puede alcanzar niveles peligrosos para la seguridad personal. Se prohíbe al personal sin formación profesional o autorización tocar los terminales de los módulos, conectores o partes vivas expuestas de cualquier manera. El contacto con partes vivas puede causar quemaduras graves o choque eléctrico fatal.
3. Operación sin carga en vivo: Antes de cualquier instalación, reemplazo, cableado o modificación del sistema de módulos, los lados de CC y CA deben estar completamente desenergizados, con estrictas medidas de anticierre y verificación de desenergización. Bajo ninguna circunstancia se deberán desconectar los conectores o conexiones eléctricas bajo carga, ya que esto produce arcos de CC peligrosos y destructivos que pueden causar incendios, daños al equipo y lesiones personales graves.
4. Manejo de Módulos Dañados: No utilice módulos con daños visibles, incluyendo, pero no limitado a, penetración en la superficie, grietas, rayaduras o penetración del respaldo, grietas en la caja de conexiones o entrada de agua interna. Los módulos dañados no pueden repararse y presentan riesgos extremadamente altos de fuga y de descarga eléctrica con un aislamiento completamente comprometido. No desmonte los módulos, retire piezas de componentes ni modifique el cableado del diodo de derivación por ninguna razón. Las cubiertas de la caja de conexiones del módulo deben permanecer cerradas en todo momento.
5. Riesgo de cortocircuito de los polos positivo y negativo: No conecte directamente los conectores positivo y negativo de un solo módulo, ya que esto causará un

cortocircuito en el módulo. Antes de la instalación, inspeccione y asegúrese de que todas las tapas aislantes de los conectores o los anillos de sellado estén intactos y correctamente instalados para evitar cortocircuitos causados por fallas de aislamiento, lo que podría provocar incendios o descargas eléctricas.

6. Límites de Parámetros Ambientales y Eléctricos: El rango de temperatura ambiente estable diseñado para el funcionamiento de los módulos es de -40°C a 85°C . El voltaje máximo de circuito abierto del sistema no debe exceder el voltaje máximo del sistema de CC de 1500V indicado en la etiqueta del producto del módulo bajo cualquier temperatura ambiente mínima esperada. Está prohibido operar más allá de los parámetros nominales.
7. Seguridad contra incendios: En caso de un incendio en la instalación o en el sitio de operación y mantenimiento, y cuando las condiciones lo permitan sin peligro personal, primero se debe desconectar toda la energía del sistema fotovoltaico (incluidos los lados de CC y CA), luego extinguir utilizando polvo seco, CO_2 u otros medios de extinción de incendios no conductores de acuerdo con las normas de seguridad eléctrica. No utilice agua ni espuma para rociar directamente los módulos o sistemas eléctricos antes de desconectar la energía.
8. Clase de Aplicación y Advertencia: Esta serie de módulos es de Clase de Aplicación A (equivalente a la Clase de Seguridad II según IEC 61730-1), adecuada para sistemas accesibles al público. Cuando el voltaje de circuito abierto del sistema exceda los 50 V, deben colocarse señales de advertencia prominentes de “Peligro de Descarga Eléctrica” cerca de los dispositivos de conexión de la cadena, inversores y otros lugares de fácil acceso según las normas de seguridad.

2.2 Requisitos Generales de Seguridad del Personal

1. Requisitos de Calificación: Todo el personal responsable de la instalación, cableado, puesta en marcha y mantenimiento del sistema fotovoltaico debe completar la capacitación profesional en instalación de sistemas fotovoltaicos, poseer certificados de calificación relevantes y válidos, y estar completamente familiarizado con todas las normas de seguridad en este manual y con las regulaciones locales pertinentes.
2. Sistema de Trabajo de Dos Personas: Para minimizar los riesgos de operaciones realizadas por una sola persona (como descargas eléctricas accidentales, caídas desde alturas, etc.), todas las operaciones de instalación, manipulación y cableado en el lugar deben llevarse a cabo por al menos dos personas trabajando juntas. Se prohíben las operaciones de alto riesgo realizadas por una sola persona.
3. Equipo de Protección Personal (EPP): El personal debe usar correctamente el equipo de protección personal certificado durante las operaciones, incluyendo, pero no limitado a: guantes protectores antideslizantes, ropa de trabajo aislante de manga larga, calzado aislante anti-impacto. Al trabajar en los bordes de techos o en cualquier área con riesgo de caída (diferencia de altura superior a 2 metros), se debe usar en todo momento un arnés de seguridad con doble gancho y absorción de impactos, asegurado de manera firme a una línea de vida o punto de anclaje instalado

independientemente, con barreras de protección contra caídas o redes de seguridad instaladas debajo del área de trabajo.

4. Herramientas y joyería: Solo se deben usar herramientas que cumplan con los estándares de seguridad y que tengan aislamiento intacto. Está prohibido usar cualquier joya de metal, como relojes, anillos, collares, pulseras, etc., durante el trabajo, ya que estos objetos pueden causar la conducción involuntaria de corriente, lo que conlleva riesgo de cortocircuito, o rayar la superficie del módulo durante su manipulación.



5. Clima adverso: La instalación al aire libre, el izado o las operaciones de cableado están prohibidos con lluvia, nieve, niebla, tormentas eléctricas o cuando la velocidad del viento instantánea en el sitio alcanza o supera el Nivel 4 (velocidad del viento aproximadamente 7,9 m/s). Los ambientes húmedos aumentan significativamente el riesgo de descarga eléctrica. Los instaladores deben asegurarse de que todos los módulos, herramientas y puntos de conexión eléctrica estén limpios y secos antes de continuar.
6. Control de Área: El sitio de construcción y el área de almacenamiento temporal de módulos deben estar claramente señalizados con carteles de advertencia y barreras. Se prohíbe la entrada de personal no autorizado, niños u otras personas ajenas para prevenir accidentes.
7. Protección contra la exposición a la luz: En cualquier momento, incluso cuando los módulos no estén conectados a un sistema completo, constituyen una fuente de energía cuando se exponen a la luz. No toque directamente las cajas de conexiones, los extremos de los cables o los contactos metálicos dentro de los conectores con las manos desnudas sin protección.

2.3 Operaciones Generales Prohibidas

Para garantizar el rendimiento del módulo, la seguridad del personal y la validez de la garantía, se prohíbe lo siguiente:

1. Daños físicos y recubrimiento: No raye, golpee, doble ni impacte el frente o la parte posterior de los módulos con objetos afilados. No aplique pintura, adhesivos, cinta ni ningún tipo de recubrimiento en ninguna área de la superficie del módulo. No perforo, corte ni lije ninguna parte del módulo (a menos que se obtenga confirmación previa por escrito del personal técnico profesional de ZKFN Solar).

2. Daño a Cables y Conectores: No rasque, corte, apriete ni tire de los cables y conectores del módulo de ninguna manera. No exponga los cables y conectores a la luz solar directa o al agua por períodos prolongados sin la protección adecuada.
3. Manipulación y presión: No presione el área de la celda al manipular. No levante, cargue ni arrastre los módulos sujetando la caja de conexiones, los cables conductores o los conectores. Los módulos deben ser manejados con ambas manos. No presione, pise, camine, trepe ni salte irregularmente sobre la superficie del módulo. No permita que los módulos choquen, se froten o impacten con objetos duros o afilados.
4. Concentración de luz artificial: No use espejos, lupas, lentes u otros dispositivos ópticos para concentrar luz solar adicional o luz artificial sobre la superficie del módulo.



5. Inmersión en agua y apilamiento: No coloque los módulos en áreas propensas a la acumulación de agua o humedad continua durante períodos prolongados o permanentes. Durante todas las etapas de almacenamiento, manejo e instalación, no coloque los módulos con la parte posterior hacia arriba, ni apile ni comprima los módulos.
6. Contaminación de la superficie y sombra: No aplique adhesivo estructural, sellador ni ninguna materia extraña en el área efectiva de recepción de luz de las celdas durante la instalación. Después de la instalación del módulo, asegúrese de que todos los cables de salida y saltadores estén correctamente enrutados y fijados de manera segura. No permita que cables, abrazaderas u otros objetos proyecten sombra sobre el área efectiva de recepción de luz de las celdas.
7. Fuentes de contaminación y riesgos de incendio: No instale módulos cerca de conductos de ventilación o salidas de escape que emitan continuamente humos de aceite, polvo o gases químicamente corrosivos. No instale módulos cerca de llamas abiertas o materiales inflamables/explosivos.
8. Alteración después de la instalación: Los módulos instalados con adhesivo estructural no deben ser alterados dentro de un cierto período después del pegado (consulte el Anexo 2), incluyendo pero no limitado a mover los módulos, conectar cables, aplicar fuerza externa o pararse sobre los módulos para otras operaciones. No levante y vuelva a pegar los módulos después del curado del adhesivo.
9. Carga incorrecta: Después de la instalación y prueba del módulo, no coloque objetos pesados, herramientas u objetos con puntos de apoyo afilados sobre la superficie del módulo para evitar daños por presión a largo plazo.

10. Protección contra Rayos: Para reducir el riesgo de descargas indirectas de rayos, evite crear bucles en el diseño del sistema. Si los módulos se instalan en áreas con actividad frecuente de rayos, se debe proporcionar protección contra rayos para los módulos.
11. Prevenir el aflojamiento: Los módulos deben fijarse de manera segura para soportar todas las cargas posibles, incluyendo cargas de viento y nieve. El aflojamiento del módulo que tira de los cables de conexión, provocando fallos de aislamiento, fugas y arcos eléctricos, es un riesgo significativo en los sistemas fotovoltaicos distribuidos.
12. Prohibición de desensamblaje: No desarme los módulos ni retire ninguna pieza de los módulos. Las cajas de conexiones y conectores dañados presentan posibles riesgos eléctricos y de cortes.

3. Especificaciones del producto y parámetros principales de rendimiento

3.1 Serie de Productos y Descripción del Modelo

Este manual cubre de manera integral las dos líneas de productos principales de módulos ligeros de ZKFN Solar: la serie SolarPega (sin marco trasero) y la serie SolarPegaF (con marco trasero). Regla de nomenclatura de productos: los productos de la serie ZKFN SolarPega se nombran como ZKFN Light-weight module, seguidos de un código de 2 dígitos compuesto por F y L. La presencia de F indica que el módulo tiene un marco trasero; la ausencia de F indica que no tiene marco trasero. La presencia de L indica que el grosor del vidrio es de 1.1 mm; la ausencia de L indica un grosor de vidrio de 1.6 mm. Hay cuatro productos principales, todos equipados con la tecnología TSR-Armor™. Las características y definiciones internas de cada serie son las siguientes:

Serie de productos	Código de Modelo Interno	Grosor del vidrio	Marco trasero	Rango de potencia
SolarPega	ZKFN-G2-220B 520	1,6 mm	No	510~520W
SolarPegaL	ZKFN-G2-120B 510	1,1 mm	No	500~510W
SolarPegaF	ZKFN-G2-222B 520	1,6 mm	Sí (Material Compuesto)	510~520W
SolarPegaFL	ZKFN-G2-122B 510	1,1 mm	Sí (Material Compuesto)	500~510W

xxx representa la potencia de salida nominal bajo STC (Condiciones de Prueba Estándar); consulte el Anexo 3 para otros modelos extendidos.

- SolarPega / SolarPegaL (sin marco trasero): El método principal de instalación es el pegado estructural directo con adhesivo, que no requiere marco de montaje ni rieles, adecuado para techos tipo T, techos de teja de acero ondulado y techos planos con membrana impermeable.
- SolarPegaF / SolarPegaFL (con marco trasero): Con un marco trasero de resina compuesta de fibra de vidrio de alta resistencia y fijación Quick-Clamp para instalación rápida, soportando desmontaje no destructivo, adecuado para diversos techos de teja de acero (incluyendo tipos de costura alzada y cumbre angular) y escenarios de techo plano

3.2 Parámetros de Rendimiento Eléctrico Básicos

Elemento de parámetro	SolarPega / SolarPegaF (510-520W)	SolarPegaL / SolarPegaFL (500-510W)
Rango de Potencia Máxima (Pmax)	510~520W	500~510W
Eficiencia del módulo	Hasta 23,4%	Hasta 22,9%
Tolerancia de potencia	0~ 5W	0~ 5W
Degradación de potencia del primer año	≤1%	≤1%
Degradación de potencia anual (Año 2-30)	≤0.4%	≤0.4%
Coefficiente de Temperatura de Potencia Pico (γ)	-0,33%/°C	-0,33%/°C
Coefficiente de temperatura de la tensión en circuito abierto (α)	-0,27%/°C	-0,27%/°C
Coefficiente de temperatura de la corriente de cortocircuito (δ)	0,045%/°C	0,045%/°C
Temperatura Nominal de Operación de la Célula (NOCT)	45±2°C	45±2°C
Voltaje máximo del sistema	CC 1500V	CC 1500V
Calificación máxima del fusible en serie	25A	25A

(Condiciones STC: Irradiancia 1000 W/m², Masa de aire AM 1,5, Temperatura de célula 25°C, Tolerancia de prueba ±3%)

Nota: Explicación suplementaria: Debido a condiciones normales de operación como temperaturas bajas específicas y alta irradiancia, el voltaje de circuito abierto y la corriente de cortocircuito reales de los módulos pueden ser significativamente mayores que los valores nominales según STC. Por lo tanto, en el diseño del sistema eléctrico, los valores nominales de I_{sc} y V_{oc} deben multiplicarse por un factor de 1,25 para el diseño ingenieril.

3.3 Parámetros Mecánicos de Rendimiento Básicos

La siguiente tabla resume las principales características estructurales y físicas de cada serie, las cuales sirven como base para la manipulación en el sitio, las decisiones de instalación y la evaluación de cargas mecánicas.

Elemento de parámetro	SolarPega	SolarPegaL	SolarPegaF	SolarPegaFL
Dimensiones del módulo	1957×1130×2.7 m	1957×1130×2.2 m	1961×1134×25.5 mm	1961×1134×25.5 m
Portada	Vidrio templado de 1,6 mm	Vidrio templado ultrafino de 1,1 mm	Vidrio templado de 1,6 mm	Vidrio templado ultrafino de 1,1 mm
Marco	None	None	Composite de resina con fibra de vidrio	Composite de resina con fibra de vidrio
Peso del módulo	Aprox. 13,0 kg	Aprox. 10,0 kg	Aprox. 16,2 kg	Aprox. 13,0 kg
Especificación de la célula	Célula TOPCon 182,3×105mm			
Especificación de la Caja de Empalmes	3 partes, IP68			
Cable de salida	4 mm ² , longitud 400 mm, personalizable			
Connector	Compatible con MC4			
Carga Mecánica Estática	3600Pa / 2400Pa	2400Pa / 2400Pa	3600Pa / 2400Pa	2400Pa / 2400Pa
Nivel de resistencia al viento	Nivel 17			
Salve Prueba	Diámetro 25 mm, velocidad de impacto 23 m/s			
Funciones principales de rendimiento	Instalación flexible y adhesiva	Flexible, instalación adhesiva, 6 derivaciones anti-punto caliente	Marco trasero, instalación rápida, fácil de retirar	Marco trasero, instalación rápida, fácil de quitar, 6 derivaciones anti-punto caliente

3.4 Especificaciones de ángulo de inclinación de instalación y selección del sitio

1. Requisitos del sitio de instalación

- Se recomienda que los módulos de la serie ZKFN Solar SolarPega se instalen en temperaturas ambientales operativas de -40°C a 40°C, siendo esta la temperatura mínima y máxima promedio mensual del sitio de instalación. La temperatura ambiental extrema de operación para los módulos es de -40°C a 85°C.

- Los módulos deben instalarse en lugares con suficiente exposición a la luz solar y asegurarse de que no haya sombras en ningún momento. Aunque los módulos están equipados con diodos de derivación, la sombra seguirá afectando el rendimiento óptimo y la seguridad operativa.
- La humedad del ambiente de trabajo debería ser preferiblemente inferior al 85% HR. No instale los módulos en lugares que puedan inundarse.
- No instale módulos en lugares propensos a generar o acumular gases combustibles; no instale módulos en entornos con granizo, nieve, arena, humo, contaminación del aire, hollín, etc., en exceso.
- Los módulos han pasado las pruebas de corrosión por niebla salina IEC 61701, pero la corrosión todavía puede ocurrir en los puntos de conexión. ZKFN Solar recomienda la instalación a una distancia de más de 500 m de la costa para instalaciones junto al mar, y no se recomienda para entornos de inmersión directa en mar profundo o agua de mar completa. Las instalaciones cercanas al mar requieren la confirmación y aprobación de ZKFN Solar antes de proceder.
- La altitud de instalación para los módulos es ≤ 2000 m.
- Asegúrese de que la presión del viento o la nieve sobre los módulos después de la instalación no exceda la carga máxima permitida.
- Cuando se cargan módulos en el techo, se debe realizar una verificación de la carga del techo y se debe desarrollar un plan de organización de la construcción conforme a las especificaciones.

2. Requisitos de selección del ángulo de inclinación

- **Inclinación Mínima Recomendada:** Se recomienda que la inclinación de instalación del módulo sea $\geq 5^\circ$. Este diseño de inclinación garantiza un eficaz enjuague del agua de lluvia, fácil eliminación del polvo por la lluvia, drenaje adecuado y previene la acumulación de agua a largo plazo que deja marcas en el vidrio, afectando la apariencia y el rendimiento.
- **Consistencia en Serie/Paralelo:** Los módulos conectados en serie deben instalarse con la misma orientación y ángulo. Diferentes orientaciones o ángulos pueden resultar en variaciones en la radiación solar recibida por cada módulo, causando pérdida de potencia de salida.
- **Inclinación de Teja de Acero:** Cuando la inclinación del techo de teja de acero es $> 25^\circ$, se debe usar cinta adhesiva de doble cara para ayudar en la colocación del adhesivo estructural y antideslizante.
- **Temperatura ambiente de instalación:** La temperatura ambiente durante la construcción con adhesivo estructural debe estar entre 5°C y 35°C . La temperatura mínima de instalación recomendada es de $4,4^\circ\text{C}$ o superior.

4. Especificaciones de descarga, transporte y almacenamiento

4.1 Requisitos generales de protección

1. Protección del embalaje original: Todos los módulos deben mantenerse en las cajas de embalaje de papel o madera originales de ZKFN Solar hasta su instalación oficial en la estructura de soporte. Se deben tomar todas las medidas necesarias para garantizar que las cajas de embalaje estén protegidas de daños por fuerzas externas, impactos o vuelcos durante el transporte, manejo y almacenamiento.
2. Operación segura y límites de carga: Está prohibido pisar, pararse, trepar, saltar o colocar objetos pesados sobre cajas de embalaje o módulos. Está prohibido chocar o aplastar las cajas de embalaje de cualquier manera. Las cajas de embalaje no deben colocarse ni transportarse en una orientación no vertical (inclinada o de lado). Cualquier comportamiento indebido de transporte o instalación puede causar microgrietas internas en los módulos, lo que llevaría a la anulación de la garantía.



Sin impacto en el contenedor









No inclinar / Mantener vertical

3. Protección contra la humedad y ventilación: Los módulos deben mantenerse en un ambiente seco y bien ventilado durante todo el proceso, desde la fábrica hasta la instalación. Los módulos y su embalaje no deben exponerse a la lluvia ni a la humedad. Si se requiere almacenamiento temporal al aire libre debido a necesidades de construcción, el área de almacenamiento debe estar bien drenada, y el embalaje debe estar cubierto de manera ajustada y reforzado con lona impermeable para evitar la entrada de viento o humedad.
4. Postura Correcta para la Manipulación Manual: Manipular módulos requiere trabajo en equipo y debe ser realizado por 2 o más personas trabajando juntas. Se prohíbe la operación por una sola persona. Al manipular, ambas manos deben sujetar firmemente el borde largo del módulo o la zona blanca del cuerpo del módulo que no genera energía. Los métodos de manipulación prohibidos incluyen: sujetar solo la caja de conexiones, agarrar los cables de conexión o sostener el módulo por el lado corto con una mano para levantar, soportar o arrastrar el módulo.
5. Restricciones de apilamiento: Al manipular manualmente módulos expuestos, no se debe transportar más de una pieza a la vez. Cuando sea necesario el apilamiento temporal de módulos en espera de instalación en el área de trabajo, se deben tomar medidas adecuadas contra vuelcos y arañazos.

4.2 Descripciones de Etiquetas de Empaque

Todos los diagramas de operación y señales de advertencia impresos en el embalaje exterior son instrucciones de seguridad obligatorias. Los instaladores tienen la obligación de leer, comprender y cumplir estrictamente antes de la operación. Los significados principales de la etiqueta se explican a continuación:

1. Etiqueta ambiental:  : El producto cumple con todos los requisitos de la Directiva WEEE de los 28 estados miembros de la UE. No deseche los módulos de manera descuidada; deben reciclarse especialmente.
2. Artículo frágil () : Maneje con cuidado utilizando métodos adecuados; no lo deje caer desde altura ni lo manipule bruscamente para evitar microgrietas o daños directos por vibraciones fuertes.
3. Este lado hacia arriba () : Durante el transporte, manejo y almacenamiento, las cajas de embalaje deben mantenerse siempre en posición vertical como se muestra. Está prohibido invertirlas o colocarlas de lado para evitar una deformación excesiva y tensión en los bordes de los módulos.
4. Mantener seco () : El embalaje y los módulos deben protegerse en un ambiente seco en todo momento. La exposición directa a la lluvia, la nieve o la humedad excesiva está prohibida para evitar el ablandamiento del cartón y la corrosión de los conectores por la humedad.
5. No pisar () : Aplicar cualquier carga concentrada (como pisar, permanecer de pie o colocar objetos pesados) sobre cajas de embalaje o módulos sin empacar causará daños permanentes al producto.
6. Límite de capas apilables () : Indica el máximo número de capas permitidas para cajas de embalaje bajo condiciones de almacenamiento estático. En almacenes o entornos sin fuentes de vibración, el límite de apilamiento estático para esta serie de cajas de embalaje modulares ligeras es de un máximo de 2 capas.

4.3 Especificaciones de la Operación de Descarga

4.3.1 Especificaciones de Descarga con Grúa

1. Equipo de Elevación Seguro: Al utilizar una grúa para descargar, deben usarse herramientas de elevación especializadas confirmadas por el personal técnico de ZKFN Solar o eslingas de rejilla flexibles con brazos de momento equivalentes. Antes de levantar, seleccione cuerdas o eslingas de elevación con un factor de seguridad suficiente basado en el peso total de la carga e inspeccione su integridad.
2. Reglas de elevación: Ajuste la posición del eslinga en el pallet para asegurar un centro de gravedad equilibrado durante la elevación. El brazo de elevación debe ser levantado, bajado y rotado lenta y uniformemente. Cuando la caja de embalaje se acerque al suelo, dos personas en cada extremo deben estabilizar la caja para un colocamiento preciso y suave sobre un terreno nivelado, firme y duro.

3. Límite de lote: Se permite levantar un máximo de 1 palé de módulos a la vez. Para el embalaje vertical por el lado corto, se puede levantar un máximo de 2 palés en posición horizontal a la vez. Corte las correas de apilamiento del palé antes de levantar.
4. Límites Ambientales: Las operaciones de izado están prohibidas bajo condiciones meteorológicas severas, incluyendo fuerza del viento que supere el Nivel 6 (>13,8 m/s), lluvia moderada o superior, y nieve intensa.

4.3.2 Especificaciones de Descarga con Carretilla Elevadora

1. Selección de equipo: seleccione un montacargas con capacidad de carga suficiente y mástil/horquillas en buen estado según el peso y tamaño de las cajas de embalaje del módulo. Las horquillas del montacargas deben tener función de ajuste de separación. Ajuste la separación antes de la operación para que esté lo más cerca posible de los postes de esquina reforzados en ambos lados del pallet. Altura del mástil del montacargas $\geq 1,7$ m, ancho del mástil $\geq 1,5$ m.
2. Operación Precisa: Al realizar la horquilla, asegúrese de que las horquillas estén completamente insertadas de manera horizontal bajo el pallet hasta una profundidad de al menos 3/4 de la profundidad del pallet. La parte frontal del mástil del montacargas o la superficie de contacto con el embalaje debe estar previamente instalada o forrada con EPE (polietileno expandido) o almohadillas de goma gruesa. Se prohíbe el contacto directo entre el mástil o las horquillas de metal del montacargas y la caja de embalaje del módulo.
3. Visibilidad y Seguridad: Si el embalaje del palet del módulo bloquea la vista frontal del conductor del montacargas durante el transporte, el montacargas debe conducirse en reversa a baja velocidad con una persona señalando que lo dirija.
4. Descarga por ambos lados: al descargar un camión plataforma de transporte con un montacargas, la descarga debe realizarse desde ambos lados del vehículo.

4.3.3 Responsabilidades Especiales en la Descarga de Contenedores

1. Calificaciones y Disciplina del Operador: Los operadores de montacargas que ingresen a contenedores deben tener experiencia verificada en la operación de contenedores y calificaciones profesionales, estar familiarizados con las especificaciones de operación del montacargas y las características de los módulos fotovoltaicos, y mantener una alta concentración durante las operaciones.
2. Fijación de la carga y control del centro de gravedad: Las cajas de embalaje de los módulos PV deben estar aseguradas de manera segura en el montacargas para prevenir deslizamientos, inclinaciones o caídas durante el transporte sobre baches.
3. Planificación del espacio y límites de seguridad: Antes de entrar en un contenedor, planifique el espacio en su interior con antelación para garantizar suficiente espacio para la caja de embalaje del módulo fotovoltaico, evitando dificultades operativas o colisiones con las paredes del contenedor u otros artículos debido a la falta de espacio.

4. Carga/Descarga Suave: Al manipular y colocar cajas de embalaje de módulos fotovoltaicos con montacargas, los movimientos deben ser firmes y lentos, evitando frenadas bruscas o giros pronunciados para prevenir daños por fuertes vibraciones.
5. Límite de peso: Tenga en cuenta los límites de carga del montacargas y del contenedor, asegurándose de que el peso de la caja de embalaje del módulo fotovoltaico esté dentro del rango permitido.

4.4 Requisitos de Transporte Secundario

1. Principio de embalaje original: Se debe conservar y utilizar el embalaje exterior original de fábrica para cualquier forma de transporte secundario de larga distancia o almacenamiento al aire libre que supere una semana. Para el transporte terrestre, después de la carga, utilice cuerdas o correas de suficiente resistencia para asegurar el embalaje de la capa inferior al piso del camión. Para el transporte estándar en plataforma plana, la apilamiento máximo es de 2 capas de pallets estándar. Está prohibido cortar las bandas de sujeción originales de fábrica por cualquier motivo.
2. Prohibiciones de Transferencia en el Sitio: Para transferencias de corta distancia desde el almacén en el sitio hasta el lugar de instalación, también está prohibido quitar el embalaje original, y solo se permite el transporte en una sola capa. Está prohibido el uso de triciclos eléctricos u otros vehículos inestables para la transferencia de módulos. Está prohibido simplemente agrupar los módulos con cuerdas, que una sola persona los lleve a la espalda o al hombro, o arrastrar los módulos tirando de los cables de salida o de las cajas de conexiones.

4.5 Especificaciones de almacenamiento

1. Requisitos del entorno de almacenamiento: Los almacenes deben cumplir con los requisitos básicos de ventilación, sequedad y ausencia de gases industriales corrosivos. Entorno de almacenamiento recomendado: humedad relativa < 70%, temperatura mantenida entre -20°C y 50°C, evitando la condensación causada por diferencias extremas de temperatura.
2. Restricciones de Apilamiento: En almacenes con suelo duro, se especifica que las cajas de embalaje de módulos livianos sean solo para apilamiento estático, con un máximo de 2 capas de palet. Esto se aplica tanto a los almacenes del sitio del proyecto como al almacenamiento regular. Se prohíbe cualquier forma de apilamiento excesivo, compresión de la caja de embalaje o impacto de equipos elevados sobre el embalaje.
3. Precauciones para el Almacenamiento Temporal al Aire Libre: Cuando el almacenamiento temporal al aire libre sin cubierta sea inevitable debido a la programación de la construcción, el período de almacenamiento no deberá exceder de 7 días. Todas las cajas de embalaje de los módulos deben colocarse sobre un terreno elevado, bien drenado y plano, sin riesgo de acumulación de agua,

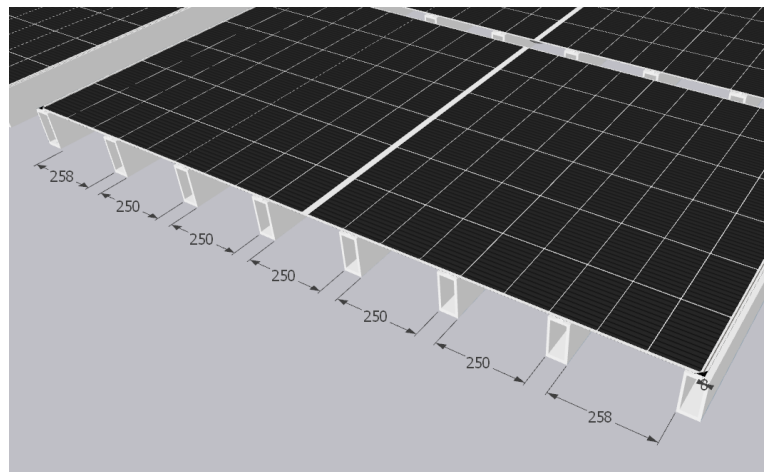
completamente cubiertas con una lona impermeable de tamaño adecuado y aseguradas con objetos pesados. Para el almacenamiento a corto plazo en el sitio del proyecto, coloque los módulos en un área ventilada, seca y sin acumulación de agua, prohíba el apilamiento, cubra los módulos con lona y asegúrelos con correas de tela o malla.

4.6 Requisitos de escalonamiento del módulo

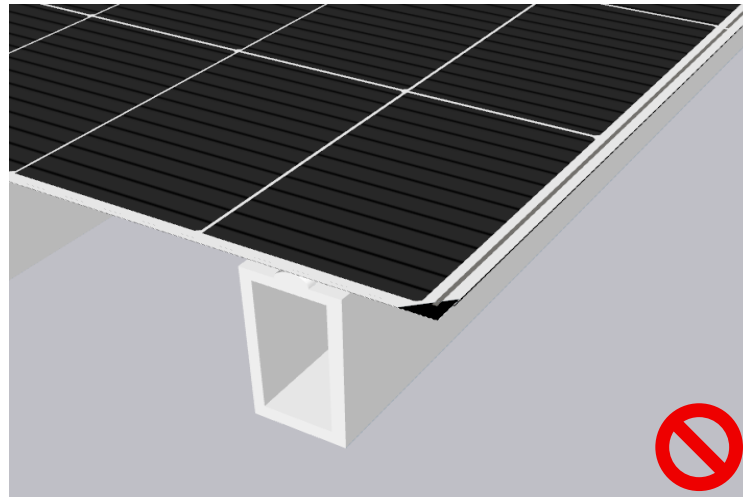
Los módulos de las series ZKFN Solar SolarPega y SolarPegaF pueden ser pisados bajo ciertas condiciones sin causar daño al módulo. Si es necesario pisarlos, siga estrictamente los requisitos a continuación:

4.6.1 Requisitos de instalación

1. Requisitos de Instalación de Escalera de la Serie SolarPega
 - Se deben usar 8 tubos cuadrados como soporte central del módulo, espaciados uniformemente a lo largo del lado largo del módulo. La longitud de cada tubo cuadrado debe coincidir con la dimensión del lado corto del módulo, y los extremos del tubo deben sobresalir del ancho del módulo entre 5 y 8 mm;



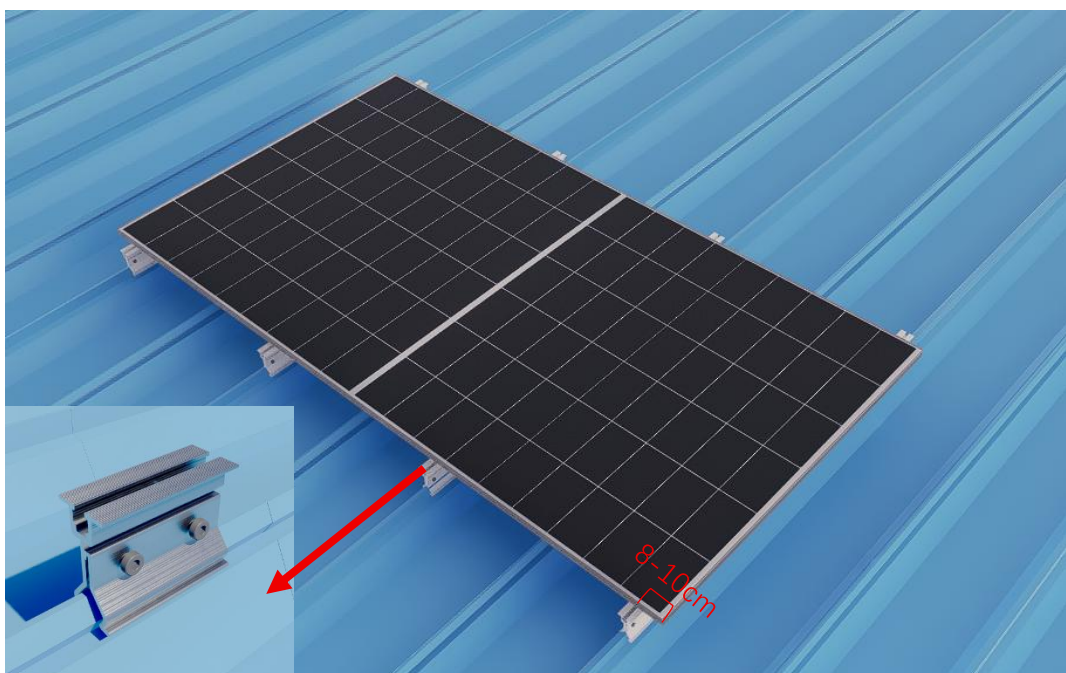
- El borde corto lateral del módulo debe cubrir $1/2 \sim 2/3$ del ancho del tubo cuadrado más externo. Está estrictamente prohibido que el borde del módulo se extienda más allá del borde exterior del tubo cuadrado, y no debe haber solapamiento insuficiente ni áreas sin soporte.



- Todos los tubos cuadrados de soporte deben estar completamente unidos y fijados al sustrato de instalación inferior utilizando adhesivo estructural especializado, con superficie adhesiva continua y completa, sin huecos, sin despegues. Después de la instalación del módulo, la superficie general debe estar plana, sin deformaciones ni áreas localizadas suspendidas.
- El sustrato de instalación debajo del módulo debe ser plano, estable, poseer rigidez estructural y capacidad de carga suficientes, sin deformación ni asentamiento al pisarlo. El error de planitud del sustrato debe controlarse dentro de ± 2 mm/m.

2. Requisitos de Instalación de la Serie SolarPegaF

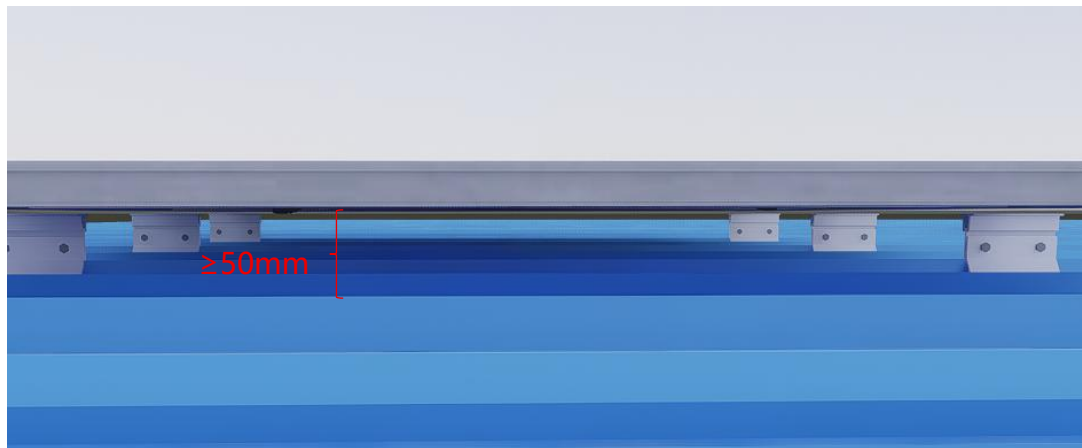
- Cada módulo debe tener 8 puntos de fijación de soporte distribuidos uniformemente, dispuestos simétricamente a lo largo de ambos lados largos, con 4 puntos por lado. Los puntos de soporte utilizan abrazaderas de riel Quick-clamp compatibles (como se muestra) para la fijación de bloqueo.



- Para las abrazaderas en los extremos exteriores del lado largo del módulo, la

distancia desde el centro hasta el borde del lado corto del módulo debe ser de 8 a 10 cm. Las demás abrazaderas en el mismo lado largo deben estar espaciadas uniformemente entre las dos abrazaderas de los extremos, garantizando una distribución de fuerza uniforme en todo el módulo.

- Todas las abrazaderas deben estar firmemente fijadas al sustrato de instalación, con las estructuras de bloqueo completamente apretadas, sin holguras, desplazamientos ni deformaciones. Después de la instalación del módulo, la superficie general debe estar horizontal, sin deformaciones ni áreas suspendidas soportando peso.
- La distancia suspendida debajo del módulo debe ser ≥ 50 mm, es decir, el punto más bajo del módulo debe estar a ≥ 50 mm del punto más alto de la corrugación de la teja de acero.
- La superficie de instalación debajo del módulo debe ser plana y estable, poseer rigidez estructural y capacidad de carga suficientes, sin deformación ni asentamiento al pisarla. El error de planitud de la superficie de soporte de la abrazadera debe controlarse dentro de ± 2 mm/m.

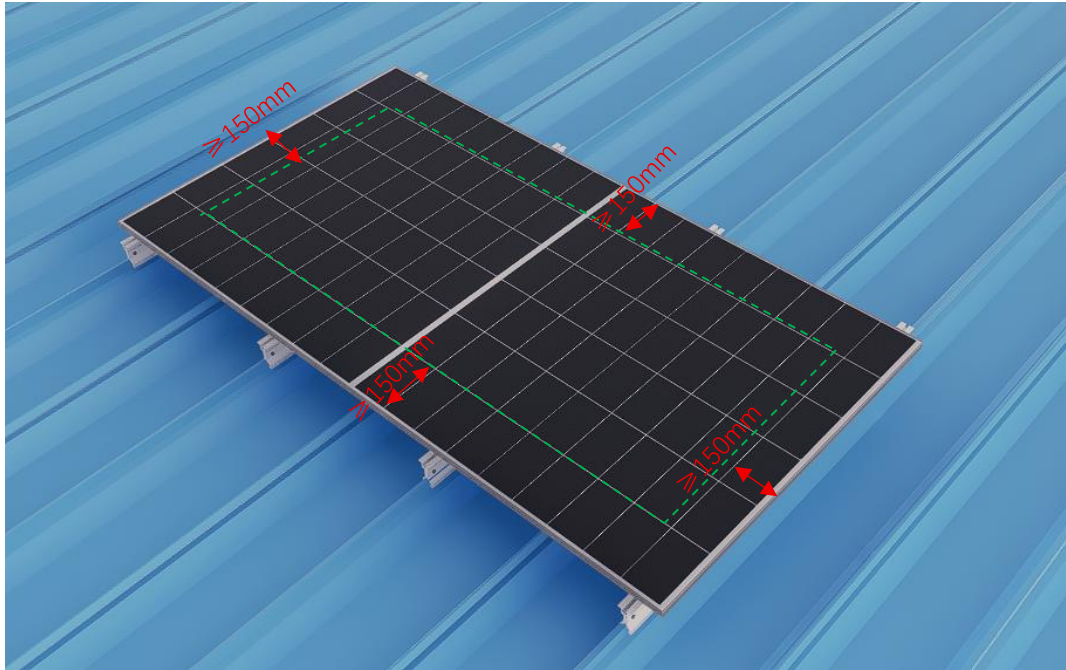


4.6.2 Requisitos de Personal

- El personal que suba a los módulos debe pesar menos de 80 kg.
- Debe usar zapatos de seguridad con suela de goma o zapatos aislantes de suela blanda. Se prohíbe estrictamente el siguiente calzado: tacones altos, zapatos de cuero con suela dura, zapatos con clavos o cualquier otro calzado que pueda dañar la superficie del módulo.

4.6.3 Requisitos de la posición al pisar

- Área de paso permitida: Área central del módulo, a una distancia de ≥ 150 mm de los bordes del módulo.



- Áreas estrictamente prohibidas para pisar: bordes del perímetro del módulo, puntos de conexión/soporte del módulo con la estructura de montaje y juntas del módulo.

4.6.4 Requisitos de Especificación Operativa

- Antes de subir, el sistema debe estar desenergizado para prevenir accidentes.
- Permitido: caminar despacio, estar de pie en el mismo lugar.
- Prohibido: saltar, botar, pisar fuertemente, dar pasos con fuerza, correr.
- Está estrictamente prohibido que varias personas estén sobre el mismo módulo al mismo tiempo. Solo se permite que 1 persona suba a cada módulo a la vez. La duración de la permanencia debe minimizarse; salga de la superficie del módulo inmediatamente después de completar la tarea.

4.6.5 Otros requisitos

- Está estrictamente prohibido pisar los módulos durante los días lluviosos o nevados o cuando la superficie del módulo esté mojada.
- Inspeccione visualmente los módulos en busca de grietas o daños antes de pisar; si se encuentran anomalías, está prohibido pisar.
- Los trabajadores deben usar arneses de seguridad y otro equipo de protección contra caídas para trabajos en altura.
- Al transportar herramientas, utilice bolsas para herramientas. Está estrictamente prohibido colocar herramientas directamente sobre la superficie del módulo.

Advertencia: SolarPegaL y SolarPegaFL, debido a que el grosor de su vidrio frontal es de solo 1,1 mm, no se permite pisarlos, aunque los resultados de las pruebas internas de ZKFN Solar muestran que pisar no causa microgrietas en las celdas ni fallas en el módulo.

5. Guía de operación de desembalaje

5.1 Desempaque de los Requisitos de Seguridad

Advertencia - Umbral de Desempaque por Clima: Está prohibido el desempaque al aire libre en condiciones de lluvia, nieve o niebla. La humedad ablandará rápidamente las cajas de cartón y provocará pérdida de resistencia estructural, lo que podría provocar deslizamiento de módulos o lesiones al personal. Cuando la velocidad instantánea del viento en el lugar alcance o supere el Nivel 4 (>7.9 m/s), todas las operaciones de desempaque y manipulación de módulos deben cesar inmediatamente.

- Desempaque de las condiciones del espacio: Seleccione un área de suelo completamente nivelada y firme como zona de desembalaje. Asegúrese de que la caja de embalaje pueda colocarse horizontal y establemente, con las cuatro esquinas firmemente apoyadas en el suelo, sin riesgo de volcarse. Al retirar los paneles de embalaje, use herramientas adecuadas de palanca en lugar de tirar con la mano para evitar que los módulos se vuelquen.
- Protección de manos y operaciones limpias: Todo el personal debe usar guantes de trabajo resistentes a cortes y antideslizantes al desembalar y manipular módulos. Esto protege a los trabajadores de cortes causados por los paneles de embalaje y las bandas de sujeción, y evita que el aceite y el sudor de las manos contaminen la hoja trasera del módulo (afectando el rendimiento del pegado) o dejen huellas dactilares en la hoja frontal.
- Preservación de Documentos e Información: Las etiquetas de información logística y de producto a menudo se adjuntan a las cajas de embalaje exteriores. Registre o fotografíe esta información antes de desempacar. Después de abrir, localice y resguarde la lista de empaque, el certificado de calidad y la tabla correspondiente de números de serie dentro de la caja.
- Principio de “Abrir e Instalar”: Todos los módulos desempaquetados deben estar completamente instalados. No apilar en el sitio del proyecto.

5.2 Procedimiento estándar de desembalaje

1. Retire el embalaje exterior: Use herramientas para cortar y retirar todas las bandas de sujeción longitudinales y transversales del exterior de la caja de embalaje, luego corte y retire la película estirable de arriba hacia abajo.
2. Verificación de la información: Antes de desembalar, verifique la lista de empaque contra los contenidos dentro y fuera de la caja según la información de la etiqueta externa, confirmando modelo, potencia, cantidad y consistencia del lote.
3. Abrir la caja y retirar la cubierta: Abra el sello superior de la caja de embalaje, levante verticalmente toda la estructura de la cubierta de la caja y la placa superior antivibración interna colocada sobre los módulos, colocándolas a un lado.
4. Retire los paneles laterales y los rellenos: retire secuencialmente el panel de embalaje frontal que está frente a los módulos, luego retire los materiales de relleno como las tiras de amortiguación de EVA colocadas encima de los módulos.

5. Retirar los módulos individualmente: En parejas, colocarse del mismo lado o en lados opuestos de la caja, sujetar firmemente el área blanca del lado largo del módulo superior, aplicar fuerza uniforme y tirar hacia arriba verticalmente desde la caja de manera suave, luego trasladarlo directamente al EPE o palé de madera designado en el área de apilamiento de construcción.
6. Apilamiento Temporal: Apile secuencialmente los módulos en un lugar seguro adyacente al punto de instalación. Al operar, las cajas de empalme deben apuntar en la misma dirección. Inserte las tiras originales de espuma EVA entre los módulos superiores e inferiores. Bajo ninguna circunstancia la altura del apilamiento debe superar las 5 piezas.

Nota especial para la serie SolarPegaF / SolarPegaFL: Debido al marco trasero compuesto integrado, el grosor total (25,5 mm) y la rigidez estructural son mayores. Al sujetarlo, dos personas deben cooperar para sostener el borde vertical del lado largo del marco trasero del módulo. Se requiere atención adicional a la coordinación y estabilidad durante la manipulación por dos personas. Al apilar temporalmente, asegúrese de que los puntos de contacto del marco trasero estén correctamente sobre las tiras de espuma EPE debajo. Queda estrictamente prohibido el contacto directo del marco trasero con el área de las celdas del módulo inferior.

5.3 Procedimiento de Reempaque del Módulo Restante

Si no se puede utilizar toda la caja de módulos en el mismo día debido a cambios en el plan de construcción, deben ser estrictamente reempaquetados en la caja de embalaje original siguiendo el procedimiento estándar que se indica a continuación. Está prohibido desecharlos o dejarlos esparcidos:

1. Coloque los módulos de nuevo en la caja, las cajas de conexión una arriba y una abajo, con las láminas traseras enfrentándose entre sí.
2. Coloque las tiras superiores de EVA en los módulos, dejando un espacio de una tira de EVA para sostener dos módulos.
3. Vuelva a instalar el embalaje exterior, la placa de cobertura y la tapa superior de la caja.
4. Vendar de nuevo con bandas de sujeción.
5. Cubra la capa más externa con una cubierta para lluvia y marque claramente el estado "Abierto - No completamente instalado".

Nota: 1. La tensión de la banda de sujeción no debe ser excesiva: Al volver a embalar con una herramienta de sujeción, mantenga una tensión moderada suficiente para fijar de manera segura la caja y la cubierta sin movimiento. No apriete demasiado las bandas de sujeción para evitar la transferencia de presión a través de la cubierta hacia las células del módulo de la capa superior, lo que podría causar microgrietas. 2. Si el almacenamiento supera los 3 días, la caja de embalaje debe trasladarse a un entorno interior seco y protegido de la lluvia.

6. Selección de Escenario de Aplicación e Instalación de Módulos

6.1 Requisitos generales de instalación

1. Preparación de la instalación y control del entorno del sitio

- Requisitos básicos del sitio: el área de trabajo para la instalación del módulo debe mantenerse seca, segura y libre de obstáculos, cumpliendo con las condiciones espaciales y de seguridad para la construcción estandarizada.
 - Gestión de Almacenamiento y Desempaque de Módulos: Para cajas completas de módulos que aún no han entrado formalmente en el proceso de instalación, el embalaje original sellado debe permanecer intacto y sin abrir. Una vez que los módulos se retiren de la caja, deben someterse inmediatamente a operaciones de instalación estandarizadas, aplicando estrictamente el principio de “abrir e instalar” para evitar la degradación del rendimiento o daños en la apariencia causados por la exposición prolongada de los módulos.
 - Control del Clima y del Entorno en la Construcción: Las operaciones de instalación de módulos deben realizarse durante el día con cielo despejado y soleado de manera continua. Los procesos centrales que involucran el pegado con adhesivo estructural o el aseguramiento con abrazaderas deben ejecutarse bajo condiciones de clima despejado. Durante toda la operación, no se deben manipular los módulos ni realizar conexiones eléctricas bajo lluvia, niebla, alta humedad o ambientes con condensación, para eliminar riesgos de seguridad y defectos en la calidad de la instalación.
2. Diseño Estructural y Requisitos de Seguridad ante Cargas
- Reglas de Cálculo de Carga: Los parámetros de carga proporcionados en este manual son cargas de prueba estándar. La carga de diseño real debe determinarse de manera integral según la estructura del edificio de instalación, las normas de aplicación del proyecto, las condiciones geográficas y meteorológicas del sitio de instalación, y las leyes y regulaciones locales. La verificación de la carga mecánica debe cumplir con un factor de seguridad no menor a 1,5. La fórmula de cálculo es:
$$\text{Carga Mecánica} = \text{Carga de Diseño} \times \text{Factor de Seguridad } 1,5.$$
 - Declaración de Límite de Responsabilidad: La verificación y confirmación de la carga de diseño del proyecto debe ser realizada por un proveedor profesional calificado o un ingeniero registrado para garantizar que el diseño de la carga cumpla con las regulaciones locales y con las condiciones reales del proyecto.
 - Verificación de Carga Extrema: El sistema de instalación del módulo debe pasar una verificación específica para las condiciones locales de viento y carga de nieve extremas. Al usar instalaciones tipo columna, las columnas seleccionadas y las estructuras de soporte deben someterse a la verificación de carga de manera sincronizada para asegurar que las cargas de viento y nieve sobre los módulos no excedan los valores máximos permitidos para el producto, al mismo tiempo que se evite estrés adicional causado por la expansión térmica de la estructura de soporte que pueda dañar los módulos.
3. Requisitos Técnicos del Sistema de Instalación y Estructura de Soporte
- Requisitos de Material y Acceso: Las estructuras de soporte de los módulos deben estar hechas de materiales duraderos, resistentes a la corrosión y a los rayos UV. Se deben utilizar productos de estructuras de soporte certificados y probados por terceros que cumplan con los requisitos de diseño del proyecto. Se prohíben

estrictamente los soportes y materiales de soporte no estándar y no certificados.

- Requisitos de Resistencia Estructural: El método de instalación del módulo y el sistema de montaje deben tener suficiente rigidez y resistencia estructural para cumplir con los requisitos de uso bajo todas las condiciones de carga de diseño preestablecidas, asegurando la seguridad estructural a largo plazo de los módulos en servicio.
- Especificaciones de instalación de la abrazadera: Al utilizar accesorios tipo abrazadera, se deben seguir estrictamente los requisitos técnicos del proveedor de abrazaderas. La presión máxima aplicada por una sola abrazadera no debe superar los 20 MPa, para prevenir daños irreversibles como la deformación del marco del módulo o la rotura del vidrio debido a la presión excesiva.
- Especificaciones de instalación del módulo
 - ✧ Los módulos deben instalarse de manera segura en la estructura de soporte. Está estrictamente prohibido que el marco soporte tensión y presión lateral para evitar la separación del marco, el aplastamiento del vidrio y otros fallos.
 - ✧ Se debe reservar un espacio de instalación de no menos de 20 mm entre los módulos adyacentes para evitar daños causados por el estrés compresivo debido a la expansión térmica del módulo.
 - ✧ Los módulos se pueden instalar horizontal o verticalmente. Durante todo el proceso de instalación, asegúrese de que los orificios de drenaje del marco del módulo no estén bloqueados.
 - ✧ Se debe reservar un espacio de seguridad entre la parte posterior del módulo y la estructura de montaje/construcción para evitar que los componentes en la parte posterior toquen o compriman la lámina trasera del módulo y los circuitos internos cuando la superficie del módulo esté sometida a presión externa.
- Requisitos de instalación anti-sombreado: En áreas con fuertes nevadas invernales, la altura de instalación del sistema de soporte debe estar diseñada de manera razonable para garantizar que el borde inferior del módulo no quede cubierto por nieve en ninguna condición. Además, se debe garantizar la altura mínima de instalación del módulo para evitar el sombreado de plantas o árboles circundantes.

4. Especificaciones Técnicas de Instalación de Tejados Especializados

- Requisitos Generales de Instalación de Techos
 - ✧ Revisión Estructural y Control de Seguridad: Antes de la instalación del módulo, se debe completar una revisión especializada de la capacidad de carga de la estructura del techo para confirmar que la estructura del techo es razonable y que la redundancia de seguridad cumple con los requisitos de carga de instalación. El área del techo destinada a la instalación del módulo debe haber completado el tratamiento de sellado para eliminar riesgos de filtración. Está estrictamente prohibida la instalación de módulos superpuestos o que exceda los límites del techo.

- ✧ Requisitos de espacio de ventilación: Se debe reservar un espacio suficiente para la ventilación y la disipación de calor entre el plano del techo y el plano del módulo. En condiciones normales, la distancia mínima libre no debe ser inferior a 30 mm. Se puede adoptar un valor mayor según las normativas locales vigentes para áreas especiales, pero no debe ser inferior al mínimo obligatorio establecido por la normativa.
- ✧ Protección del ciclo de vida completo del sistema de drenaje: Durante todo el proceso de instalación del módulo, limpieza y O&M, el adhesivo estructural, los materiales de instalación y otros objetos extraños no deben obstruir los orificios de drenaje del techo ni los orificios de drenaje del marco del módulo, asegurando sistemas de drenaje sin obstrucciones.
- Requisitos Especializados para la Instalación de Tejas Metálicas
 - ✧ Control de zona de exclusión de instalación: Está estrictamente prohibido instalar módulos fotovoltaicos en las áreas de tragaluces de techos de tejas de acero.
 - ✧ Especificaciones de Pretratamiento de la Superficie de Instalación: (i) Al utilizar la instalación mediante adhesivo estructural, la calidad del pretratamiento de la superficie de instalación determina directamente la tasa de éxito del pegado y la vida útil a largo plazo del módulo, representando un punto de control de calidad central cuyo impacto representa no menos del 85%. (ii) Antes de la instalación, verifique de manera integral la integridad del sustrato del techo, confirmando que no haya envejecimiento, óxido, pulverización, desprendimiento, ampollas u otros defectos. Las áreas con óxido deben someterse primero a un tratamiento de eliminación de óxido. (iii) Utilice los limpiadores especificados en el Anexo 1 de este manual para desengrasar y desinfectar a fondo la superficie de instalación, asegurando que la superficie de la teja esté limpia, ordenada y libre de materias extrañas, proporcionando un sustrato calificado para el pegado con adhesivo estructural y garantizando que la resistencia de la unión cumpla con los estándares.
 - ✧ Manejo de obstáculos en la superficie de las losetas: Si hay remaches en las crestas de las corrugaciones de las losetas de acero que afectan el ajuste de instalación del módulo, deben ser lijados o retirados de antemano para asegurar que el módulo se instale correctamente con una distribución uniforme de la fuerza.

6.2 Guía de Selección de Productos para Escenarios Completos

La selección correcta de productos es la base del éxito del proyecto. Por favor, siga la selección del tipo de producto preferido según las características del escenario.

1. Escenarios que Prefieren la Serie SolarPega / SolarPegaL (Solución de Unión Adhesiva Estructural)

Cuando se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones, la solución de unión adhesiva estructural directa de la serie SolarPega sin marco posterior es la opción más económica y eficiente:

- El sustrato del techo es de tipo T o teja de acero corrugado con un paso de corrugación ≤ 350 mm, superficie lisa, sin protuberancias de remaches en las crestas y sin picaduras de corrosión irreparables.
- El techo es un techo de membrana impermeable plana con sustrato intacto y sin ampollas ni descamación.



2. Escenarios que Prefieren la Serie SolarPegaF / SolarPegaFL (Solución de Abrazadera/Instalación Rápida) Cuando ocurre cualquiera de las siguientes situaciones, la instalación de fijación Quick-Clamp de la serie SolarPegaF con marco trasero es la solución preferida:

- El techo es de tipo costura alzada, cumbrera angular u otros perfiles de teja que pueden acomodar abrazaderas pero no pueden proporcionar una superficie plana continua para la adhesión estructural.
- El proyecto tiene un requisito futuro claro para el desmontaje no destructivo de módulos, como la necesidad de inspección periódica del techo o su reemplazo.
- Escenarios de techo plano de concreto o membrana impermeable utilizando instalación del sistema de abrazadera de montaje.
- Cronogramas de construcción ajustados que requieren una instalación rápida por lotes y un mantenimiento posterior flexible.

3. Selección entre tipos ultrafinos (L/FL) y estándar

- SolarPegaL / SolarPegaFL (vidrio templado ultrafino de 1,1 mm): Peso más ligero (10,0 kg / 13,0 kg), adecuado para escenarios sensibles a la capacidad de carga del techo y con altos requisitos de ligereza (por ejemplo, antiguas plantas industriales/comerciales, edificios agrícolas, proyectos que requieren alta conveniencia de transporte).

- SolarPega / SolarPegaF (vidrio semi-templado recubierto de 1,6 mm): Mayor carga estática frontal (3600 Pa), adecuado para áreas con altas cargas mecánicas como viento fuerte o nieve pesada.

6.3 Precauciones de instalación

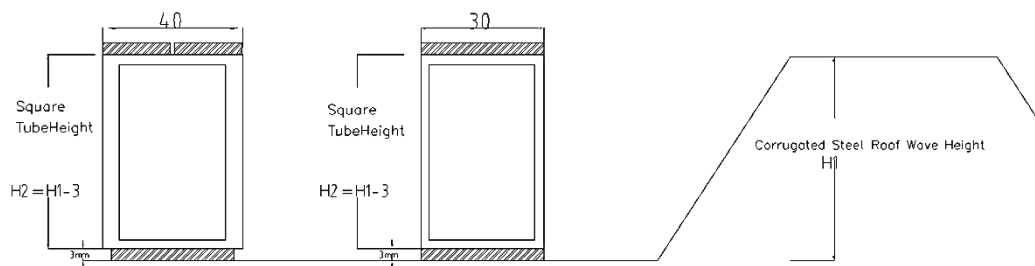
Esta sección complementa los puntos operacionales clave que no se cubrieron completamente en los requisitos generales de instalación mencionados arriba. El supervisor de instalación debe verificar cada elemento antes de que comience el trabajo; solo proceda cuando todos los elementos hayan sido aprobados:

- Orientación de la Instalación del Módulo y Evitación de Sombras: los módulos de las series SolarPega y SolarPegaF permiten la instalación horizontal o vertical. Cualquier obstáculo alrededor de la superficie de instalación (como muros de parapeto, ventiladores, techos tipo monitor, tuberías, salas de equipos, etc.) no debe proyectar sombras sobre la superficie del módulo.
- Inspección previa del techo de tejas de acero: Durante la instalación de la estructura de tejas de acero, asegúrese de que la superficie de las tejas esté limpia, ordenada y libre de materia extraña. Trate las áreas oxidadas con removedor de óxido para garantizar la resistencia del adhesivo estructural.
- Trabajo en equipo de dos personas: la operación independiente por una sola persona está estrictamente prohibida durante todo el proceso de instalación del módulo. Las operaciones siempre deben ser realizadas por un equipo de 2 o más personas trabajando juntas.
- Fijación de cables y anti-envejecimiento: Después de la instalación del módulo, todos los cables de salida y puentes deben fijarse de manera segura con clips de cable dedicados o bridas resistentes a los rayos UV. Ningún cableado debe sombrear el área efectiva de recepción de luz de las células. Los cables no deben colgar, acumular agua ni estar expuestos a la luz solar directa durante periodos prolongados.
- Prohibición por Lluvia y Viento Fuerte: la instalación de módulos u operaciones eléctricas están prohibidas cuando el área de instalación está mojada o la velocidad del viento alcanza un nivel que afecte la operación segura. Para los módulos instalados con adhesivo estructural, asegúrese de que los procesos de aplicación del adhesivo y colocación se completen totalmente en clima despejado.
- Evitar zonas de levantamiento por viento: Las posiciones de instalación deben planificarse profesionalmente para evitar activamente áreas con efectos significativos de levantamiento por viento, como esquinas de techos, bordes de aleros y periferias de tragaluces, impidiendo que los módulos soporten presiones

negativas de viento que excedan los valores de diseño bajo condiciones climáticas extremas.

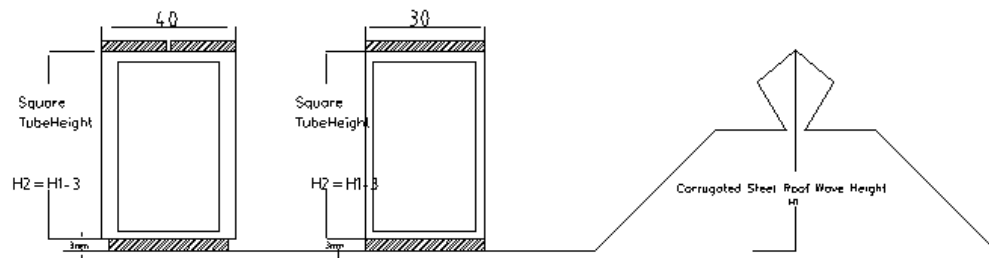
- Medidas contra el aflojamiento y protección de cables: No se debe confiar únicamente en la fricción superficial como la única medida para evitar el aflojamiento de conexiones eléctricas o mecánicas. La zona alrededor de los terminales de conexión debe mantenerse limpia y libre de residuos para prevenir el desgaste mecánico o el estrés en el aislamiento del conductor.
- Fijación de Pontones: Los cables terminales del módulo y los pontones añadidos deben contar con protección mecánica utilizando conducto flexible o tubos de PVC resistentes a los rayos UV. Al conectar los pontones, use herramientas de engarzado dedicadas para la fijación. Las conexiones deben estar completamente y de manera segura acopladas. Las conexiones sueltas o deficientes están estrictamente prohibidas.
- Prevención de Desprendimiento del Marco del Módulo: Para la serie SolarPegaF / SolarPegaFL con marco trasero, para prevenir el desprendimiento del módulo después de la instalación, se deben seleccionar las abrazaderas correspondientes proporcionadas por ZKFN Solar.
- Compatibilidad de especificaciones de conectores: Los cables de extensión de campo o los cables de parche conectados a los cables del módulo deben utilizar conectores del mismo fabricante, mismo modelo y especificación equivalente que el conector del módulo. Está prohibido mezclar diferentes marcas o series.
- Determinación de la dimensión del tubo cuadrado nivelador

Tipo T:



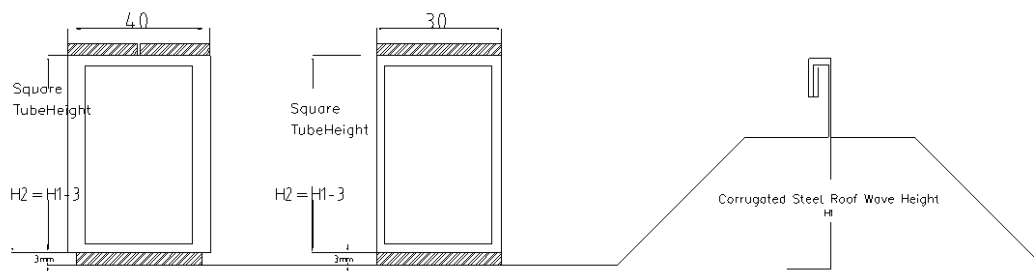
Dimensions Above: $B = 30\text{mm}$, $H2 = (H1 - 3\text{mm}) \pm 2\text{mm}$

cresta de ángulo:



Dimensions Above: $B = 30\text{mm}$, $H2 = (H1 - 3\text{mm}) \pm 2\text{mm}$

chimenea de costura vertical:



Dimensions Above: $B = 30\text{mm}$, $H2 = (H1 - 3\text{mm}) \pm 2\text{mm}$

6.4 Soluciones de Instalación de Módulos de la Serie SolarPega / SolarPegaL

El método de instalación principal para la serie SolarPega / SolarPegaL es la instalación mediante adhesivo estructural directo, no requiere marco de montaje ni rieles, y es adecuado para tejas de acero tipo T, tejas de acero corrugado, membranas impermeables para techos planos y otros escenarios. La guía de instalación detallada es la siguiente.

6.4.1 Preparación previa a la instalación

1. Consumibles y preparación de herramientas: adhesivo estructural, pistola de pegamento, paño sin pelusa, limpiador de sustrato especificado, línea de tinta, línea de alineación de construcción, rodillo de plástico, tubo cuadrado (para escenarios de voladizo), herramientas de construcción, herramientas aisladas, equipo de protección de seguridad.

<p>Pistola de pegamento eléctrica</p> 	<p>Adhesivo estructural</p> 
<p>Línea de tinta</p> 	<p>Paño sin pelusa</p> 
<p>Tambor suave</p> 	<p>Tubo cuadrado acolchado</p>

2. Requisito general de área de conexión:

El área de unión del módulo debe ser: $\geq 800 \text{ cm}^2$ (Bajo esta condición, la resistencia máxima típica a la tracción de un solo módulo es de 1771 kg (17,4 kN)).

3. Precauciones Generales de Instalación:

- La instalación de módulos está prohibida cuando la fuerza del viento \geq Nivel 4.
- La instalación de módulos está prohibida en clima lluvioso o nevado.
- La superficie de instalación debe mantenerse seca, libre de materia extraña.
- Después de aplicar el adhesivo, instale el módulo lo más rápido posible dentro de los 5 minutos para evitar que la película superficial del adhesivo estructural afecte la resistencia de la unión.

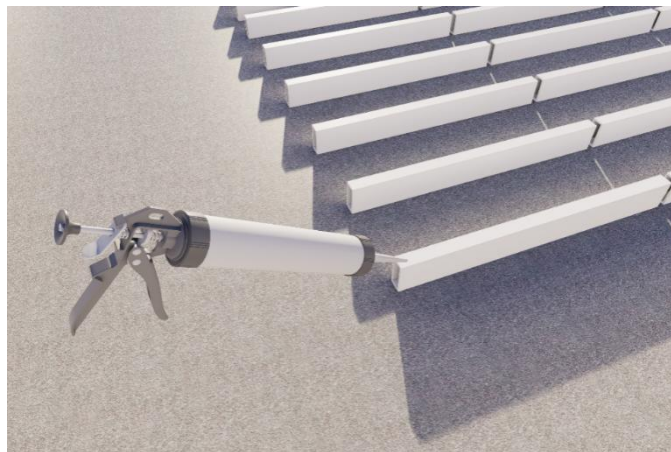
6.4.2 Solución de Instalación de Membrana Impermeable para Techo Plano

(1) Condiciones Previas a la Instalación

- La membrana impermeable del techo no presenta envejecimiento, despegue, descamación ni ampollas. El sustrato está plano.
- Adhesión de un solo punto a la base ≥ 40 kg (área de un solo punto: 4×4 cm²).
- Área de instalación libre de sombra permanente de muros de parapeto, salas de equipos, edificios circundantes, etc.

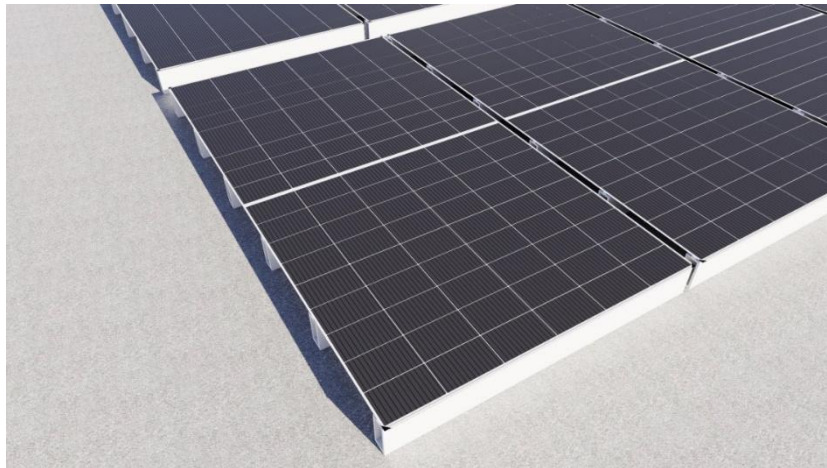
(2) Procedimiento de instalación

1. Posicionamiento y diseño: Basándose en los dibujos de diseño y en los resultados de la verificación de sombras en el lugar, marque líneas de referencia para la unión de tubos cuadrados en el techo. Asegúrese de que los tubos cuadrados en el mismo techo estén colocados en paralelo con un espaciamiento uniforme. Después de la unión, las superficies superiores de todos los tubos cuadrados deben estar en el mismo plano horizontal. (i) Cada módulo utiliza no menos de 6 soportes de tubo cuadrado, distribuidos uniformemente a lo largo de la dirección de la longitud del módulo.
2. Tratamiento de limpieza: Limpie los tubos cuadrados y las áreas de unión del techo con un paño sin pelusa empapado en limpiador para eliminar polvo, aceite y residuos. Asegúrese de que las superficies estén secas y limpias.
3. Unión de Tubo Cuadrado: Según la posición de diseño, corte la boquilla del adhesivo en un ángulo. Extraiga tiras de adhesivo triangulares (aproximadamente 10 mm de ancho, 8 mm de alto) a lo largo de las posiciones de unión del tubo cuadrado a una velocidad uniforme de aproximadamente 10 cm/s. Luego, presione firmemente el tubo cuadrado sobre las tiras de adhesivo.

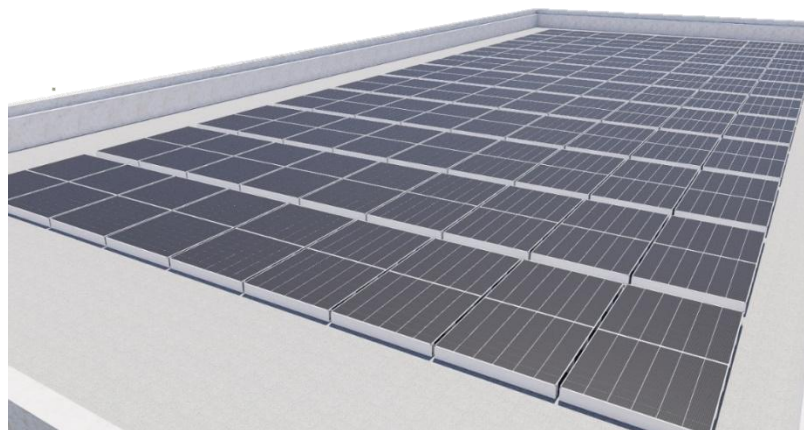


4. Aplicación de adhesivo sobre tubos cuadrados: Después de que los tubos cuadrados estén posicionados y unidos, aplique otra tira continua de adhesivo en forma triangular (aproximadamente 10 mm de ancho, 8 mm de alto) a lo largo de la línea central en la parte superior de los tubos cuadrados, utilizando una velocidad de aplicación de aproximadamente 10 cm/s.
5. Colocación del Módulo (5 Minutos Dorados): La colocación del módulo debe completarse dentro de los 5 minutos posteriores a la aplicación del adhesivo. Dos personas se enfrentan, sujetan los bordes blancos del módulo con ambas manos, bajan su centro de gravedad y colocan el módulo con precisión en el área de adhesión

utilizando el método de “colocar primero el borde de referencia, luego bajar lentamente en plano”, asegurándose de que esté perfectamente horizontal y nivelado. No levantar ni reposicionar después de la colocación.



6. Protección durante el curado: Después de completar la unión, no la altere durante 24 horas (consulte el Anexo 2 para el tiempo de curado específico).



6.4.3 Solución de Instalación de Techo de Baldosas de Acero

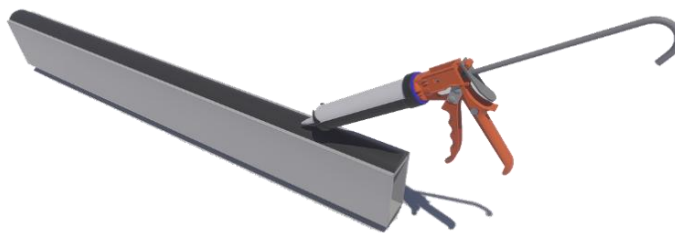
(1) Compatibilidad del tipo de baldosa y selección del método de unión

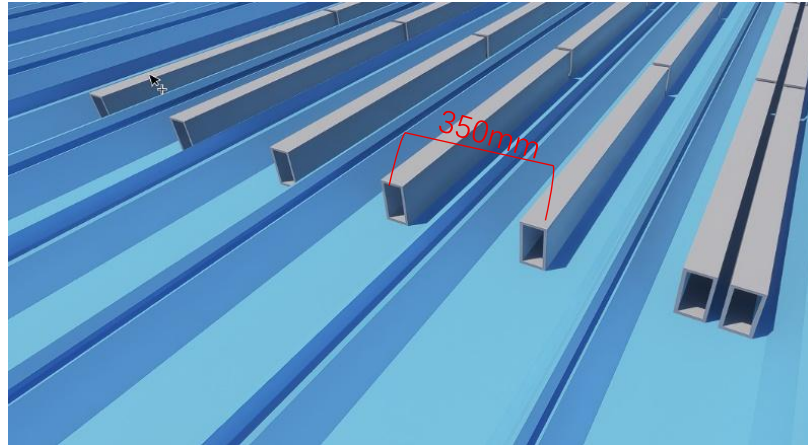
Tipo de baldosa de acero	Método de unión recomendado	Orientación de Instalación del Módulo (Lado Largo)
Teja de acero tipo T	Soporte de tubo cuadrado de unión directa	Perpendicular a la corrugación
Teja de acero corrugado	Unión directa	Perpendicular a la corrugación
Teja de acero en ángulo y cresta	Debe usar unión de tubo cuadrado	Perpendicular a la corrugación
Teja de acero con costura alzada	Debe usar unión de tubo cuadrado	Perpendicular a la corrugación

Nota: El área de unión del módulo debe ser $\geq 800 \text{ cm}^2$. Bajo condiciones de área de unión satisfechas, la resistencia máxima típica a la tracción del diseño es de 1771 kg (17,4 kN).

(2) Procedimiento General de Construcción

1. Pretratamiento del techo: Use el limpiador especificado para limpiar a fondo el área de unión del techo, eliminando polvo, aceite, óxido y escombros. Asegúrese de que la superficie de unión esté seca, limpia y plana. Las tejas de acero con óxido deben someterse primero a la eliminación de óxido y a la restauración. Está prohibida la instalación en techos con pintura descascarada, ablandada o colapsada.
2. Diseño y Posicionamiento: Basándose en los planos de diseño y en los resultados de verificación de sombras en el sitio, marque las líneas de referencia de unión de los tubos cuadrados en los valles de las tejas de acero. Asegúrese de que los tubos cuadrados en el mismo techo estén colocados de manera paralela con un espaciado uniforme. Después de la unión, las superficies superiores de todos los tubos cuadrados deben estar en el mismo plano horizontal.
 - (i) Cada módulo utiliza no menos de 6 soportes de tubo cuadrado, distribuidos de manera uniforme a lo largo de la dirección de la longitud del módulo.
 - (ii) Si la posición del tubo cuadrado interfiere con un borde de corrugación, la posición del tubo puede ajustarse adecuadamente.
 - (iii) Si hay juntas desde la cumbrera hasta el alero, la junta debe estar entre módulos. Un solo módulo no debe abarcar una junta.
3. Adhesión de Tubo Cuadrado (Aplicable a escenarios de ángulo-cumbral, costura alzada y tipo T auxiliar): (i) Aplicar adhesivo continuo y uniforme en los valles de las tejas de acero. Se prohíbe la aplicación de adhesivo por puntos o segmentada. (ii) Adhesión de tubos cuadrados: ancho del tubo ≥ 30 mm. (iii) La longitud del adhesivo estructural L_2 es igual al ancho del módulo. (iv) Aplicar el adhesivo de manera uniforme en la superficie superior de los tubos cuadrados.

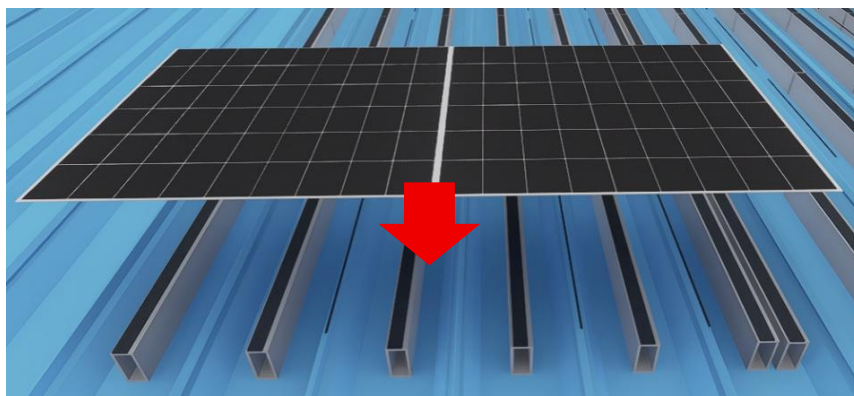




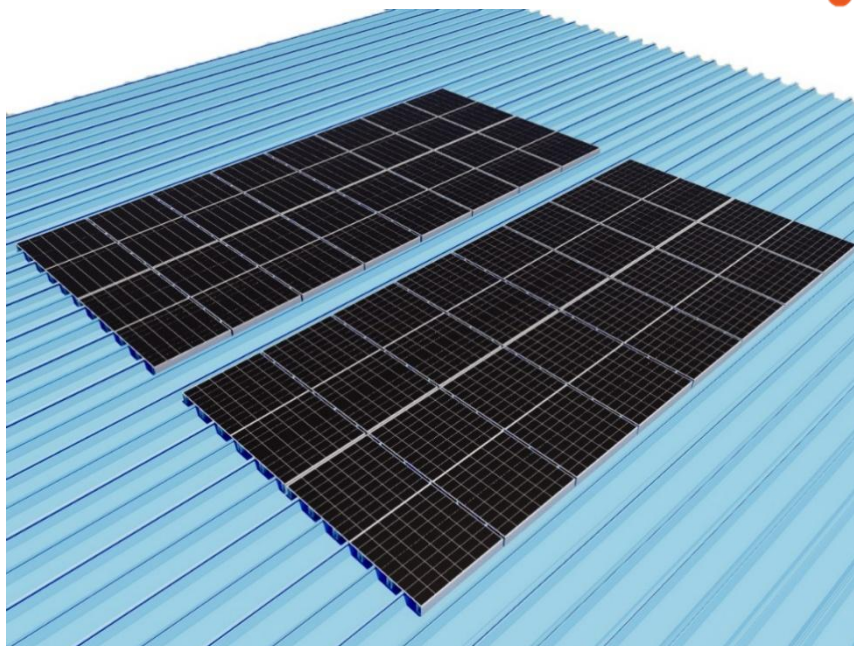
4. Aplicación de adhesivo sobre tubos cuadrados: Corte la boquilla de la cola en ángulo. Extraiga tiras triangulares de adhesivo (aproximadamente 10 mm de ancho, 8 mm de alto) a una velocidad uniforme de aproximadamente 10 cm/s a lo largo de la parte superior de los tubos cuadrados.



5. Instalación del Módulo: Coloque el módulo SolarPega / SolarPegaL sobre los tubos cuadrados. Use un rodillo suave para aplicar presión de rodadura uniforme y asegurar el contacto completo de las tiras adhesivas.



6. Inspección posterior a la instalación Asegúrese de que los módulos estén horizontales y verticales, sin bordes colgantes, y que no haya exceso de adhesivo que contamine las celdas.



(3) Requisitos específicos de tejas de acero corrugado

- Debido a la superficie curva de las tejas onduladas, el adhesivo estructural debe aplicarse en la línea del punto más alto de cada cresta.
- Colocar para evitar áreas sombreadas y las uniones del techo. Las uniones deben colocarse entre los módulos.
- Las corrugaciones deben ser rectas, sin protuberancias de remaches en las crestas. Los remaches existentes en las corrugaciones deben ser limados o retirados previamente.
- Se puede elegir la instalación horizontal (lado largo del módulo perpendicular a la ondulación) o la instalación vertical (lado largo paralelo a la ondulación).

(4) Advertencia específica de cumbrera/union vertical

Advertencia - Aviso Importante: Las tejas de acero con cresta en ángulo tienen defectos inherentes de desviación de altura de la cresta y anchura efectiva insuficiente de unión en las corrugaciones. Las tejas de acero de unión continua son estructuras de juntas entrelazadas, sin un sustrato de unión plano y de gran superficie continuo. Ambos tipos de tejas están estrictamente prohibidos para instalación mediante adhesión directa. Debe utilizarse la solución de soporte nivelador de tubo cuadrado SolarPega/PegaL, o preferirse la solución de abrazadera SolarPegaF/PegaFL.

6.5 Soluciones de Instalación de Módulos de la Serie SolarPegaF / SolarPegaFL

El método de instalación principal para la serie SolarPegaF / SolarPegaFL es el marco trasero con sujeción rápida Quick-Clamp para una instalación rápida, que no requiere rieles, permitiendo la extracción no destructiva de los módulos, adecuado para todos los escenarios, incluyendo techos de tejas de acero y techos planos.

6.5.1 Preparación previa a la instalación

- Inspección del sustrato del techo: Verifique la condición del sustrato del techo de azulejos de acero/plano. Los azulejos de acero no deben presentar ablandamiento, depresión o corrosión severa. El techo debe estar nivelado sin diferencia de altura significativa. Está prohibida la instalación de módulos sobre lucernarios.
- Encuesta del sitio y evaluación de sombras: Evalúe de manera exhaustiva todas las fuentes de sombra, incluyendo muros de parapeto, ventiladores, techos tipo monitor, postes de cámaras, equipos, etc. Utilice simulación solar para confirmar que el área de instalación del módulo no tenga sombra fija permanente durante todo el año.
- Verificación de Compatibilidad de Abrazaderas y Techo: Asegúrese de que el modelo de abrazaderas a utilizar coincida con el perfil de teja de acero en el sitio. Consulte el Anexo 4.
- Calibración de la herramienta: Se debe usar una llave dinamométrica digital calibrada dentro de su período de validez. Para los pernos M8 utilizados para el fijado de abrazaderas, el par de apriete final debe establecerse estrictamente en 15~20 N·m (Referencia: GB 50205-2020). Un par insuficiente provoca fallos de fijación; un par excesivo puede aplastar o dañar el marco trasero compuesto del módulo.
- Posicionamiento y disposición: Según los planos de diseño, use una línea de tinta para marcar las posiciones de las pinzas y bases, asegurando una división uniforme y la alineación horizontal y vertical.
- Preparación de herramientas y consumibles:

<p>Llave de torque</p> 	<p>Abrazaderas fotovoltaicas</p> 
<p>Abrazaderas de sujeción rápida</p> 	<p>tornillos hexagonales</p> 
<p>línea de tinta</p>	



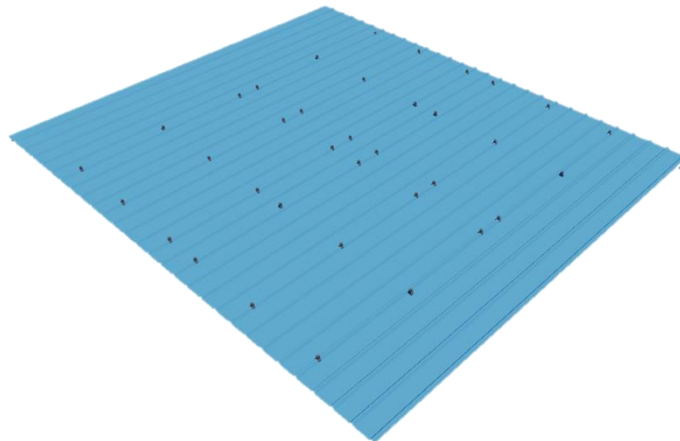
6.5.2 Solución de Instalación de Abrazadera para Techo de Teja de Acero (Abrazadera Rápida)

(1) Condiciones Previas a la Instalación

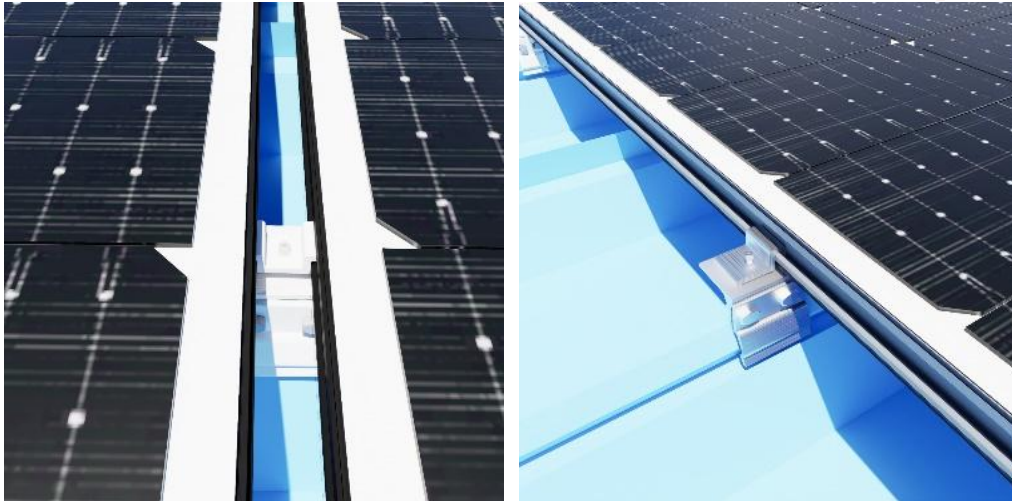
- Aplicable a todos los tipos de tejas principales (tipo T, corrugada, de ángulo-cumbral, de junta alzada, de junta alzada redonda).
- El entorno de instalación está limpio, sin escombros que afecten la estabilidad de la abrazadera.

(2) Procedimiento de instalación

1. Posicionamiento y fijación de las abrazaderas: Coloque las abrazaderas según los planos. La separación entre abrazaderas debe estar dividida de manera uniforme. El punto central de las abrazaderas en ambos extremos debe estar aproximadamente a 10~15 cm del borde del lado corto del módulo.



2. Instalación de la primera abrazadera: Siguiendo estrictamente el espaciamiento en los planos de diseño, coloque y fije la primera abrazadera dedicada. Para las tejas tipo T, use tornillos autoperforantes o adhesivo estructural para fijación auxiliar. Para los tipos de cumbrera angular y de costura alzada, use pernos de bloqueo para sujetar las nervaduras de la teja.



3. Colocación del Primer Módulo de Referencia: Dos personas manejan un módulo SolarPegaF / SolarPegaFL, colocándolo sobre las abrazaderas de acuerdo con la posición de las abrazaderas.
4. Fijación de la abrazadera: Fije las tuercas del perno de la abrazadera y apriételas usando una llave de torque, estándar de torque 15~20 N·m.
5. Instalación por lotes: Para los módulos posteriores, use el anterior como referencia, repitiendo el proceso: “Coloque el módulo → Coloque la abrazadera → Apriete → Inspeccione.”
6. Al instalar abrazaderas centrales, utilice una grúa de construcción fotovoltaica o almohadillas de espuma de construcción fotovoltaica para protección.

(3) Puntos clave de instalación

- Dos personas coordinan el manejo del módulo, colocándolo suavemente sobre las abrazaderas. No agarre cajas de conexiones ni cables para manejar. No golpee ni deje caer los módulos.
- Use una llave de torsión para apretar los pernos, estándar de par de apriete 15~20 N·m. Se prohíbe el apriete excesivo o insuficiente.
- La instalación del módulo debe ser horizontal y vertical. El espaciado del módulo sigue los dibujos de diseño, el espaciado estándar es de 20 mm, asegurando que las abrazaderas puedan presionar correctamente el marco trasero del módulo.
- Antes de instalar el siguiente módulo, conecte de antemano los conectores del módulo anterior.
- Después de la instalación de un solo módulo, revise el estado de la abrazadera y el apriete de la abrazadera para asegurarse de que no haya holgura ni desalineación.

7. Especificaciones de Conexión y Cableado

7.1 Requisitos de Trazado y Fijación de Cables

- Especificación del cable del sistema: Excepto los cables de salida del módulo, todos los cables principales de CC en el sitio deben ser cables específicos para FV de 1500V

certificados por TÜV o una autoridad equivalente, con conductor de cobre, sección transversal no menor a 4 mm², clasificación de temperatura no menor a 90°C, con excelente resistencia a los rayos UV y propiedades anti-envejecimiento.

- Principio de Enrutamiento Anti-Sombreado: La responsabilidad principal del cableado es “No Sombreado”. Todos los caminos de enrutamiento de cables deben planificarse con precisión y sujetarse de manera segura utilizando abrazaderas de cables de acero inoxidable tipo C dedicadas o bridas de nylon resistentes a los rayos UV en el marco trasero del módulo, tubos cuadrados o canales de fijación de cables de la lámina trasera. Los cables no deben colgarse, oscilar ni colocarse directamente sobre el techo formando curvas de acumulación de agua bajo ninguna condición de trabajo.
- Protección de Conectores: Todos los conectores enchufados dentro de los strings o entre los strings no deben quedar planos ni colgando tocando techos de metal, crestas de tejas de acero o superficies de acumulación de polvo/agua. Deben asegurarse con fundas protectoras de conectores dedicadas y clips de cables elevados sobre vigas transversales detrás de los módulos.
- Radio de curvatura mínimo: Al instalar cables en esquinas, se debe observar estrictamente el requisito del radio mínimo de curvatura. Normalmente, este valor es de 10 a 12 veces el diámetro exterior (OD) del cable. Una curvatura excesiva puede dañar el núcleo de cobre interno, aumentar la resistencia y crear posibles puntos calientes.

7.2 Especificaciones de puesta a tierra

1. Exención de Conexión a Tierra del Módulo: Dado que el diseño de todos los módulos de las series SolarPega/PegaL y SolarPegaF/PegaFL no utiliza ningún marco metálico externo no aislado (borde), los propios módulos constituyen una estructura de aislamiento completa de Clase II. Por lo tanto, no se requiere ningún tratamiento de conexión a tierra explícito para ninguna parte del cuerpo del módulo.
2. Diseño de Puesta a Tierra del Sistema: Esta exención no altera los requisitos de puesta a tierra para protección contra rayos del sistema fotovoltaico.

8. Instrucciones de Trabajo de Instalación Eléctrica

8.1 Requisitos Generales de Instalación Eléctrica

1. Personal Certificado y Operación Desenergizada: El trabajo de instalación eléctrica y cableado se limita a personal autorizado con certificación de electricista. Antes de trabajar, asegúrese de que los interruptores de CC y CA estén en la posición OFF, implemente un procedimiento efectivo de LOTO (Bloqueo/Etiquetado) y verifique con un multímetro que no haya voltaje antes de proceder.
2. Aplicación del Factor de Corrección de Diseño 1,25: Se debe utilizar un factor de diseño de seguridad al configurar los interruptores automáticos del sis

tema, los fusibles, la capacidad de corriente de los cables y el voltaje máximo de entrada del inversor. Todos los cálculos deben basarse en los valores límite de Voc multiplicados por 1,25, Isc multiplicados por 1,25 según la hoja de especificaciones del módulo.

3. Protección contra fallas de arco (AFCI): Para abordar posibles riesgos de arco continuo y de incendio, el inversor o dispositivo de cierre multifuncional seleccionado para la estación de energía debe tener y activar una función AFCI (Interruptor de Circuito por Falla de Arco) disponible.

8.2 Especificaciones de Conexión en Serie/Paralelo del Módulo

1. Principio de Homogeneidad de Cadenas: En un canal de seguimiento MPPT, solo se permiten módulos que sean exactamente idénticos: mismo modelo, mismo lote, misma inclinación e instalación de orientación. La violación de este principio resultará en pérdidas internas severas por desajuste debido a un punto de operación desajustado.
2. Cálculo de Voltaje Extremo: Al conectar módulos en serie, el voltaje en circuito abierto debe corregirse utilizando la temperatura históricamente más baja registrada por la oficina meteorológica local, asegurando que el voltaje total en circuito abierto del conjunto bajo cualquier posible temperatura mínima sea menor que el voltaje máximo de entrada de CC del inversor.
3. Advertencia de peligro por polaridad inversa: Si dos cadenas paralelas están conectadas con polaridad inversa (positivo a negativo), se genera inmediatamente una corriente de circulación forzada masiva, que puede quemar irreversiblemente los diodos de derivación del módulo y la caja de conexiones en milisegundos.

8.3 Selección e instalación de fusibles

1. Límites de Protección contra Sobrecorriente: Los datos técnicos del módulo indican que la calificación máxima del fusible en serie es de 25A. Como este es un valor límite para este módulo flexible, en cualquier escenario con más de 2 cadenas en paralelo, cada cadena individual debe conectarse en serie con un fusible fotovoltaico DC específico de 25A.
2. Protección de polaridad independiente: Los portafusibles deben configurarse en los cables positivo y negativo. No se recomienda una solución que utilice un solo fusible común después de la conexión del colector multi-circuito.

8.4 Especificaciones de Uso y Protección del Conector

1. Prohibición de mezclar diferentes fabricantes y modelos:

Advertencia - Aviso Importante: A lo largo del lado de CC del sistema fotovoltaico, desde los cables de salida del módulo, los cables de salto hechos en campo (cables de extensión de string), hasta la caja combinadora y las entradas del inversor, cualquier lugar que requiera conexión debe asegurarse de que los conectores macho y hembra

proviengan del mismo fabricante y pertenezcan a la misma serie de modelos de producto. Los conectores de diferentes fabricantes (incluidas las marcas llamadas “compatibles con MC4”), e incluso diferentes líneas de productos dentro del mismo fabricante, difieren en la formulación del material de aislamiento, la tolerancia del diámetro exterior del pin de contacto metálico, el proceso de chapado, la fuerza de sujeción del resorte y el material del anillo de sellado. Mezclar conectores de diferentes fabricantes o modelos es una práctica no estándar muy peligrosa, lo que resulta en las siguientes consecuencias:

- Compromiso incompleto: La descoordinación de tolerancia entre macho y hembra impide el cierre y sellado mecánicos completos, dejando huecos microscópicos.
- Ingreso de humedad y corrosión electroquímica: Las grietas microscópicas en entornos exteriores de alta humedad, lluvia y condensación crean un 'efecto capilar' que atrae la humedad, provocando reacciones galvánicas en las superficies de contacto de diferentes metales, acelerando la corrosión por contacto.
- Aumento Anormal de la Resistencia de Contacto: La corrosión y el estrés de contacto insuficiente hacen que la resistencia de contacto se multiplique, lo que resulta en un calentamiento anormal en el punto de conexión. El calor acelera aún más el envejecimiento del material, creando un ciclo vicioso.
- Arco y Fuego de CC: En última instancia, los puntos de conexión severamente degradados o casi sueltos, bajo corriente de CC de alto voltaje, sostendrán un arco continuo. La alta temperatura es suficiente para derretir la carcasa del conector, encender materiales combustibles circundantes, causando directamente un incendio eléctrico catastrófico.

Por lo tanto, el departamento de proyectos debe adquirir de manera centralizada conectores del mismo lote, marca y modelo para todo el cableado en el sitio, y está prohibido mezclar conectores de diferentes fuentes por motivos de ahorro de costos o conveniencia.

2. No hay sustitutos: Durante la construcción, está prohibido usar cinta eléctrica, tapas para cables o conectores de diferentes series o marcas para la denominada “conexión” o “reparación” de cualquier conector en este sistema. Si se encuentran, todos deben ser cortados y reemplazados.
3. Verificación de Enganche Final: Al conectar los conectores, se debe escuchar un sonido de “clic” distinto, y luego intente tirar en la dirección opuesta con fuerza para asegurarse de que no se pueda desacoplar, lo que indica que los contactos chapados en plata han alcanzado un enganche completo y auto-bloqueo.

9. Especificaciones de Operación y Mantenimiento

Los módulos requieren inspección y mantenimiento regular, especialmente durante el período de garantía. Para garantizar un rendimiento óptimo del módulo, ZKFN Solar recomienda las siguientes medidas de mantenimiento (Consulte el “Manual de O&M

de los módulos ligeros ZKFV Solar SolarPega y SolarPega F Series” para más detalles):

9.1 Inspección de rutina

1. Inspección Visual del Módulo: (i) Verificar si hay daños en el módulo. (ii) Verificar si objetos afilados están en contacto con la superficie del módulo.
2. Verificación de Sombra: Verifique si los módulos están sombreados por obstáculos u objetos extraños. Evite el sombreado de árboles recién crecidos, postes recién instalados, etc.
3. Verificación de Integridad Estructural: Verifique si hay desprendimiento del adhesivo especial entre los módulos y el techo, y si los tornillos de la abrazadera/sujeción están sueltos. Ajuste o repare de inmediato.

9.2 Especificaciones de limpieza del módulo

1. Limpieza regular: La acumulación de polvo o suciedad en las superficies del módulo reduce la generación de energía. Limpie regularmente para mantener la limpieza de las superficies. Generalmente, limpie al menos una vez al mes, aumentando la frecuencia en condiciones ambientales severas.
2. Tiempo seguro y volumen de agua: Primero enjuague con agua limpia, luego seque con un paño suave. No utilice disolventes corrosivos ni objetos duros para limpiar los módulos fotovoltaicos. Limpie los módulos fotovoltaicos bajo una irradiación inferior a 200W/m². No limpie los módulos fotovoltaicos con vientos superiores al Nivel 4, lluvia intensa o nieve abundante.

Advertencia - Aviso Importante: Si es necesario caminar sobre los módulos para operaciones y mantenimiento urgentes, asegúrese de que la instalación haya seguido el esquema de instalación transitable. Para los módulos que no se instalaron según el esquema de instalación transitable, no camine, se pare ni se sienta sobre los módulos para limpieza u operaciones y mantenimiento bajo ninguna circunstancia.

4. Áreas de prohibición de agua: No utilice chorros de agua a alta presión para enjuagar directamente las juntas y conectores de la caja de empalmes a corta distancia en ningún momento.

9.3 Requisitos de Inspección Periódica del Sistema Eléctrico

Inspección de conectores y cables del módulo:

(i) Se recomienda una inspección especial cada seis meses. (ii) Revisar el cableado fotovoltaico en busca de signos de envejecimiento, incluyendo posible daño por roedores, envejecimiento por clima y verificar si todos los conectores están bien conectados y libres de corrosión. (iii) Prestar especial atención a la temperatura infrarroja térmica de los conectores. Si un conector de un par está unos grados más caliente que el otro o que el conductor del circuito, esto es

un signo de aumento de la resistencia de contacto. Apagar la energía, abrir y revisar si los contactos de resorte han perdido elasticidad o se han oxidado. Los pares de conectores defectuosos deben ser cortados y reemplazados por completo.

10. Anexos

Anexo 1: Limpiadores recomendados para diferentes sustratos de techo

Tipo de techo	Nombre del Limpiador Recomendado
Tuberías cuadradas, PVC, asfalto, EPDM y otros techos plásticos flexibles	China: Limpiador Profesional de Plástico RA-1033; En el extranjero: Use un limpiador no corrosivo recomendado por el fabricante del material de techado
Teja de acero, techo de vidrio, tipos de techo de metal	90% Alcohol Isopropílico, 10% Agua Desionizada, mezclar bien antes de usar. No usar disolventes que contengan cetonas o hidrocarburos aromáticos

Use los limpiadores anteriores o los recomendados por el proveedor del material de techado.

Anexo 2: Especificaciones de Construcción de Adhesivos Estructurales

Estándar de recorte de boquilla: Boquilla con corte en ángulo estándar. A una velocidad de extrusión de 10 cm/s, debería formar una tira estándar completa de 10 mm de ancho y 8 mm de alto.



Prohibiciones de Aplicación de Adhesivo: Excepto para operación continua, se prohíbe la aplicación de adhesivo de manera segmentada, puntual o en zigzag dentro de un área de unión. La velocidad de aplicación del adhesivo debe ser uniforme con el accionamiento del gatillo de la pistola de pegamento.

Relación entre el Curado y la Carga: Los siguientes datos sirven como base para el diseño de la organización de la construcción. Cuando la temperatura ambiente es inferior a 5°C, el tiempo de secado superficial y el tiempo de establecimiento de la resistencia final del adhesivo estructural aumentarán exponencialmente. Típicamente, se requiere al menos 48 horas de curado sin perturbaciones.

Rango de temperatura ambiente	Tiempo mínimo de curado recomendado (sin perturbar)
25°C - 40°C	24 horas
10°C - 25°C	48 horas
0°C - 10°C	72 horas
Por debajo de 0°C	Instalación no recomendada

Comparación Correcta vs. Incorrecta de la Operación de Laminado:

Elemento de comparación	Operación Correcta	Operación incorrecta
Altura de la cinta adhesiva	Altura > 8 mm (Correcto)	Altura < 5 mm (Mala humectación del adhesivo)
Método de enrollado	Use rodillo de plástico para un enrollado uniforme	Rodado excesivo / Sin rodado / Módulo de torsión después del rodado
Método de planchado	Rodar área no celular del módulo	Presione las celdas directamente con la mano para estabilizarlas

Anexo 3: Lista de Artículos Corrosivos/Dañinos para Conectores FV

Gestionar estrictamente las hojas de datos de seguridad química (MSDS) de todos los materiales auxiliares de instalación. Antes de usar cualquier químico no listado cerca de los conectores, completar pruebas de compatibilidad química en un laboratorio.

Categoría química	Objetos de construcción comunes prohibidos cerca de los conectores
Sustancias ácidas/alcalinas	Sal (spray de sal), bicarbonato de sodio, solución de sosa cáustica, amoníaco, agente de curado de concreto (contiene sales minerales)
Agentes oxidantes	Peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂), hipoclorito de sodio (lejía), tabletas desinfectantes de permanganato de potasio
Solventes orgánicos	Acetona, tolueno, xileno, aceite de banana (diluyente de pintura), isopropanol de alta concentración (>90%), quitaesmalte, trementina

Anexo 4: Perfil de Teja de Acero y Referencia de Tipo de Abrazadera Compatible

Clasificación de Baldosas de Acero	Tipo de abrazadera compatible	Solución de instalación recomendada
Teja de acero tipo T	Abrazadera dedicada tipo T	Instalación del adhesivo serie SolarPega / Instalación de la abrazadera serie SolarPegaF
Tipo de junta de pie	Abrazadera dedicada para costura alzada	Preferir la instalación de abrazaderas de la serie SolarPegaF / En casos parciales se permite la instalación adhesiva de tubos cuadrados SolarPega
Teja de acero en ángulo y cresta	Abrazadera dedicada para ángulo-cresta	Preferir la instalación de abrazaderas de la serie SolarPegaF / En casos parciales se permite la instalación adhesiva de tubos cuadrados SolarPega
Teja de acero corrugado	Abrazadera dedicada corrugada	Instalación del adhesivo serie SolarPega / Instalación de la abrazadera serie SolarPegaF
Tipo de Costura Redonda de Pie	Abrazadera dedicada redonda	Preferir la instalación de abrazaderas de la serie SolarPegaF / En casos parciales se permite la instalación adhesiva de tubos cuadrados SolarPega

Los perfiles y abrazaderas de tejas mencionados anteriormente no especifican modelos o especificaciones concretas y son solo para referencia. Contacte a ZKFN Solar para obtener soporte técnico sobre tipos de modelos de abrazaderas específicos y otros parámetros.

Anexo 5: Condiciones anormales de la superficie de instalación y métodos de tratamiento

Condición anormal	Descripción detallada y riesgo	Tratamiento Obligatorio y Criterios de Aceptación
Corrosión severa de baldosas de acero	La película de pintura superficial estalló extensamente, la placa de acero base mostrando descamación de óxido en capas	Instalación directa prohibida. El techo debe ser completamente renovado (imprimación anticorrosiva convertidora de óxido en spray capa superior) o reemplazar las tejas de acero
Polvo fino de concreto	Resistencia superficial extremadamente baja, se desintegra al frotarse con el pie. El adhesivo se despegará con la capa de cemento suelta	Instalación directa prohibida. Lije la capa superficial suelta, limpie el polvo, aplique imprimación impermeable de alta permeabilidad, deje curar 24 horas antes de la construcción

Condición anormal	Descripción detallada y riesgo	Tratamiento Obligatorio y Criterios de Aceptación
Ampollamiento de la membrana impermeable	La membrana se ha desprendido de la capa estructural. El peso adicional y la succión del viento acelerarán el desgarro de gran área	Instalación directa prohibida. Notifique al fabricante de la membrana para que corte y vuelva a soldar las áreas con ampollas. Vuelva a realizar la prueba de extracción en las áreas reparadas

Advertencia - Nota Importante: Los métodos anteriores deben realizarse bajo la guía profesional de otros fabricantes. Los métodos de tratamiento aquí son solo para referencia.

Anexo 6: Tabla resumen de métodos de selección e instalación de módulos para diferentes techos

Tipo de techo	Subtipo de baldosa	Serie de productos recomendada	Requisitos de instalación básicos
Baldosa de acero	Tipo T, Corrugado	Serie SolarPega / Serie SolarPegaF	SolarPega toda la serie recomendada $\geq 5^\circ$ de inclinación. Paso de la corrugación ≤ 350 mm, ancho de cresta ≥ 1 cm; Área de unión ≥ 800 cm ² , nivelación con tubo cuadrado
Baldosa de acero	Costura alzada, cumbra en ángulo	Prefiere la Serie SolarPegaF	SolarPegaF recomendó una inclinación $\geq 5^\circ$, use una instalación con abrazadera.
Techo plano	Membrana impermeable, hormigón	Serie SolarPega / Serie SolarPegaF	SolarPega utiliza instalación con tubo cuadrado y se recomienda un inclinación $\geq 5^\circ$ para todas las series. Separación de soporte ≤ 350 mm, área de unión ≥ 800 cm ² . Se recomienda inclinación $\geq 5^\circ$ para la serie SolarPegaF, usar soporte, instalación con abrazadera.

Esta tabla es una guía de referencia rápida simplificada. Los requisitos detallados se indican en el cuerpo principal de este manual.

Anexo 7: Descripción de Parámetros Eléctricos

No.	Elemento de parámetro	Valor del parámetro
1	Coefficiente de temperatura de voltaje en circuito abierto α / Coeficiente de temperatura de potencia máxima γ /	$\alpha = -0,27\%/^\circ\text{C}$, $\beta = -0,33\%/^\circ\text{C}$, $\delta = 0,045\%/^\circ\text{C}$

No.	Elemento de parámetro	Valor del parámetro
	Coeficiente de temperatura de corriente de cortocircuito δ	
2	Temperatura Nominal de Operación de la Célula (NOCT)	45 ± 2 °C
3	Sección mínima del cable para el cableado de campo del módulo fotovoltaico	1 x 4,0 mm ²
4	Requisitos de acoplamiento del conector	Se deben usar conectores de la misma marca y modelo que los conectores del módulo. El enchufe debe mantenerse limpio, libre de humedad o barro antes de la conexión
5	Dimensiones del conector, tipo, material y clasificación de temperatura	EVO2, IP68, -40 °C ~ 85 °C
6	Tipo de terminal para el cableado de campo	Terminal de engaste
7	Modelo de conector y fabricante recomendados	EVO2 Stäubli
8	Método de conexión	A: Unión adhesiva estructural / B: Abrazadera
9	Tipo de diodo bypass	GF5045
10	Rango de Temperatura de Instalación y Requisitos de Inclinación	Temperatura de instalación de 5°C a 35°C; Cuando la pendiente >25°, use cinta de espuma para ayudar a la colocación del adhesivo y evitar deslizamientos
11	Método mínimo de fijación mecánica	Use pernos M8, par de apriete 15~20 N·m
12	Clasificación de resistencia al fuego	Clase C (estándar UL790)
13	Diseñar carga mecánica y factor de seguridad	Instalación de tejas de acero: Positivo 3600Pa/1.5, Negativo 2400Pa/1.5; Fijación con tornillo: Positivo 2400Pa/1.5, Negativo 2400Pa/1.5
14	Declaración de enfoque	Este módulo no permite la iluminación externa con reflector en el frente o en la parte trasera. Las anomalías del módulo o los daños causados por la concentración de luz no están cubiertos por la garantía

Shandong ZKFN Solar Tecnología S.A.

www.zkfn-solar.com

Línea de Servicio:(+86) 400 6768 100 (Office Hours: 8:30-17:30, Beijing Time)