



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Nombre del Centro

Trabajo Fin de Grado

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED PARA AUTOCONSUMO EN PABELLÓN DEPORTIVO DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

Alumno: Alejandro Cruz Escabias

Tutor: Prof. D. Pedro Gómez Vidal
Dpto: Departamento de Ingeniería Eléctrica

Junio, 2020

Documento A. ÍNDICE GENERAL

Documento B. MEMORIA

- 1. OBJETO**
- 2. BENEFICIARIO Y SITUACIÓN**
- 3. ALCANCE**
- 4. ANTECEDENTES**
- 5. NORMAS Y REFERENCIAS**
 - 5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas
 - 5.2. Programas de cálculo
 - 5.3. Bibliografía
- 6. REQUISITOS DE DISEÑO**
- 7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**
 - 7.1. Descripción general del sistema
 - 7.2. Soportes de paneles
 - 7.3. Paneles fotovoltaicos
 - 7.4. Inversores
 - 7.5. Cableado
 - 7.6. Protecciones generales de la instalación fotovoltaica
 - 7.6.1. Protecciones de la red de corriente continua
 - 7.6.2. Protecciones de la red de corriente alterna
 - 7.7. Puesta a tierra
 - 7.8. Medida de la energía
 - 7.9. Monitorización

Documento C. ANEXOS

- 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**
 - 1.1. Generador fotovoltaico
 - 1.1.1. Comprobación de inversores
 - 1.1.1.1. Comprobación por tensiones extremas
 - 1.1.1.2. Comprobación por intensidad
 - 1.2. Diseño del generador fotovoltaico
 - 1.3. Cableado de baja tensión
 - 1.3.1. Cálculo de sección de conductores de corriente continua
 - 1.3.2. Cálculo de sección de conductores de corriente alterna
 - 1.4. Protecciones de la instalación
 - 1.4.1. Protecciones de corriente continua
 - 1.4.2. Protecciones de corriente alterna
- 2. ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA**
 - 2.1. Estudio de generación energética
 - 2.2. Estudio de consumo energético
 - 2.3. Cálculo de potencia óptima
 - 2.4. Estudio ambiental
 - 2.5. Análisis viabilidad económica

- 3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**
- 4. GESTIÓN DE RESIDUOS**
- 5. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA**
 - 5.1. Módulos**
 - 5.2. Inversores**
 - 5.3. Soportes**

Documento D. **PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

Documento E. **PLANOS**

- 1. SITUACIÓN**
- 2. EMPLAZAMIENTO**
- 3. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA FV**
- 4. ESQUEMA UNIFILAR AC**
- 5. ESQUEMA UNIFILAR CC**

Documento F. **PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

DOCUMENTO B

MEMORIA



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Informática

Don PEDRO GOMEZ VIDAL, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: Instalación Fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en Pabellón Deportivo de la Universidad de Jaén, que presenta ALEJANDRO CRUZ ESCABIAS, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, 06 de 2020

El alumno:

El tutor:

ALEJANDRO CRUZ ESCABIAS

PEDRO GOMEZ VIDAL

Índice

1. OBJETO.....	3
2. BENEFICIARIO Y SITUACIÓN	3
3. ALCANCE	5
4. ANTECEDENTES	5
5. NORMAS Y REFERENCIAS.....	6
5.1. Disposiciones legales y normativa aplicada	6
5.2. Programas de cálculo.....	8
5.3. Bibliografía	9
6. REQUISITOS DE DISEÑO.....	10
7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	10
7.1. Descripción general del sistema.....	10
7.2. Paneles fotovoltaicos	11
7.3. Sujeción de los módulos fotovoltaicos.....	13
7.4. Inversores	17
7.5. Cableado.....	20
7.5.1. Cableado de corriente continua.....	20
7.5.2. Cableado de corriente alterna	22
7.6. Protecciones generales de la instalación fotovoltaica.....	23
7.6.1. Protecciones de la red de corriente continua.....	23
7.6.2. Protecciones de la red de corriente alterna	28
7.7. Puesta a tierra.....	31
7.8. Medida de la energía.....	33
7.9. Monitorización	34

1. OBJETO

El presente proyecto tiene como objetivo final el diseño y dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo, así como definir las condiciones técnicas y económicas para la ejecución del sistema de generación y venta de energía eléctrica excedente a la red. La potencia neta de la instalación solar será de 150 kW nominales.

Se realiza una descripción técnica de los componentes de los que se hace uso, acompañada de la correspondiente justificación de su elección a la hora de ejecutar esta instalación. Se recogen los cálculos justificativos de estos elementos dentro de los documentos *Anexos*, como son el uso de la superficie total, la distribución de los módulos, la elección del cableado de la instalación, tanto de la red de corriente continua como de corriente alterna, las protecciones necesarias o el sistema de puesta a tierra. En los anexos, también se recogen estudios de entidad propia, como el análisis de generación y consumo energéticos, la obtención de la potencia óptima ejecutada en la instalación, y un estudio económico donde se analiza la rentabilidad de la instalación en términos monetarios.

Finalmente, se presenta un documento del presupuesto final de la instalación fotovoltaica y los planos necesarios para llevar a cabo su ejecución, tales como la situación y ubicación de la instalación, su esquema unifilar de baja tensión, el sistema de puesta a tierra o detalles de los componentes seleccionados.

2. BENEFICIARIO Y SITUACIÓN

El promotor de la planta solar fotovoltaica es la Universidad de Jaén, domiciliada en Campus de las Lagunillas s/n, código postal 23071, Jaén.

La instalación fotovoltaica del presente proyecto estará situada en Carretera de Madrid s/n Complejo Domingo Savio, en la localidad de Jaén.



Ilustración 1. Ubicación de la instalación

Se trata de un complejo de edificios que pertenece a la Universidad de Jaén donde se encuentra el Colegio Mayor, las instalaciones polideportivas y el edificio de Apartamentos Universitarios y Guardería.



Ilustración 2. Situación Complejo Domingo Savio

3. ALCANCE

El presente proyecto se fundamenta y justifica en el autoabastecimiento energético por parte de la entidad promotora, de cara a reducir su consumo proveniente de la red, haciendo uso de energías limpias y renovables, como es la energía solar fotovoltaica. De este modo se consigue una mayor independencia energética, que supone una reducción de costes económicos y un impacto ambiental menor.

La instalación fotovoltaica del proyecto, con una producción estimada de 238.963,1968 kWh anuales, evitará en cada ejercicio la emisión a la atmósfera de unas 110,87 toneladas equivalentes de CO₂.

La instalación proyectada se constituye de los elementos que forman parte del generador fotovoltaico, así como su conexión con la instalación eléctrica de baja tensión ya existente en el complejo Domingo Savio, viendo su fin en el cuadro general de baja tensión del pabellón deportivo.

Siguiendo las indicaciones del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, la conexión de la instalación fotovoltaica se realiza en la caja general de protección de la que parten los consumos.

4. ANTECEDENTES

La entidad promotora de este proyecto, Universidad de Jaén, ha incorporado ya con anterioridad otros proyectos de instalaciones fotovoltaicas en sus instalaciones, tanto de carácter docente como de aplicación técnica.

Siendo así, se desarrolló el *proyecto Univer*. El Proyecto UNIVER (Universidad Verde) consiste en el diseño, instalación y puesta en marcha de un sistema fotovoltaico conectado a la red, de tamaño medio, y localizado en el Campus de las Lagunillas de la Universidad de Jaén.

Surge en 1.995 por iniciativa del rector de la Universidad de Jaén con el fin de identificar la universidad con las fuentes de energías respetuosas con el medio ambiente e implicar a la comunidad universitaria en el desarrollo y uso de energías renovables, enmarcándose dentro de una de las líneas prioritarias de investigación de la Universidad de Jaén enfocada al “desarrollo sostenible y parques naturales”.

El Proyecto UNIVER se enmarca dentro del programa THERMIE (SE/00383/95/ES/UK) del cuarto programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) de la Unión Europea. Este proyecto ha estado liderado por la Universidad de Jaén, que ha actuado como promotor y coordinador, y en él han participado como socios las siguientes instituciones públicas: el Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid, el Newcastle Photovoltaic Applications Centre de la Universidad de Northumbria (Reino Unido) y las empresas: Isofotón y Solar Jiennense. Otras entidades colaboradoras son el Ministerio de Industria y Energía, la Junta de Andalucía y la Compañía Sevillana de Electricidad (Endesa).

Otro proyecto demandado por la Universidad de Jaén que actualmente se encuentra en fase de aprobación, es el de una instalación fotovoltaica en el campus de Jaén, que dé cobertura y permita autoabastecerse hasta un 20% del consumo total anual de la entidad. Por tanto, se trata de un proyecto aún más ambicioso y de mayores dimensiones que el proyecto UNIVER, pionero en el ámbito universitario nacional.

Esta iniciativa dio pie a la creación del presente proyecto, en el cual se busca ampliar esta capacidad de autoabastecimiento por parte de la Universidad de Jaén.

5. NORMAS Y REFERENCIAS

5.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMATIVA APLICADA

El diseño, la ejecución de la instalación y la selección de los materiales y componentes citados en el presente proyecto, se realiza en base a las normas y disposiciones legales vigentes, listadas a continuación:

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la producción de los consumidores.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias
- Normas particulares y condiciones técnicas de seguridad de la empresa distribuidora E-Distribución (Sevillana Endesa).
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y ordenanzas Municipales.
- UNE-EN 50618:2015: Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos.
- UNE-HD 60364-7-712: Instalaciones eléctricas en baja tensión; Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales; Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV)
- UNE-EN 61724:2000: Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- UNE-EN 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- Real Decreto 1627/97 Real Decreto sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Estructuras de acero en Edificación, EA-95.
- Acciones en la Edificación, AE-88.

5.2. PROGRAMAS DE CÁLCULO

Para poder llevar a cabo el diseño y dimensionamiento del presente proyecto, se ha hecho uso de varios tipos de software, tanto para la realización de los cálculos, como para la recogida de datos y el diseño de planos necesarios para la ejecución de la instalación fotovoltaica.

Los datos de irradiancia, necesarios para el posterior cálculo de la energía generada por la instalación fotovoltaica de este proyecto, se han obtenido de PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), herramienta online y gratuita que permite obtener dicha información, además de otros como la potencia generada estimada, altura solar, temperatura ambiente, humedad, etc. en un lugar del mundo concreto, a partir de la introducción de una serie de variables como la orientación, la inclinación o el módulo empleado (para los casos donde haga falta).

Para elaborar todos los cálculos requeridos durante el dimensionamiento de la instalación se ha empleado el programa informático Microsoft Excel, un programa que cuenta con capacidad de cálculo, herramientas gráficas, tablas calculares y un lenguaje de programación macro llamado Visual Basic para aplicaciones.

A la hora de diseñar los planos de la instalación, se ha hecho uso del programa de diseño asistido por ordenador, AutoCAD 2013, tanto para la lectura y modificación de los planos ya existentes de la zona donde se proyecta, como de los nuevos pertenecientes a esta instalación.

5.3. BIBLIOGRAFÍA

Pedro Gómez: *Apuntes del Master oficial Interuniversitario en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica*. UNIA, Universidad Internacional de Andalucía.

Jesús de la Casa: *Apuntes de la asignatura Tecnología eléctrica de los sistemas fotovoltaicos*, EPS-Universidad de Jaén, España, 2019.

Eduardo Lorenzo: *Ingeniería Fotovoltaica*. Volumen III. Editorial: Progenza, 2014.

Proyecto UNIVER: *Información acerca del proyecto Universidad Verde, llevado a cabo por la Universidad de Jaén*, España, 1995. Enlace web: http://www.ujaen.es/investiga/solar/04proyectos/02univer/01_introduccion/00_introduc.htm

Cirprotec: *Protección contra el rayo y las sobretensiones*. Enlace web: <http://www.cirprotec.com/es/Soporte/Area-de-conocimiento/Proteccion-contrasobretensiones/DPS/Sobretensiones-Transitorias-DPS/Parametros-de-proteccion-segun-IEC>

IDAE: *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red*. 2011.

6. REQUISITOS DE DISEÑO

Los datos de partida condicionantes a la hora de llevar a cabo el presente proyecto, son:

- Las limitaciones de la ubicación y el emplazamiento.
- El consumo energético propio de las instalaciones.
- La facturación actual y la tarifa contratada por el cliente.
- El requerimiento de realizar la instalación en una zona no transitada por el público, de cara a aumentar la seguridad de las personas.

7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

7.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

La instalación proyectada consiste en un generador fotovoltaico destinado al autoconsumo, con una potencia instalada de 151,8 kWp, ubicada en la cubierta del Pabellón Deportivo dentro del complejo Domingo Savio, propiedad de la Universidad de Jaén, y cuya conexión se realiza dentro de la red interior propia de Baja tensión del complejo, concluyendo el alcance de esta instalación con su conexión al Cuadro General de Baja Tensión del pabellón deportivo.

La instalación consta de tres sistemas fotovoltaicos, correspondientes a cada una de las zonas A, B y C indicadas en la siguiente ilustración.



Ilustración 3. Separación de la cubierta en 3 zonas

Los sistemas fotovoltaicos de las Zona A y B, se conectarán a un único inversor de 50 kW, con una configuración de los módulos fotovoltaicos de 8 ramas de módulos en paralelo, con cadenas de 21 módulos en serie cada una, mientras que el de la Zona C lo hará a un inversor de 100 kW con una configuración de 16 ramas en paralelo, con series de 21 módulos.

Haciendo uso de los módulos, definidos en el punto 8.1. Módulos fotovoltaicos, con una potencia de 300 Wp, se obtiene una potencia instalada máxima de:

$$\text{Zona A} + \text{Zona B} = 168 \text{ módulos} \cdot 300 \text{ Wp} = 50,4 \text{ kWp}$$

$$\text{Zona C} = 336 \text{ módulos} \cdot 300 \text{ Wp} = 100,8 \text{ kWp}$$

La instalación fotovoltaica queda definida entonces con los siguientes parámetros:

$$\text{Módulos totales} = 504 \text{ módulos}$$

$$\text{Potencia Total Instalable} = 151,2 \text{ kWp} \cong 150 \text{ kWp}$$

Los inversores se instalarán en el pabellón polideportivo, en la terraza próxima a la instalación fotovoltaica de la cubierta. Junto a estos, se instala un Cuadro de Protecciones de Baja Tensión que unifica las salidas de ambos inversores en una sola línea que conecta con el Cuadro General de Baja Tensión del edificio a través de un pequeño cuadro instalado junto a este, donde se ubicará también el contador de lectura para la energía fotovoltaica generada.

7.2. PANELES FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos a emplear en la instalación objeto del presente proyecto serán Honey – TSM 300W PE06H de la marca Trina Solar. Están constituidos por 120 células de silicio policristalino con una eficiencia de 17,6% y una tolerancia de 0/+5W.



Ilustración 1. Panel Honey TSM 300 - PE06H Trina Solar

El módulo Honey adopta la tecnología de Célula Partida (Half-Cut o Half-Cell). Se conectan dos partes de la célula partida en serie, la pérdida de potencia causada por la resistencia de la unión se reduce a 1/4 de la de la tecnología de celda completa, lo que resulta en una disminución de la resistencia eléctrica y por tanto una mejora de la eficiencia general del módulo en más de 2%.

Esta tecnología permite, además, que los módulos trabajen a bajas temperaturas de operación, lo que mejora la generación de energía por vatio. El diseño único de las cadenas de celdas hace que cada fila de celdas funcione de manera independiente, lo que puede reducir significativamente la pérdida de energía debido al problema de falta de contacto causado por el sombreado entre filas.

Se muestran las características principales del módulo a continuación. Para ver información detallada y de forma expandida, se incluye su correspondiente ficha técnica en el apartado 5. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA perteneciente al Documento C. ANEXOS.

Tabla 1. Características físicas del módulo FV

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MÓDULO FV	
Ancho (mm)	1.004
Largo (mm)	1.698
Grosor (mm)	35
Peso (kg)	18,7

Tabla 2. Características eléctricas del módulo FV

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL MÓDULO FV			
Fabricante	TrinaSolar	Eficiencia (%)	17,6
Modelo	Honey TSM-300-PE06H	TONC (°C)	41
Pmax (Wp)	300	α Voc (%/°C)	-0,31
Umpv (V)	32,3	α Isc (%/°C)	0,05
Impv (A)	9,29	α Pmax (%/°C)	-0,38
V _{oc} (V)	39,8	T ^o min (°C)	-40
Isc (A)	9,77	T ^o max (°C)	85

7.3. SUJECIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La cubierta donde se instalan los módulos es de chapa trapezoidal. Se hace uso de rieles para la sujeción de los módulos fotovoltaicos, según las instrucciones técnicas del fabricante que los suministra. Se describe el proceso mediante las instrucciones de instalación del sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S: *FLEX* sobre tejados con cubierta de chapa trapezoidal y ondulada. Este es un sistema de soporte para el montaje de módulos fotovoltaicos que permite montar los módulos tanto vertical como transversalmente.

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S: *FLEX* para tejados de chapa trapezoidal destaca por un grado muy alto de montaje previo; los tiempos de montaje pueden reducirse al máximo gracias a la tecnología de fijación a presión patentada y probada.

Todos los componentes están fabricados principalmente con aluminio y acero inoxidable; su gran resistencia a la corrosión garantiza una vida útil máxima y ofrece la posibilidad de reciclarlos íntegramente.

Desde la ficha técnica del manual de instalación, se extraen los componentes a usar que se muestran en la ilustración de la página siguiente.

1 Componentes para conexiones de tejado

Riel de chapa trapezoidal AK completo
l=395 / 24



Soporte de sistema ST-AK 1/12
completo l=180



2 Soportes finales

EH AK II Klick 30-50
EH AK II Klick 35-55



EH AK II Klick 30-50 negro
EH AK II Klick 35-55 negro



3 Soportes del módulo

MH AK II Klick 30-50
MH AK II Klick 35-55



MH AK II Klick 30-50 negro
MH AK II Klick 35-55 negro



Chapa de conexión a tierra
del soporte del módulo



4 Set de protección antideslizante

Set de protección
antideslizante



5 Clips de bloqueo

Clip de bloqueo AK
Clip de bloqueo AK negro



Ilustración 7. Componentes del sistema de sujeción de módulos FV 1

6 Sujetacables

Brida para cables con
sujetacables de borde KC 15



7 Tornillo para chapa fina

Tornillo para chapa fina 4,5x25



8 Borne de conexión a tierra

Borne de conexión a tierra
DEH uni HK



9 Tornillo para chapa fina

Tornillo para chapa fina 5,5x35



Ilustración 8. Componentes del sistema de sujeción de módulos FV 2

Como ya se menciona en el punto 7.1. Análisis de superficie disponible, la instalación de los módulos corresponde al montaje transversal. Se puede ver en la siguiente figura el montaje escogido.

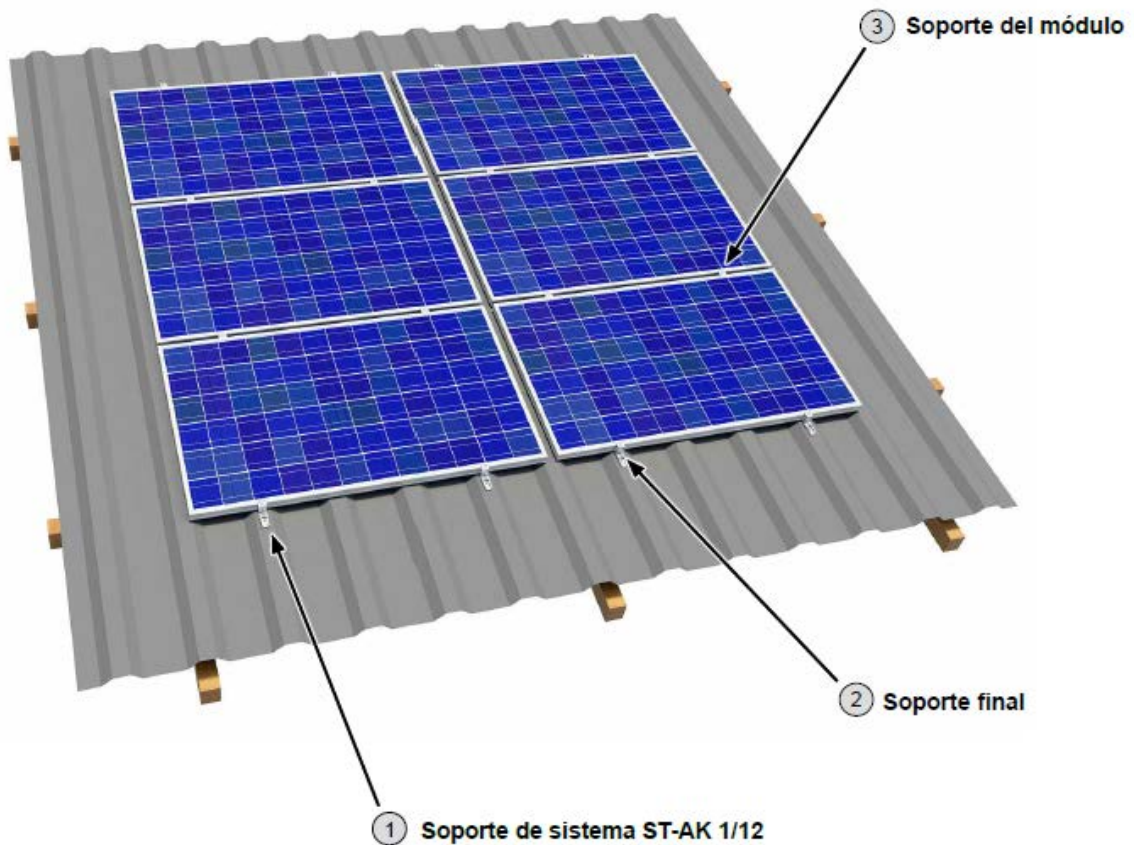


Ilustración 9. Montaje transversal sobre rieles

Los soportes deben colocarse de tal manera que los soportes finales y los soportes del módulo puedan fijarse posteriormente con exactitud en la mitad entre los dos puntos de fijación, así se garantiza una carga uniforme de los dos puntos de fijación.

El sistema está diseñado de modo que no pueda entrar agua entre los soportes y la cubierta del tejado, para ello los soportes deben montarse siempre sobre la cobija.

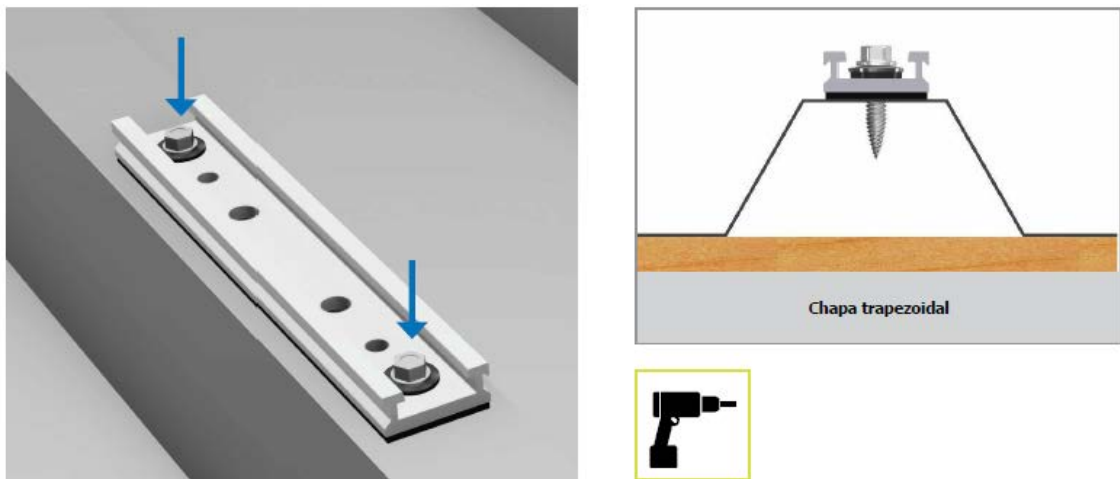


Ilustración 20. Detalle y perfil de enclavamiento de soporte

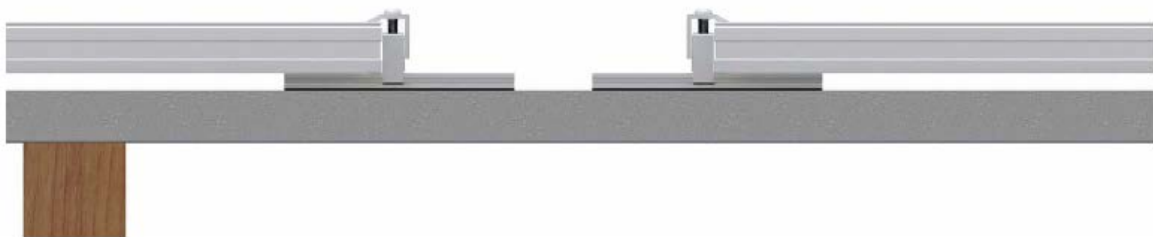


Ilustración 11. Montaje terminado del perfil de rieles

Una vez instalado el soporte, se coloca el módulo sobre este, montando el soporte final que se debe encajar al sistema e insertarse en el módulo fotovoltaico, ajustando su anclaje mediante unos tornillos.

La chapa de conexión a tierra debe montarse antes de esto, insertando esta lateralmente entre el soporte del módulo donde se encuentra la pinza de sujeción y la parte superior de este.

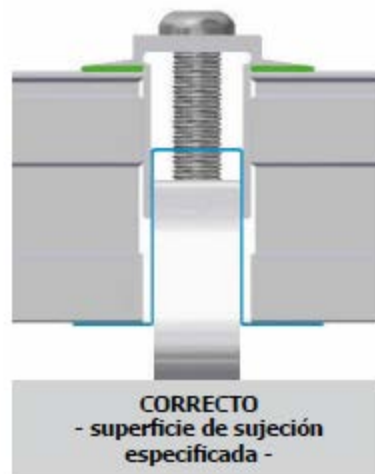


Ilustración 13. Montaje con chapa de conexión a tierra

Siguiendo este procedimiento para todas las filas de módulos, y a su vez para las tres zonas de la superficie disponible, se instalarán todos los módulos de la instalación fotovoltaica de este proyecto.

7.4. INVERSORES

Los inversores seleccionados para la instalación fotovoltaica son dos, ambos de la marca ABB, uno de 50 kW, PVS-50-TL modelo SX2 y otro de 100 kW, PVS-100-TL modelo SX2.

La elección de estos inversores de string se debe a la interesante característica que poseen de poder conectar las ramas de módulos fotovoltaicos directamente al inversor sin tener que intercalar ningún sistema de protección ni seccionamiento. Además, incorpora una serie de protecciones y dispositivos necesarios en la instalación tanto de cara a la red de corriente continua, como para la red de corriente alterna.

Se realiza la justificación de uso de ambos inversores y los cálculos llevados a cabo para ello en el apartado 1.1.1. Comprobación de inversores, perteneciente al Documento C. ANEXOS.

Se ha seleccionado el inversor PVS-50-TL modelo SX2, de 50 kW de potencia nominal para las zonas A y B. Su tecnología, enfocada a optimizar costes y tiempo de

instalación, lo hace muy interesante debido a su versatilidad, así como la incorporación de seccionadores de CC/CA, conexiones directas de 15 cadenas, 3 seguidores del punto de máxima potencia (Maximum Power Point Tracker, MPPT) fusibles y protecciones de sobretensiones evitando así la necesidad de cajas adicionales.

Permite el acceso inalámbrico desde cualquier dispositivo móvil, pudiendo recibir alarma de ruido en estos en caso de sobrepasar una resistencia de aislamiento determinada al primer fallo.

Sus principales ventajas son:

- 3 MPPT independientes.
- Separación galvánica sin transformador
- Instalación vertical u horizontal.
- Fácil acceso a caja de conexiones.
- Módulo de potencia y caja de conexiones en una única envolvente compacta.
- Interfaz Wi-Fi para configuración y puesta en marcha.
- Capacidad de gestión de niveles de potencia reactiva.
- Monitorización remota y actualización de firmware a través de la nube virtual Aurora Vision.
- Protección ambiental IP66



Ilustración 13. Inversor PVS-50-TL

Se ha seleccionado el inversor PVS-100-TL modelo SX2, de 100 kW de potencia nominal para la Zona C. Es interesante debido a sus reducidas dimensiones, y a la incorporación de seccionadores de CC/CA, conexiones directas de 24 cadenas, 6 seguidores del punto de máxima potencia (Maximum Power Point Tracker, MPPT) fusibles y protecciones de sobretensiones evitando así la necesidad de cajas adicionales.

Permite el acceso inalámbrico desde cualquier dispositivo móvil, pudiendo recibir alarma de ruido en estos en caso de sobrepasar una resistencia de aislamiento determinada al primer fallo.

Sus principales ventajas son:

- 6 MPPT independientes
- Separación galvánica sin transformador
- 100 kW para 400 V en CA
- Configuración Wi-Fi de serie
- Dos puertos Ethernet para la comunicación con las plantas
- Extenso abanico de códigos de red específicos que se pueden seleccionar directamente sobre el terreno
- Topología de doble etapa para un amplio rango de entrada
- Instalación vertical y horizontal
- Cambio y sustitución rápida de cables gracias a compartimentos independientes
- Protección ambiental IP66
- Máxima eficiencia de hasta 98,9%



Ilustración 14. Inversor PVS-100-TL

Para ver información detallada y de forma expandida de ambos inversores, se incluye su correspondiente ficha técnica en el apartado 5. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA perteneciente al Documento C. ANEXOS.

7.5. CABLEADO

A continuación, se define el cableado empleado en la instalación, tanto para corriente continua como para corriente alterna.

7.5.1. Cableado de corriente continua

La instalación de enlace de corriente continua consistirá en un único tramo, que conectará las cadenas de módulos fotovoltaicos con los inversores ya que, debido a que estos últimos incluyen un módulo de conexión de ramas con desconectador incorporado, se puede efectuar directamente la conexión de la rama al inversor sin intercalar ningún sistema de protección ni de seccionamiento. De este modo, al inversor de 50 kW llegarán 8 circuitos monofásicos, pertenecientes a las cadenas de módulos fotovoltaicos de las zonas A y B, y un total de 16 circuitos pertenecientes a la zona C llegarán al inversor de 100 kW.

El cableado seleccionado para la red de corriente continua, es del tipo **H1Z2Z2-K** de **4 mm²** de sección. Se justifica la sección determinada para este tramo en el punto 1.3.1. Cálculo de sección de conductores de corriente continua del Documento C. ANEXOS.

Al disponer de dos inversores, se hará uso de una bandeja envolvente para el tramo de corriente continua con cada inversor, recogiendo así los circuitos de cada uno de ellos, de modo que se facilite la agrupación de estos.

Para determinar las condiciones necesarias a cumplimentar, se han tenido en cuenta una serie de consideraciones, contempladas en la normativa de obligado cumplimiento como el REBT, y otras de aplicación aconsejable, más específicas para instalaciones fotovoltaicas.

Por ello, se siguen unas pautas contempladas en la norma UNE 50618 que establece una serie de características necesarias del cableado para instalaciones fotovoltaicas:

- Deben ser de cobre y estar de acuerdo con la Norma EN 60228. Los alambres de los conductores deben estar recubiertos de una capa continua de estaño.
- Debe ser de clase 5 de acuerdo con la Norma EN 60228.
- El diámetro máximo de los alambres del conductor debe estar de acuerdo con la Norma EN 60228.
- La resistencia de cada conductor a 20°C debe ser conforme a los requisitos de la Norma EN 60228 para un conductor de clase 5 recubierto de metal.
- El material de aislamiento debe ser un compuesto reticulado y cumplir con los requisitos indicados en la tabla B.1 del anexo B de esta norma (UNE 50618).
- El material de cubierta debe ser de un compuesto reticulado y cumplir con los requisitos indicados en la tabla B.1 de esta norma (UNE 50618).
- Los cables deben marcarse con el código de designación 'H1Z2Z2-K'.

Cabe mencionar que, dentro de cada una de las bandejas, se agrupan los positivos por un lado y negativos por otro. De esta forma, si se produce contacto entre conductores por defecto de aislamiento tendrán una tensión similar y las consecuencias del fallo serán menores. Tratándose de corriente continua no hay

problemas de inducciones entre conductores homopolares ya que se producen por las variaciones de corriente, algo propio de sistemas de corriente alterna.

7.5.2. Cableado de corriente alterna

Para la red de corriente alterna se determinan dos tramos distintos. El primero conectará cada uno de los inversores con el Cuadro de Protecciones de baja tensión de los inversores, y el segundo dispondrá un único circuito que conectará con el Cuadro General de Baja Tensión del edificio.

Para el primero de ellos, el conductor elegido para cada uno de los inversores es:

- Conexión de inversor de 50 kW con Cuadro de Protecciones: **3x25 +1x16 mm² CU RZ1-K (AS) 0,6/1kV**
- Conexión de inversor de 100 kW con Cuadro de Protecciones: **3x70 +1x35 mm² CU RZ1-K (AS) 0,6/1kV**

El conductor seleccionado lleva por tanto un aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE) con una cubierta exterior de policloruro de vinilo (PVC) y conductor flexible de Clase 5 para instalaciones fijas, y una tensión nominal de 1000 V.

Tipo de instalación: conductores aislados en canales en montaje superficial (método de instalación B1 según UNE 60364-5-52).

Para el segundo tramo se hace uso de un único circuito, saliente del Cuadro de Protecciones de CA hasta el Cuadro General de Baja Tensión del edificio. Se hace uso del conductor:

- Conexión Cuadro de Protecciones con Cuadro General de Baja Tensión: **3x240 +1x120 mm² AL XZ1 0,6/1kV**

Con aislamiento de polietileno reticulado (R), con cubierta de policloruro de vinilo (V) libre de halógenos y no propagador de incendios. Los cálculos justificativos donde se determinan estas secciones, se pueden comprobar en el apartado 1.3.2. Cálculo de sección de conductores de corriente alterna del Documento C. ANEXOS.

7.6. PROTECCIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Se describen a continuación las protecciones eléctricas empleadas en la instalación fotovoltaica. Se protegerá la instalación frente a sobretensiones, sobreintensidades, y a las personas frente a choque eléctrico.

7.6.1. Protecciones de la red de corriente continua

Se realizan los cálculos justificativos de los dispositivos necesarios, para garantizar una correcta protección de la instalación, en el apartado 1.4.1. Protecciones de corriente continua del Documento C. ANEXOS.

PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES

Se determina el uso de protecciones contra sobreintensidades para la red de corriente continua mediante fusibles para cada una de las ramas de módulos fotovoltaicos, según exige la ITC-BT-22, y teniendo en cuenta las particularidades para los sistemas fotovoltaicos recogidas en la norma UNE-HD-60364-7-712.

Según determina la ITC-BT-22:

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizara en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Para proteger ante estos:

- a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte onipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

- b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general puede asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Como se ha mencionado con anterioridad, se han tomado en consideración las indicaciones de la Norma UNE-HD-60364-7-712 para dimensionar los dispositivos de protección contra sobreintensidades necesarios. Especialmente en los apartados 712.433. Protección contra las corrientes de sobrecarga y 712.434. Protección contra las corrientes de cortocircuito. Para determinar el tipo de fusible se remite al punto 712.533.101. Dispositivos de protección contra las sobrecorrientes del lado de corriente continua, donde se indican que estos deben ser:

- Fusibles gPV de acuerdo con la Norma EN 60269-6 o unidades de combinados de fusibles de acuerdo con la Norma EN 60947-3.
- Interruptores automáticos de acuerdo con la Norma EN 60947-2 o EN 60898-2.

Estos dispositivos deben cumplir con las siguientes medidas específicas:

- 1) La tensión nominal de operación (U_e) debe ser mayor o igual a la tensión $U_{OC\ MÁX}$, del grupo fotovoltaico.
- 2) La corriente nominal I_n tal como se define en el apartado 712.431.102.
- 3) El poder de corte nominal debe ser al menos igual a $I_{SC\ MÁX}$, del grupo fotovoltaico

El dispositivo empleado será por tanto un fusible tipo gPV con las características.

- $I_n = 15\text{ A}$
- $U_e = 1000\text{ V}$

Estas protecciones vienen incluidas en los inversores seleccionados.

PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES

Se determina el uso de protecciones contra sobretensiones para la red de corriente continua, según exige la ITC-BT-23, y teniendo en cuenta las particularidades para los sistemas fotovoltaicos recogidas en la norma UNE-HD-60364-7-712.

Según esta norma el nivel de protección en tensión U_p de los dispositivos de protección contra sobretensiones externos, debe determinarse teniendo en cuenta las características de los dispositivos incorporados en los inversores. El fabricante debe en este caso suministrar el nivel de tensión necesario para la selección de dispositivos de protección contra sobretensiones externos. En este caso, el fabricante incluye protecciones contra sobretensiones de Tipo 2, como puede verse en el apartado 3.2. Inversores del Documento C. ANEXOS.

U_p : Nivel de protección o tensión limitada, en función de la categoría de los equipos a proteger. El dispositivo de protección debe seleccionarse de forma que su nivel de protección en tensión (U_p) sea compatible (inferior) con el valor de la tensión máxima soportada por los equipos a proteger (U_w). Según se puede ver en la tabla 712.534 de la norma UNE-HD-60364-7-712, para una tensión de $U_{OC,MAX}=1000$ V, el nivel de protección debe ser inferior a un valor de 6000 V para proteger a los inversores. Se coge este valor de referencia para la instalación al ser menor que ese pero mayor al anterior indicado en la tabla. Por tanto:

$$U_p \leq 6 \text{ kV}$$

Según el apartado 712.534.102.3 de la norma UNE-HD-60364-7-712, el valor de la tensión máxima de servicio aceptable por el dispositivo de protección contra sobretensiones, U_c , debe seleccionarse de acuerdo con la tensión máxima sin carga del grupo fotovoltaico $U_{OC,MAX}$, siendo la tensión U_c mayor o igual que esta.

Según el apartado 712.534.102.4 de la norma UNE-HD-60364-7-712, El valor mínimo de la corriente de descarga nominal I_n de los dispositivos de protección contra sobretensiones de Tipo 2 debe ser de 5 kA.

Por tanto, se escoge un dispositivo de protección para cada MPPT con las siguientes características:

- Descargador de tensión de Tipo 2.
- Nivel de protección, U_p : 4 kV.
- Tensión máxima de servicio, U_c : 1 kV.
- Intensidad nominal de descarga, I_n : 12,5 kA.
- Intensidad máxima de descarga única, I_{total} : 40 kA.

PROTECCIONES DE PERSONAS

Se recogen las medidas a tener en cuenta en la ITC-BT-24. Se considera también lo estipulado en la Norma UNE 60634-7-712, que establece una serie de medidas a cumplimentar, aplicadas concretamente a instalaciones fotovoltaicas. Estas dos posibilidades de protección contra los choques eléctricos son:

- Protección por aislamiento doble o reforzado (apartado 4.2 de la ITC-BT-24). Desarrollado en el apartado 712.412. de la Norma UNE 60634-7-712, se indica que el material eléctrico, módulos fotovoltaicos, sistemas de canalización utilizados en el lado de corriente continua (hasta los medios de conexión en corriente continua del inversor fotovoltaico) debe ser de aislamiento de clase II o equivalente.
- Protección por utilización de muy baja tensión (de seguridad MBTS y de protección 185 MBTP). Se describe en el apartado 712.414.101 de la Norma UNE 60634-7-712, para el uso de las medidas de protección MBTS y MBTP en el lado de corriente continua, $U_{OC,MAX}$, no debe exceder el valor de 120 V en corriente continua. Asimismo, el apartado 712.414.4.5 de la Norma UNE 60634-7-712, determina que, si la tensión nominal excede los 30 V en corriente continua, debe suministrarse protección básica para los circuitos de MBTS y MBTP.

Al no poder aplicar las medidas dictadas en el segundo punto para la instalación fotovoltaica proyectada en este proyecto, solo queda como medida aplicable la del primer punto.

Se toma como medida complementaria a esta, el diseño de la instalación de corriente continua con una configuración de generador flotante (Esquema IT), con la conexión de las masas a tierra y aislando las fases positivo y negativo de tierra.

Junto a esta medida complementaria, se lleva a cabo la monitorización de la resistencia de aislamiento. De modo que, para asegurar los niveles de protección ante contacto directo e indirecto, se hace uso de un controlador de aislamiento (CPI) que vigila el valor de esta resistencia.

El monitor de aislamiento desconecta el inversor cuando alcanza una resistencia de aislamiento definida, por necesidades de funcionamiento, para mantener la separación galvánica. El monitor de aislamiento debe activar una alarma de ruido que avise de que se ha producido un fallo de aislamiento, de modo que pueda repararse antes de que suceda un segundo fallo que pueda ocasionar peligro.

Para evitar situación de riesgo ante contacto directo de modo que la intensidad que circula a través de la persona en contacto sea menor a 100 mA, la resistencia de aislamiento, R_{ISO} , debe tener un valor en régimen permanente de:

$$R_{ISO \text{ PERMANENTE}} > 10 \cdot V_{OC,MAX} - R_{persona}$$

Despreciando el valor de $R_{persona}$, al ser muy bajo respecto a las demás magnitudes:

$$R_{ISO \text{ PER}} > 10 \cdot 913,53 = 9.135,3 \, \Omega$$

Estableciendo como valor límite, para el aviso de fallo de aislamiento del CPI de 15.000 Ω , se tiene un margen de seguridad frente a personas suficiente, y se garantiza que no se active el sistema de alarma de ruido por avería por error frente a alguna fluctuación.

7.6.2. Protecciones de la red de corriente alterna

Se realizan los cálculos justificativos de los dispositivos necesarios para garantizar una correcta protección de la instalación en el apartado 1.4.2. Protecciones de corriente alterna del Documento C. ANEXOS.

Se determinan las protecciones necesarias para salvaguardar el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica de cara a la red de corriente alterna. En primera estancia, al ser los inversores los elementos más sensibles de esta, se hará uso de una serie de protecciones para su resguardo. Estas protecciones se incorporarán en un Cuadro de Protecciones, colocado junto a los inversores, de modo que la seguridad de estos quede garantizada en su totalidad. Este cuadro contendrá los bornes de conexión adecuados para la correspondiente conexión y desconexión segura de las protecciones de la instalación y estará convenientemente conectado a tierra mediante conductor de protección. Asimismo, será inaccesible a personal no autorizado.

Finalmente y para evitar incidencias de cara a la instalación de baja tensión del edificio, y aguas arriba a la red de distribución de baja tensión, se instalarán protecciones en el Cuadro General de Baja Tensión.

7.6.2.1. Protecciones contra sobreintensidades

Se determina el uso de protecciones contra sobreintensidades para la red de corriente alterna mediante el uso de interruptores automáticos para cada uno de los inversores, según exige la ITC-BT-22. Los dispositivos empleados son:

- Interruptor automático magnetotérmico como dispositivo de protección para el inversor de 50 kW de:
 - o $I_n = 80 A$
 - o $PdC = 10 kA$
- Interruptor automático magnetotérmico como dispositivo de protección para el inversor de 100 kW de:
 - o $I_n = 160 A$
 - o $PdC = 40 kA$

- Interruptor automático magnetotérmico general de caja moldeada como dispositivo de protección para el circuito único saliente de la Caja de Protecciones *de:*
 - o $I_n = 250 A$
 - o $PdC = 40 kA$
- Interruptor automático seccionador con enclavamiento y bloqueo con candado como dispositivo de protección para el circuito único dentro de la CGBT *de:*
 - o $I_n = 250 A$
 - o $PdC = 40 kA$

7.6.2.2. Protecciones contra sobretensiones

Se determina el uso de protecciones contra sobretensiones para la red de corriente alterna, según exige la ITC-BT-23.

Pueden verse los cálculos justificativos correspondientes en el apartado 3.2. Inversores del Documento C. ANEXOS.

Se escoge un dispositivo de protección contra sobretensiones ubicado en el Cuadro de Protecciones para el tramo único de conexión con la CGBT con las siguientes características:

- Descargador de tensión de Tipo 2.
- $U_p: 2 kV$.
- $U_c: 420 V$.
- $I_n: 20 kA$.
- $I_{max}: 40 kA$.

7.6.2.3. Protección de personas

PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Se determina el uso de protecciones contra contactos directos para la red de corriente alterna mediante lo establecido en la ITC-BT-24.

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros eléctricos que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

La protección principal utilizada será la recogida en la ITC-BT-24, cuyas medidas son enumeradas a continuación:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

Como medida complementaria se dispone el uso de interruptores de corriente diferencial residual para cada uno de los inversores. Los dispositivos empleados en ambos circuitos son:

- Interruptor de corriente diferencial residual de $I_n = 80 A$, $I_{\Delta n} = 30 mA$. Umbral de disparo más bajo entre $15mA$ y $30 mA$ como dispositivo de protección para el inversor de 50 kW.
- Interruptor de corriente diferencial residual de $I_n = 160 A$, $I_{\Delta n} = 30 mA$. Umbral de disparo más bajo entre $15mA$ y $30 mA$ como dispositivo de protección para el inversor de 100 kW.

PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Esta protección se consigue mediante la aplicación siguiente:

- La puesta a tierra de las masas susceptibles de ser puestas bajo tensión como consecuencia de un fallo en las disposiciones tomadas para asegurar su aislamiento.
- Protección por corte automático de la alimentación: Este impide mediante el corte que se mantenga una tensión en las masas superior a la tensión límite convencional. El dispositivo de corte es el interruptor diferencial arriba descrito.

PROTECCIONES DE LA INTERCONEXIÓN

Para evitar el funcionamiento en isla, el inversor dispondrá de

Quedan definidas en el Real Decreto 1699/2011 las protecciones necesarias aplicables a esta instalación:

- Un elemento de corte general que proporcione aislamiento para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a riesgo eléctrico.
- Interruptor automático de la conexión para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Se hace uso del interruptor automático con enclavamiento y bloqueo por candado definido en el apartado 8.5.2.1. para cumplir esta función junto a la de corte general de la medida anterior.
- Un interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra. Se hace uso de los dispositivos de protección diferencial definidos en el apartado 8.5.2.3.
- Protecciones de la conexión máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0,5 s y de mínima 3 s respectivamente) y máxima y mínima tensión entre fases (1,15 Un y 0,85 Un) como se recoge en la Tabla 1 del artículo 14, dentro del Real Decreto 413/2014. Esta protección, viene incorporada en los inversores, cumpliendo la legislación vigente.

Se evita mediante estas medidas el funcionamiento en isla, peligroso para el personal de la Compañía Eléctrica Distribuidora.

7.7. PUESTA A TIERRA

Para definir la puesta a tierra de la instalación, se tiene en cuenta para ello lo establecido en la ITC-BT-18 y la ITC-BT-40.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Siguiendo las instrucciones reflejadas en el Artículo 15 del Real Decreto 1699/2011, se cumplirán las siguientes condiciones:

- La puesta a tierra de la instalación se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora.
- La instalación dispondrá de una separación galvánica entre la red de distribución y la instalación fotovoltaica. Para ello los inversores incorporarán dicha función, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable. En el caso del presente proyecto, los inversores consiguen la separación galvánica sin necesidad de transformador.
- Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora y cumplirá con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes de aplicación.

Para la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica se utilizará el mismo electrodo de tierra existente en el edificio. Para la puesta a tierra se utilizarán conductores de protección independientes de las masas del resto del edificio.

En la figura se muestra el esquema con los elementos a conectar a tierra y características de la conexión.

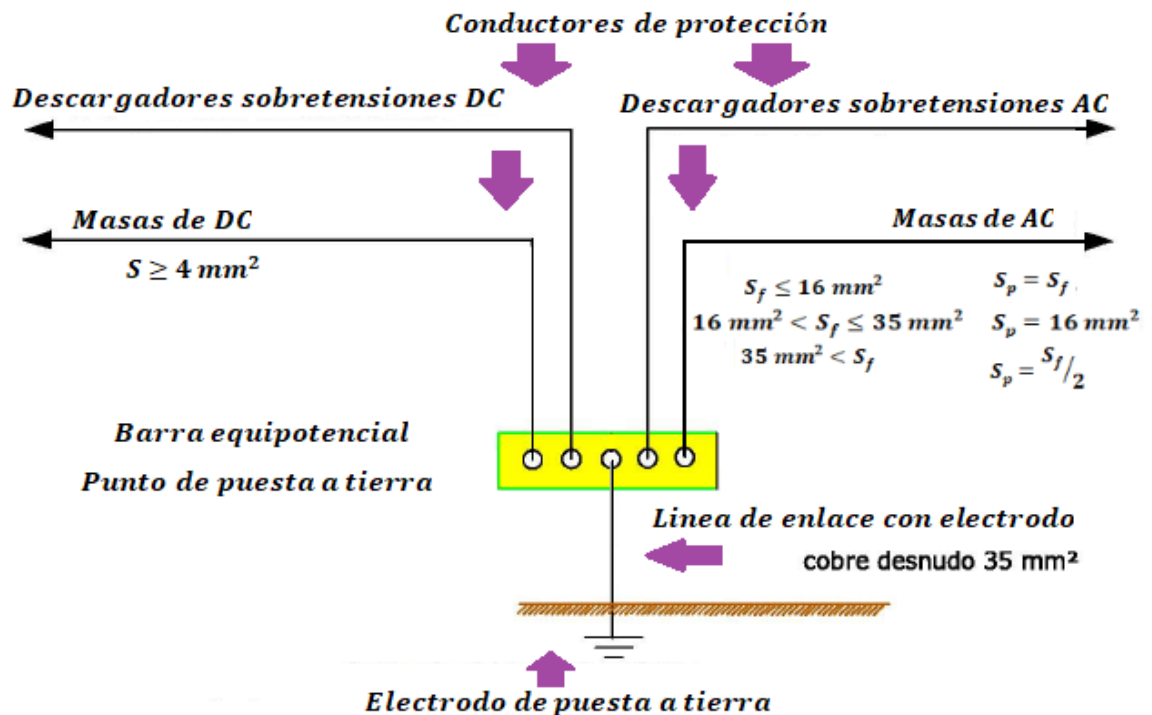


Ilustración 15. Esquema Toma de tierra

El electrodo de tierra al cual se conectará la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica en su totalidad, será el mismo ya existente para la instalación eléctrica del edificio.

La sección de los conductores de protección se ajusta a los valores establecidos en la Tabla 2, de la ITC-BT-18.

Todas las conexiones entre las masas y conductores de protección deben ser accesibles para su verificación y ensayos correspondientes y no deben conectarse en serie entre ellas.

7.8. MEDIDA DE LA ENERGÍA

Para la medida de la energía generada se instalará a la salida de la instalación fotovoltaica y antes de la caja general de protección un “módulo de salida” de doble aislamiento que cumplirá lo especificado en la Norma ENDESA>NNL005 y que será precintable. Dicho módulo contendrá los siguientes elementos:

- Contador electrónico combinado para medida en cuatro cuadrantes y con clase de precisión 0,5 para activa y 1 para reactiva. Dispondrá de puerto óptico para la lectura y parametrización local y puerto serie RS232 para la conexión de un módem/interfaz.
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contador.
- Módem para comunicación.
- 3 transformadores de intensidad de las siguientes características:
 - o Tensión nominal de aislamiento: 0,6 Kv
 - o Potencia nominal de precisión: 10 VA
 - o Clase de precisión: 0,5s
 - o Tipo de aislamiento: seco a base de resinas sintéticas
 - o Intensidad límite térmica (I_{ter}): 60.l_p
 - o Intensidad límite dinámica (I_{din}): 2,5.l_{ter}
 - o Factor de seguridad (F_s): < 5
 - o Intensidad nominal secundaria (I_s): 5 A
 - o Intensidad nominal primaria (I_p): 200 A
- Regleta de verificación homologada.
- Elementos de conexión.

7.9. MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización será accesible para la Universidad de Jaén de cara a poder visualizar y descargar todos los datos en tiempo real.

El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Valores de tensión y corriente CC a la entrada de cada inversor.
- Valores de tensión y corriente AC de cada una de las fases a la salida de los inversores. Energía activa de salida de cada inversor y total de la instalación.
- Radiación solar en el plano de los módulos para cada generador, medida con un módulo o una célula calibrada de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.

- Temperatura de los módulos.
- Potencia activa y reactiva de salida de cada uno de los inversores y valores totales de la instalación.

Los datos de energía se visualizarán en gráficas horarias, mensuales y total anual.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

Se podrá acceder a estos datos mediante el uso de una aplicación móvil y/o acceso web, recibiendo sistemas de alertas personalizadas como avisos vía SMS, correo electrónico o notificaciones a través de la misma aplicación. Esto permitirá establecer contacto con el sistema fotovoltaico en cualquier momento y desde cualquier lugar de forma rápida.

Jaén, junio 2020

Fdo: Alejandro Cruz Escabias

DOCUMENTO C

ANEXOS

Contenido

DOCUMENTO C	1
ANEXOS	1
1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	4
2. ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA	20
3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	48
4. GESTIÓN DE RESIDUOS	83
5. HOJAS TÉCNICAS	¡Error! Marcador no definido.

ANEXO 1

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO

1.1.1. Comprobación de inversores

1.1.1.1. Comprobación por tensiones extremas.

El rango de tensiones de operación de los inversores elegidos es:

- Inversor de 50 kW modelo PVS-50-TL de ABB: 300 – 950 V DC
- Inversor de 100 kW modelo PVS-100-TL de ABB: 360 – 1000 V DC

Para los módulos seleccionados la variación de la tensión frente a temperatura se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$\Delta V = \frac{U_{oc} \cdot CCT_{VOC}}{100} = \frac{39,8 \cdot (-0,31)}{100} = -0,12338 \text{ V}/^{\circ}\text{C}$$

En Jaén se puede estimar una temperatura mínima en invierno de -5° y una máxima de 40° (daría aproximadamente una temperatura de célula de -5 y 60°C respectivamente). Bajo estas condiciones la tensión en vacío del módulo será:

Tensión mínima en vacío para la temperatura de 60°C :

$$\Delta T_{max} = T_{max} - T_{STC} = 60^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 35^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta V_{max} = \Delta T_{max} \cdot \Delta V = 35^{\circ}\text{C} \cdot (-0,12338 \text{ V}/^{\circ}\text{C}) = -4,3183 \text{ V}$$

Sumando este incremento de tensión a la tensión proporcionada por el fabricante en condiciones estándar de medida se obtiene:

$$V_{min,mod} = U_{oc} + \Delta V_{max} = 39,8 \text{ V} - 4,3183 \text{ V} = 35,4817 \text{ V}$$

Tensión máxima en vacío para la temperatura de -5°C :

$$\Delta T_{min} = T_{min} - T_{STC} = -5^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = -30^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta V_{min} = \Delta T_{min} \cdot \Delta V = -30^{\circ}\text{C} \cdot (-0,12338 \text{ V}/^{\circ}\text{C}) = 3,7014 \text{ V}$$

Sumando este incremento de tensión a la tensión proporcionada por el fabricante en condiciones estándar de medida se obtiene:

$$V_{max,mod} = U_{oc} + \Delta V_{min} = 39,8 V + 3,7014 V = 43,5014 V$$

Para la rama seleccionada de 21 módulos en serie, las tensiones extremas obtenidas son:

$$V_{max,vacio,generador} (-5^{\circ}C) = 21 \text{ módulos} \cdot 43,50 V = 913,5 V$$

$$V_{min,vacio,generador} (60^{\circ}C) = 21 \text{ módulos} \cdot 35,48 V = 745,08 V$$

Valores que están dentro del rango de tensiones de operación de los inversores elegidos.

1.1.1.2. Comprobación por intensidad

Inversor PVS-50-TL de ABB de 50 kW

El inversor dispone de 3 módulos independientes de seguimiento del punto de máxima potencia, cada módulo admite hasta 5 entradas (esto da un total de 15 ramas en paralelo). La intensidad máxima admisible en cada uno de los módulos independientes es de:

$$I_{dc \text{ max},MPPT} \leq 36 A$$

$$I_{sc \text{ max},MPPT} \leq 55 A$$

La configuración elegida para este inversor es de 8 ramas en paralelo. Esta configuración puede distribuirse en las distintas entradas del inversor de modo que se conecten tres ramas en paralelo a dos de los módulos de seguimiento del PMP, conectando dos ramas en paralelo al módulo restante. Con esta distribución se obtiene:

$$3 \text{ ramas} \cdot 2 \text{ módulos} + 2 \text{ ramas} \cdot 1 \text{ módulo} = 3 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 8 \text{ ramas en paralelo}$$

Para el caso más desfavorables de módulos independientes con 3 ramas conectadas se obtiene:

$$I_{dc} = n^{\circ} \text{ mod paralelo} \cdot I_{PMP} = 3 \cdot 9,29 A = 27,87 A \leq 36 A$$

$$I_{sc} = n^{\circ} \text{ mod paralelo} \cdot I_{SC} = 3 \cdot 9,77 A = 29,31 A \leq 55 A$$

Valores que están dentro del rango de intensidades admitidas por el inversor.

Inversor PVS-100-TL de ABB de 100 kW

El inversor dispone de 6 módulos independientes de seguimiento del punto de máxima potencia, cada módulo admite hasta 5 entradas (esto da un total de 24 ramas en paralelo). La intensidad máxima admisible en cada uno de los módulos independientes es de:

$$I_{dc\ max,MPPT} \leq 36\ A$$

$$I_{sc\ max,MPPT} \leq 55\ A$$

La configuración elegida para este inversor es de 16 ramas en paralelo. Esta configuración puede distribuirse en las distintas entradas del inversor de modo que se conecten tres ramas en paralelo a cuatro de los módulos de seguimiento del PMP, conectando dos ramas en paralelo a los otros dos módulos restantes. Con esta distribución se obtiene:

$$3\ ramas \cdot 4\ módulos + 2\ ramas \cdot 2\ módulo = 3 \cdot 4 + 2 \cdot 2 = 16\ ramas\ en\ paralelo$$

Para el caso más desfavorables de módulos independientes con 3 ramas conectadas se obtiene:

$$I_{dc} = n^{\circ}\ mod\ paralelo \cdot I_{PMP} = 3 \cdot 9,29\ A = 27,87\ A \leq 36\ A$$

$$I_{sc} = n^{\circ}\ mod\ paralelo \cdot I_{SC} = 3 \cdot 9,77\ A = 29,31\ A \leq 55\ A$$

Valores que están dentro del rango de intensidades admitidas por el inversor.

1.2. DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

En este apartado se comprueba el correcto dimensionamiento bajo las condiciones de potencia de los módulos e inversores. En primer lugar, se calcula la potencia pico que habrá en cada inversor como:

$$P_{Zona\ A\ y\ B} = 300\ Wp \cdot 21 \cdot 8 = 50,4\ kWp$$

$$P_{Zona\ C} = 300\ Wp \cdot 21 \cdot 16 = 100,8\ kWp$$

Puesto que con esta cantidad de paneles se cubre la totalidad de la superficie disponible en la cubierta, se considera óptima para el generador fotovoltaico de la instalación que proporcionará una potencia total de:

$$P_{total} = P_{Zona A y B} + P_{Zona C} = 50,4 \text{ kWp} + 100,8 \text{ kWp} = 151,2 \text{ kWp}$$

De este modo, queda establecida una configuración que cumple los requisitos de diseño, con las características que se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Configuración del Generador FV

	CONFIGURACIÓN	
	Inversor 100 kW	Inversor 50 W
Nº mod serie	21	21
Nº mod paralelo	16	8
Nº mod total	336	168
V total (V)	678,3	678,3
I total (A)	148,64	74,32
P total (kW)	100,8	50,4

De modo que esta es la configuración seleccionada para la instalación fotovoltaica a diseñar.

1.3. CABLEADO DE BAJA TENSIÓN

Se diferencian dos partes, una en corriente continua (CC) y otra en corriente alterna (CA).

1.3.1. Cálculo de sección de conductores de corriente continua

Para escoger el tipo de cable y su sección, se deben cumplir una serie de premisas. Los criterios que determinarán estos parámetros serán los de:

- o Criterio de caída de tensión
- o Criterio térmico

Estos determinarán la sección mínima normalizada que satisface las 2 condiciones simultáneamente, igualmente, cabe destacar que, al ser una instalación fotovoltaica, habrá que tomar una serie de consideraciones adicionales que restringirán aún más el diseño del cableado.

Al ser de distinta potencia los dos inversores de la instalación, se realiza el cálculo para cada uno de ellos, seleccionando el tramo de rama más desfavorable para ambos, ajustando a este cálculo las ramas restantes.

1.3.1.1. Criterio intensidad máxima admisible o de calentamiento

Según la Norma UNE-HD 60364-7-712 Anexo B, apartado B2 se indica que para el dimensionamiento de la instalación la corriente máxima de cortocircuito de un módulo fotovoltaico que hay que considerar es:

$$I_{SC,m\acute{a}x} = K_1 \cdot I_{SC\ STC}$$

Con un valor admisible mínimo de K_1 de 1,25.

$$I_{SC,m\acute{a}x} = 1,25 \cdot 9,77\ A = 12,21\ A$$

Por tanto, la intensidad a considerar para el dimensionamiento del cableado con sistemas de protección frente a sobreintensidades será de 12,21 A.

La instalación escogida para la conexión de los módulos fotovoltaicos con los terminales del inversor es sobre bandeja perforada, con un máximo de pares de cables por bandeja de 8, ver figura.

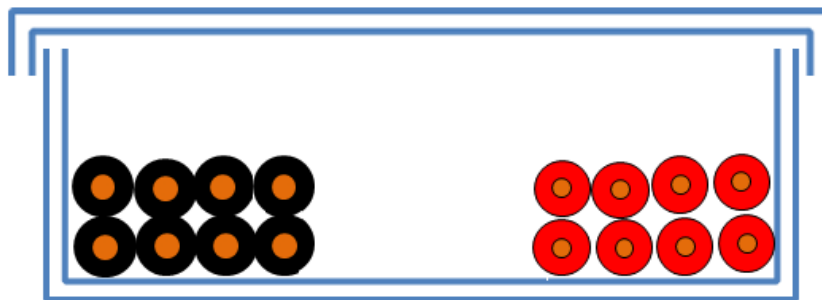


Ilustración 1. Distribución de conductores en bandeja

De acuerdo con la tabla A.3 de la Norma UNE-EN 50618 “*Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos*”, la intensidad máxima admisible para un par de cables de sección 4 mm² en cobre y para una temperatura ambiente inferior a 60° es de 44 A.

De acuerdo con la citada Norma y para agrupaciones de cables hay que aplicar los factores de corrección recogidos en la tabla B.52.17 del Documento de

Armonización HD 60364-5-52. Para una agrupación de 8 pares y para el sistema de montaje escogido el factor de corrección es, de acuerdo con la citada tabla, de 0,72.

La intensidad máxima admisible para la sección de 4 mm² escogida será por tanto de:

$$I_{m\acute{a}x} = 44 \times 0,72 = 31,68 \text{ A}$$

Intensidad que es muy superior a la intensidad de diseño de 12,21 A.

1.3.1.2. Criterio de máxima caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores, debido a la resistencia/impedancia de este, ocasiona pérdidas en el cable, y una caída de tensión o diferencia de tensiones en el origen y en el extremo final de la canalización.

Se adoptará como criterio de diseño una caída de tensión máxima del 1,5% (Valor recomendado en el *Pliego de Condiciones Técnicas* del IDAE) en la red de corriente continua.

De acuerdo con este valor, la caída de tensión máxima admisible para el conductor de corriente continua será:

$$\Delta V_{max} = \frac{1,5}{100} \cdot V_{mpp,mod} \cdot n_{mod,serie} = \frac{1,5}{100} \cdot 32,3 \cdot 21 = 10,175 \text{ V}$$

La sección mínima del conductor que cumple este requisito se puede determinar por medio de la siguiente expresión:

$$S_{min} = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{PMP}}{\sigma \cdot \Delta V_{max}} = \frac{2 \cdot 70,4 \cdot 9,29}{45,5 \cdot 10,175} = 2,83 \text{ mm}^2$$

Donde

- σ : resistividad del cobre a temperatura de 90 ° = 45,5
- I_{PMP} : Intensidad de rama= 9,29 A
- L_{rama} : longitud en metros de la rama más desfavorable= 70,4

Para el conductor elegido la caída de tensión es:

$$\Delta V_{max} = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{PMP}}{\sigma \cdot S_{min}} = \frac{2 \cdot 70,4 \cdot 9,29}{45,5 \cdot 4} = 7,18 \text{ V} \quad 1,12\%$$

1.3.2. Cálculo de sección de conductores de corriente alterna

Se desglosará la red de corriente en dos tramos, el primero conectará los inversores con el cuadro de protección de Baja Tensión de corriente alterna de inversores, el segundo conectará dicho cuadro con el cuadro general de protecciones de Baja Tensión de la instalación del edificio.

Datos de partida:

- Tensión de línea 400 V AC

- Caída de tensión menor del 1,5 % a corriente nominal

- Intensidad de cálculo para densidad de corriente 125 % de la corriente nominal del inversor (ITC-BT40) ¹

TRAMO DE INVERSOR A CAJA DE PROTECCIONES DE CA

1.3.2.1. Criterio intensidad máxima admisible o de calentamiento

TRAMO DE INVERSOR A CUADRO DE PROTECCIONES DE INVERSORES

Tipo de instalación: conductores aislados en canales en montaje superficial (método de instalación B1 según **UNE 60364-5-52**).

Conductores utilizados: conexión inversor de 50 kW, 4 cables unipolares **3x25 +1x16 mm² CU RZ1-K 0,6/1kV**, conexión inversor de 100 kW, **3x70 +1x35 mm² CU RZ1-K 0,6/1kV**

- Conexión: inversor de 50 kW a cuadro de protecciones de inversores:

El valor máximo de la intensidad de salida del inversor se puede determinar por medio de la expresión:

$$I_{AC,1} = \frac{P_{Inv}}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi^*} = \frac{50.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,975} = 73,64 \text{ A}$$

¹ En este caso, aunque no sea necesario, al tratarse de una conexión a una red interna de suministro y no de distribución pública, se aplicará la directriz de corrección de la ITC-BT-40 de dimensionar el cableado de AC con una intensidad no menor del 25% de la máxima intensidad admisible en el cable, con el objeto de evitar oscilaciones de tensión en el suministro eléctrico.

Donde:

- $I_{AC,1}$ = intensidad a la salida del inversor en amperios.
- P_{in} = Potencia nominal del inversor en vatios.
- U_L = Tensión compuesta salida inversor = 400V.
- $\cos \varphi$ = factor de potencia = 0.975

Para la comprobación por densidad de corriente se adoptará el valor:

$$I'_{AC,1} = 1,25 \cdot I_{AC,1} = 1,25 \cdot 73,64 \text{ A} = 92,05 \text{ A}$$

Se comprueba que la sección elegida de **25 mm²** en cobre cumple con este requisito según la *Tabla C.52.1 bis* de la norma **UNE 60364-5-52**.

$$I'_{CA,1} \leq I_{admisible,tabla}$$

$$92,05 \text{ A} \leq 100 \text{ A}$$

- Conexión: inversor de 100 kW a cuadro de protecciones de inversores:

La intensidad de salida del inversor, $I_{AC,2}$, viene delimitada como:

$$I_{AC,2} = \frac{P_{inv}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi^*} = \frac{100.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,975} = 147,28 \text{ A}$$

Donde:

- $I_{AC,1}$ = intensidad a la salida del inversor en amperios.
- P_{inv} = Potencia nominal del inversor en vatios.
- U_L = Tensión compuesta salida inversor = 400V.
- $\cos \varphi$ = factor de potencia = 0.975

$$I'_{AC,2} = 1,25 \cdot I_{AC,2} = 1,25 \cdot 147,28 \text{ A} = 184,10 \text{ A}$$

Se comprueba que la sección elegida de **70 mm²** en cobre cumple con este requisito según la *Tabla C.52.1 bis* de la norma **UNE 60364-5-52**.

$$I'_{CA} \leq I_{admisible,tabla}$$

$$184,10 \text{ A} \leq 193 \text{ A}$$

TRAMO DE CUADRO DE PROTECCIONES DE INVERSORES A CGBT

Tipo de instalación: conductores aislados en canales en montaje superficial (método de instalación B1 según **UNE 60364-5-52**).

Conductor utilizado: **3x240 +1x120 mm² AL XZ1 0,6/1kV**

Este tramo recibe la corriente de ambos inversores, por lo que la intensidad de diseño $I'_{AC,3}$, será:

$$I'_{AC,3} = I'_{AC,1} + I'_{AC,2} = 92,05A + 184,10A = 276,16 A$$

Se comprueba que la sección elegida de **240 mm²** en aluminio cumple con este requisito según la *Tabla C.52.1 bis* de la norma **UNE 60364-5-52**.

$$I'_{CA} \leq I_{max,tabla}$$

$$276,16 A \leq 320 A$$

1.3.2.2. Criterio de máxima caída de tensión

La caída de tensión máxima vendrá determinada por las indicaciones reflejadas en la **ITC-BT-40** donde se indica que la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de distribución pública o instalación interior no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal:

$$\Delta V_{max} = \frac{1,5}{100} \cdot 400 = 6 V$$

La caída de tensión obtenida en los dos tramos de conexión será:

$$\Delta V_1 = \frac{\sqrt{3} \cdot 3 \cdot 0,975 \cdot 73,64}{45,5 \times 25} + \frac{\sqrt{3} \cdot 25 \cdot 0,975 \cdot 220,92}{35 \times 240} = 1,41 < 6 V$$

$$\Delta V_2 = \frac{\sqrt{3} \cdot 3 \cdot 0,975 \cdot 147,28}{45,5 \times 70} + \frac{\sqrt{3} \cdot 25 \cdot 0,975 \cdot 220,92}{35 \times 240} = 1,31 < 6V$$

Por tanto, la sección final elegida para el cableado cumple los criterios adoptados para la caída de tensión del 1,5%

1.4. PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN

1.4.1. Protecciones de corriente continua

Se procede a comprobar la correcta ejecución de las protecciones a instalar en la instalación de corriente continua.

Protección contra sobreintensidades

Tipo de dispositivo: *fusible tipo gPV de 15 A*, para cada rama de módulos.

NOTA: como esta protección ya viene incorporada en ambos inversores, solo se justifica su uso, sin ser necesaria su instalación de forma adicional.

La protección se determinará según lo dispuesto en la **ITC-BT-22**, teniendo en cuenta las particularidades para los sistemas fotovoltaicos recogidas en la norma de **UNE-HD-60364-7-712**, la corriente nominal del dispositivo elegido debe de cumplir:

$$1,1 \times I_{SC \text{ MÁX. de la cadena}} \leq I_n \leq I_{MOD_MÁX_OCPR}$$

$$1,1 \times 12,21 \leq 15 \leq 20$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_{MOD_MÁX_OCPR}$$

Para un valor $I_n = 15 \text{ A}$ en fusibles tipo *gPV*, según indica la norma UNE 60269-6 se debe seleccionar una intensidad, $I_f = 1,45 \cdot I_n = 1,9 \times 15 = 21,75 \text{ A}$

$$21,75 \leq 1,45 \cdot 20 = 29 \text{ A}$$

El coeficiente 1,1 es un margen de seguridad para un funcionamiento inoportuno de los dispositivos de protección teniendo en cuenta las condiciones de tensión.

Donde:

- $I_{SC \text{ MÁX. de la cadena}}$ = intensidad para la que se han diseñado el circuito según la previsión de cargas. En este caso:

$$1,25 \times ISC = 12,21 \text{ A}$$

- I_z = corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado (acorde a lo expuesto en la norma **UNE 50618**).
- I_n = Corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_f = Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c tiempo convencional según norma).

- $I_{MOD_MÁX_OCPR}$ =Valor asignado máximo de protección contra las sobrentensiones del módulo fotovoltaico. Valor de la corriente inversa en nuestro caso = 20 A

Queda justificada la utilización de este fusible como elemento de protección de sobrentensiones.

Protección contra sobrentensiones

Tipo de dispositivo: *descargador de tensiones tipo 2* para cada MPPT.

NOTA: como esta protección ya viene incorporada en ambos inversores, solo se justifica su uso, sin ser necesaria su instalación de forma adicional.

El dispositivo de protección cumplirá con lo establecido en la **ITC-BT-23**.

- U_p : Nivel de protección o tensión limitada, en función de la categoría de los equipos a proteger. Según se puede ver, en la **tabla 712.534** de la norma **UNE-HD-60364-7-712**, se indica el valor de la tensión de impulso soportada por el inversor, U_w , respecto a la tensión del generador fotovoltaico, $U_{OC,MAX}$. El nivel de protección del dispositivo de protección debe ser inferior al valor de U_w para proteger a los inversores.

Siendo:

$$U_{OC,MAX} = U_{mod,OC,-5^{\circ}C} \cdot n_{modulos,serie} = 43,5 V \cdot 21 = 913,53 V$$

$$U_w (U_{OC,MAX}=913.53 V) = 6 kV$$

Por tanto:

$$U_p \leq 6 kV$$

- U_c : Tensión máxima de servicio permanente.

$$U_c > U_{OC,MAX}$$

$$U_c > 913,53 V$$

- I_n : Corriente nominal de descarga. Para un dispositivo de Tipo 2, la forma de onda de la corriente aplicada está normalizada como $5/20 \mu s$. Tal y como dicta la norma **UNE 60364-7-712**, el valor mínimo de la corriente de descarga nominal de los dispositivos de protección de Tipo 2, debe ser:

$$I_n \geq 5 \text{ kA}$$

Se elegirá un valor de $I_n = 12,5 \text{ kA}$ para el dispositivo de protección

1.4.2. Protecciones de corriente alterna

Se procede a comprobar la correcta ejecución de las protecciones a instalar en la instalación de corriente alterna.

- **PROTECCIONES PARA INVERSOR DE 50 KW**

Protección contra sobreintensidades

Tipo de dispositivo: Interruptor automático magnetotérmico de 80 A .

Según lo dispuesto en la **ITC-BT-22**, se debe cumplir:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Donde:

- I_b = intensidad para la que se han diseñado el circuito según la previsión de cargas.
- I_z = corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado (acorde a lo expuesto en la norma **UNE 50618**).
- I_n = Corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_2 = Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c tiempo convencional según norma).

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$73,64 \text{ A} \leq 80 \text{ A} \leq 100 \text{ A}$$

Para un valor $I_n = 80 \text{ A}$ al tratarse de un interruptor automático, según dice la **ITC-BT-22** se debe seleccionar una intensidad, $I_2 = 1,45 \cdot I_n$ de modo que:

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$1,45 \cdot 80 A \leq 1,45 \cdot 100 A$$

$$116 A \leq 145 A$$

Queda justificada la utilización de este dispositivo como elemento de protección de sobreintensidades.

- **PROTECCIONES PARA INVERSOR DE 100 KW**

Protección contra sobreintensidades

Tipo de dispositivo: Interruptor automático magnetotérmico *de 160 A*.

Según lo dispuesto en la **ITC-BT-22**, se debe cumplir:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Se comprueba:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$147,28 A \leq 160 A \leq 193 A$$

Para un valor $I_n = 160 A$ al tratarse de un interruptor automático, según dicta la **ITC-BT-22** se debe seleccionar una intensidad, $I_2 = 1,45 \cdot I_n$ de modo que:

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$1,45 \cdot 160 A \leq 1,45 \cdot 193 A$$

$$232 A \leq 279,85 A$$

Queda justificada la utilización de este dispositivo como elemento de protección de sobreintensidades.

- **PROTECCIONES DE CGBT**

Protección contra sobreintensidades

Tipo de dispositivo: Interruptor automático magnetotérmico general de 250 A.

Según lo dispuesto en la **ITC-BT-22**, se debe cumplir:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Donde:

- I_b = intensidad para la que se han diseñado el circuito según la previsión de cargas.
- I_z = corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado (acorde a lo expuesto en la norma **UNE 50618**).
- I_n = Corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_2 = Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c tiempo convencional según norma).

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$220,92 \text{ A} \leq 250 \text{ A} \leq 320 \text{ A}$$

Para un valor $I_n = 250 \text{ A}$ al tratarse de un interruptor automático, según dice la **ITC-BT-22** se debe seleccionar una intensidad, $I_2 = 1,45 \cdot I_n$ de modo que:

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$1,45 \cdot 250 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 320 \text{ A}$$

$$400 \text{ A} \leq 464 \text{ A}$$

Queda justificada la utilización de este dispositivo como elemento de protección de sobreintensidades.

Protección contra sobretensiones

Tipo de dispositivo: *descargador de tensiones tipo 2*

El dispositivo de protección cumplirá con lo establecido en la **ITC-BT-23**.

- U_p : Nivel de protección o tensión limitada, en función de la categoría de los equipos a proteger. Al considerar al inversor de Categoría II, la U_p del dispositivo de protección seleccionado debe ser:

$$U_p \leq 2,5 \text{ kV}$$

- U_c : Tensión máxima de servicio permanente. Siguiendo las indicaciones reflejadas en la *Tabla 534.2* de la norma **UNE 60364-5-534** para una configuración del sistema de alimentación de la red con esquema TT.

$$U_c > U_{OC,MAX}$$

Siendo:

$$U_{OC,MAX} = \frac{U_{salida,AC} \cdot 1,1}{\sqrt{3}} = \frac{400 \text{ V} \cdot 1,1}{\sqrt{3}} = 254,03 \text{ V}$$

$$U_c > 254,03 \text{ V}$$

I_n : Corriente nominal de descarga. Para un dispositivo de Tipo II, la forma de onda de la corriente aplicada está normalizada como $5/20 \mu s$. Tal y como dicta la norma **UNE 60364-5-534**, no debe ser inferior a la que se proporciona en la *Tabla 534.3* de la misma:

$$I_n \geq 5 \text{ kA}$$

Se escogerá, por tanto, un dispositivo con $I_n = 20 \text{ kA}$.

Cumpliendo estos requisitos, queda justificada la implementación del dispositivo de protección contra sobretensiones.

ANEXO 2

ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA: ESTUDIO DE GENERACIÓN ENERGÉTICA

2. ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA

2.1. ESTUDIO DE GENERACIÓN ENERGÉTICA

2.1.1. Irradiación

Para obtener los datos de irradiación necesarios para esta localización se ha hecho uso del sistema de información geográfica fotovoltaica, PVGIS, concretamente de la Herramienta: ***Perfil diario de radiación solar***.

Esta herramienta de PVGIS proporciona la irradiancia horaria media para cada hora de un día del mes seleccionado, siendo este valor promedio la media de todos los días de dicho mes dentro una serie temporal de varios años. Se proporciona además datos de la radiación solar de cielo claro, tanto para planos de captación fijos como situados sobre sistemas de seguimiento solar a dos ejes.

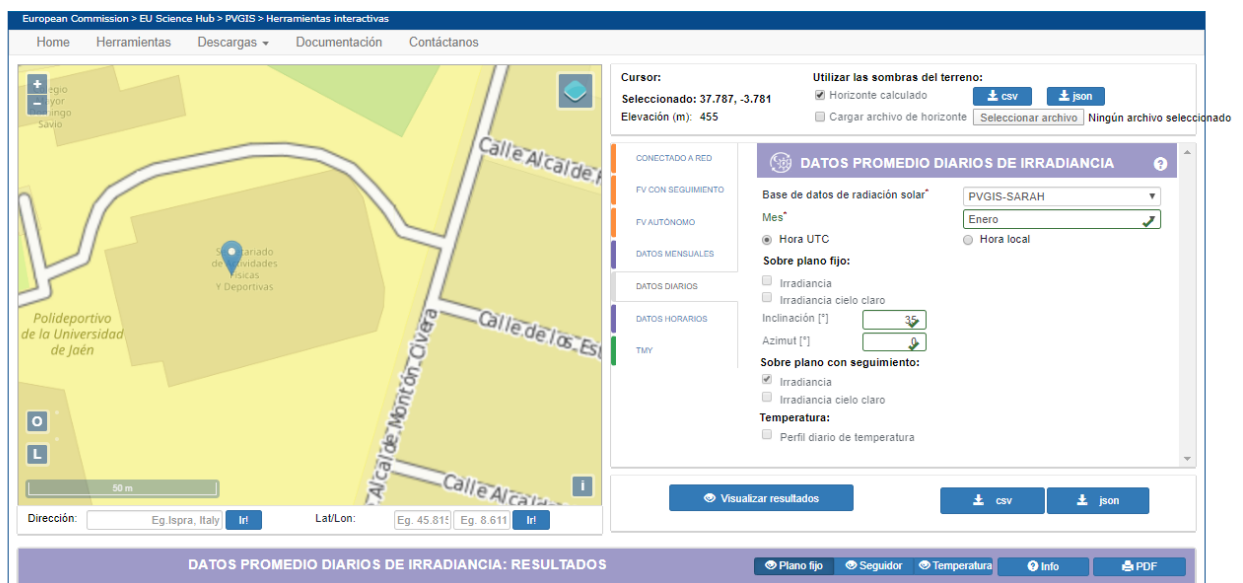


Ilustración 2 . Pantalla de Herramienta PVGIS

Estableciendo la localización de la cubierta donde se ubicará la instalación fotovoltaica, y teniendo en cuenta que esta presenta un ángulo azimutal de -12° , (se decide conservar esta orientación, ya que llevarla a 0° conllevaría un menor aprovechamiento de la superficie disponible y por tanto una pérdida de rendimiento mayor de la instalación de la que supone mantener su orientación original) basta con

ir cambiando la inclinación correspondiente a cada una de las superficies de cada zona para obtener los datos de irradiancia en W/m^2 para cada mes, hasta obtener los datos de un año promedio al completo.

De este modo se obtienen tres tablas anuales, una para cada zona de la cubierta, con sus inclinaciones correspondientes. La suma de las tres, proporcionará la tabla de irradiancia de toda la instalación fotovoltaica.

2.1.2. Análisis de la superficie

Se decide ajustar la superficie disponible a la cubierta del pabellón deportivo, de modo que la instalación se ubique en una zona no transitable al público, evitando así posibles incidentes de cara a la seguridad de las personas.

Se observa que una gran parte de la superficie de la cubierta está orientada al sur y es totalmente aprovechable para ubicar la instalación fotovoltaica al completo.

Esta cubierta se conforma de chapa trapezoidal y se puede acceder desde la entrada posterior del edificio mediante unas escaleras de mano ancladas a la pared. Se decide que los módulos estarán colocados sobre la misma cubierta sin inclinación adicional, mediante su correspondiente sujeción. La morfología de la superficie elegida para la instalación, consistente en tres zonas con diferentes inclinaciones, resulta interesante desde una perspectiva académica, puesto que puede evitar incidencias de carácter mecánico ocasionadas por estructuras inclinadas, debido al

peso de estructuras más grandes, o incluso posibles momentos de vuelco provocados por el viento.



Ilustración 3. Fachada del Pabellón deportivo

Al identificarse 3 planos en la cubierta del edificio diferenciados por sus distintas inclinaciones, se divide esta superficie, a los efectos del proyecto, en 3 zonas: zona A, con una inclinación de 16° , zona B, con una inclinación de 48° y zona C, con una inclinación de 7° , como se puede ver en la siguiente imagen.



Ilustración 4. Separación de la cubierta en 3 zonas

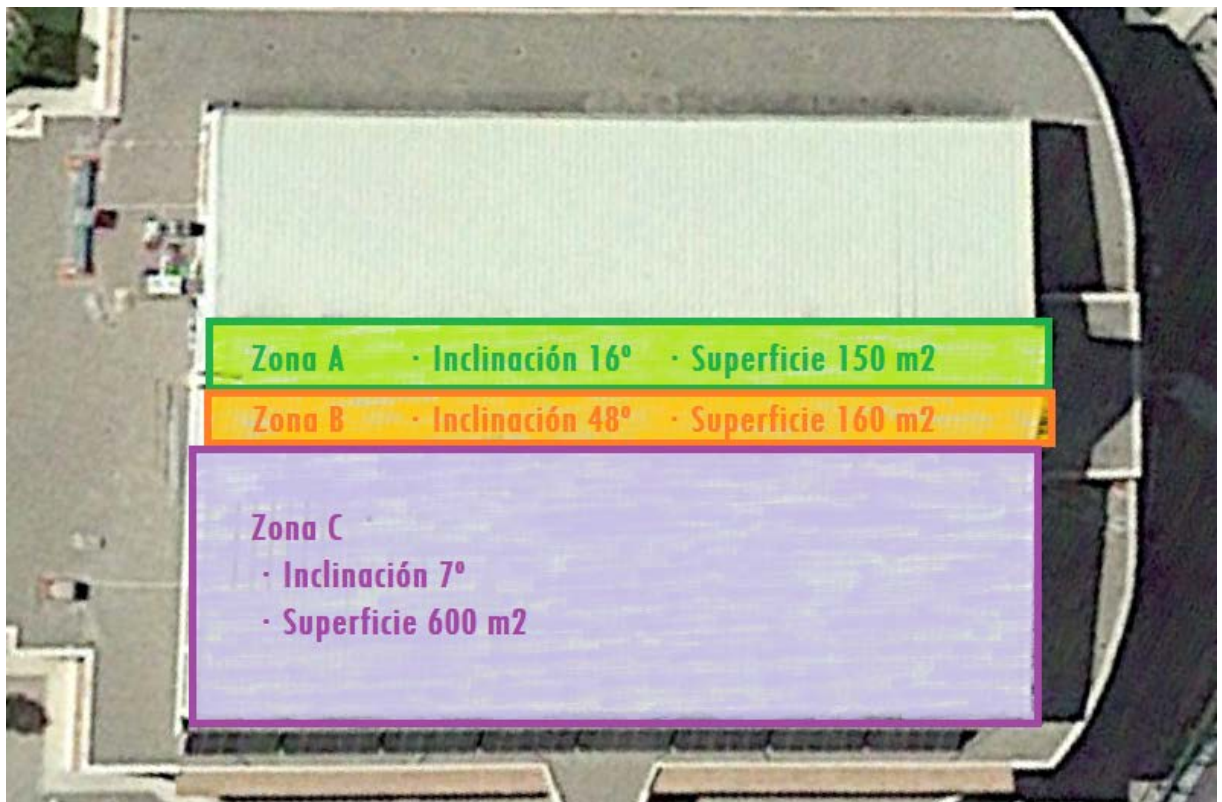


Ilustración 5. Superficie de las 3 áreas diferenciadas

Se hace uso del módulo fotovoltaico empleado en el presente proyecto, de la marca TRINASOLAR, cuya ficha técnica se incluye en el punto 5. DOCUMENTACION

TÉCNICA perteneciente al *Documento C. ANEXOS* para determinar la cantidad de módulos instalables en la superficie disponible.

Las dimensiones del módulo fotovoltaico seleccionado para la instalación son:

- Dimensiones: 1,004 m x 1,698 m x 0,035 m

La superficie de un módulo será, por tanto:

$$\text{Superficie módulo} = 1,004 \text{ m} \cdot 1,698 \text{ m} = 1,704 \text{ m}^2$$

En el análisis de distribución de la superficie, se determina que la orientación de los módulos será transversal, tal y como se muestra en la siguiente ilustración:

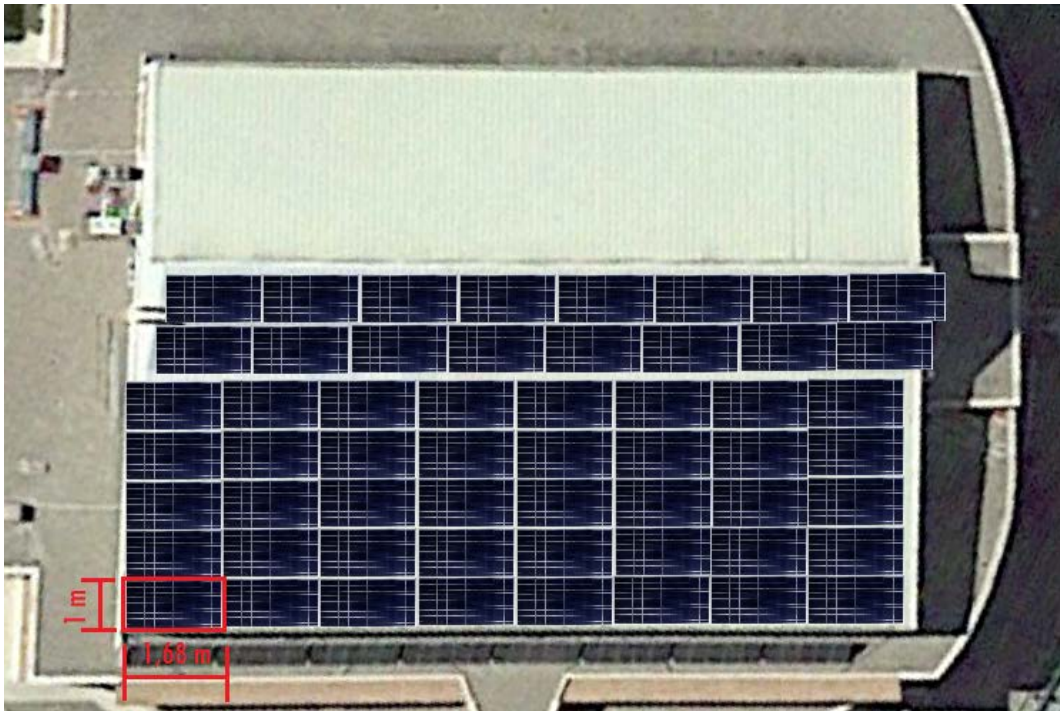


Ilustración 6. Orientación de los módulos

De la superficie disponible, se ha considerado habilitar los pasillos técnicos transitables de anchura suficiente para posibilitar el mantenimiento y revisión de las instalaciones de forma que se garantice la deambulaci3n segura del personal autorizado. Deducida esta superficie para pasillos t3cnicos, la superficie disponible posibilita la siguiente dotaci3n de m3dulos por zona:

$$\text{Zona A} = 84 \text{ m3dulos}$$

$$Zona B = 84 \text{ módulos}$$

$$Zona C = 336 \text{ módulos}$$

El módulo seleccionado tiene una potencia máxima de:

$$P_{max} = 300 \text{ Wp}$$

Lo que proporcionará una potencia instalada máxima total de:

$$Zona A = 84 \text{ módulos} \cdot 300 \text{ Wp} = 25,2 \text{ kWp}$$

$$Zona B = 84 \text{ módulos} \cdot 300 \text{ Wp} = 25,2 \text{ kWp}$$

$$Zona C = 336 \text{ módulos} \cdot 300 \text{ Wp} = 100,8 \text{ kWp}$$

Y, por tanto:

$$\text{Módulos totales} = 504 \text{ módulos}$$

$$\text{Potencia Total Instalable} = 151,2 \text{ kWp} \cong 150 \text{ kWp}$$

2.1.3. Tabla de energía generada

Se calcula primero el número de módulos necesarios para instalar 1 kWp.

$$\text{Mod}/1 \text{ kWp} = \frac{1000 \text{ Wp}}{300 \frac{\text{Wp}}{\text{módulo}} \cdot 1 \text{ kWp}} = 3,33 \text{ módulos}/\text{kWp}$$

Y la superficie necesaria para poder instalar 1 kWp con estos módulos será:

$$\text{Superficie}/1 \text{ kWp} = 3,33 \text{ módulos}/\text{kWp} \cdot 1,704 \text{ m}^2/\text{módulo} = 5,68 \text{ m}^2/\text{kWp}$$

Por tanto, por cada kWp a instalar, se requerirá una superficie de 5,68 m².

Seleccionando un *Performance Ratio*, desfavorable de valor, $PR = 0,8$:

$$\begin{aligned} \text{Factor Corrector}, \alpha &= \text{Superficie}/\text{kWp} \cdot \eta_{\text{módulo}} \cdot PR = \\ &= 5,68 \text{ m}^2/\text{kWp} \cdot 0,176 \cdot 0,8 = 0,800115 \cong 0,8 \end{aligned}$$

Se aplica este factor corrector multiplicando a las tablas de irradiación obtenidas previamente en PVGIS para cada zona, obteniendo así la tabla de generación de potencia de la instalación para 1 kWp instalado, de forma que se pueda extrapolar a cualquier potencia instalada tan solo multiplicando por esta.

Para el caso de la potencia máxima instalable de 150 kWp:

Tabla 2. Tabla de Energía Generada para Pot. instalada de 150 kWp

h/Mes	SUMA Generación total [kWh]														
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Ene	0,00	0,00	13,89	34,02	48,54	60,53	62,41	58,43	49,70	37,79	20,88	0,44	0,00	0,00	0,00
Feb	0,00	0,08	20,78	40,71	55,47	66,93	70,07	66,96	58,25	45,94	29,33	9,26	0,00	0,00	0,00
Mar	0,00	11,13	33,76	52,85	69,65	81,81	82,02	80,25	69,64	54,53	36,88	17,06	0,95	0,00	0,00
Abr	0,00	4,04	23,82	44,66	65,27	79,26	85,36	88,19	84,53	72,59	60,09	41,82	22,59	5,68	0,00
May	0,00	11,94	32,33	54,22	73,44	87,79	96,12	97,87	93,79	82,88	67,19	48,59	27,89	10,57	0,24
Jun	0,04	14,94	36,92	60,39	79,71	96,92	106,53	109,04	103,65	91,93	75,97	55,45	33,62	14,89	2,23
Jul	0,00	12,44	35,26	59,81	82,31	99,74	109,72	114,09	110,17	98,77	81,36	59,87	36,36	16,23	2,17
Ago	0,00	6,62	29,35	54,58	77,54	96,90	108,74	111,98	107,09	95,20	77,10	54,29	30,60	10,08	0,09
Sep	0,00	0,89	21,88	46,09	66,86	83,39	92,53	94,37	89,71	76,63	59,77	39,30	17,38	1,45	0,00
Oct	0,00	0,00	13,48	37,09	55,38	71,87	80,29	80,15	74,68	60,86	44,90	24,68	4,58	0,00	0,00
Nov	0,00	1,54	24,91	42,31	57,36	65,21	66,86	60,21	48,23	33,16	13,79	0,02	0,00	0,00	0,00
Dic	0,00	0,00	16,04	35,10	50,91	60,33	61,87	57,58	47,43	33,19	4,41	0,00	0,00	0,00	0,00

Se puede ver más fácilmente esta, en la siguiente gráfica, donde se muestra la energía generada para los meses de diciembre, marzo, junio y septiembre.

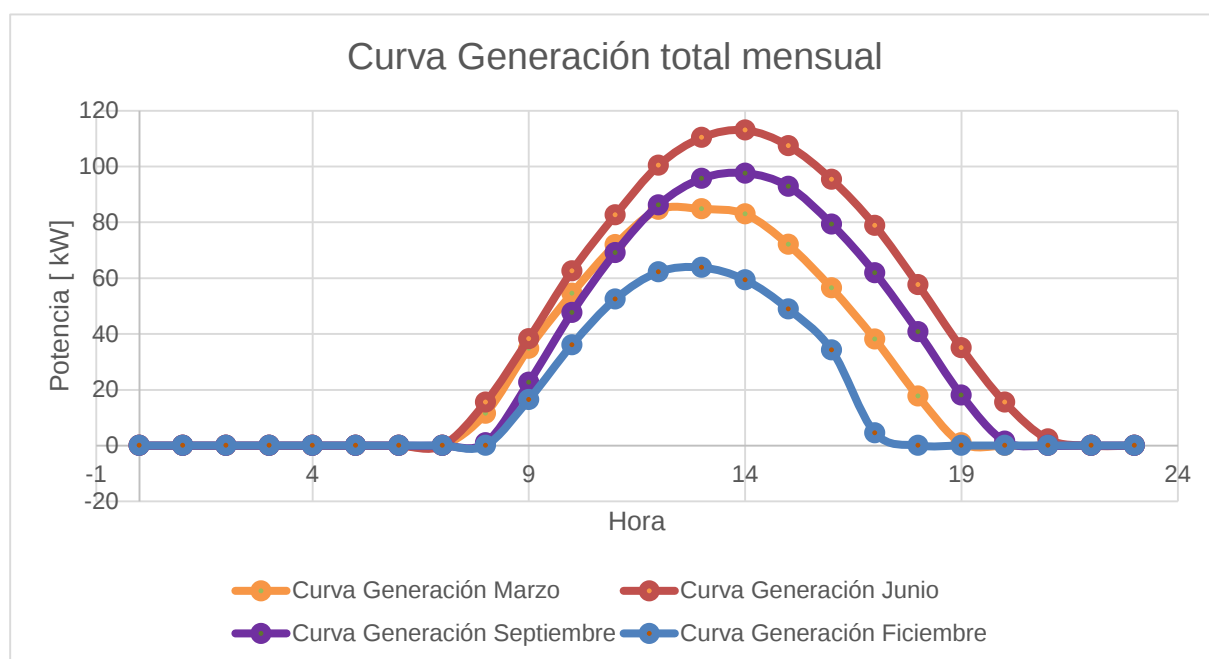


Ilustración 7. Gráfica de energía generada para Pot. instalada de 150 kWp

ANEXO 2

ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA: ESTUDIO DE CONSUMO ENERGÉTICO

2.2. ESTUDIO DE CONSUMO ENERGÉTICO

Se analiza el consumo energético del pabellón deportivo, tomando como dato el consumo horario de todo el año 2019. Al ser este muy bajo respecto a la capacidad de abastecimiento que se puede obtener mediante la instalación fotovoltaica proyectada, se toma en consideración también abastecer al edificio residencial adyacente al pabellón deportivo, que se encuentra en el mismo recinto y pertenece a la Universidad de Jaén. De este modo, la energía generada será equiparable al consumo de ambos, evitando así verter a la red una gran cantidad de energía excedente.

Se tabulan estos consumos que, al igual que los datos de generación, aparecen reflejados por curva horaria para todo un año y se genera una tabla de consumo total mensual, que engloba la suma de ambos edificios.

Teniendo en cuenta que la tarifa de acceso de estos edificios es de tipo 3.0A, se puede ver que se trata de un servicio de abastecimiento en baja tensión, donde se divide el día en 3 periodos tarifarios distintos, P1 o *periodo punta*, P2 o *periodo valle*, P3 o *periodo Superval*.

De igual manera se separa en 3 grupos las horas del día, incluyendo cada una en su periodo tarifario correspondiente, haciendo distinción también entre la distribución del horario de verano o invierno:

Horario Invierno:

- **P1:** de 18:00h a 22:00h
- **P2:** de 8:00h a 18:00h y 22:00h a 24:00h
- **P3:** de 0:00h a 8:00h

Horario Verano:

- **P1:** de 11:00h a 15:00h
- **P2:** de 8:00h a 11:00h y 15:00h a 24:00h
- **P3:** de 0:00h a 8:00h

Haciendo esta división para ambos edificios, y sumando ambas tablas, se obtiene la tabla de consumo total para cada mes del conjunto a considerar.

ANEXO 2

ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA: CÁLCULO DE POTENCIA ÓPTIMA

2.3. CÁLCULO DE POTENCIA ÓPTIMA

Se reparten los valores de la tabla de generación de energía en los 3 periodos tarifarios mencionados, P1, P2 y P3, teniendo en cuenta el horario de invierno/verano.

Se busca conocer qué cantidad de energía generada por la instalación fotovoltaica proyectada se destina a cada uno de estos periodos, así como los excedentes que se inyectarán en la red de distribución de baja tensión a la que se conecta el complejo de edificios.

Se obtienen estas cantidades fácilmente si se comparan los datos de generación y consumo respectivos a las mismas horas, días y meses.

Esto es, por ejemplo, para hallar a dónde va destinada la energía generada a las 13:00h, del 1 de enero, que corresponde al horario de invierno, y al periodo tarifario de P2, se compara la energía generada frente al consumo. Si la energía demandada por la instalación es mayor que la que se genera en esa misma franja horaria, se determina que toda la energía generada corresponde a energía que se evita coger de la red, en el periodo tarifario P2. Así que en este caso:

$$E_{Generada} = E_{Generada,P2}$$

Si, por el contrario, la energía generada por la instalación es mayor que la que se demanda, se evitara coger de la red una cantidad igual al consumo total requerido, siendo la parte sobrante excedentes que se inyectan a la red.

$$E_{demandada} = E_{Generada,P2}$$

$$E_{Generada} - E_{demandada} = E_{Red}$$

Se repite este procedimiento para el año completo, y para una potencia instalada dada. De cara a obtener la potencia óptima a instalar para el generador fotovoltaico de este proyecto, se repite este proceso con diversos valores de potencia, desde los 25 kWp, y en intervalos de 25 kWp, (25 kWp, 50 kWp, 75 kWp, ...) hasta el valor máximo instalable que permite la superficie designada de 150 kWp.

Se opta para este método establecer un orden de prioridades a la hora de seleccionar la superficie de las zonas de cara a obtener el mayor rendimiento para cada caso, de modo que, en primera estancia se decide ocupar primero la zona B, al presentar esta una mejor inclinación que las otras, en cuanto a términos de generación de energía, siguiéndola posteriormente la zona A y por último la zona C.

Se obtienen las siguientes tablas:

TABLA OBTENCIÓN GENERACIÓN TOTAL - Para 25 kW									
MES	kW Generados	T1	T2	T3	RED	%T1	%T2	%T3	%RED
<i>Enero</i>	2145,98	0,00	2145,98	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
<i>Febrero</i>	2316,00	0,00	2315,61	0,39	0,00	0,00	99,98	0,02	0,00
<i>Marzo</i>	3253,70	4,46	3187,73	61,51	0,00	0,14	97,97	1,89	0,00
<i>Abril</i>	3599,40	1796,70	1781,39	21,31	0,00	49,92	49,49	0,59	0,00
<i>Mayo</i>	4297,98	2065,07	2167,95	64,96	0,00	48,05	50,44	1,51	0,00
<i>Junio</i>	4675,50	2215,46	2381,33	78,71	0,00	47,38	50,93	1,68	0,00
<i>Julio</i>	5035,40	2389,14	2578,72	67,54	0,00	47,45	51,21	1,34	0,00
<i>Agosto</i>	4726,15	2342,70	2347,37	36,08	0,00	49,57	49,67	0,76	0,00
<i>Septiembre</i>	3681,03	1922,87	1753,42	4,74	0,00	52,24	47,63	0,13	0,00
<i>Octubre</i>	3027,91	1697,29	1330,61	0,00	0,00	56,06	43,94	0,00	0,00
<i>Noviembre</i>	2217,67	0,00	2209,39	8,29	0,00	0,00	99,63	0,37	0,00
<i>Diciembre</i>	2037,58	0,00	2037,58	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
TOTAL	41014,29	14433,69	26237,08	343,52	0,00	35,19	63,97	0,84	0,00

TABLA GENERACIÓN TOTAL - Para 50 kW									
MES	kW Generados	T1	T2	T3	RED	%T1	%T2	%T3	%RED
<i>Enero</i>	5016,15	0,00	4967,67	0,00	48,48	0,00	99,03	0,00	0,97
<i>Febrero</i>	5096,59	0,00	5095,80	0,79	0,00	0,00	99,98	0,02	0,00
<i>Marzo</i>	6735,39	8,46	6552,08	141,24	33,61	0,13	97,28	2,10	0,50
<i>Abril</i>	7009,37	3499,18	3395,07	40,54	74,58	49,92	48,44	0,58	1,06
<i>Mayo</i>	8007,89	3857,28	3932,30	111,66	106,65	48,17	49,11	1,39	1,33
<i>Junio</i>	8504,63	4147,69	4206,59	125,45	24,90	48,77	49,46	1,48	0,29
<i>Julio</i>	9220,32	4492,32	4566,17	105,82	56,01	48,72	49,52	1,15	0,61
<i>Agosto</i>	9037,67	4296,70	4337,44	64,51	339,03	47,54	47,99	0,71	3,75
<i>Septiembre</i>	7448,04	3885,20	3502,40	10,03	50,41	52,16	47,02	0,13	0,68
<i>Octubre</i>	6533,80	3636,64	2878,15	0,00	19,01	55,66	44,05	0,00	0,29
<i>Noviembre</i>	5064,85	0,00	5042,52	22,33	0,00	0,00	99,56	0,44	0,00
<i>Diciembre</i>	4824,21	0,00	4754,50	0,00	69,71	0,00	98,55	0,00	1,45
TOTAL	82498,91	27823,47	53230,68	622,37	822,39	33,73	64,52	0,75	1,00

TABLA GENERACIÓN TOTAL - Para 75 kW									
MES	kW Generados	T1	T2	T3	RED	%T1	%T2	%T3	%RED
<i>Enero</i>	6848,79	0,00	6541,82	0,00	306,97	0,00	95,52	0,00	4,48
<i>Febrero</i>	7172,37	0,00	7113,05	1,16	58,16	0,00	99,17	0,02	0,81
<i>Marzo</i>	9781,51	13,96	8892,17	194,87	680,51	0,14	90,91	1,99	6,96
<i>Abril</i>	10519,49	4504,04	4955,30	61,75	998,40	42,82	47,11	0,59	9,49
<i>Mayo</i>	12308,20	4981,13	5855,56	179,79	1291,72	40,47	47,57	1,46	10,49
<i>Junio</i>	13237,53	5460,93	6543,01	210,85	1022,74	41,25	49,43	1,59	7,73
<i>Julio</i>	14291,48	5981,54	6995,49	179,62	1134,84	41,85	48,95	1,26	7,94
<i>Agosto</i>	13680,77	4756,79	6182,85	101,62	2639,51	34,77	45,19	0,74	19,29
<i>Septiembre</i>	10939,29	5206,79	5091,04	14,45	627,02	47,60	46,54	0,13	5,73
<i>Octubre</i>	9284,60	4989,12	4057,42	0,00	238,06	53,74	43,70	0,00	2,56
<i>Noviembre</i>	6996,19	0,00	6937,59	28,56	30,03	0,00	99,16	0,41	0,43
<i>Diciembre</i>	6546,14	0,00	6124,09	0,00	422,05	0,00	93,55	0,00	6,45
TOTAL	121606,34	35894,30	75289,38	972,66	9450,01	29,52	61,91	0,80	7,77

TABLA GENERACIÓN TOTAL - Para 100 kW									
MES	kW Generados	T1	T2	T3	RED	%T1	%T2	%T3	%RED
<i>Enero</i>	8681,43	0,00	7864,72	0,00	816,70	0,00	90,59	0,00	9,41
<i>Febrero</i>	9248,15	0,00	8715,03	1,54	531,58	0,00	94,24	0,02	5,75
<i>Marzo</i>	12827,63	19,47	10099,93	248,50	2459,74	0,15	78,74	1,94	19,18
<i>Abril</i>	14029,60	4726,61	6061,97	82,96	3158,07	33,69	43,21	0,59	22,51
<i>Mayo</i>	16608,50	5206,24	7155,98	247,91	3998,36	31,35	43,09	1,49	24,07
<i>Junio</i>	17970,43	5700,87	8042,39	296,24	3930,93	31,72	44,75	1,65	21,87
<i>Julio</i>	19362,64	6140,64	8615,28	253,42	4353,31	31,71	44,49	1,31	22,48
<i>Agosto</i>	18323,86	4757,00	7190,21	138,73	6237,93	25,96	39,24	0,76	34,04
<i>Septiembre</i>	14430,54	5725,74	6341,17	18,87	2344,75	39,68	43,94	0,13	16,25
<i>Octubre</i>	12035,40	5833,79	5123,20	0,00	1078,41	48,47	42,57	0,00	8,96
<i>Noviembre</i>	8927,52	0,00	8678,82	34,79	213,91	0,00	97,21	0,39	2,40
<i>Diciembre</i>	8268,07	0,00	6987,66	0,00	1280,41	0,00	84,51	0,00	15,49
TOTAL	160713,78	38110,36	90876,37	1322,95	30404,09	23,71	56,55	0,82	18,92

TABLA GENERACIÓN TOTAL - Para 125 kW									
MES	kW Generados	T1	T2	T3	RED	%T1	%T2	%T3	%RED
Enero	10514,07	0,00	8785,15	0,00	1728,92	0,00	83,56	0,00	16,44
Febrero	11323,93	0,00	9648,39	1,92	1673,62	0,00	85,20	0,02	14,78
Marzo	15873,75	24,97	10631,71	302,13	4914,94	0,16	66,98	1,90	30,96
Abril	17539,72	4734,00	6736,45	104,17	5965,10	26,99	38,41	0,59	34,01
Mayo	20908,81	5208,00	7831,75	316,04	7553,03	24,91	37,46	1,51	36,12
Junio	22703,33	5708,00	8916,92	381,63	7696,78	25,14	39,28	1,68	33,90
Julio	24433,80	6156,00	9589,30	327,22	8361,29	25,19	39,25	1,34	34,22
Agosto	22966,95	4757,00	7793,45	175,83	10240,67	20,71	33,93	0,77	44,59
Septiembre	17921,79	5808,72	7172,12	23,29	4917,65	32,41	40,02	0,13	27,44
Octubre	14786,21	6128,15	6001,00	0,00	2657,06	41,45	40,59	0,00	17,97
Noviembre	10858,85	0,00	10144,63	41,02	673,21	0,00	93,42	0,38	6,20
Diciembre	9989,99	0,00	7508,70	0,00	2481,29	0,00	75,16	0,00	24,84
TOTAL	199821,21	38524,85	100759,56	1673,23	58863,56	19,28	50,42	0,84	29,46

TABLA GENERACIÓN TOTAL - Para 150 kW									
MES	kW Generados	T1	T2	T3	RED	%T1	%T2	%T3	%RED
Enero	12348,49	0,00	9397,14	0,00	2951,35	0,00	76,10	0,00	23,90
Febrero	13401,65	0,00	10256,63	2,29	3142,72	0,00	76,53	0,02	23,45
Marzo	18922,61	30,48	10928,04	355,81	7608,29	0,16	57,75	1,88	40,21
Abril	21052,87	4734,00	7184,46	125,39	9009,03	22,49	34,13	0,60	42,79
Mayo	25212,77	5208,00	8246,86	384,22	11373,68	20,66	32,71	1,52	45,11
Junio	27440,20	5708,00	9521,80	467,09	11743,31	20,80	34,70	1,70	42,80
Julio	29509,23	6156,00	10192,51	401,07	12759,65	20,86	34,54	1,36	43,24
Agosto	27614,04	4757,00	8180,97	212,97	14463,10	17,23	29,63	0,77	52,38
Septiembre	21416,14	5818,00	7730,92	27,72	7839,50	27,17	36,10	0,13	36,61
Octubre	17539,55	6148,00	6632,20	0,00	4759,35	35,05	37,81	0,00	27,13
Noviembre	12792,04	0,00	11290,76	47,25	1454,03	0,00	88,26	0,37	11,37
Diciembre	11713,61	0,00	7831,62	0,00	3881,99	0,00	66,86	0,00	33,14
TOTAL	238963,20	38559,48	107393,90	2023,81	90986,00	16,14	44,94	0,85	38,08

Se analiza ahora el plano económico, de cara a obtener los ingresos totales que supone generar esta energía y el precio medio de la instalación para poder determinar la potencia óptima a instalar.

Al desglosar la factura eléctrica de estos edificios, facilitada por la comercializadora, y aplicando el correspondiente impuesto a la electricidad, se tienen los siguientes importes para cada periodo tarifario:

- $P_1 = 0,1173 \text{ €/kW}$
- $P_2 = 0,0704 \text{ €/kW}$

- $P_3 = 0,0470 \text{ €/kW}$

Se establece también un precio de mercado para la energía fotovoltaica inyectada a red de 0,05€. Aplicando el mismo impuesto se obtiene:

$$P_{red} = 0,0526 \text{ €/kW}$$

Aplicando estos valores a las tablas anteriores, se obtienen los ingresos totales pertenecientes a cada periodo tarifario. Interesa comprar estos valores a nivel anual, de modo que se aíslan estos datos, a partir de los cuales, se puede obtener el precio medio de la siguiente forma:

$$\text{Precio Medio (€/kWh)} = \frac{\text{Ingresos totales (€)}}{\text{Energía generada anual (kWh)}}$$

Haciendo esto para los distintos valores de potencia instalada analizados, se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 3. Precio medio e ingresos para cada potencia instalada

Potencia (kWp)	Generación Anual (kWh)	%P1	%P2	%P3	%Red	Ingresos (€)	Precio Medio (€)
25	41014,29	35,19	63,97	0,84	0,00	3613,13	0,0881
37,5	61756,60	34,63	64,51	0,78	0,08	5337,19	0,0864
50	82498,91	33,73	64,52	0,75	1,00	7081,98	0,0858
62,5	102052,63	32,19	63,55	0,78	3,48	8641,03	0,0847
75	121606,34	29,52	61,91	0,80	7,77	10050,87	0,0827
87,5	141160,06	26,49	59,49	0,81	13,20	11329,61	0,0803
100	160713,78	23,71	56,55	0,82	18,92	12525,43	0,0779
112,5	180267,49	21,31	53,46	0,83	24,41	13669,31	0,0758
125	199821,21	19,28	50,42	0,84	29,46	14781,73	0,0740
137,5	219374,92	17,57	47,57	0,84	34,01	15874,53	0,0724
150	238963,20	16,14	44,94	0,85	38,08	16957,37	0,0710

Si se estudia la relación entre el precio medio y la potencia instalada de forma gráfica, se obtiene:

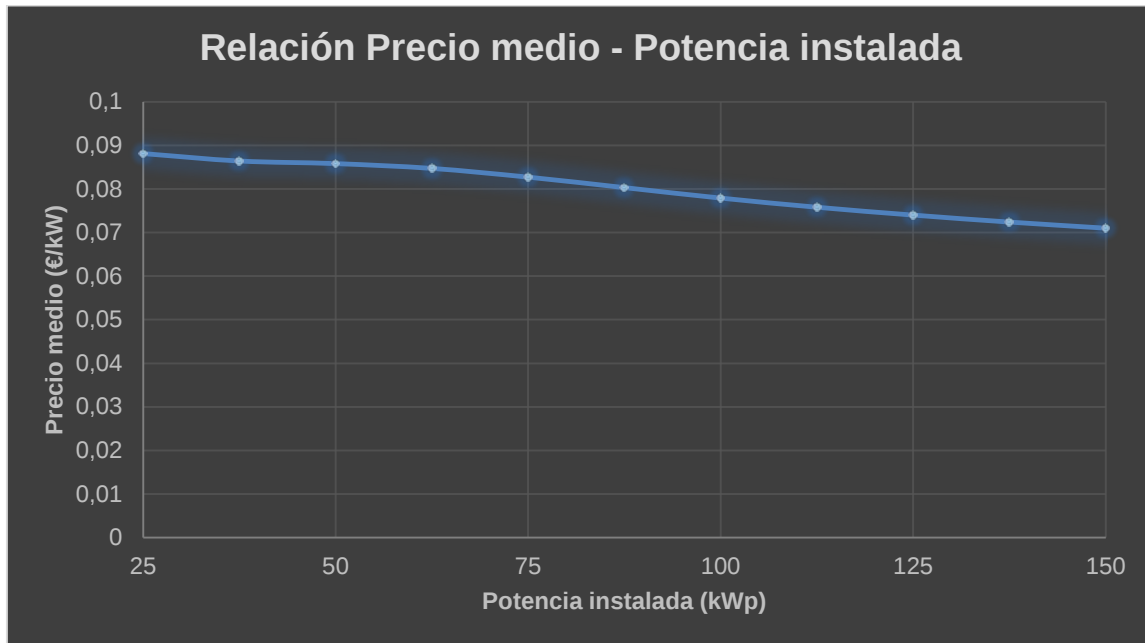


Ilustración 3. Gráfico de Relación de Precio medio y Potencia Instalada

Se puede comprobar que el precio medio disminuye muy levemente al incrementar los términos de potencia, reduciéndose esta variación hasta alcanzar un valor que se puede considerar prácticamente como constante. Esto, permite establecer una relación del tipo:

$$y = C \cdot x$$

Donde:

- y = ingresos totales (€)
- C = precio medio, valor cte (€/kWh)
- X =energía generada anual (kWh)

Esto convierte el valor del precio medio en un factor de escala, lo que lleva a la conclusión, de que se alcanza un punto donde el instalar una potencia más elevada, no supone una pérdida de rendimiento económico, y por tanto cuanto mayor sea la potencia instalada, mayores serán los beneficios.

De este modo, el límite marcado será el de la superficie disponible para la instalación. Queda así justificada la potencia de la instalación de 150 kWp, siendo esta la potencia máxima instalable por superficie.

ANEXO 2

ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La instalación solar fotovoltaica de autoconsumo sin acumulación conectada a red del presente proyecto produce un impacto medioambiental prácticamente inexistente. Este solo tiene lugar en la fabricación de los paneles fotovoltaicos, pero en la parte que concierne a este proyecto, que es la instalación y funcionamiento del generador fotovoltaico es, en su mayoría, inapreciable.

2.4.1. Ruidos y vibraciones

- Módulos fotovoltaicos: la generación de energía de los paneles fotovoltaicos es un proceso totalmente silencioso.
- Inversores: trabajan en alta frecuencia, no audible por el oído humano.

2.4.2. Generación de residuos

Los residuos producidos durante la instalación se limitan a los embalajes de cartón de los paneles y del inversor, pequeños restos de estructuras y cables que o bien se reciclan o bien se gestionan conforme a la legislación ambiental. No existen residuos de construcción y demolición ya que estas instalaciones no llevan obra civil asociada de ningún tipo.

Durante el funcionamiento no se generan ningún tipo de residuos.

En ninguna de las fases (instalación, funcionamiento y mantenimiento) se produce algún tipo de residuo o vertido tóxico o peligroso, la refrigeración se realiza por convección natural.

2.4.3. Emisiones gaseosas a la atmósfera

Las emisiones generadas son nulas al no producirse combustión alguna de combustible generando así algún gas contaminante para la atmósfera.

2.4.4. Impacto visual

Las instalaciones situadas en las azoteas o tejados de los edificios solamente pueden observarse desde el cielo (vista de pájaro) y en algunas ocasiones desde la calle, según la ubicación de los paneles en la cubierta.

- Vista de pájaro: al tratarse de una instalación de 504 módulos fotovoltaicos de 60 células (superficie 1,07 m²/panel), el impacto visual desde el cielo y reflejos al tráfico aéreo son inapreciables.
- Vista desde el exterior del edificio: al ser una instalación ubicada en la cubierta del edificio no se puede evitar su visualización desde la calle, pero si se puede minimizar el impacto visual y los posibles reflejos a los usuarios y otros edificios. Para ello se buscará la máxima integración arquitectónica con el edificio.

2.4.5. Emisiones evitadas por el uso del sistema fotovoltaico

La energía generada con un sistema fotovoltaico equivale a un ahorro de energía generada de otras fuentes, con toda probabilidad con mayor grado de poder contaminante, con lo que conlleva una reducción de emisiones.

Para el cálculo del ahorro de CO₂ que se obtiene gracias a la generación de energía de un sistema fotovoltaico se puede utilizar la emisión media por unidad de kW eléctrica generada en España que se considera que es aproximadamente de 0,464 kg de CO₂ por kWh eléctrico generado.

En el caso de la instalación fotovoltaica de este proyecto, con una producción anual estimada de 238.963,196 kWh/año el ahorro total de CO₂ será de 110.878,923 kg de CO₂ anuales lo que es igual a 110,878 ton de CO₂ anuales.

ANEXO 2

ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA: ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA

2.5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Los datos y supuestos de partida para el análisis que se incluyen a continuación son los siguientes:

- a) El presupuesto total, con impuestos, de la instalación asciende a **161.520,25€**.
- b) El plazo de vida útil estimado para la instalación es de **25 años**.
- c) Supondremos que no existe inflación durante el período de vida útil estimado
- d) Supondremos que no hay cambios de tarifas ni de precios de la energía, tanto consumida como inyectada a la red.
- e) Supondremos despreciables los gastos de mantenimiento de la instalación.
- f) La energía generada anualmente por la instalación es constante e igual a **238.963,20 kWh**

Adicionalmente, para este estudio de viabilidad presentaremos dos posibles escenarios:

- I. **Escenario Uno:** en el mismo, la rentabilidad anual se estima en **16.957,37€**, según se recoge en la tabla xxxx *Consumo total por puntos de suministro*. En este caso, se vierte a red un 38,08% de la energía producida.
- II. **Escenario Dos:** Toda la energía producida se destina a autoconsumo. Este caso maximiza la inversión, al margen de otras consideraciones técnicas que se deriven del supuesto contemplado. En este caso, la rentabilidad anual estimada es **21.741,75€**. Su cálculo se ha realizado distribuyendo la energía generada anualmente entre los tres períodos tarifarios en los respectivos porcentajes en que se distribuye el consumo actual de los edificios analizados en el proyecto. La tabla siguiente muestra esta distribución porcentual.

Tabla 4. Consumo anual de cada período tarifario

Período	% consumo anual
T1	23,1%
T2	51,4%
T3	25,6%

A partir de la información anterior obtenemos los siguientes indicadores económicos de la inversión.

ESCENARIO UNO

1.º RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN (ROI)²

Mide la relación entre la rentabilidad anual y el coste. Su cálculo para el período de vida útil (n) se obtiene mediante la expresión:

$$ROI_{anualizado} = \left[(1 + ROI)^{\frac{1}{n}} \right] * 100$$

Siendo el ROI el resultado de la expresión: *Rentabilidad / Inversión*. En nuestro caso:

$$ROI = \frac{16.957,37 * 25}{161.520,25} = 2,625 = 162,5\%$$

$$ROI_{anualizado} = \left[(1 + 2,625)^{\frac{1}{25}} \right] * 100 = 3,94\%$$

2.º PAYBACK O PLAZO DE RECUPERACIÓN

El PAYBACK o plazo de recuperación es un criterio para evaluar inversiones, que se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión. Mediante su cálculo, se sabrá el número de períodos (normalmente años) que son necesarios para recuperar el importe desembolsado al comienzo de la inversión.

Su cálculo se realiza mediante la expresión:

$$Payback = \frac{I_0}{F}$$

² Por sus siglas en inglés Return Of Investment

I_0 es la inversión inicial del proyecto. F es el valor de los flujos de caja. En este análisis, se ha supuesto que flujos de caja son constantes y equivalentes al valor de la rentabilidad anual **16.957,37€**. Por tanto, su valor será:

$$Payback = \frac{I_0}{F} = \frac{161.520,25}{16.957,37} = 9,53$$

Aproximadamente 9 años y medio.

3.º VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer el resultado de la misma. Para ello calculamos los flujos de caja descontándolos a un tipo de interés determinado. Por tanto, evalúa la rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos.

Esta métrica financiera se utiliza para comparar distintas opciones de inversión.

Se obtiene según la siguiente expresión.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

F_t son los flujos monetarios en cada periodo t

I_0 es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$)

n es el número de periodos de tiempo, la vida útil de la instalación

k es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión, se utiliza el valor obtenido para el ROI

Por tanto, el VAN del proyecto será:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -161.520,25 + \frac{16.957,37}{(1+2,69)} + \frac{16.957,37}{(1+2,69)^2} + \dots + \frac{16.957,37}{(1+2,69)^n}$$

$$VAN = 105.077,18€$$

4.º TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida de la misma. Esta métrica para la evaluación de inversiones está relacionada con el VAN, se define también como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Proporciona una medida relativa de la rentabilidad, expresada en tanto por ciento. Se calcula por tanto como sigue:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

Si el valor TIR es mayor que k, el proyecto de inversión será aceptado, siendo su tasa de rendimiento interno superior a la tasa de rentabilidad exigida a la inversión.

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -161.520,25 + \frac{16.957,37}{(1+TIR)} + \frac{16.957,37}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{16.957,37}{(1+TIR)^n}$$

$$TIR = 9,4\%$$

ESCENARIO DOS

1.º RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN (ROI)

Siendo el ROI el resultado de la expresión: *Rentabilidad / Inversión*. En nuestro caso:

$$ROI = \frac{21.741,75 * 25}{161.520,25} = 3,36 = 336,5\%$$

$$ROI_{anualizado} = \left[(1 + 3,36)^{\frac{1}{25}} \right] * 100 = 4,97\%$$

2.º PAYBACK O PLAZO DE RECUPERACIÓN

$$Payback = \frac{I_0}{F} = \frac{161.520,25}{21.741,75} = 10,22$$

Aproximadamente 10 años y algo más de dos meses.

3.º VALOR ACTUAL NETO (VAN)

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -161.520,25 + \frac{21.741,75}{(1+3,64)} + \frac{21.741,75}{(1+3,64)^2} + \dots + \frac{21.741,75}{(1+3,64)^n}$$

$$VAN = 180.295,42€$$

4.º TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -161.520,25 + \frac{21.741,75}{(1+TIR)} + \frac{21.741,75}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{21.741,75}{(1+TIR)^n}$$

$$TIR = 12,8\%$$

ANEXO 3

ESTUDIOS BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

3.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

3.1.1. Introducción.

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

3.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

3.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta,

participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

3.2.2.Principios de la acción preventiva.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

3.2.3.Evaluación de los riesgos.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
- Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
- Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
- Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
- Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aun cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
 - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
 - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

3.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

- El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

3.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

3.2.6. Formación de los trabajadores.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

3.2.7. Medidas de emergencia.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

3.2.8. Riesgo grave e inminente.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

3.2.9. *Vigilancia de la salud.*

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

3.2.10. *Documentación.*

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

3.2.11. *Coordinación de actividades empresariales.*

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades, trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

3.2.12. *Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.*

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

3.2.13. Protección de la maternidad.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

3.2.14. Protección de los menores.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

3.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

3.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que

pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

3.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

3.3.1. *Protección y prevención de riesgos profesionales.*

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

3.3.2. *Servicios de prevención.*

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

3.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

3.4.1. *Consulta de los trabajadores.*

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

3.4.2. Derechos de participación y representación.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

3.4.3. Delegados de prevención.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

3.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

3.5.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y

responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

3.5.2.OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxica, corrosiva o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

3.6. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

3.6.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

3.6.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

3.6.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

3.6.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para

el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

3.6.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

3.6.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática

de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti impactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse, al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores anti desprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos anti ruidos y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

3.6.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.

Las máquinas - herramientas estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti proyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

3.7. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

3.7.1.INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Línea Eléctrica de Alta Tensión*

se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, e) Acondicionamiento o instalación, k) Mantenimiento y l) Trabajos de pintura y de limpieza**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no

utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

3.7.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

3.7.2.1. Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.

Los *Oficios* más comunes en la obra en proyecto son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas - herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.

- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

3.7.2.2. Medidas preventivas de carácter general.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelco, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, material eléctrico, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado

antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad. Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional). Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

3.7.2.3. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio

Montaje de elementos metálicos.

Los elementos metálicos (báculos, postes, etc) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, baran- dillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra. El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables).

La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

3.7.2.4. Medidas específicas para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas en alta tensión.

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramientas y maquinaria pesada en general.

- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones. Electrocutaciones y quemaduras.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130º) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400º). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de

contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.

La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.

Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de junior eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos

elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.

Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

3.7.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

3.8. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

3.8.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las ***normas de desarrollo reglamentario*** las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por*

los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

3.8.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

3.8.2.1. Protectores de la cabeza.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

3.8.2.2. Protectores de manos y brazos.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

3.8.2.3. Protectores de pies y piernas.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.

- Rodilleras.

3.8.2.4. Protectores del cuerpo.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

3.8.2.5. Equipos adicionales de protección para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión.

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.

Jaén, junio 2020

Fdo: Alejandro Cruz Escabias

ANEXO 4

GESTIÓN DE RESIDUOS

4. GESTIÓN DE RESIDUOS

4.1. INTRODUCCIÓN

El presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición tiene por objeto concretar las condiciones que se aplicarán para la gestión de los residuos de construcción y demolición (en lo sucesivo RCD) generados durante la ejecución de la obra: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA, SITO EN PABELLON DEPORTIVO DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN, EN LA CIUDAD DE JAÉN, EN LA PROVINCIA DE JAÉN conforme a lo establecido en la legislación vigente.

Con el presente Plan se da cumplimiento a los requisitos establecidos en la normativa vigente y, en particular las siguientes normas ordenadas según su rango:

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de RCD (BOE Nº 38, de 13-02-08)
- Decreto 73/2012 de 20/03/2012, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía
- Ley 22/2011 de 28/07/2011, de residuos y suelos contaminados
- Orden 304/2002 de 08/02/2002, por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos
- Ordenanza Municipales del Ayto. Local Jaén

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra Proyectada consiste en la instalación de un generador fotovoltaico conectado a la red interna del Complejo Domingo Savio, ubicado en la cubierta del pabellón deportivo. Para ello se realiza la conexión de los módulos fotovoltaicos con los inversores en corriente continua a través de sus canalizaciones reglamentarias, y dichos inversores hasta el cuadro general de baja tensión del edificio en corriente alterna a través de las canalizaciones correspondientes.

4.3. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LAS CANTIDADES A GENERAR DE CADA RESIDUO Y TRATAMIENTO AL QUE SERÁN SOMETIDOS:

Se define como Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de “Residuo” incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.

CLASIFICACION

Los residuos de construcción y demolición se clasifican en:

- Residuos de construcción y demolición de **Nivel I**: Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de la excavación.
- Residuos de construcción y demolición de **Nivel II**: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios (abastecimiento y saneamiento, telecomunicaciones, suministro eléctrico, gasificación y otros).

Los residuos de demolición y construcción que se generan en la obra los clasificaremos es los siguientes tipos:

- TIERRAS y MATERIALES PÉTREOS no contaminados.
Procedentes de los trabajos de movimiento de tierras.

No existen movimientos de tierras en la obra a ejecutar, objeto del presente plan.

- RCD de distinta naturaleza:
 - o Pétreo: hormigón, restos de áridos, cortes de ladrillo, restos de mortero etc.
 - o No pétreo: Vidrio, plástico, metal, Papel y cartón, restos de cartón-yeso, etc.
- RESIDUOS PELIGROSOS

No existen residuos peligrosos en la obra a ejecutar, objeto del presente plan.

- OTROS RESIDUOS

No existen otro tipo de residuos en la Obra a ejecutar, objeto del presente plan.

Para la descomposición de las fracciones, se han tomado como base los datos que figuran en el documento de referencia

- Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (Capítulo 12), o así como a las características propias de la obra atendiendo a sus acabados y sistemas de ejecución.

- Los pesos y volúmenes considerados en función de la tipología del residuo.

Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y Lista Europea de Residuos (LER).

Tipo residuo	Código LER	Generación
RESIDUOS NO PELIGROSOS		
Excedentes de excavación	170101	
Restos de hormigón	170101	
Papel y cartón	200101	X
Maderas	170201	
Plásticos (envases y embalajes)	170203	X
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	X
Restos asimilables a urbanos	200301	
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106	
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	
Materiales cerámicos (aisladores)	170103	
Vidrio (aisladores)	170201	
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas...	170107	
Materiales de construcción que contienen amianto (Uralitas)	170605	
RESIDUOS PELIGROSOS		
Trapos impregnados	150202*	
Tierras contaminadas	170503*	
Aerosoles	160504*	
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*	

Tipo residuo	Código LER	Generación
RESIDUOS NO PELIGROSOS		
Transformadores/equipos con PCBs	160209*/160210*	
Equipos que han contenido aceite	160213*	
Aceites usados (hidráulicos)	1302__*	
Aceites usados sin PCBs (aislante)	130307*	
Aceites usados con PCBs	130301*	
Materiales de aislamiento que contienen amianto	170601*	
Baterías de Ni/Cd	160602*	
Baterías de Plomo	160601*	
Fluorescentes/lámparas de vapor de Hg	200121*	

(*) Los residuos que aparecen en la lista señalados con un asterisco (*) se consideran residuos peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE sobre residuos peligrosos a cuyas disposiciones estén sujetos.

(**) La consideración de estos residuos como peligrosos, a efectos exclusivamente de su eliminación mediante depósito en vertedero, no entrará en vigor hasta que se apruebe la normativa comunitaria en la que se establezcan las medidas apropiadas para la eliminación de los residuos de materiales de la construcción que contengan amianto. Mientras tanto, los residuos de construcción no triturados que contengan amianto podrán eliminarse en vertederos de residuos no peligrosos, de acuerdo con lo establecido en el artículo 6.3.c) del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

ESTIMACION DE LA CANTIDAD

A continuación, en la siguiente tabla se estiman la cantidad residuos generados.

RESIDUOS GENERADOS			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	CANTIDAD
170203	Plásticos (envases y embalajes)	Embalajes	2 Kg.
200101	Papel y cartón	Embalajes	1 Kg.
170107	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas...	Construcción	5 Kg.

4.4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Reducción de los recursos necesarios y planificación del suministro

En este sentido se realizará un estudio de nacionalización de los recursos y planificación de compras de forma que se minimice la generación de materiales sobrantes.

- Recalcular la cantidad de materiales necesarios antes de realizar el pedido.
- Recibir los pedidos cuando su utilización se vaya a realizar de manera más o menos inmediata, de forma que se disminuya el periodo de almacenamiento, disminuyendo por tanto las posibilidades de deterioro, rotura o pérdida de calidad del producto.
- De no ser posible la circunstancia anterior, almacenar los materiales correctamente tal y como se indica en el siguiente epígrafe.
- Reducción de los residuos
- Solicitud de materiales con envases retornables (como bobinas de cableado, etc.)
- Solicitud de materiales principalmente a granel o en gran formato con objeto de reducir los envases.
- Comprar materiales a proveedores que recojan sus propios embalajes.
- Utilización completa de los productos como adhesivos, sellantes, disolventes, pinturas, grasas, con objeto de reducir los sobrantes y por tanto el volumen de residuos gestionados. Realizar una adecuada gestión del consumo de estas sustancias asignando un responsable de provisiones, estando limitado el acceso a los envases nuevos a capataces o responsables de operarios.
- Protocolos para el correcto almacenamiento y manipulación de los materiales, con objeto de reducir los residuos producidos como consecuencia de las roturas o degradación de los productos o materiales.
- Retirar la capa de tierra vegetal y almacenarla de forma separada de otros almacenamientos de áridos, conservando sus características para poder utilizarla en labores de restauración.
- Almacenamiento de las tierras extraídas de forma aislada, evitando el paso de maquinaria sobre las mismas, o su proximidad a zona de

almacenamiento de productos líquidos o residuos peligrosos que pudiesen contaminarlas como consecuencia de un posible vertido accidental.

- Una vez realizados los cálculos de previsiones de reutilización de las tierras excavadas, según su calidad y posibilidades como material de relleno, sustitución de tierras de préstamo y restauración del entorno, se procederá a la retirada a vertedero de las tierras sobrantes con objeto de minimizar el periodo de almacenamiento en obra y así disminuir el riesgo de mezcla con otros materiales.
- Evitar la exposición a la lluvia, humedad e insolación intensa de los materiales que pueda conllevar a un deterioro de los mismos y una pérdida de calidad, por lo que tendrían que ser desechados.
- Almacenar los envases que contienen restos de sustancias peligrosas y que están siendo utilizados (aceites, grasas, combustibles, sustancias desencofrantes) en lugares protegidos de la lluvia, una vez que concluya la jornada, ya que desencadenaría varios problemas: serían desechados como material, constituirían además un residuo peligroso y aumentaría el volumen y peso del residuo con el consecuente aumento en los costes de su gestión.
- Realizar las operaciones de carga y descarga de material con precaución para evitar roturas de envases retornables.
- Almacenar los equipos, piezas, etc. en los envases originales hasta el momento de su uso.
- Almacenar las sustancias peligrosas como aceites, grasas, combustibles en zonas protegidas con estructuras de contención para evitar posibles derrames y generación de residuos peligrosos.
- El personal de la obra poseerá la formación suficiente acerca de los aspectos medioambientales y legislativos, en lo que respecta a la gestión de los RCDs.
- Reutilización de materiales
- La tierra vegetal será utilizada para las labores de restauración y en caso de sobrante será extendida en terrenos agrícolas próximos.
- Siempre que sea posible se maximizara la utilización de tierras procedentes de la excavación de cimentaciones y movimiento de tierras,

como material de relleno o para el acondicionamiento de la superficie terrestre.

4.5. DESTINO DE LOS RESIDUOS

Se cumplirán las condiciones establecidas en la ITM-GCMP/02 “Instrucción Técnica de Medio Ambiente para la Gestión de Residuos en Obras”, en el que se establece metodología seguida en obras para controlar las operaciones relacionadas con la generación y la gestión de los residuos urbanos y de los residuos peligrosos.

Esta instrucción es de aplicación a todos los residuos generados en las obras, que desarrolle actividades en éstas y en relación con su gestión.

Las empresas de Gestión y Tratamiento de los Residuos No Peligrosos y de Residuos Peligrosos estarán, en todo caso, autorizadas por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Se clasificarán los residuos en dos grandes grupos, Residuos No Peligrosos y Residuos Peligrosos,

4.6. ACCIONES DE FORMACIÓN Y DE COMUNICACIÓN AL PERSONAL Y EMPRESAS QUE INTERVIENEN EN LA OBRA

Hay que impartir formación suficiente para que el personal conozca la correcta gestión de cada uno de los residuos generados en la obra, para lo cual se comunicará y formará al personal que ejecutara la presente Obra objeto del Plan.

4.7. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

En este apartado se detallan las prescripciones técnicas que tienen por objeto:

- Reducir (prevenir) los volúmenes de producción de residuos de la obra, siguiendo los criterios de prioridad establecidos anteriormente.
- Establecer las condiciones de manipulación y almacenamiento de productos, materiales de construcción y residuos.

4.8. MEDIDAS ADOPTADAS PARA LA SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA GESTIÓN EN OBRA DE RCD

Entre las medidas que se adoptarán para la supervisión y seguimiento de la gestión en obra de RCD, se destacan:

- La existencia de una organización en obra que garantice la segregación en fracciones de los distintos RCD, almacenados temporalmente en la obra, en óptimas condiciones de orden y limpieza. Para ello se dotará a la obra de personal que hará la labor de control, vigilancia y separación. Estas personas recibirán la correspondiente información y formación al respecto.
- Concienciación a todo el personal de obra de sus obligaciones y funciones en la correcta gestión de los RCD.
- Contratación de Gestores y Transportistas autorizados teniendo siempre a disposición del productor de RCD las evidencias documentales.
- Seguimiento de las evidencias documentales de las entradas de los RCD, en las instalaciones autorizadas a tal fin. Para ello se verificará que en los Ticket de entrada a planta de tratamiento figure:
 - o Cliente
 - o Obra
 - o Fecha y hora
 - o Código LER del residuo.
 - o Cantidad (volumen y peso)
 - o Nombre de la instalación

4.9. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDS, QUE FORMARÁ PARTE DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

A continuación, se desglosa el capítulo presupuestario correspondiente a la gestión de los residuos de la obra, repartido en función del volumen de cada material.

Estimación costes de tratamientos de los Residuos			
Tipología	Estimación (Kg)	Precio de Gestión en Vertedero (€/Kg)	Importe (€)
Plásticos	2 Kg.	4,50 €/Kg.	9 €
Papel/Cartón	1 Kg.	1,50 €/Kg.	1,50 €
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas...	5 Kg.	0,65 €/Kg.	3,25 €
TOTAL			13,75 €

ANEXO 5

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA



Solar inverter

PVS-50/60-TL

The PVS-50/60-TL is FIMER's cloud connected three-phase string solution enabling cost efficient large decentralized photovoltaic systems for both commercial and utility applications.

From 50 to 60 kW

This new addition to the PVS string inverter family, with 3 independent MPPT and power ratings of up to 60 kW, has been designed with the objective to maximize the ROI in large systems with all the advantages of a decentralized configuration for both rooftop and ground-mounted installations.

Compact design

Thanks to technological choices aimed at optimizing installation times and costs, the product design features the power module and wiring box enclosed in a single compact chassis thus saving installation resources and costs.

The inverter comes in multiple versions also allowing the possibility to connect to third-party DC string combiners.

Ease of installation

The horizontal and vertical mounting possibility creates flexibility for both rooftop and ground mounted installations.

Moreover the cover is equipped with hinges and locks that are fast to open and reduce the risk of damaging the chassis and interior components when commissioning and performing maintenance actions.

Advanced cloud connected features

Standard wireless access from any mobile device makes the configuration of inverter and plant easier and faster. Improved user experience thanks to a built-in User Interface (UI) enables access to advanced inverter configuration settings.

The Installer for Solar Inverters mobile app and configuration wizard enable a quick multi-inverter installation, saving up to 70% commissioning time.

Fast system integration

Industry standard Modbus (RTU/TCP)/SUNSPEC protocol enables fast system integration. Two ethernet ports enable fast and future-proof communication for PV plants.

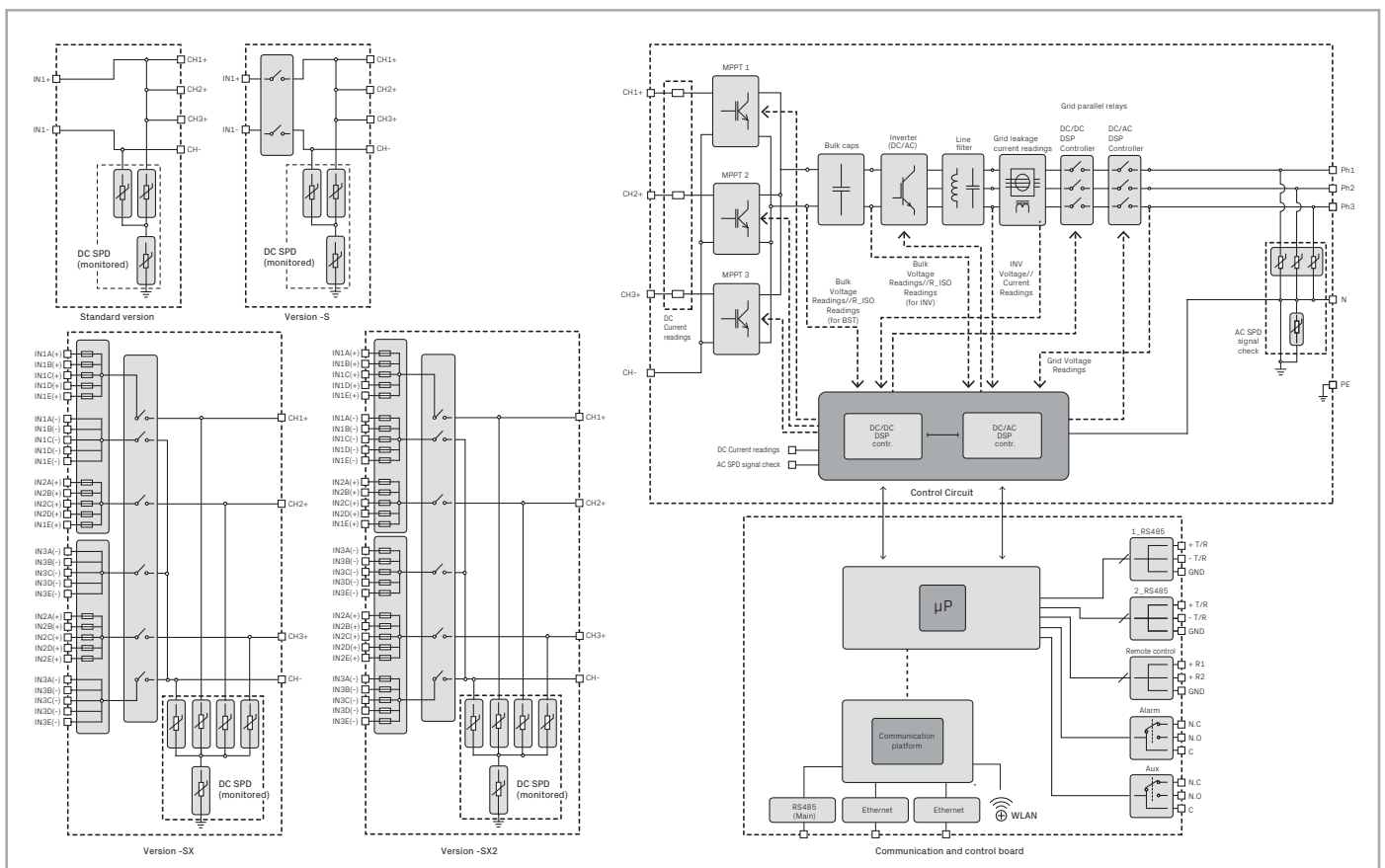
Plant portfolio integration

Monitoring your assets is made easy, as every inverter is capable to connect to Aurora Vision cloud platform to secure your assets and profitability in long term.

Highlights

- Up to 3 independent MPPT - 50/60 kW power ratings
- Horizontal and vertical installation
- Easy access to wiring box thanks to hinges and cam latches positioned on cover
- Power module and wiring box in a single compact chassis
- Wi-Fi interface for commissioning and configuration
- Reactive power management capability
- Remote monitoring and firmware upgrade via Aurora Vision cloud platform (logger free)
- Provides 10% extra power in case of limited ambient temperature
- Improved operating altitude. Can work up to 4000 mt.
- Built-in dynamic export limitation control algorithm

PVS-50/60-TL string inverter block diagram



Technical data and types

Type code	PVS-50-TL	PVS-60-TL
Input side		
Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$)	1000 V	
Start-up DC input voltage (V_{start})	420...700 V (Default 420 V)	420...700 V (Default 500 V)
Operating DC input voltage range ($V_{dcmin}...V_{dcmax}$)	0.7x V_{start} ...950 V (min 300 V)	0.7x V_{start} ...950 V (min 360 V)
Rated DC input voltage (V_{dcr})	610 Vdc	720 Vdc
Rated DC input power (P_{dcr})	52000 W	61800 W
Number of independent MPPT	3 (version SX and SX2) / 1 (versione standard e S)	
Maximum DC input power for each MPPT (PMPPT, max)	19300W@30°C / 17500W@45°C	23100W@30°C / 21000W@45°C
MPPT input DC voltage range ($V_{MPPTmin}$... $V_{MPPTmax}$) at P_{acr}	480-800 Vdc	570-800 Vdc
Maximum DC input current (I_{dcmax}) for each MPPT	36 A	
Maximum input short circuit current for each MPPT	55 A (165 A in case of parallel MPPT)	
Number of DC input pairs for each MPPT	5 (SX and SX2 versions), 1 (standard and S version)	
DC connection type	Screw terminal block (Standard and -S version) or PV quick fit connector ¹⁾ (-SX and SX2 version)	
Input protection		
Reverse polarity protection	Yes, from limited current source	
Input over voltage protection for each MPPT	Type 2 / Type 1 + 2 (option)	
Photovoltaic array isolation control	According to local standard	
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	75 A / 1000 V for each MPPT	
Fuse rating (version with fuses) / max fuse rating	15A (1000V) / 20A (1000V)	
Output side		
AC grid connection type	Three-phase (3Ph/N/PE or 3Ph/PE), grounded WYE system only	
Rated AC power (P_{acr} @cosf=1)	50000 W	60000 W
Maximum AC output power (P_{acmax} @cosf=1)	55000 W up to 30°C ²⁾	66000 W up to 30°C ²⁾
Maximum apparent power (S_{max})	55000 VA up to 30°C ²⁾	66000 VA up to 30°C ²⁾
Rated AC grid voltage ($V_{ac,r}$)	400 V	480 V
AC voltage range	320...480 V ³⁾	384...571 V ³⁾
Maximum AC output current ($I_{ac,max}$)	80 A	
Contributory fault current	92 A	
Rated output frequency (f_r)	50 Hz / 60 Hz	
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$)	47...53 Hz / 57...63 Hz ⁴⁾	
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995; 0...1 inductive/capacitive with maximum Sn	
Total current harmonic distortion	<3%	
Maximum AC cable	95mm2 copper or stranded aluminum	
AC connection type	Screw terminal block, cable gland (admitted cable diameter 25..44mm)	
Output protection		
Anti-islanding protection	According to local standard	
Maximum external AC overcurrent protection	100 A	
Output overvoltage protection	Type 2	
Operating performance		
Maximum efficiency (η_{max})	98.3%	98.5%
CN efficiency	98.2%	98.3%
Euro efficiency	98.0%	98.0%
Communication		
Embedded communication interfaces	3x RS485, 2X Ethernet (RJ45), WLAN (IEEE802.11 b/g/n @ 2.4 GHz)	
Communication protocol	Modbus RTU / TCP (Sunspec compliant); Aurora Protocol	
Remote monitoring services	Standard level access to Aurora Vision monitoring portal	
Advanced features	Integrated Web User Interface; Embedded logging and direct transferring of data to Cloud	

Technical data and types

Type code	PVS-50-TL	PVS-60-TL
Environmental		
Ambient temperature range	-25...+60°C (-13...140 °F) with derating above 45 °C (113 °F) with derating above 45 °C (113 °F)	
Relative humidity	4%... 100% condensing	
Sound pressure level, typical	75 dB(A) @1 m	
Maximum operating altitude	4000 m (13123 ft) with derating above 2000 m / 6561 ft	
Physical		
Environmental protection rating	IP65	
Cooling	Forced air	
Dimension (H x W x D)	750 mm x 1100 mm x 261,5 mm / 29.5" x 43,3" x 10.27"	
Weight	68 kg / 150 lbs (SX version)	
Mounting system	Single mounting bracket	
Safety		
Marking	CE	
Safety and EMC standard	IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12 EN 62311, EN 301 489-1, EN 301 489-17, EN 300 328	
Grid standard (check your sales channel for availability)	CEI 0-21, CEI 0-16, DIN V VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, G59/3, DRRG/DEWA, Chile LV/MV EN 50438 (Including Ireland deviations), RD 1565, RD 413, UTE C15-7-712-1 P.O. 12.3, AS/NZS 4777.3, BDEW, NRS-097-2-1, MEA, PEA, IEC 61727, ISO/IEC Guide 67(System 5) IEC 61683, VFR-2014, IEC 62116, Synergrid C10/11, IRR-DCC-MV, CLC-TS-50549-1/-2, G99, EN 50549-1/-2	
Available product variants		
Input connections with terminal blocks + surge arrester Type 2 in both DC and AC sides	PVS-50-TL	PVS-60-TL
Input connections with terminal blocks + DC switch + surge arrester Type 2 in both DC and AC sides	PVS-50-TL-S	PVS-60-TL-S
15 quick Input connections + fuses (single pole) + DC switch + surge arresters Type 2 in both DC and AC sides	PVS-50-TL-SX	PVS-60-TL-SX
15 quick Input connections + fuses (both poles) + DC switch + surge arresters Type 2 in both DC and AC sides	PVS-50-TL-SX2	PVS-60-TL-SX2
Optional available		
SPD Type 1 + 2 on the DC side ⁵⁾	Available	Available
Display ⁶⁾	Available	Available
Negative Grounding kit	PVS-50/60-GROUNDING KIT	PVS-50/60-GROUNDING KIT

- 1) Please refer to the document "String inverters – Product manual appendix" available at www.fimer.com for information on the quick-fit connector brand and model used in the inverter
- 2) Due to country specific regulation this value can be limited to the nominal value
- 3) The AC voltage range may vary depending on specific country grid standards
- 4) The Frequency range may vary depending on specific country grid standards

- 5) Article with dedicated part number, only for SX2 version
- 6) Inverter version with display can be selected by dedicated part number.
This option is not available in combination with the "SPD type 1+2" option

Remark. Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product



For more information
please contact
your local FIMER
representative or visit:

fimer.com

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. FIMER does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of FIMER. Copyright© 2020 FIMER. All rights reserved.



INVERSORES FOTOVOLTAICOS

Inversores de string ABB

PVS-100/120-TL



01

—
01
Inversor de string
trifásico para
exteriores
PVS-100/120-TL

Esta plataforma, totalmente nueva y diseñada para inversores de string con una potencia máxima de hasta 120 kW, maximiza el retorno de la inversión en aplicaciones descentralizadas montadas tanto en tierra como en amplios tejados. Provista de seis MPPT, mejora la captación de energía incluso en condiciones de escasa luz.

Potencia máxima con un alto nivel de integración

El módulo de máxima potencia de hasta 120 kW ahorra recursos de instalación, ya que se precisan menos unidades. Debido a sus reducidas dimensiones, los costes logísticos y de mantenimiento también son menores. Y gracias a la desconexión de CC/CA integrada, conexiones de 24 cadenas, fusibles y protección contra sobretensiones, tampoco se necesitan cajas adicionales.

Facilidad de instalación

La posibilidad de instalación vertical y horizontal aumenta la flexibilidad tanto en el montaje en tierra como en tejados. Las cubiertas están provistas de bisagras y bloqueos que se abren rápidamente y reducen el riesgo de dañar el chasis y los componentes internos durante la puesta en servicio y la realización de tareas de mantenimiento.

El acceso inalámbrico normal desde cualquier dispositivo móvil facilita y agiliza la configuración del inversor y de la planta. La interfaz de usuario integrada no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también permite acceder a ajustes avanzados en la configuración del inversor.

Y la aplicación para móvil del instalador, disponible para dispositivos Android e iOS, simplifica todavía más las instalaciones con varios inversores.

Su diseño, con secciones de cable en cobre y aluminio de hasta 185 mm², ayuda a reducir las pérdidas de energía.

El PVS-100/120-TL es el inversor de string trifásico conectado a la nube de ABB para sistemas fotovoltaicos descentralizados y de bajo coste pensados para aplicaciones montadas en tierra y en grandes áreas comerciales.

Integración rápida del sistema

El protocolo Modbus/SUNSPEC estándar del sector permite una rápida integración del sistema. Dos puertos Ethernet ofrecen una comunicación rápida a las plantas de energía solar diseñada también pensando en el futuro.

Integración con la gama de plantas de ABB

La monitorización de sus activos se simplifica, ya que cada inversor es capaz de conectarse al Plant Portfolio Manager de ABB para garantizar sus equipos y su rentabilidad a largo plazo.

Diseño flexible y tolerancia a la sombra

Su topología de conversión con doble etapa y los seis MPPT garantizan una flexibilidad máxima en el diseño del sistema, ya sea en tejados o en terrenos inclinados. Gracias a esta posibilidad técnica, la captación de energía mejora incluso en condiciones de escasa luz.

Principales ventajas

- 6 MPPT independientes
- Inversor sin transformador
- 120 kW para 480 V CA y 100 kW para 400 V CA
- Configuración Wi-Fi de serie
- Dos puertos Ethernet para la comunicación con las plantas
- Extenso abanico de códigos de red específicos que se pueden seleccionar directamente sobre el terreno
- Topología de doble etapa para un amplio rango de entrada
- Instalación vertical y horizontal
- Cambio y sustitución rápida de cables gracias a compartimentos independientes
- Protección ambiental IP66
- Máxima eficiencia de hasta 98,9 %

Inversores de string ABB

PVS-100/120-TL

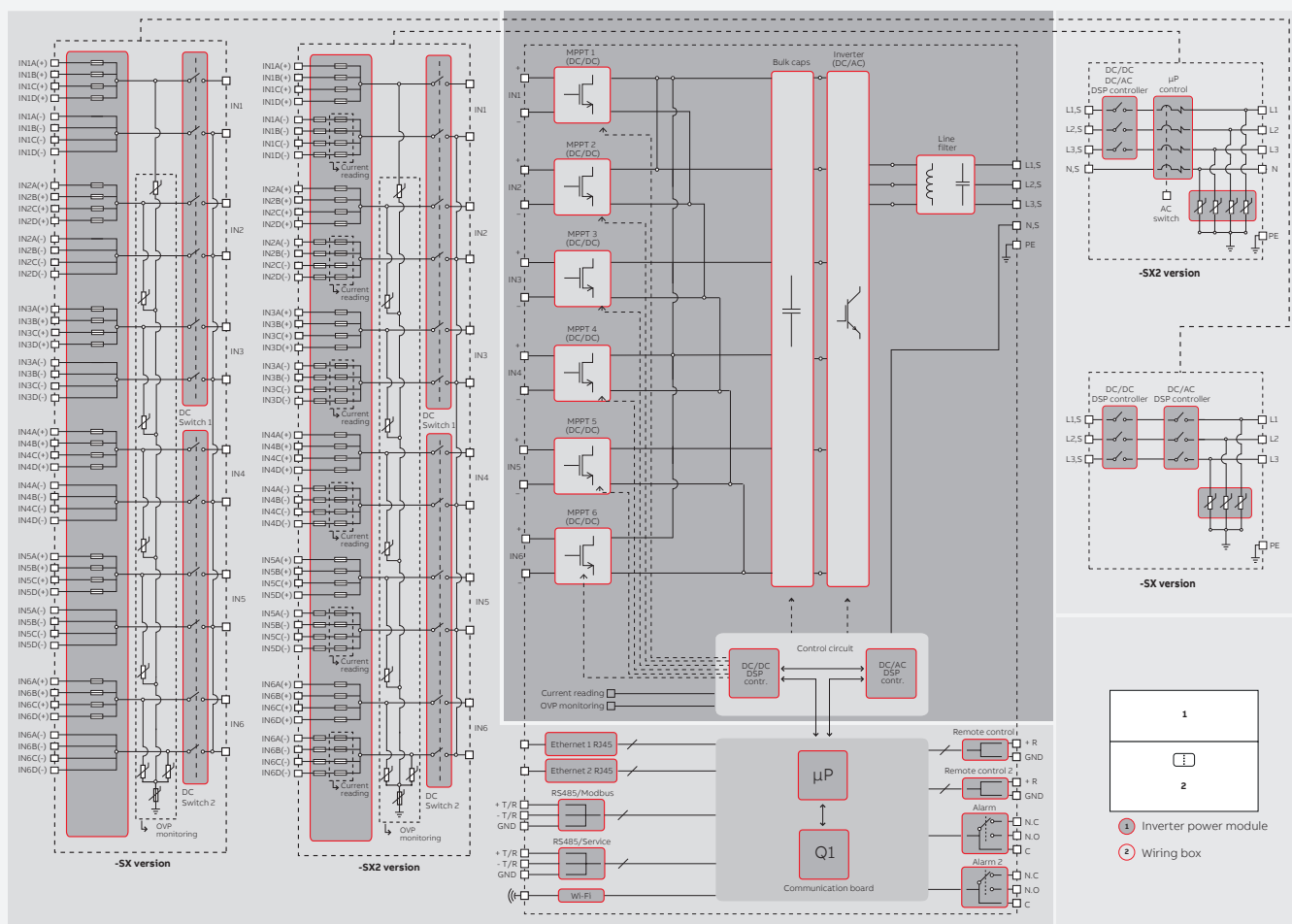
De 100 a 120 kW



Datos técnicos y tipos

Código tipo	PVS-100-TL	PVS-120-TL
Entrada		
Tensión de entrada de CC máxima absoluta ($V_{max,abs}$)	1000 V	
Tensión de entrada de CC de puesta en marcha (V_{start})	420 V (400...500 V)	
Intervalo de tensión operativa de entrada de CC ($V_{dmin}...V_{dcmx}$)	360...1000 V	
Tensión nominal de entrada de CC (V_{dcr})	620 V	720 V
Potencia nominal de entrada de CC (V_{dcr})	102 000 W	123 000 W
Número de MPPT independientes	6	
Intervalo de tensión de entrada de CC con MPPT a ($V_{MPPTmin}...V_{MPPTmax}$) a P_{acr}	480...850 V	570...850 V
Potencia de entrada de CC máxima para cada MPPT ($P_{MPPT,max}$)	17 500 W [480 V≤ V_{MPPT} ≤850 V]	20 500 W [570 V≤ V_{MPPT} ≤850 V]
Corriente de entrada de CC máxima para cada MPPT (I_{dcmx})	36 A	
Corriente máxima de cortocircuito de entrada (I_{scmax}) para cada MPPT	50 A ¹⁾	
Número de pares de entrada de CC para cada MPPT	4	
Tipo de conexión de CC	Conector de acoplamiento rápido FV ²⁾	
Protección de entrada		
Protección contra polaridad inversa	Sí, desde una fuente de intensidad limitada	
Protección frente a sobretensión de entrada para cada MPPT - descargador de sobretensión sustituible	Tipo 2 con monitorización	
Control del aislamiento de una matriz fotovoltaica	Conforme a IEC62109	
Capacidad del interruptor de CC para cada MPPT	50 A / 1000 V	
Capacidad del fusible (versiones con fusibles)	15 A / 1000 V ³⁾	
Monitorización de la corriente de string	SX2: (24 strings) Monitorización de la corriente de string individual; SX: (6 strings) Monitorización de la corriente de entrada por MPPT	
Salida		
Tipo de conexión con la red de CA	Trifásica 3W+PE o 4W+PE	
Potencia asignada de CA ($P_{acr}@cos\phi=1$)	100 000 W	120 000 W
Potencia máxima de salida de CA ($P_{acmax}@cos\phi=1$)	100 000 W	120 000 W
Potencia aparente máxima (S_{max})	100 000 VA	120 000 VA
Tensión nominal de la red de CA ($V_{ac,r}$)	400 V	480 V
Intervalo de tensiones de CA	320...480 V ⁴⁾	384...576 ³⁾
Corriente máxima de salida de CA ($I_{ac,max}$)	145 A	
Frecuencia nominal de salida (f_r)	50 Hz / 60 Hz	
Intervalo de frecuencia de salida ($f_{min}...f_{max}$)	45...55 Hz / 55...65 Hz ⁵⁾	
Factor de potencia nominal e intervalo ajustable	> 0,995, 0...1 inductiva/capacitiva con S_{max} máxima	
Distorsión armónica total de la intensidad	< 3 %	
Cable de CA máximo	185 mm2 en aluminio y cobre	
Tipo de conexión de CA	Barra suministrada para conexiones de terminales M10, 4 prensacables unipolares M40 y M25, y prensacable multipolar M63 opcional	
Protección de salida		
Protección contra la formación de islas	De acuerdo con la normativa local	
Protección máxima contra sobreintensidad de CA externa	225 A	
Protección contra sobretensiones de salida - dispositivo de protección frente a sobretensiones sustituible	Tipo 2 con monitorización	
Rendimiento de funcionamiento		
Eficiencia máxima (η_{max})	98,4 %	98,9 %
Eficiencia ponderada (EURO)	98,2 %	98,6 %
Comunicación		
Interfaces de comunicación integradas	1 RS485, 2 Ethernet (RJ45), WLAN (IEEE802.11 b/g/n a 2,4 GHz)	
Interfaz de usuario	4 LED, interfaz de usuario web	
Protocolo de comunicación	Modbus RTU/TCP (conforme a Sunspec)	
Herramienta de puesta en servicio	Interfaz de usuario web, aplicación para móvil/aplicación para planta	
Servicio de monitorización remota	Portal de monitorización Aurora Vision®	
Funciones avanzadas	Inicio de sesión integrado, transferencia directa y telemática de datos a la nube de ABB	
Condiciones ambientales		
Intervalo de temperatura ambiente	-25...+60 °C /-13...140 °F con derrateo por encima de 40 °C / 104 °F	
Humedad relativa	4 %...100 % de condensación	

Esquema de bloques del inversores de cadena PVS-100/120-TL de ABB



Datos técnicos y tipos

Código tipo	PVS-100-TL	PVS-120-TL
Nivel de presión sonora, típica	68 dB(A) a 1 m	
Altitud máxima de funcionamiento sin derrateo	2000 m / 6560 pies	
Condiciones físicas		
Especificación de protección ambiental	IP 66 (IP54 para sección de refrigeración)	
Refrigeración	Aire forzado	
Tamaño (Al x An x Pr)	869 x 1086 x 419 mm / 34,2” x 42,8” x 16,5”	
Peso	70 kg / 154 libras para el módulo de potencia; ~55 kg / 121 libras para la caja de cableado Total máx. 125 kg / 276 libras	
Sistema de montaje	Soporte de montaje vertical y horizontal	
Seguridad		
Nivel de aislamiento	Sin transformador	
Marcado y CEM	Conformidad CE según las directivas LV y CEM	
Seguridad	IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2	
Normas de red (consulte su canal de venta para comprobar su disponibilidad)	CEI 0-16, CEI 0-21, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, JORDAN IRR-DCC-MV, AS/NZS4777.2, VDE-AR-N 4105, VDE V 0-126-1-1, VFR 2014, Belg C10-C11, UK59/3, P.O. 12.3, ITC-BT-40, EN50438 general + Irlanda, CLC-TS 50549-1/2	
Versiones del producto disponibles		
Módulo de potencia del inversor	PVS-100-TL-POWERMODULE-400	PVS-120-TL-POWERMODULE-480
Conexiones de entrada rápida de 24 strings + fusibles (unipolares y multipolares) + interruptores de CC + monitorización de la corriente de string individual (24 strings) + interruptor de CA + descargadores de sobretensión tipo 2, (CC y CA)	WB-SX2-PVS-100-TL	WB-SX2-PVS-120-TL
Conexiones de entrada rápida de 24 strings + fusibles (unipolares) + interruptores de CC + monitorización de la corriente de entrada por MPPT (6 strings) + descargadores de sobretensión tipo 2 (CC y CA)	WB-SX-PVS-100-TL	WB-SX-PVS-120-TL
Accesorios opcionales disponibles		
Soporte para cable de CA multipolar M63 + M25 (PE)	Panel de salida de CA M63 para la caja de cableado	

1) Número máximo de apertura, 5 bajo sobrecarga

2) Consulte el documento «String inverters – Product Manual appendix» (en inglés) disponible en www.abb.com/solarinverters para obtener información sobre la marca y el modelo del conector de acoplamiento rápido utilizado en el inversor

3) Tamaño de fusible máximo admitido, 20 A. Adicionalmente, una entrada de string por MPPT admite 32 A. Tamaños de fusible para la conexión de dos strings por entrada

4) El intervalo de tensión de CA puede variar en función del código específico de la red del país

5) El intervalo de frecuencia de salida puede variar en función del código específico de la red del país. **Observación:** Las características no mencionadas específicamente en esta hoja de datos no están incluidas en el producto

Para más información, póngase en contacto con su representante local de ABB o visite:

www.abb.com/solarinverters
www.abb.com

Nos reservamos el derecho de realizar cambios técnicos o modificar el contenido de este documento sin previo aviso. En relación a las solicitudes de compra, prevalecen los detalles acordados. ABB AG no se hace responsable de posibles errores o de falta de información en este documento.

Nos reservamos los derechos de este documento, los temas que incluye y las ilustraciones que contiene. Se prohíben la reproducción, divulgación a terceros o utilización de su contenido, ya sea en su totalidad o en parte, sin la autorización previa por escrito de ABB AG. Copyright© 2017 ABB. Todos los derechos reservados



TALLMAX

TSM-PE15H

144 HALF-CUT
MULTICRYSTALLINE CELLS

340-355W
POWER OUTPUT RANGE

17.5%
MAXIMUM EFFICIENCY

0/+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading comprehensive solutions provider for solar energy. We believe close cooperation with our partners is critical to success. Trina Solar now distributes its PV products to over 60 countries all over the world. Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and supplement our innovative, reliable products with the backing of Trina Solar as a strong, bankable partner. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaboration with installers, developers, distributors and other partners.

Comprehensive Product And System Certificates

IEC61215/IEC61730/UL1703
IEC61701 Salt Mist Corrosion
IEC62716 Ammonia Corrosion
IEC60068 Blowing Sand
ISO9001; ISO14001; OHSAS18001



Trinasolar



Ideal for large scale installations

- Reduced BOS costs with higher power bins and 1,500V system voltage
- Consistently high bankability ratings by BNEF, banks and investors



Half-cut cell design brings higher efficiency

- Optimized power output under inter-row shading conditions
- Integrated LRF for increased performance
- Low thermal coefficients for higher energy yield at elevated operating temperatures
- Reduced interconnection losses



Highly reliable due to stringent quality control

- Over 30 in-house tests (UV, TC, HF, and many more)
- In-house testing goes well beyond certification requirements
- PID resistant
- 2x 100% inline EL inspection

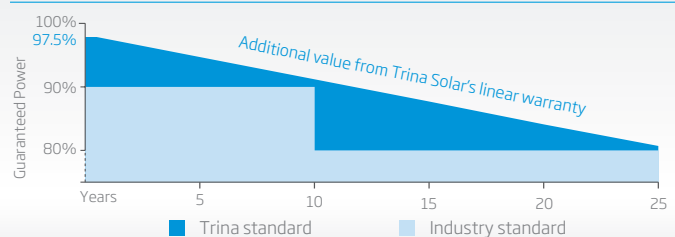


Certified to withstand challenging environmental conditions

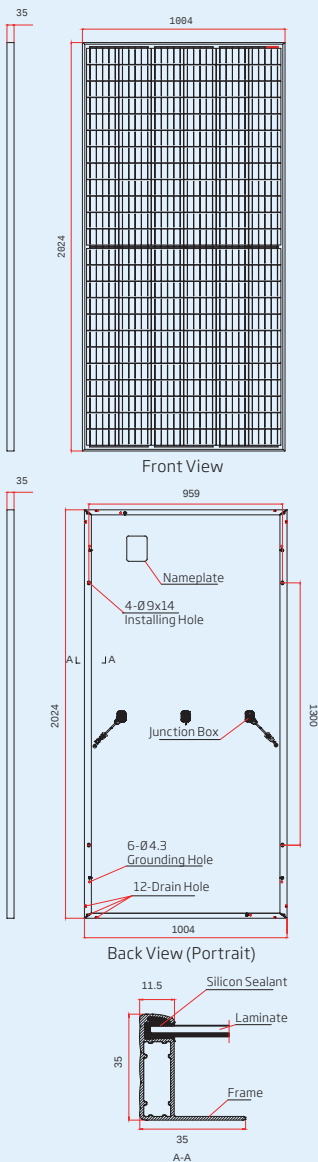
- Salt Mist Corrosion
- Ammonia Corrosion
- Blowing Sand

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

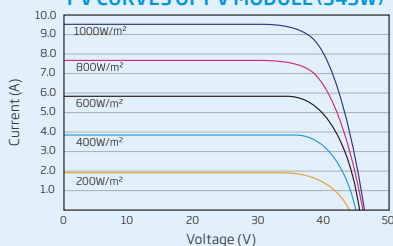
10 Year Product Warranty · 25 Year Linear Power Warranty



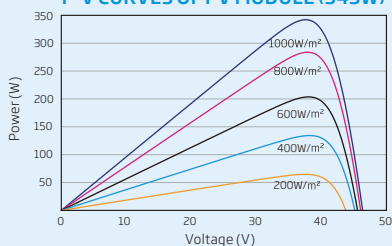
DIMENSIONS OF PV MODULE TSM-PE15H (unit: mm)



I-V CURVES OF PV MODULE (345W)



P-V CURVES OF PV MODULE (345W)



ELECTRICAL DATA @ STC

	TSM-340 PE15H	TSM-345 PE15H	TSM-350 PE15H	TSM-355 PE15H
Peak Power Watts- P_{MAX} (Wp)*	340	345	350	355
Power Output Tolerance- P_{MAX} (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Maximum Power Voltage- U_{MPP} (V)	37.5	37.7	37.9	38.1
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	9.06	9.15	9.23	9.32
Open Circuit Voltage- U_{OC} (V)	46.2	46.4	46.7	47.0
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	9.53	9.62	9.71	9.81
Module Efficiency η_m (%)	16.7	17.0	17.2	17.5

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25 °C, Air Mass AM1.5

* Measuring tolerance: $\pm 3\%$

ELECTRICAL DATA @ NMOT

	TSM-340 PE15H	TSM-345 PE15H	TSM-350 PE15H	TSM-355 PE15H
Maximum Power- P_{MAX} (Wp)	257	261	265	269
Maximum Power Voltage- U_{MPP} (V)	35.5	35.7	35.9	36.1
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	7.24	7.31	7.37	7.45
Open Circuit Voltage- U_{OC} (V)	43.5	43.7	44.0	44.2
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	7.69	7.76	7.83	7.91

NMOT: Irradiance 800 W/m², Ambient Temperature 20 °C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Multicrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 x 24)
Module Dimensions	2024 x 1004 x 35 mm
Weight	22.8 kg
Glass	3.2 mm, High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Cable 4.0mm², Portrait: N 140mm/P 285mm, Landscape: N 1400 mm /P 1400 mm
Connector	TS4

TEMPERATURE RATINGS

NMOT (Nominal Module Operating Temperature)	41°C ($\pm 3K$)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	- 0.38%/K
Temperature Coefficient of U_{OC}	- 0.31%/K
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.05%/K

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box:	30 pieces
Modules per 40' container:	660 pieces

WARRANTY

10 year Product Workmanship Warranty
25 year Linear Performance Warranty

(Please refer to product warranty for details)

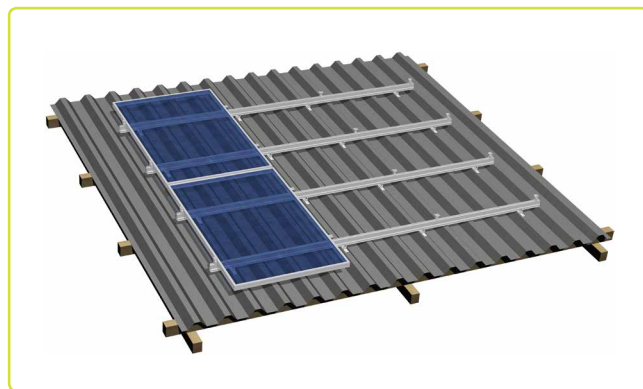
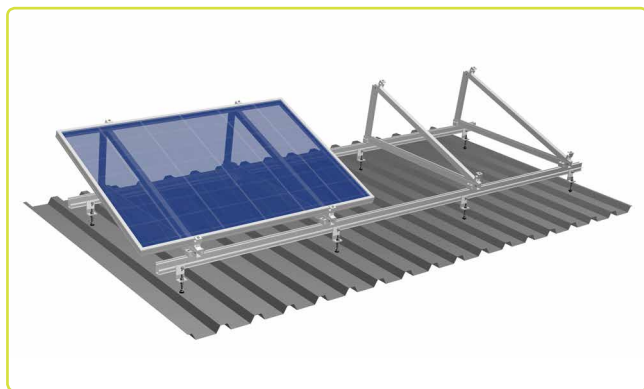
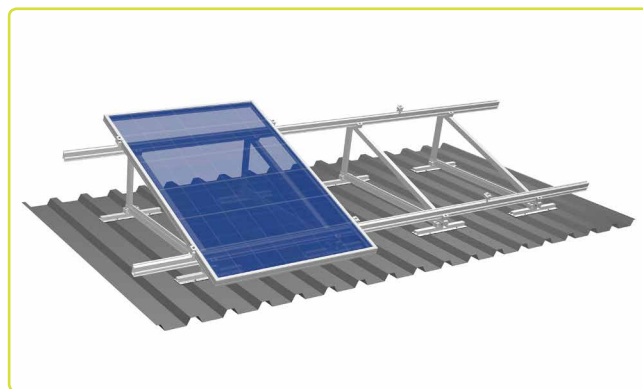
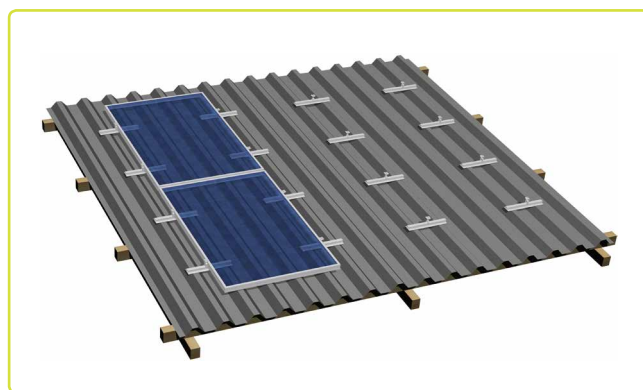
MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 to +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	20 A
Snow Load	5400 Pa (3600 Pa*)
Wind Load	2400 Pa (1600 Pa*)

*design load with safety factor 1.5
(DO NOT connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)



SISTEMAS DE SOPORTE SOBRE CUBIERTA



1 Introducción

1.1	Uso previsto	4
1.2	Advertencias	4
1.3	Indicaciones generales: normas y directrices	5
1.4	Descripción general del sistema	7

2 Montaje sobre tejados inclinados con ganchos para tejado

2.1	Instalación	11
2.2	Información acerca de este documento	11
2.3	Descripción del sistema	12
2.4	Componentes del sistema	13
2.5	Montaje de los ganchos para tejado	14
2.6	Montaje vertical sobre rieles simples con módulos fotovoltaicos provistos de marcos	22
2.7	Montaje transversal sobre rieles en cruz con módulos fotovoltaicos provistos de marcos	26

3 Montaje sobre chapa trapezoidal

3.1	Instalación	30
3.2	Información acerca de este documento	30
3.3	Componentes del sistema	31
3.4	Conexión directa del tejado usando tornillos para chapa fina	32
3.5	Montaje vertical sobre rieles simples con módulos fotovoltaicos provistos de marcos	33
3.6	Montaje transversal sobre rieles simples con módulos fotovoltaicos provistos de marcos	36

4 Montaje con pernos de sustentación

4.1	Instalación	40
4.2	Información acerca de este documento	40
4.3	Componentes del sistema	42
4.4	Montaje con pernos de sustentación	43
4.5	Montaje de los soportes del sistema	46

5 Montaje del triángulo Delta sobre tejado plano

5.1	Instalación	53
5.2	Información acerca de este documento	53
5.3	Componentes del sistema	54
5.4	Estructura del triángulo Delta	55
5.5	Indicaciones generales de montaje del triángulo Delta	56
5.6	Montaje con pernos de sustentación	57
5.7	Montaje sobre chapa trapezoidal	60
5.8	Montaje usando lastres	62

6 Montaje de módulos fotovoltaicos

6.1	Indicaciones generales sobre el montaje de módulos fotovoltaicos	66
6.2	Montaje vertical con módulos fotovoltaicos provistos de marco	66
6.3	Montaje transversal con módulos fotovoltaicos provistos de marco	72

7 Desmontaje y eliminación de residuos

7.1	Desmontaje	77
7.2	Eliminación de residuos	77

8 Acuerdo de uso y garantía

8.1	Acuerdo de uso del sistema de soporte de paneles fotovoltaicos	78
8.2	Garantía y exención de responsabilidad	78

Antes de instalar el sistema de montaje S:FLEX, se deberá leer el manual de montaje con detenimiento, y deberá conservarse por si fuese necesario consultarlo en el futuro.

Este manual de montaje solo se considera íntegro con la planificación de ejecución del proyecto (informe del proyecto).

1.1 Uso previsto

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX es un sistema de soporte para el montaje de módulos fotovoltaicos; está concebido exclusivamente para alojar módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, cualquier uso distinto del concebido deberá considerarse como no previsto; en particular, la observancia de los datos recogidos en este manual de montaje forma parte del uso previsto.

La empresa S:FLEX GmbH no asume responsabilidad alguna por los daños que se produzcan debido a la inobservancia de este manual de montaje, así como por un uso inadecuado o no previsto del producto.

1.2 Advertencias

Los signos de advertencia usados en este manual de montaje indican información relativa a la seguridad; dichos signos son los que se muestran a continuación:



Existe un alto riesgo de lesiones y peligro de muerte si no se observa este tipo de advertencia.



Pueden producirse daños materiales si no se observa este tipo de advertencia.

1.3 Indicaciones generales: normas y directrices

Todos los sistemas fotovoltaicos deberán montarse respetando las especificaciones recogidas en el presente **manual de montaje** y en el **informe del proyecto**.

El presente manual de montaje se basa en los avances técnicos actuales y en la experiencia acumulada a lo largo de los años instalando nuestros sistemas. Deberá garantizarse que se usará exclusivamente el manual de montaje actual e íntegro para realizar el montaje y, asimismo, que se conservará una copia del mismo en las inmediaciones del sistema. Nos reservamos el derecho a realizar modificaciones de carácter técnico.

El informe del proyecto forma parte del manual de montaje y se crea en base al proyecto. Deberán observarse de manera incondicional todos los datos tomados del informe del proyecto, para el que los cálculos estáticos se llevan a cabo en relación con el emplazamiento. El diseño y la planificación de los sistemas de montaje S:FLEX deberá llevarse a cabo con el software de S:FLEX (Solar.Pro.Tool).

Deberán tenerse en cuenta las propiedades particulares de cada tejado, lo que requiere de antemano un asesoramiento profesional. El instalador del sistema fotovoltaico deberá asegurarse de que la cubierta y subestructura del tejado disponibles estén diseñadas para soportar las posibles cargas adicionales que puedan producirse. El estado de la subestructura del tejado deberá comprobarse de manera rigurosa (p. ej., la calidad y resistencia de las correas y, en caso necesario, de los cabios y los listones del tejado, la calidad de la cubierta del tejado, un grado suficiente de fijación de la cubierta del tejado a la subestructura o la capacidad máxima de carga de la cubierta del tejado). Para ello, póngase en contacto con un técnico analista de esfuerzos de su localidad.

Al montar los sistemas fotovoltaicos, deberán seguirse en todo momento las indicaciones de montaje del fabricante del módulo; en particular, deberá comprobarse si se respetan las especificaciones del fabricante del módulo en cuanto a la sujeción del mismo (superficie y rango de sujeción del módulo); de lo contrario, la persona responsable del montaje deberá solicitar el consentimiento informado del fabricante del módulo antes de realizar el montaje o adaptar el soporte a las especificaciones del fabricante del módulo.

Los requisitos para la protección contra rayos y sobretensiones de los sistemas de montaje de sistemas fotovoltaicos deberán establecerse de conformidad con las normativas vigentes.

Asimismo, deberán respetarse las especificaciones de la empresa de suministro eléctrico competente. Deberá garantizarse que el sistema fotovoltaico que se vaya a instalar no perjudique la eficacia del sistema de protección contra rayos disponible. También deberá garantizarse que el sistema fotovoltaico se conciba de tal manera que este pueda integrarse en el área de protección del pararrayos del edificio; deberán consultarse y respetarse las distancias de separación entre el sistema fotovoltaico y el pararrayos conforme a las normativas correspondientes. Póngase en contacto con una empresa local especializada en la construcción de pararrayos.

Al realizar el montaje, deberán respetarse las normativas sobre protección contra incendios, en las que, por ejemplo, se estipula que no debe sobreedificarse con muros cortafuegos y que deben respetarse las correspondientes distancias.

En caso de tener que modificarse la cubierta del tejado, deberán respetarse los reglamentos del fabricante. Durante el montaje y después del mismo no podrán pisarse las piezas del soporte ni usarse como peldaños. Existe peligro de caída, lo que podría dañar la cubierta del tejado, ubicada debajo del soporte.

Antes del montaje, el instalador del sistema fotovoltaico deberá asegurarse de que el montaje se llevará a cabo siguiendo rigurosamente las normativas de construcción nacionales y locales, las normativas relativas a la seguridad en el trabajo y la prevención de accidentes, así como conforme a las normas y reglamentos medioambientales.

Toda aquella persona que monte los sistemas de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX se compromete a informarse por su cuenta sobre todas las normas y reglamentaciones para que la planificación y el montaje sean correctos desde una perspectiva técnica; asimismo, se compromete a respetar dichas normas y reglamentaciones durante el montaje. Igualmente deberá consultar el estado actual de las normas y reglamentaciones.

El montaje del sistema fotovoltaico solo puede llevarse a cabo por personal técnico formado para tal fin.

**Advertencia de aplicación general:**

El montaje de la subestructura S:FLEX y del sistema fotovoltaico solo puede llevarse a cabo por personal técnico formado para tal fin.

Los componentes del sistema (gancho para tejado, soportes del sistema) no deben usarse como escaleras de tijera; asimismo, no deben pisarse los módulos.

Cuando se realizan trabajos sobre tejados existe peligro de caída de altura y entre huecos; asimismo, al producirse caídas existe riesgo de lesiones y peligro de muerte. Debe contarse con dispositivos de protección de ascenso y contra caídas (p. ej., andamio), así como protección frente a piezas que puedan caer.

**Advertencia de aplicación general:**

Antes de realizar el montaje deberán comprobarse las propiedades estáticas del edificio, así como el diseño y el estado de la subestructura del tejado.

Al realizar el montaje, deberán respetarse de manera incondicional las especificaciones recogidas en el manual de montaje y el informe del proyecto. Pueden producirse daños en el sistema fotovoltaico y el edificio si no se respetan las especificaciones recogidas en el manual de montaje y el informe del proyecto.



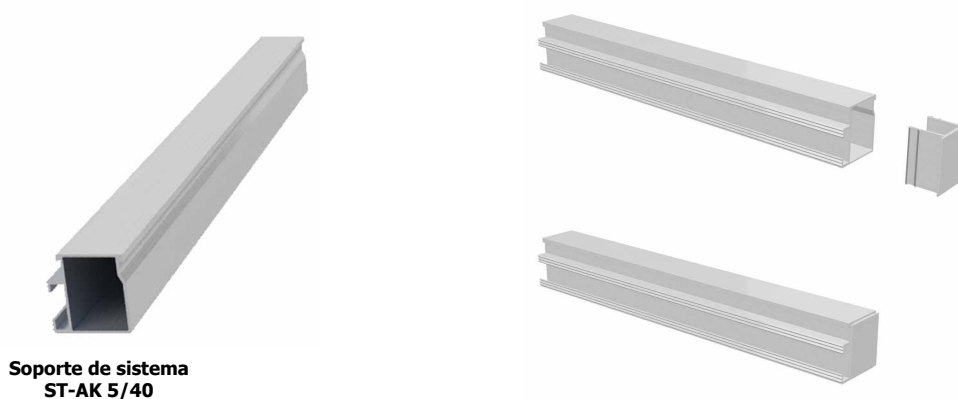
Deberán respetarse las normativas locales y nacionales relativas a la protección contra rayos y sobretensiones de los sistemas de montaje para sistemas fotovoltaicos. La empresa S:FLEX GmbH no asume responsabilidad alguna por los daños que se produzcan como consecuencia de la inobservancia de los requisitos para la protección contra rayos y sobretensiones.

1.4 Descripción general del sistema

Soporte del sistema

El soporte de sistema ST-AK 5/40 de S:FLEX dispone de una canaleta de cabeza de martillo para conectarlo al elemento de fijación. Los soportes del módulo y los soportes finales se montan desde arriba mediante una tecnología de fijación a presión.

Para cubrir los laterales de los soportes del sistema se insertan tapas, que se mantienen fijadas sin tener que emplear conexiones atornilladas.

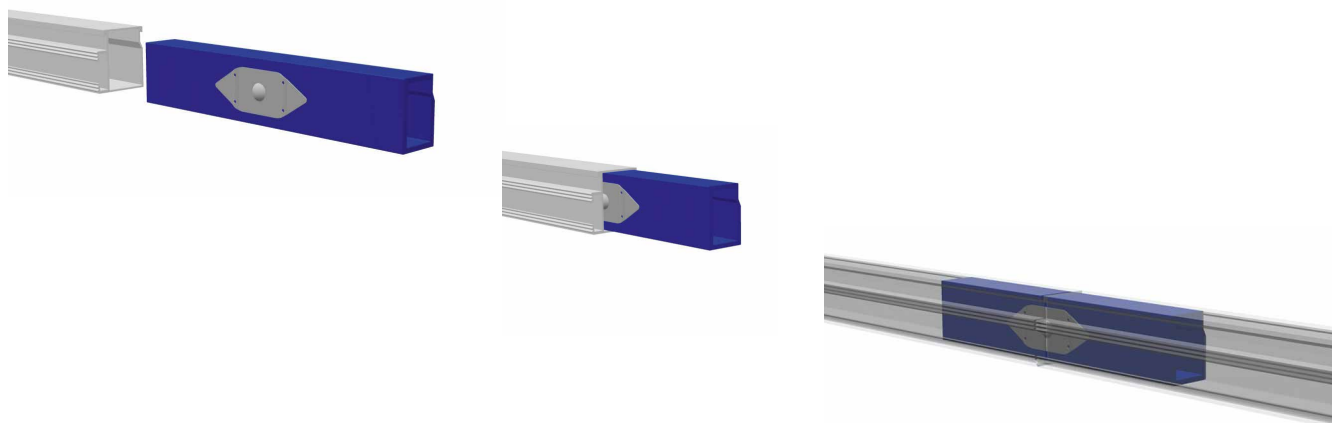


Conectores de riel

La tecnología de conectores permite, además del montaje simple, una orientación del sistema sin reducir la capacidad de carga en la zona de los conectores, ya que estos presentan los mismos valores estáticos que el correspondiente soporte de sistema.

Al disponer los soportes del sistema unos juntos a los otros por medio de conectores se crea una conexión a tierra mediante la unión al ras de los soportes del sistema aplicando presión sobre el conector. El cliente deberá garantizar que un profesional compruebe dicha conexión a tierra después del montaje.

Asimismo, la tecnología de conectores ofrece la posibilidad de crear juntas de dilatación fácil y rápidamente en función de las condiciones del tejado.

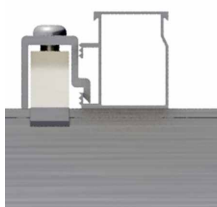


Conectores de riel en cruz

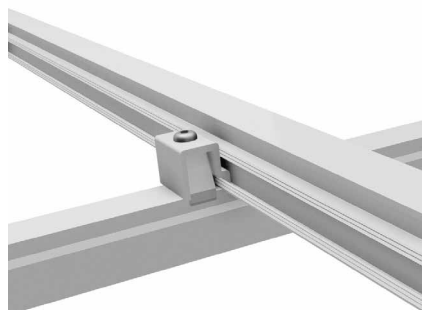
Los puntos de cruce (en sistemas montados sobre rieles en cruz) pueden crearse de una manera rápida y firme con conectores de riel en cruz usando una tecnología de fijación a presión patentada y probada; por cada punto de cruce se monta un conector de riel en cruz.



Conector de riel en cruz



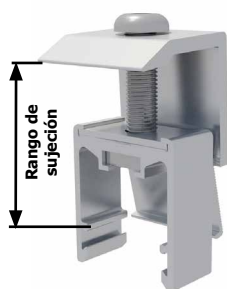
Soporte del sistema
ST-AK 5/40



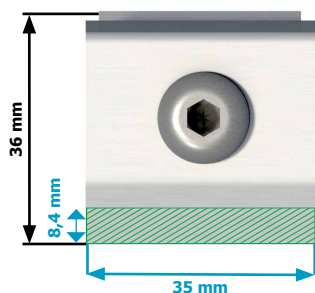
Soportes del módulo y soportes finales

Los soportes del módulo y los soportes finales, con ajuste de altura y tecnología de fijación a presión, permiten contar con la máxima flexibilidad para el montaje de prácticamente todos los tipos de módulos provistos de marcos con una altura entre 30 mm y 55 mm. Al fijar los módulos fotovoltaicos a los soportes del sistema, deberán seguirse en todo momento las indicaciones de montaje del fabricante del módulo.

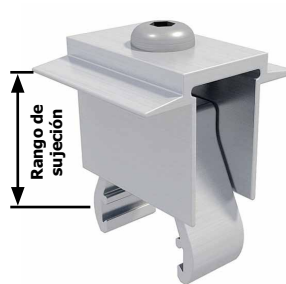
Al llevar a cabo la fijación usando los soportes del módulo y los soportes finales, deberá garantizarse que dichos soportes sujeten el marco del módulo con la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo. Asimismo, deberán seguirse las indicaciones de montaje del fabricante del módulo.



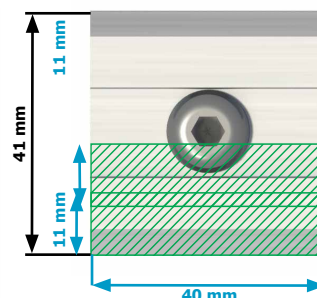
Soporte final (EH)



superficie máxima de sujeción
del EH II: $A=8,4 \times 35=294 \text{ mm}^2$



Soportes del módulo (MH)



superficie máxima de sujeción
del MH: $A=11 \times 40=440 \text{ mm}^2$
(por cada lado)

Conexión a tierra

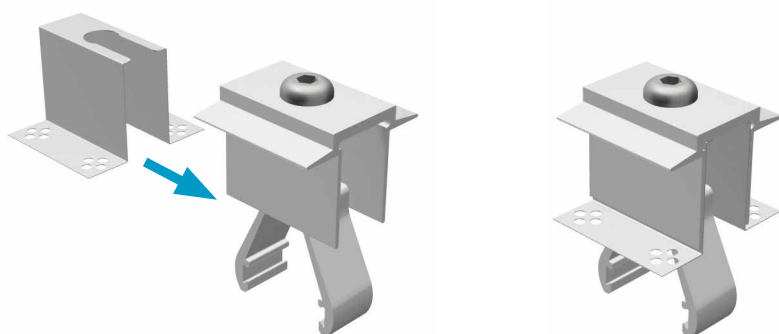
La conexión equipotencial entre los distintos componentes del sistema deberá garantizarse conforme a los correspondientes reglamentos y normas nacionales; asimismo, pueden emplearse, entre otras, propiedades específicas del sistema (consulte información sobre la tecnología de conectores).

Este manual de montaje no incluye un método de conexión a tierra y, por lo tanto, dicha conexión debe ser determinada y creada por el instalador responsable de conformidad con las normas y reglamentos vigentes.



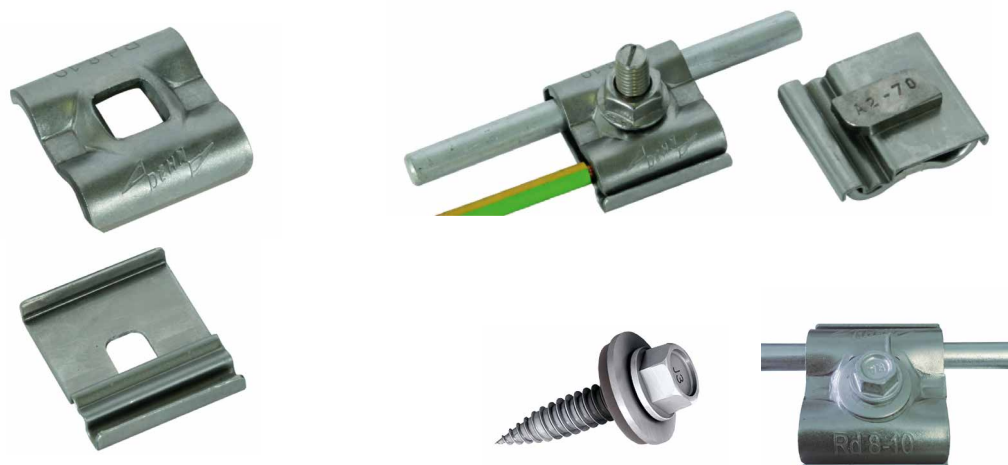
La conexión a tierra no es un sistema pararrayos; Para montar un pararrayos debe consultarse a una empresa especializada y elaborar una planificación de pararrayos que sea específica para el proyecto de que se trate. Deberán seguirse en todo momento las indicaciones de montaje del fabricante del módulo.

La conexión a tierra de los soportes del sistema se establece a través del conector. Los módulos pueden conectarse a tierra de manera adicional montando la chapa de conexión a tierra debajo de los soportes del módulo. Antes de llevar a cabo una eventual conexión a tierra del módulo, deberán consultarse los correspondientes datos del fabricante del módulo.



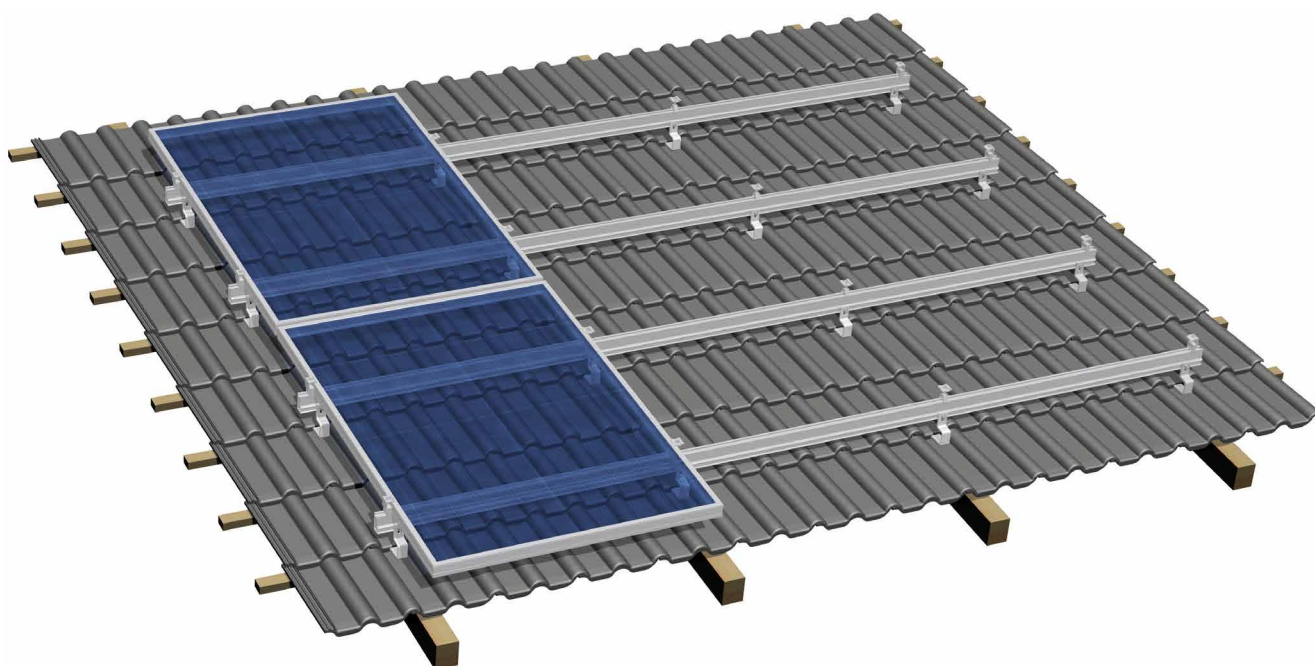
Los bornes de conexión a tierra sirven para acoplar el sistema de montaje a la conexión equipotencial. Rango de sujeción del alambre circular: 8-10 mm; es posible un rango de conexión de 4-50 mm² (uno o varios alambres).

La conexión a la canaleta de cabeza de martillo se lleva a cabo usando el tornillo con cabeza de martillo y la contratuerca; para hacer el montaje directamente sobre el perfil de aluminio deberá usarse el tornillo para chapa fina.



2 MONTAJE SOBRE TEJADO INCLINADO

Para tejas de hormigón, tejas de arcilla, tejas planas y tejas de pizarra



2.1 Instalación

El manual de montaje sirve para instalar el sistema de fijación S:FLEX de paneles solares sobre tejados inclinados con tejas de hormigón o arcilla y cubiertas planas o de pizarra. El manual de montaje va dirigido a un círculo de personas que haya sido instruido por la empresa explotadora del sistema fotovoltaico y que cuente con la debida cualificación y conocimientos técnicos.

Se recomienda que una empresa especializada en instalación de techos lleve a cabo la instalación de la subestructura (SE).

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX para tejados inclinados con cubiertas de tejas está compuesto por soportes de sistema, ganchos para tejado y todos los componentes pequeños necesarios para fijar los módulos fotovoltaicos sobre los soportes del sistema, así como para conectar los componentes unos debajo de los otros y fijarlos a la subestructura (SE) del tejado.

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX permite montar los módulos tanto vertical como transversalmente. Existe la posibilidad de hacer un montaje tanto sobre rieles simples y como rieles en cruz.

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX para tejados inclinados con tejas de arcilla y de hormigón destaca por un grado muy alto de montaje previo; los tiempos de montaje pueden reducirse al máximo gracias a la tecnología de fijación a presión patentada y probada.

Todos los componentes están fabricados principalmente con aluminio y acero inoxidable; su gran resistencia a la corrosión garantiza una vida útil máxima y ofrece la posibilidad de reciclarlos íntegramente.

2.2 Información acerca de este documento

Este manual de montaje describe el montaje del soporte para tejados inclinados con cubiertas formadas por tejas de arcilla y hormigón. El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX proporciona soluciones adecuadas para conectar el soporte a la subestructura del tejado sin problemas. En este manual de montaje se describen por separado las opciones de montaje para, por un lado, las cubiertas convencionales de tejas de arcilla y, por otro, las de tejas de hormigón:



Tejas de hormigón o arcilla



Tejas planas



Tejas de pizarra

Este documento recoge las instrucciones de montaje para los dos tipos de montaje siguientes:

- *montaje vertical sobre rieles simples con módulos fotovoltaicos provistos de marcos;*
- *montaje transversal sobre rieles en cruz con módulos fotovoltaicos provistos de marcos.*

2.3 Descripción del sistema

Ganchos ajustables para tejado

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX proporciona ganchos para tejado adecuados para conectar el soporte sin problemas a la subestructura de tejados inclinados con tejas de arcilla y hormigón. En este manual de montaje se distingue entre las cubiertas convencionales de tejas de arcilla y las de hormigón:

Tejas de hormigón o arcilla



Gancho de aluminio para tejado



Gancho de aluminio para tejado moldeado a presión

Tejas planas



Gancho para tejado de tejas planas



Placa metálica de cubierta para tejas planas (Biber Vario)

Tejas de pizarra



Gancho para tejado de tejas de pizarra

Los ganchos para tejado solo son adecuados para el montaje horizontal de soportes de sistema. Los detalles sobre los distintos ganchos para tejado preceden a los distintos capítulos sobre montaje.

El ajuste de altura en la zona de los listones y los rieles también permite instalar un panel fotovoltaico plano sobre superficies de tejado irregulares, lo que, a su vez, permite instalarlo sobre edificios tanto antiguos como nuevos; las ventajas del proceso de extrusión se emplean para ello de manera efectiva. El entrelazado de las superficies de los ganchos para tejado y de los soportes de sistema —moleteadas y adaptadas a la perfección unas sobre las otras— garantiza una conexión firme y fuerte, así como una gran variabilidad.

2 Montaje sobre tejados inclinados con ganchos para tejado

para tejas de hormigón, tejas de arcilla, tejas planas y tejas de pizarra

2.4 Componentes del sistema

1 Ganchos para tejado

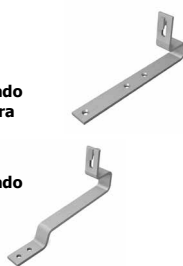
Gancho de aluminio para tejado 93-7-45 completo

Gancho de aluminio para tejado moldeado a presión 150-7-46



Gancho para tejado de tejas de pizarra completo

Gancho para tejado de tejas planas completo



Placa metálica de cubierta Biber Vario galvanizada (para tejas planas)



2 Soportes del sistema

ST-AK 5/40 l=2,08m



ST-AK 5/40 l=2,08m negro



3 Conectores

Conectores (5) de conexión a tierra



4 Soportes finales

EH AK II Klick 30-50

EH AK II Klick 35-55



EH AK II Klick 30-50 negro

EH AK II Klick 35-55 negro



5 Soportes del módulo

MH AK II Klick 30-50

MH AK II Klick 35-55



MH AK II Klick 30-50 negro

MH AK II Klick 35-55 negro



Chapa de conexión a tierra del soporte del módulo



6 Set de protección antideslizante

Set de protección antideslizante



7 Clips de bloqueo

Clip de bloqueo AK

Clip de bloqueo AK negro



8 Tornillos para madera

Tornillo para madera 6x100 A2 TX 30

Tornillo para madera TK SK A2 8,0x80/72 TX 40

Tornillo para madera SEKO 6x80 A2 TX25



9 Conector de riel en cruz

Conector de riel en cruz



10 Tapas

Tapas (5)



Tapas (5) negro



11 Sujetacables

Brida para cables con sujetacables de borde KC 15



12 Borne de conexión a tierra

Borne de conexión a tierra DEH uni HK



13 Tornillo para chapa fina

Tornillo para chapa fina 5,5x35



2.5 Montaje de los ganchos para tejado

La mayoría de las cubiertas de tejado están hechas con tejas. Para estas cubiertas, el sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX ofrece ganchos ajustables para tejado con los que llevar a cabo una conexión variable a la cubierta de tejado correspondiente (dimensiones de las tejas) o a la estructura del tejado (grosor de las tejas y altura de los listones).

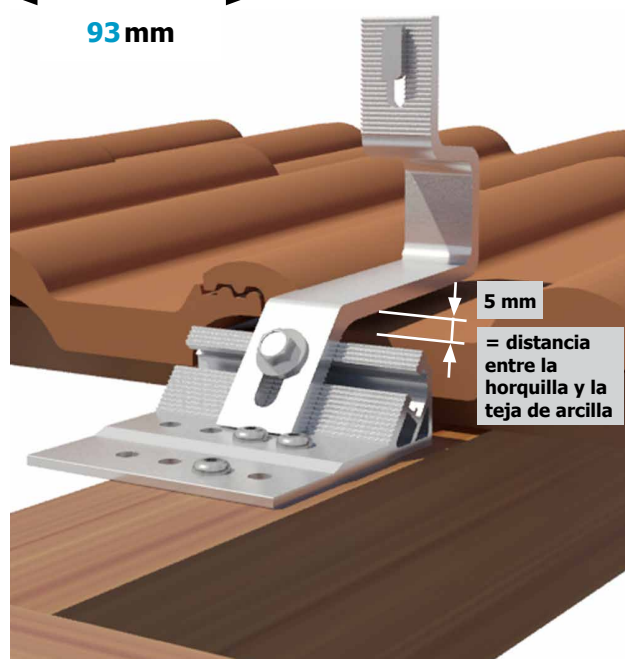
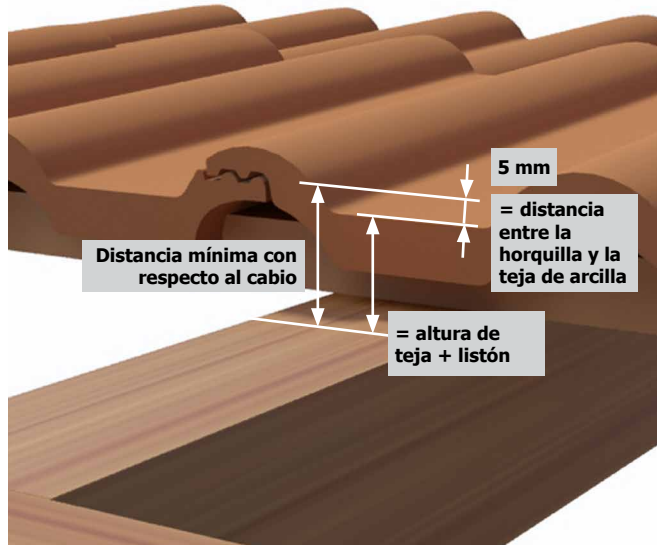
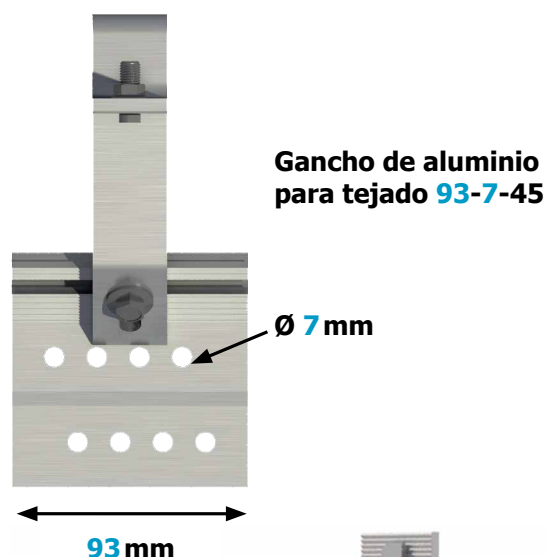
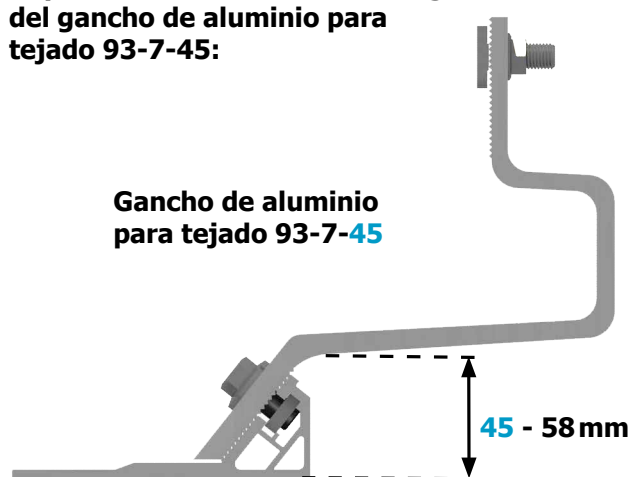
Los ganchos de aluminio para tejado son adecuados para montar soportes horizontales de sistema sobre dichas cubiertas. Se ofrecen ganchos para tejado con placas de adaptación adecuadas para las distintas dimensiones de las tejas a fin de poder llevar a cabo el ajuste lateral correspondiente; los ganchos para tejado se montan usando tornillos para madera con un grosor de 6 mm. Los ganchos para tejado de 45-58 mm pueden ajustarse de manera variable en la zona del listón o la teja. Si no son suficientes las opciones de ajuste de los ganchos para tejado, deberá calzarse toda la superficie de estos con un calce resistente a la presión.

Las opciones de ajuste descritas se incluyen en la denominación de los ganchos para tejado:

Ancho de la placa de base del gancho de aluminio para tejado – diámetro del orificio – distancia mínima con respecto al cabio.

Ejemplo: Gancho de aluminio para tejado 93-7-45

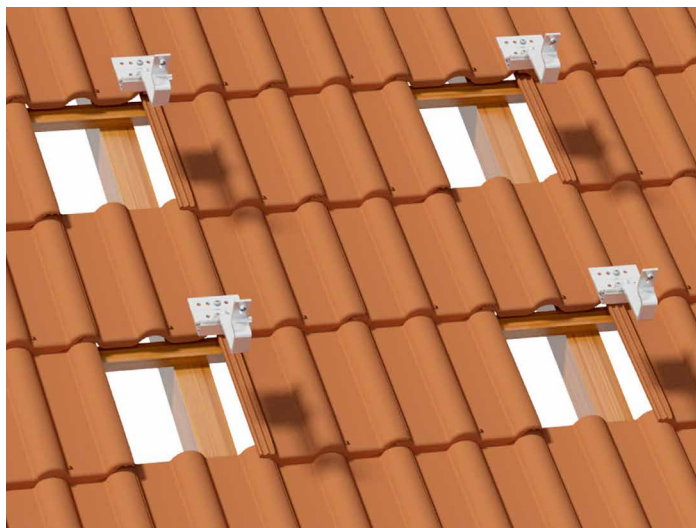
Representación de la terminología del gancho de aluminio para tejado 93-7-45:



2 Montaje sobre tejados inclinados con ganchos para tejado

para tejas de hormigón, tejas de arcilla, tejas planas y tejas de pizarra

La posición de montaje de los ganchos para tejado debe determinarse conforme a los requisitos estáticos del emplazamiento y las condiciones de montaje; para ello, deberá volverse a comprobar si las dimensiones aplicadas durante la fase de planificación coinciden con las dimensiones reales del tejado (en caso necesario, deberán realizarse adaptaciones). Asimismo, deberá comprobarse el asiento de los soportes del sistema en base a las distancias de sujeción especificadas de los módulos. Retire las tejas ubicadas en las posiciones marcadas (en caso necesario, tan solo tendrá que tirar de ellas hacia arriba).



Compruebe la base de la planificación.



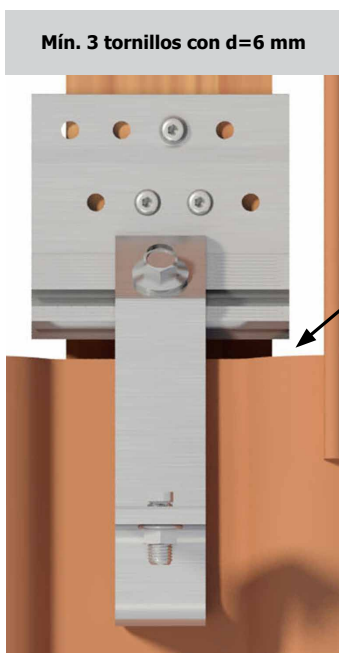
Colocación conforme a los requisitos estáticos y las condiciones de montaje.



Orientación de los ganchos para tejado usando una guía.

Afloje el tornillo de la horquilla del gancho para tejado hasta que la horquilla pueda moverse. Coloque el gancho para tejado (use la guía) y fíjelo al cabio usando como mínimo 3 tornillos para madera con unas dimensiones de 6 x 100. Al fijar el gancho para tejado, los tornillos deberán disponerse de manera que 2 tornillos se fijen a la fila de agujeros inferior y 1 tornillo a la fila de agujeros superior. El ancho mínimo del cabio para el montaje de los ganchos para tejado es de 45 mm.

Distancia con respecto al borde: mitad del tornillo – borde del cabio de al menos 2,5 x d



Min. 3 tornillos con d=6 mm



Distancia con respecto a la teja: 5 mm

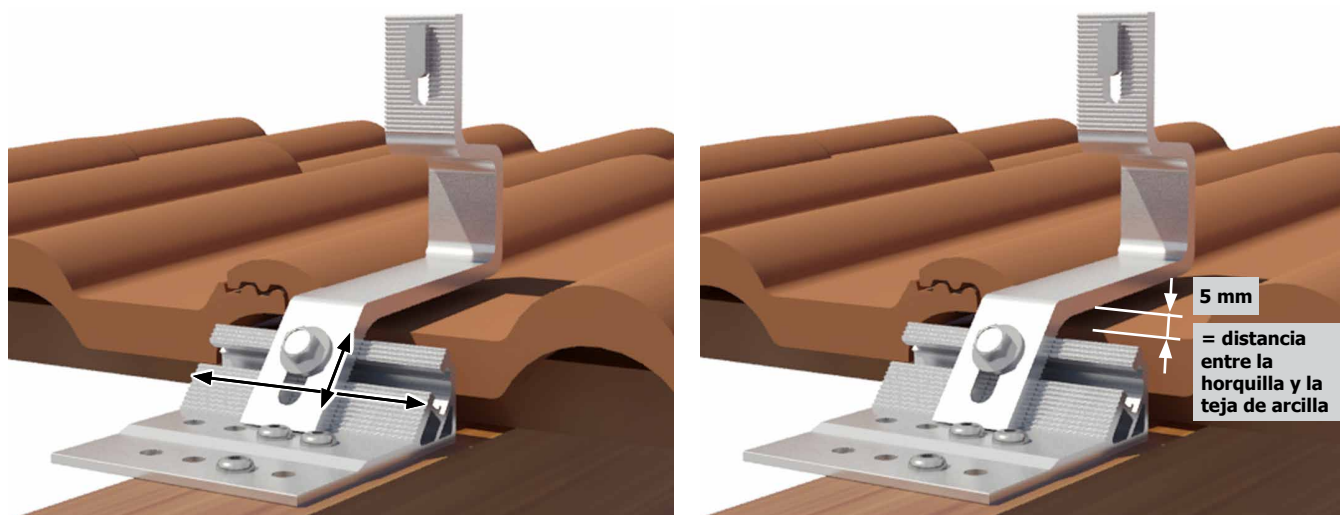


Tenga en cuenta la disposición de los tornillos y las distancias con respecto al borde.

2 Montaje sobre tejados inclinados con ganchos para tejado

para tejas de hormigón, tejas de arcilla, tejas planas y tejas de pizarra

Ahora, ajuste la altura y los laterales de la horquilla del gancho para tejado de manera que la horquilla quede en el canal de la teja. Entre la teja y la horquilla debe haber un espacio libre de 5 mm. Atornille la horquilla usando el tornillo (par de apriete de 20–25 Nm).

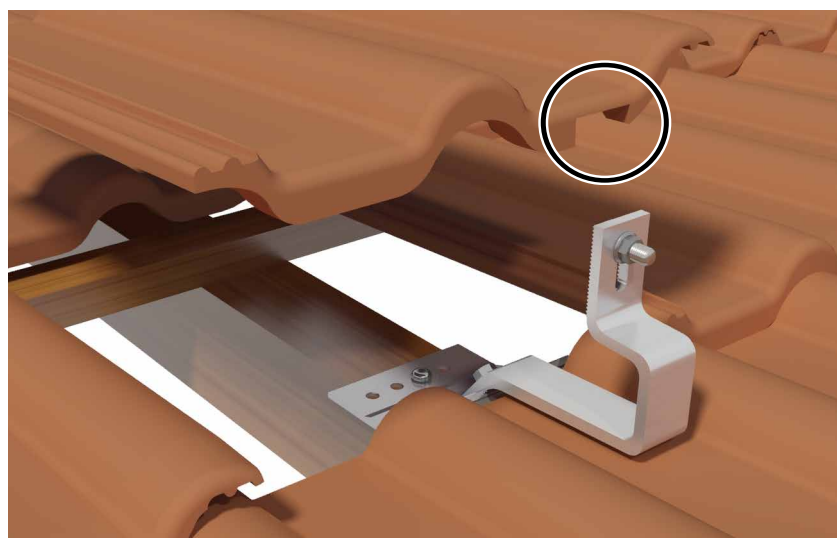


Tenga en cuenta la distancia de la horquilla con respecto a la teja.



13

Vuelva a colocar las tejas retiradas adecuadamente. En caso necesario, use una amoladora de ángulo para dejar espacio libre entre la teja y el gancho para tejado en la zona de fijación del gancho; la teja ubicada por encima debe quedar bien ajustada y lisa, y no deberá enderezarse usando el gancho para tejado. En el caso de las cubiertas de tejas marsellesas, también deberá dejarse espacio libre para la teja inferior. Deberá comprobarse la estanqueidad de la cubierta del tejado. Para casos especiales, se recomienda montar una teja de chapa (placa metálica de cubierta) en lugar de realizar modificaciones en una teja; a través de S:FLEX podrá comprar las tejas de chapa adecuadas para todos los tipos de tejas habituales.



Hueco en las tejas

Conexión de tejado para tejas planas

Para las cubiertas con tejas planas, el sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX ofrece como solución los ganchos de aluminio para tejado y los ganchos para tejado de tejas planas. Para realizar el montaje, las tejas planas deben retirarse o, en caso necesario, modificarse (hacer huecos).

La teja plana que se encuentra debajo del gancho para tejado se cambia por una placa metálica de cubierta, de manera que el gancho no ejerza presión sobre la cubierta. Las tejas metálicas están incluidas en la gama de productos de S:FLEX.

Póngase en contacto con una empresa especializada en instalación de techos para el diseño de la conexión del sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX a tejados cubiertos con tejas planas.

Los ganchos de aluminio para tejado y los ganchos para tejado de tejas planas son adecuados para montar soportes horizontales de sistema sobre dichos tejados.

Cada región cuenta con diferentes formatos de tejas planas y tipos de cubiertas como, por ejemplo, cubiertas dobles o de corona. La cubierta doble es la más común para tejas planas. El montaje se lleva a cabo con el gancho para tejado de tejas planas. Para otras cubiertas, como las de corona, también puede usarse el gancho de aluminio para tejado. El techador debe elegir el gancho para tejado adecuado.



En función del tipo de cubierta, grosor de las tejas planas, altura de los listones y grosor de las chapas, puede requerirse calzar toda la superficie del gancho para tejado con un calce resistente a la presión. A continuación se describirá una secuencia de montaje que sirve de ejemplo para la conexión del tejado para cubiertas dobles (las más habituales) con gancho para tejado de tejas planas.



Las instrucciones de montaje que se describen a continuación para la conexión del sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX a tejados con cubierta doble de tejas planas sirven como indicaciones de ejemplo. Para una conexión técnicamente correcta al tejado debe ponerse en contacto con una empresa especializada en instalación de techos.

2 Montaje sobre tejados inclinados con ganchos para tejado

para tejas de hormigón, tejas de arcilla, tejas planas y tejas de pizarra

La posición de montaje de los ganchos para tejado debe determinarse conforme a los requisitos estáticos del emplazamiento y las condiciones de montaje; para ello, deberá volverse a comprobar si las dimensiones aplicadas durante la fase de planificación coinciden con las dimensiones reales del tejado (en caso necesario, deberán realizarse adaptaciones). Asimismo, deberá comprobarse el asiento de los soportes del sistema en base a las distancias de sujeción especificadas de los módulos.



Compruebe la base de la planificación y retire las tejas; en caso necesario, solo levántelas.



Colocación conforme a los requisitos estáticos y las condiciones de montaje.



Use siempre la placa metálica de cubierta.



Orientación de los ganchos para tejado usando una guía.

Destape cuatro tejas planas en las posiciones marcadas y sustituya las tejas planas ubicadas debajo del gancho para tejado con una placa metálica de cubierta; a continuación, adhiera el calce de gomaespuma a la teja metálica. Coloque el gancho para tejado plano y fíjelo usando 2 tornillos de cabeza plana (8 x 80).

Compruebe si el tornillo de fijación está bien apretado en la escuadra (par de apriete de 12–15 Nm).

Vuelva a cubrir las otras tres tejas planas restantes.

**Montaje usando 2 tornillos (cabeza plana)
con d=8 mm**



Tenga en cuenta la disposición de los tornillos y las distancias con respecto al borde.

Conexión de tejado para tejas de pizarra

Para los tejados de pizarra, el sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX ofrece como solución los ganchos para tejado de tejas de pizarra, cuyo montaje debe llevarse a cabo durante los trabajos de cubierta del tejado (nueva construcción). En el caso de cubiertas de tejado ya existentes, las placas de pizarra deben retirarse o modificarse (hacer huecos) antes de proceder al montaje.

Por norma general, se fija una chapa de aleación de zinc y titanio al encofrado por encima de la lámina del encofrado. La chapa debería solaparse con la cubierta de pizarra alrededor de la zona libre de tal manera que se garantice la estanqueidad de la cubierta; el gancho para tejado de tejas de pizarra se monta junto al cabio por encima de la chapa. Por encima del gancho para tejado de tejas de pizarra se fija otra chapa de titanio al encofrado, de manera que se garantice la estanqueidad de la cubierta del tejado; el cliente deberá adquirir la chapa de titanio, la cual tendrá que adaptarse a la cubierta de tejado correspondiente. La chapa de apoyo no forma parte del volumen de suministro de S:FLEX.

Póngase en contacto con una empresa especializada en instalación de techos para el diseño de la conexión del sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX a tejados de pizarra.

Los ganchos para tejado de tejas de pizarra son adecuados para montar soportes horizontales y verticales de sistema sobre dichos tejados.

En cada región existen diferentes formatos de tejados de pizarra y tipos de cubiertas.



A continuación se describirá una secuencia de montaje que sirve de ejemplo para la conexión del tejado para cubiertas universales con encofrado completo y gancho para tejas de pizarra.



Las instrucciones de montaje que se describen a continuación para la conexión del sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX a tejados de pizarra sirven como indicaciones de ejemplo. Para una conexión técnicamente correcta al tejado debe ponerse en contacto con una empresa especializada en instalación de techos.

2 Montaje sobre tejados inclinados con ganchos para tejado

para tejas de hormigón, tejas de arcilla, tejas planas y tejas de pizarra

La posición de montaje de los ganchos para tejado debe determinarse conforme a los requisitos estáticos del emplazamiento y las condiciones de montaje; para ello, deberá volverse a comprobar si las dimensiones aplicadas durante la fase de planificación coinciden con las dimensiones reales del tejado (en caso necesario, deberán realizarse adaptaciones). Asimismo, deberá comprobarse el asiento de los soportes del sistema en base a las distancias de sujeción especificadas de los módulos. Retire o, en caso necesario, levante las placas de pizarra en las posiciones marcadas.



Compruebe la base de la planificación y, en caso necesario, retire las placas de pizarra.



Colocación conforme a los requisitos estáticos y las condiciones de montaje.



Orientación de los ganchos para tejado usando una guía.

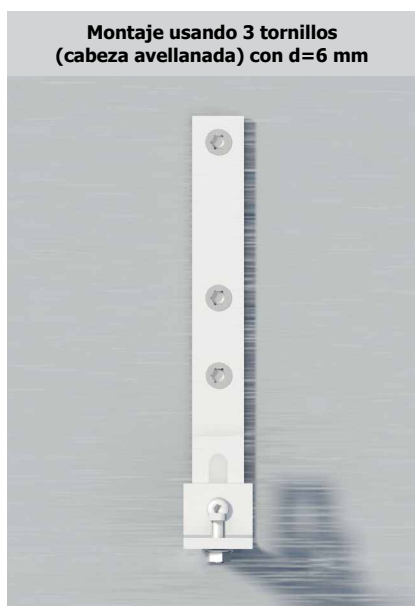


Use una chapa de aleación de zinc y titanio y asegure la longitud se superposición de la chapa.

En función del tamaño de la placa, deberán sustituirse 1 o 2 placas de pizarra con una chapa de aleación de zinc y titanio, de cuya compra se hace cargo el cliente. Dicha placa se fija al encofrado. Deberá asegurarse que la chapa alcance por debajo las placas de pizarra ubicadas en los laterales y por encima de las placas de pizarra ubicadas por debajo; asimismo, deberá garantizarse la estanqueidad de la cubierta del tejado.

Coloque el gancho para tejado de tejas de pizarra (use la guía) y fíjelo usando 3 tornillos de cabeza avellanada con unas dimensiones de 6 x 80.

**Montaje usando 3 tornillos
(cabeza avellanada) con d=6 mm**



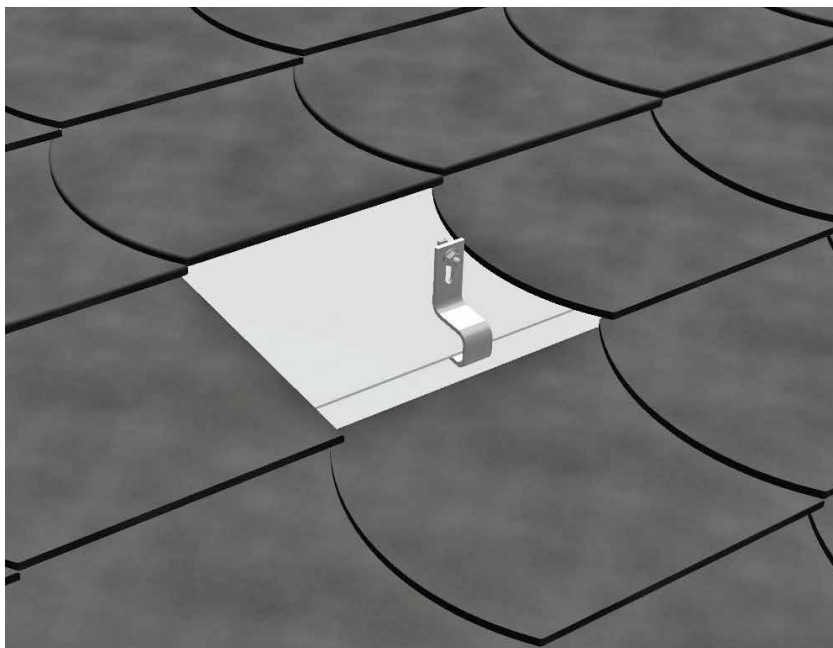
Tenga en cuenta la disposición de los tornillos y las distancias con respecto al borde.

2 Montaje sobre tejados inclinados con ganchos para tejado

para tejas de hormigón, tejas de arcilla, tejas planas y tejas de pizarra

Deberá montarse otra chapa de aleación de zinc y titanio por encima del gancho para tejado. Los huecos que se creen entre las chapas de aleación de zinc y titanio y las placas de pizarra adyacentes deberán aislarse usando cinta selladora, de cuya compra se hace cargo el cliente.

Las placas de pizarra colidantes deberán fijarse conforme a las normativas y reglamentos de la empresa especializada en instalación de techos.



Aísle los huecos con cinta selladora.

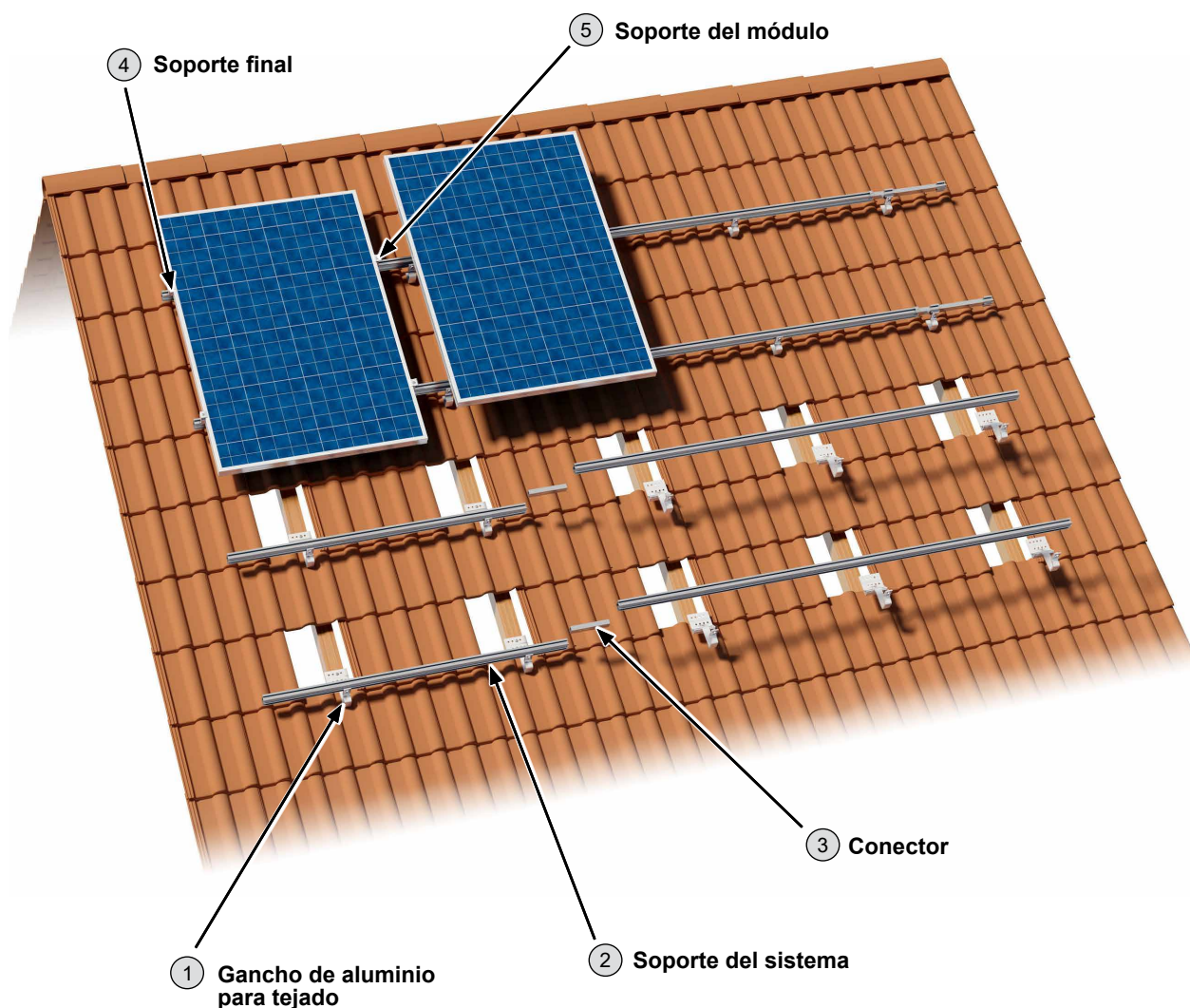


En caso necesario, haga huecos en las placas de pizarra.

Representación esquemática: debido a la variedad de cubiertas de pizarra, los ganchos para tejado siempre deberían **ser montados por una empresa especializada en instalación de techos**.

2.6 Montaje vertical sobre rieles simples con módulos fotovoltaicos provistos de marcos

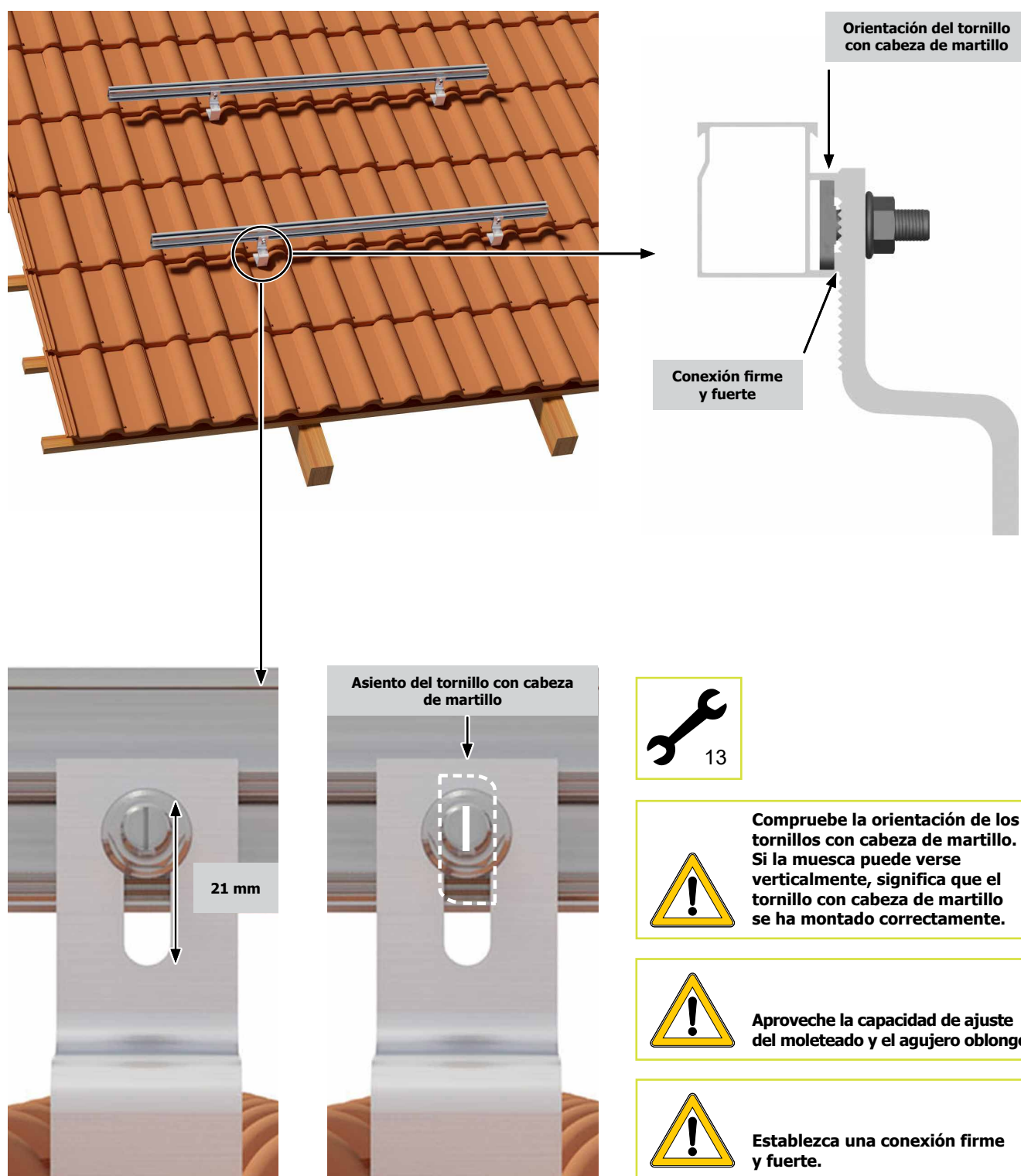
El manual de montaje «Montaje vertical sobre rieles simples con módulos fotovoltaicos provistos de marcos» solo es válido en combinación con las indicaciones del apartado 2.5. El técnico de montaje deberá garantizar que se usarán exclusivamente instrucciones de montaje actuales e íntegras para realizar el montaje.



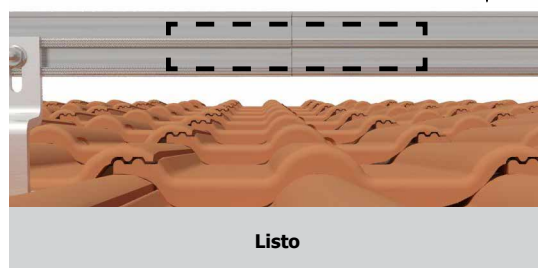
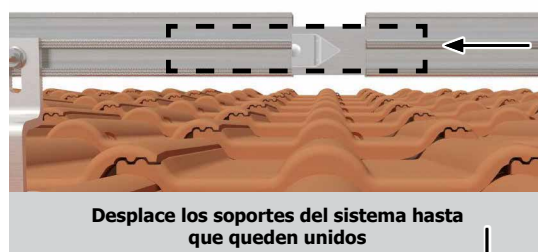
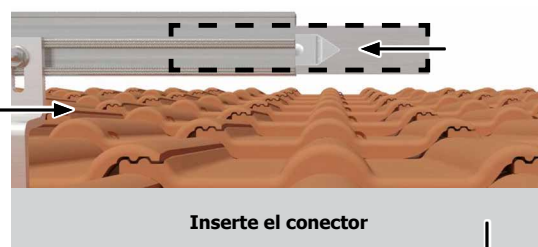
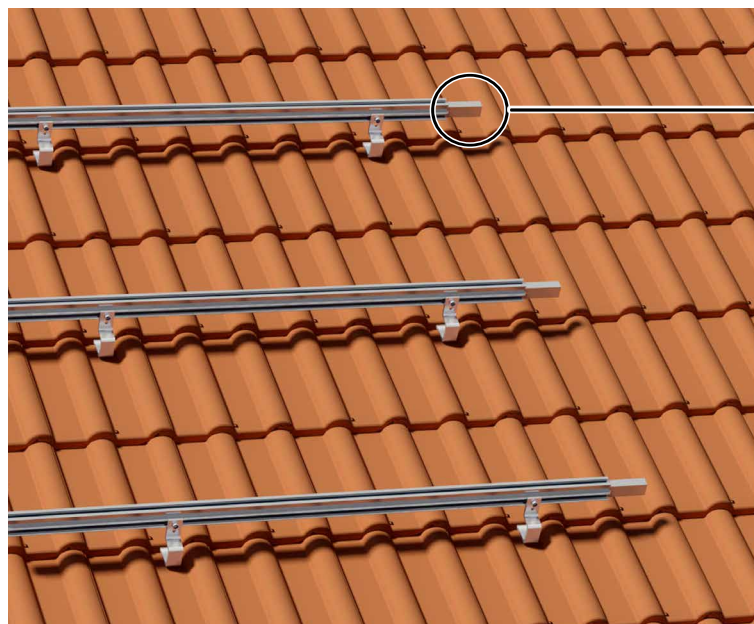
2 Montaje sobre tejados inclinados con ganchos para tejado

Montaje sobre rieles simples

Monte los soportes del sistema, que discurren horizontalmente (paralelos al alero), en el gancho para tejado usando el tornillo con cabeza de martillo M8x25 y la contratuerca. Asegúrese de que sea correcta la orientación de los tornillos con cabeza de martillo en el canal del soporte del sistema (par de apriete de 12–15 Nm) y también de que este se monte exento de tensiones. Para ello, aproveche la capacidad de ajuste del moleteado de los componentes y del agujero oblongo. Asegúrese de que la conexión sea firme y fuerte entrelazando los moleteados.



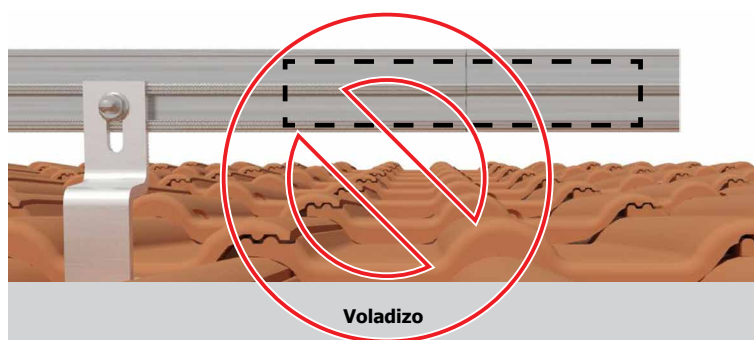
Para colocar varios soportes del sistema pegados unos a los otros, el conector, que posee los mismos valores estáticos que el soporte del sistema, se desplaza hasta la mitad de los soportes del sistema ya montados. A continuación, desplace el otro soporte del sistema sobre el conector. Desplace los soportes del sistema presionando hasta que queden unidos sin dejar huecos, y la conexión estará lista. Fije los soportes del sistema desplazados en el gancho para tejado como se ha descrito anteriormente.



Inserte el conector.



No cree voladizos con los conectores. Coloque los conectores de tal manera que estos queden entre 2 ganchos para tejado.



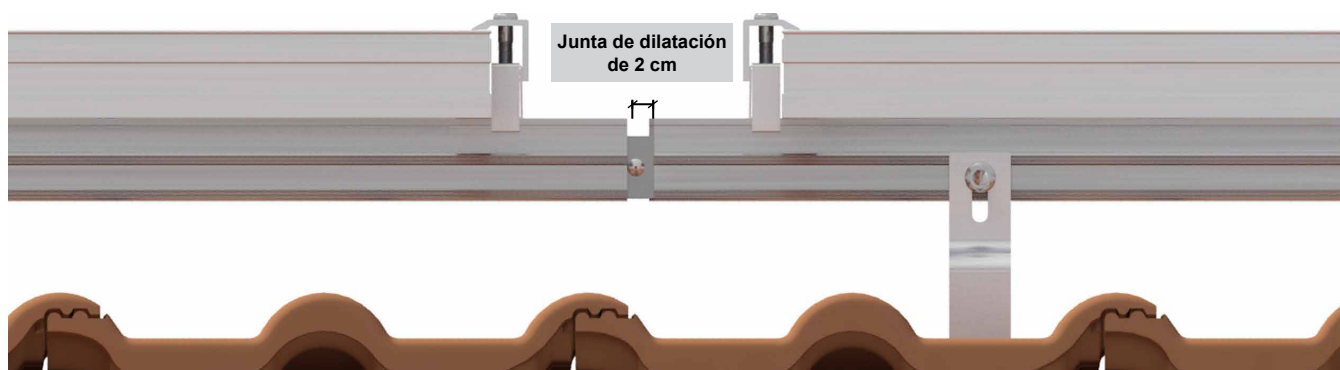


Si el soporte del sistema tiene una longitud superior a 12,00 m, el panel del módulo deberá separarse colocando dos soportes finales.

El soporte del sistema debe separarse en la zona que media entre los soportes finales y unirse con el conector de tal manera que sea posible compensar una longitud de 2 cm (junta de dilatación).

La disposición de las juntas de dilatación debe adaptarse a las condiciones del tejado y a las distintas propiedades de dilatación de los materiales.

Para colocar los soportes finales debe seguirse el apartado «Montaje de módulos fotovoltaicos» de este manual de montaje. Sobre las juntas de dilatación no deben montarse módulos.



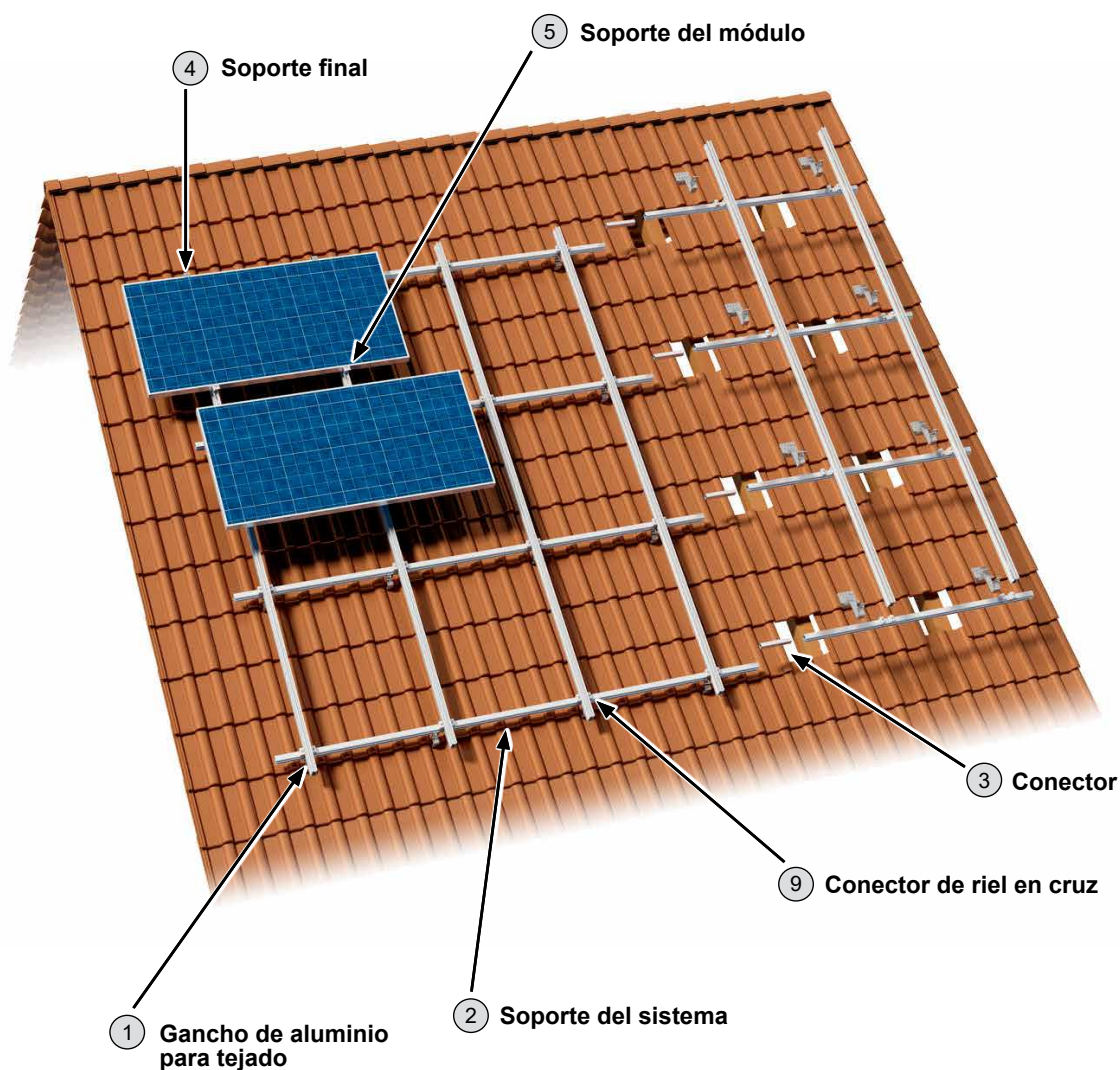
Montaje terminado del perfil de los soportes finales.



Con ello queda completada la descripción del montaje de la subestructura sobre rieles simples. En el apartado 6 encontrará la representación del montaje posterior del módulo.

2.7 Montaje transversal sobre rieles en cruz con módulos fotovoltaicos provistos de marcos

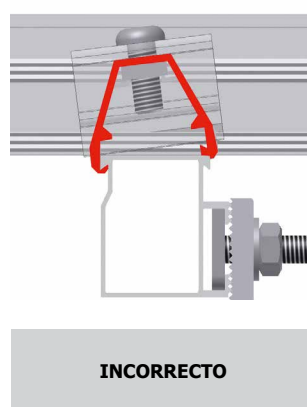
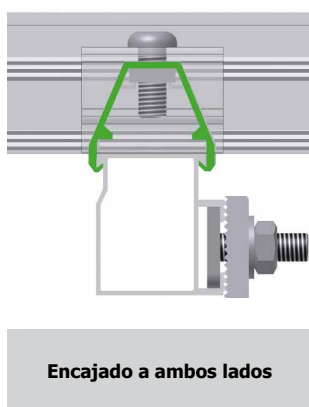
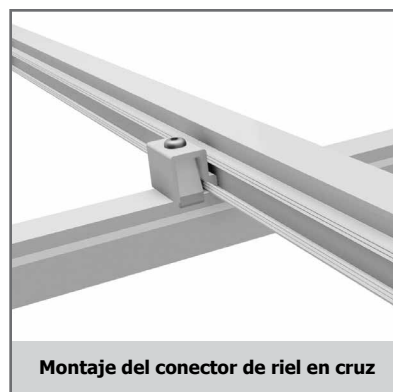
El manual de montaje «Montaje transversal sobre rieles en cruz con módulos fotovoltaicos provistos de marcos» solo es válido en combinación con las indicaciones del apartado 2.6. El técnico de montaje deberá garantizar que se usarán exclusivamente instrucciones de montaje actuales e íntegras para realizar el montaje.



El montaje del perfil de riel horizontal inferior se lleva a cabo como se muestra en el apartado 2.6, «Montaje sobre rieles simples».

Monte los soportes verticales del sistema para cada fila del módulo usando los conectores de riel en cruz en los soportes horizontales del sistema. La distancia de los soportes verticales del sistema se establecerá en función de los rangos de sujeción y conforme al manual de montaje del módulo; para ello, ejerza presión para encajar el conector de riel en cruz sobre el soporte horizontal del sistema y fije con ello el soporte vertical del sistema. Compruebe la distancia de los soportes verticales del sistema con las distancias de sujeción especificadas para el módulo. Los soportes verticales del sistema siempre deberán estar montados desde abajo hacia arriba. La parte del riel ubicada abajo del todo de cada fila debe conectarse por medio de al menos 2 conectores en cruz a al menos 2 puntos del perfil horizontal del riel.

Asegúrese de que el conector de riel en cruz esté encajado correctamente y apriete el tornillo (par de apriete de 8–10 Nm).



Para colocar varios soportes del sistema pegados unos a los otros, el conector, que posee los mismos valores estáticos que el soporte del sistema, se desplaza hasta la mitad de los soportes del sistema ya montados. A continuación, desplace el otro soporte del sistema sobre el conector. Desplace los soportes del sistema presionando hasta que queden unidos sin dejar huecos, y la conexión estará lista.

Fije los soportes del sistema desplazados en los soportes horizontales del sistema usando conectores de riel en cruz.



La disposición de los soportes verticales del sistema unos junto a los otros se lleva a cabo como se muestra para los soportes horizontales del sistema.

Los conectores deben colocarse de tal manera que queden entre 2 puntos de cruce de los soportes del sistema (sin crear voladizos con los conectores). Al alargar los soportes verticales del sistema junto al alero bajo, deberá garantizarse que las secciones cortas del soporte del sistema, conectadas en la parte inferior, discurren a lo largo de al menos 2 rieles del perfil inferior del soporte del sistema.



Si el soporte del sistema tiene una longitud superior a 12,00 m, el panel del módulo deberá separarse colocando dos soportes finales.

El soporte del sistema debe separarse en la zona que media entre los soportes finales y unirse con el conector de tal manera que sea posible compensar una longitud de 2 cm (junta de dilatación).

La disposición de las juntas de dilatación debe adaptarse a las condiciones del tejado y a las distintas propiedades de dilatación de los materiales.

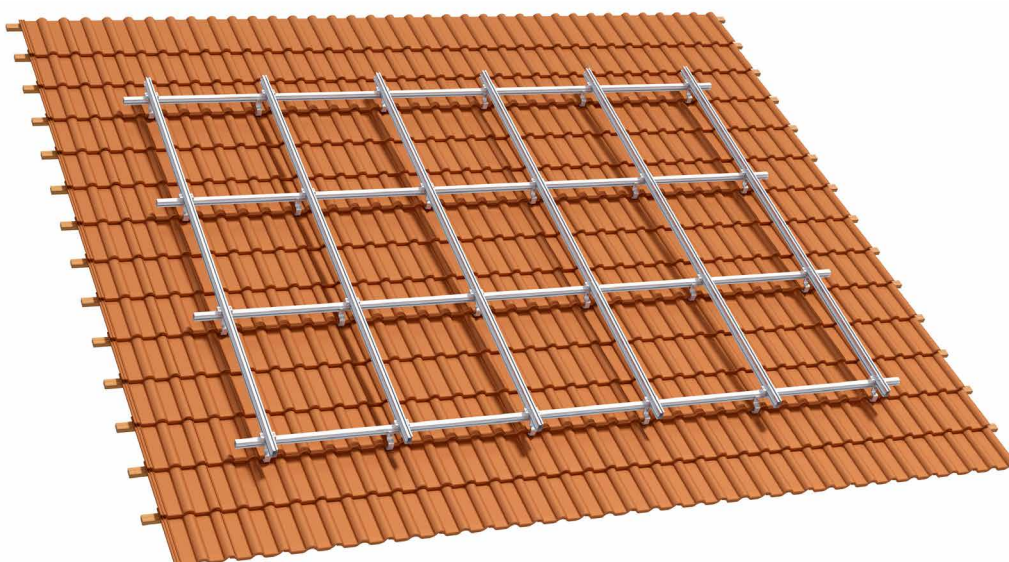
Para colocar los soportes finales debe seguirse el apartado «Montaje de módulos fotovoltaicos» de este manual de montaje. Sobre las juntas de dilatación no deben montarse módulos.

Junta de dilatación
de 2 cm



Junta de dilatación del perfil superior

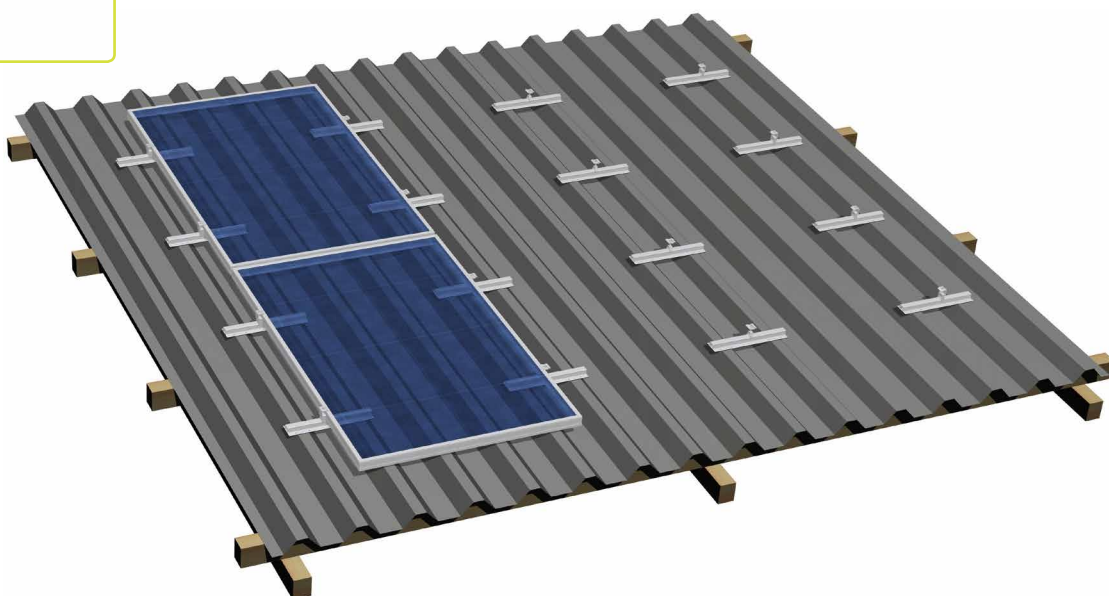
Montaje terminado del perfil superior de los soportes finales.



Con ello queda completada la descripción del montaje de la subestructura sobre rieles en cruz. En el apartado 6 encontrará la representación del montaje posterior del módulo.

3 MONTAJE SOBRE CHAPA TRAPEZOIDAL

Para un montaje vertical y transversal sobre cubiertas de chapa trapezoidal



3.1 Instalación

La recomendación de montaje sirve para instalar el sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX sobre tejados con cubierta de chapa trapezoidal y ondulada. La recomendación de montaje va dirigida a un círculo de personas que haya sido instruido por la empresa explotadora del sistema fotovoltaico y que cuente con la debida cualificación.

El montaje del sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX sobre tejados de chapa trapezoidal y ondulada requiere por parte del encargado del mismo unos amplios conocimientos técnicos, por lo que se recomienda ponerse en contacto con una empresa especializada en instalación de techos para este tipo de instalaciones.

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX para tejados de chapa trapezoidal es un sistema de soporte para el montaje de módulos fotovoltaicos. El sistema de fijación S:FLEX permite montar los módulos tanto vertical como transversalmente.

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX para tejados de chapa trapezoidal destaca por un grado muy alto de montaje previo; los tiempos de montaje pueden reducirse al máximo gracias a la tecnología de fijación a presión patentada y probada.

Todos los componentes están fabricados principalmente con aluminio y acero inoxidable; su gran resistencia a la corrosión garantiza una vida útil máxima y ofrece la posibilidad de reciclarlos íntegramente.

3.2 Información acerca de este documento

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX para chapa trapezoidal permite montar sistemas fotovoltaicos paralelos al tejado.

Estas instrucciones de montaje describen el montaje con rieles para chapa trapezoidal, posible con las siguientes chapas y perfiles:

- chapas trapezoidales y onduladas;
- en caso necesario, perfiles sándwich (si se cuenta con la autorización del fabricante para fijación en el perfil de la cubierta).



Al instalar sistemas fotovoltaicos sobre tejados con cubiertas de chapa ondulada, deberá garantizarse la admisibilidad de la instalación y, en caso necesario, implementar medidas adicionales de aislamiento en la zona de la conexión con la cobertura exterior.

3.3 Componentes del sistema

1 Componentes para conexiones de tejado

Riel de chapa trapezoidal AK completo
l=395 / 24



Soporte de sistema ST-AK 1/12
completo l=180



2 Soportes finales

EH AK II Klick 30-50
EH AK II Klick 35-55



EH AK II Klick 30-50 negro
EH AK II Klick 35-55 negro



3 Soportes del módulo

MH AK II Klick 30-50
MH AK II Klick 35-55



MH AK II Klick 30-50 negro
MH AK II Klick 35-55 negro



Chapa de conexión a tierra
del soporte del módulo



4 Set de protección antideslizante

Set de protección
antideslizante



5 Clips de bloqueo

Clip de bloqueo AK
Clip de bloqueo AK negro



6 Sujetacables

Brida para cables con
sujetacables de borde KC 15



7 Tornillo para chapa fina

Tornillo para chapa fina 4,5x25



8 Borne de conexión a tierra

Borne de conexión a tierra
DEH uni HK



9 Tornillo para chapa fina

Tornillo para chapa fina 5,5x35



3.4 Conexión directa del tejado usando tornillos para chapa fina

Al montar los tornillos para chapa fina deberán respetarse las disposiciones recogidas en las autorizaciones de inspección de obra de los tornillos para chapa fina (por ejemplo, el ámbito de aplicación, diámetro de pretaladrado, grosores mínimos de los materiales que van a conectarse o el diámetro de los orificios si existen perforaciones).

Los correspondientes tornillos para chapa fina forman parte de nuestro volumen de suministro. La selección del material de fijación depende de la cubierta del tejado y las fuerzas actuantes. Los tornillos para chapa fina solo deberán disponerse en la zona de la cobija.

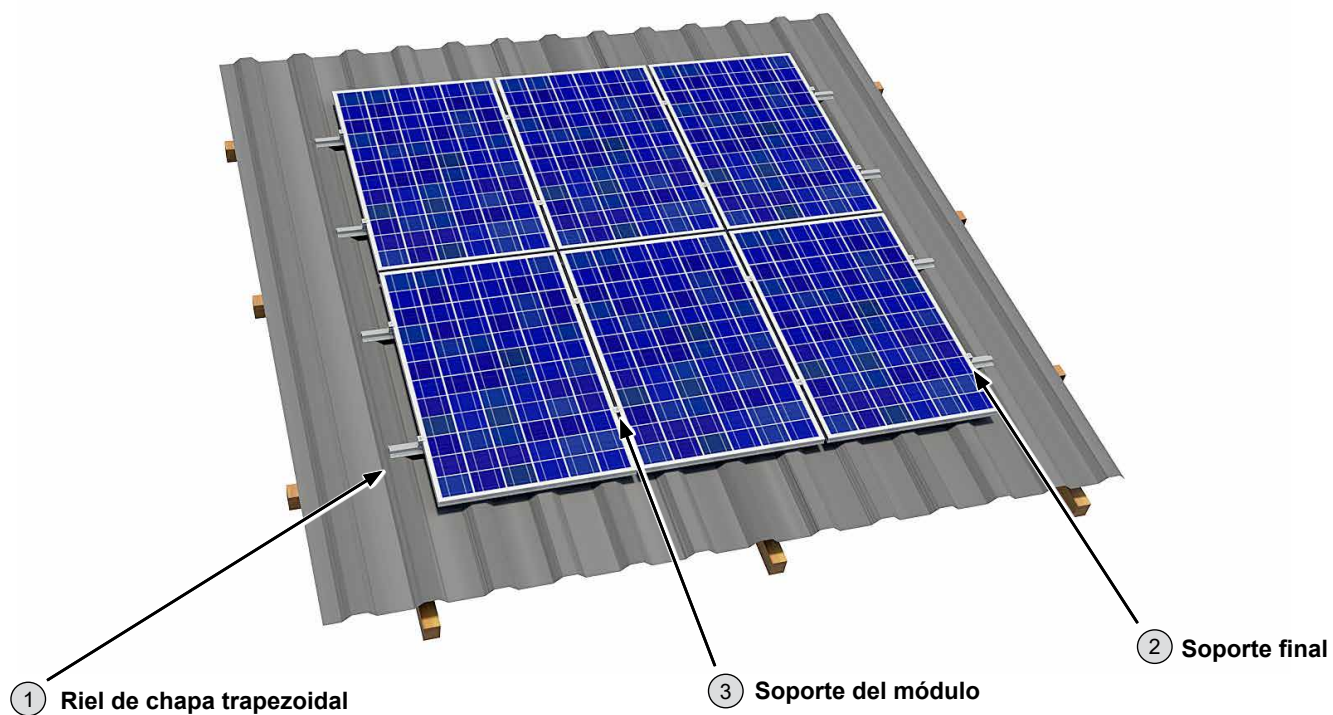
Tornillo para chapa fina:

4,5 x 25 A2 / bimetálico

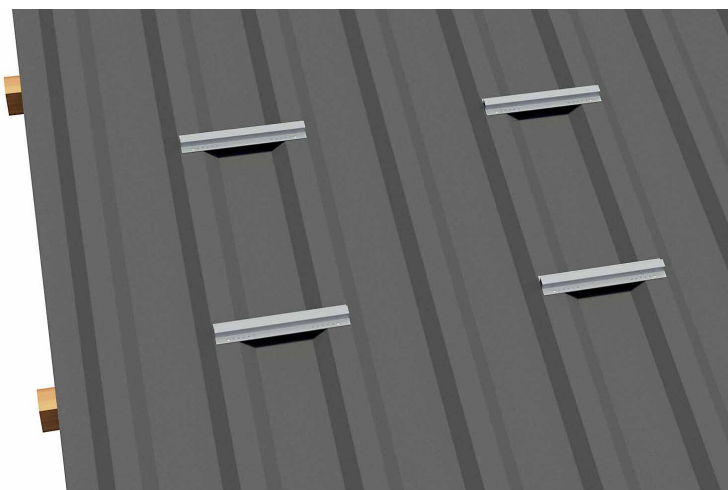
Montaje: ancho de llave 8



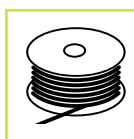
3.5 Montaje vertical sobre rieles simples con módulos fotovoltaicos provistos de marcos



La posición de los rieles de chapa trapezoidal (riel de chapa trapezoidal AK completo l=395/24) debe determinarse conforme a los requisitos estáticos del emplazamiento y las condiciones de montaje; los rieles de chapa trapezoidal deben colocarse de tal manera que los soportes finales y los soportes del módulo puedan montarse posteriormente entre los puntos de fijación de la chapa trapezoidal; para ello, deberá volverse a comprobar si las dimensiones aplicadas durante la fase de planificación coinciden con las dimensiones reales del tejado (en caso necesario, deberán realizarse adaptaciones). En el caso de subestructuras sobre rieles simples, debe nivelarse el asiento de los rieles de chapa trapezoidal conforme a las distancias de sujeción descritas para los módulos.



Compruebe la base de la planificación.

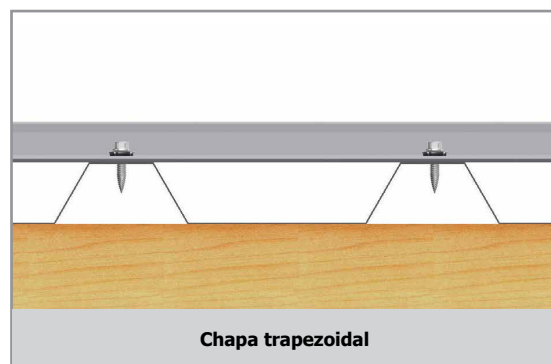
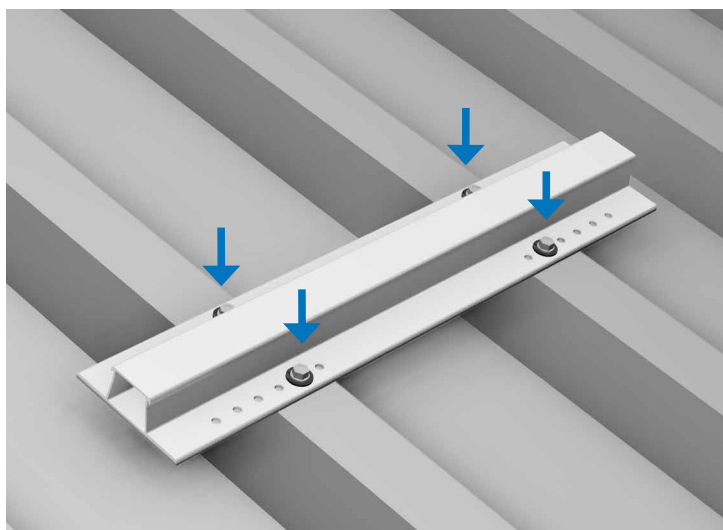


Colocación conforme a los requisitos estáticos y las condiciones de montaje.



Orientación de los rieles de chapa trapezoidal usando una guía.

Monte el riel de chapa trapezoidal con los tornillos para chapa fina. Use 4 tornillos para chapa fina por riel de chapa trapezoidal (2 tornillos para chapa fina por cobija). Para que no pueda entrar agua entre el riel de la chapa trapezoidal y la cubierta del tejado, el riel de la chapa trapezoidal deberá montarse siempre sobre la cobija. El riel completo AK l=395/24 de la chapa trapezoidal está pretaladrado para las distancias de separación habituales entre cobijas, que van desde 173 mm hasta 333 mm con 5,0 mm, y está adherido a la superficie de la parte inferior con cinta selladora de EPDM.



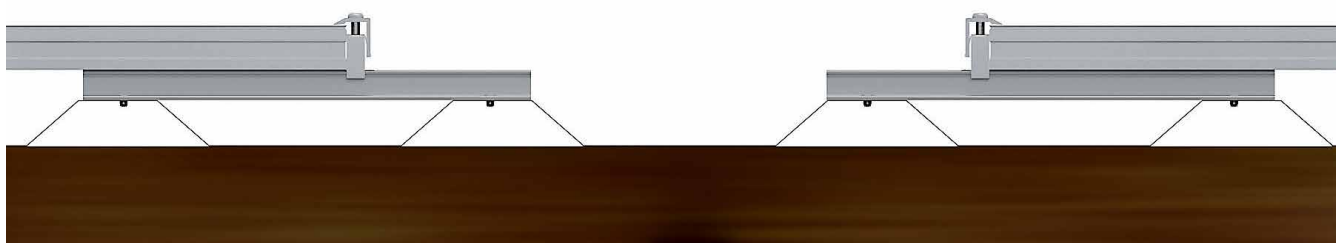
2 tornillos para chapa fina por cobija (4 uds. por riel de la chapa trapezoidal).



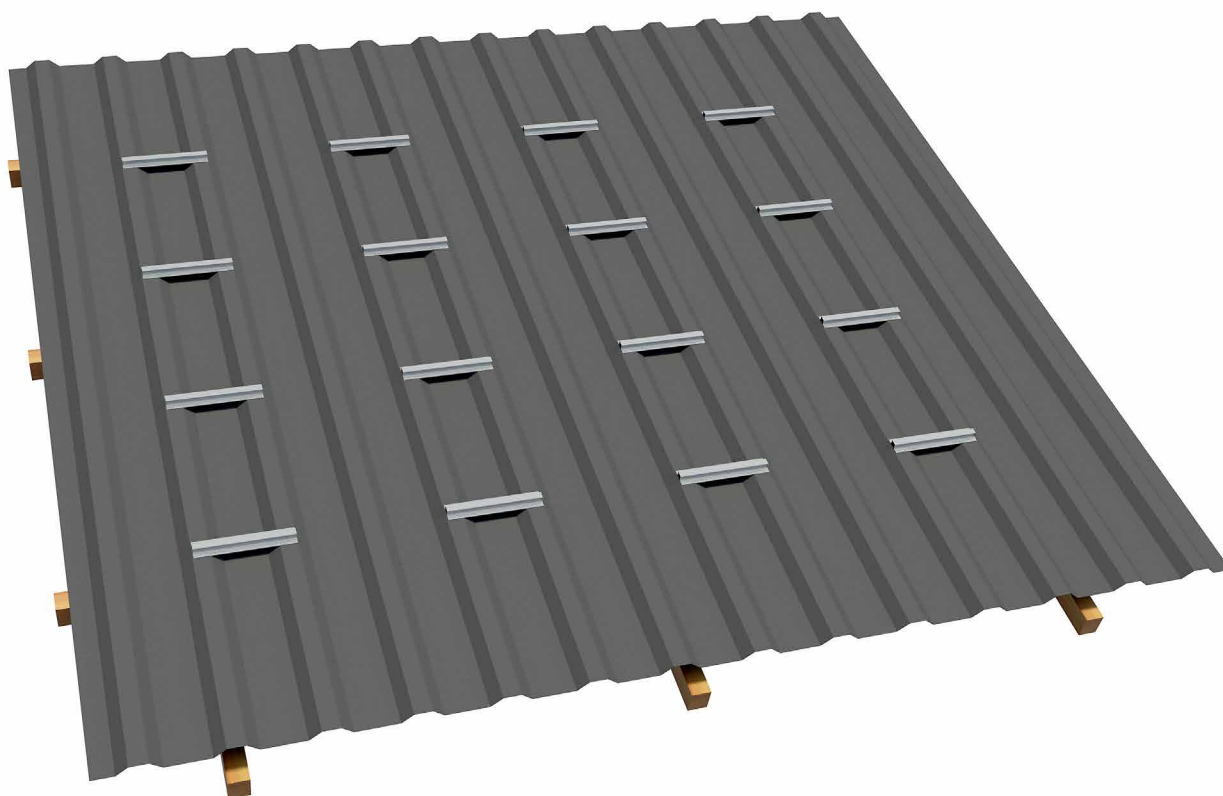
Si, tras colocar un riel adicional de chapa trapezoidal (riel de chapa trapezoidal AK completo l=395 / 24), el panel del módulo —dispuesto a lo largo del alero y montado sobre una subestructura de rieles simples— tiene una longitud superior a 6,00 m, deberá separarse con un soporte final. En la zona que media entre los soportes finales deberá separarse el riel de chapa trapezoidal (junta de dilatación). La disposición de las juntas de dilatación debe adaptarse a las condiciones del tejado y a las distintas propiedades de dilatación de los materiales.



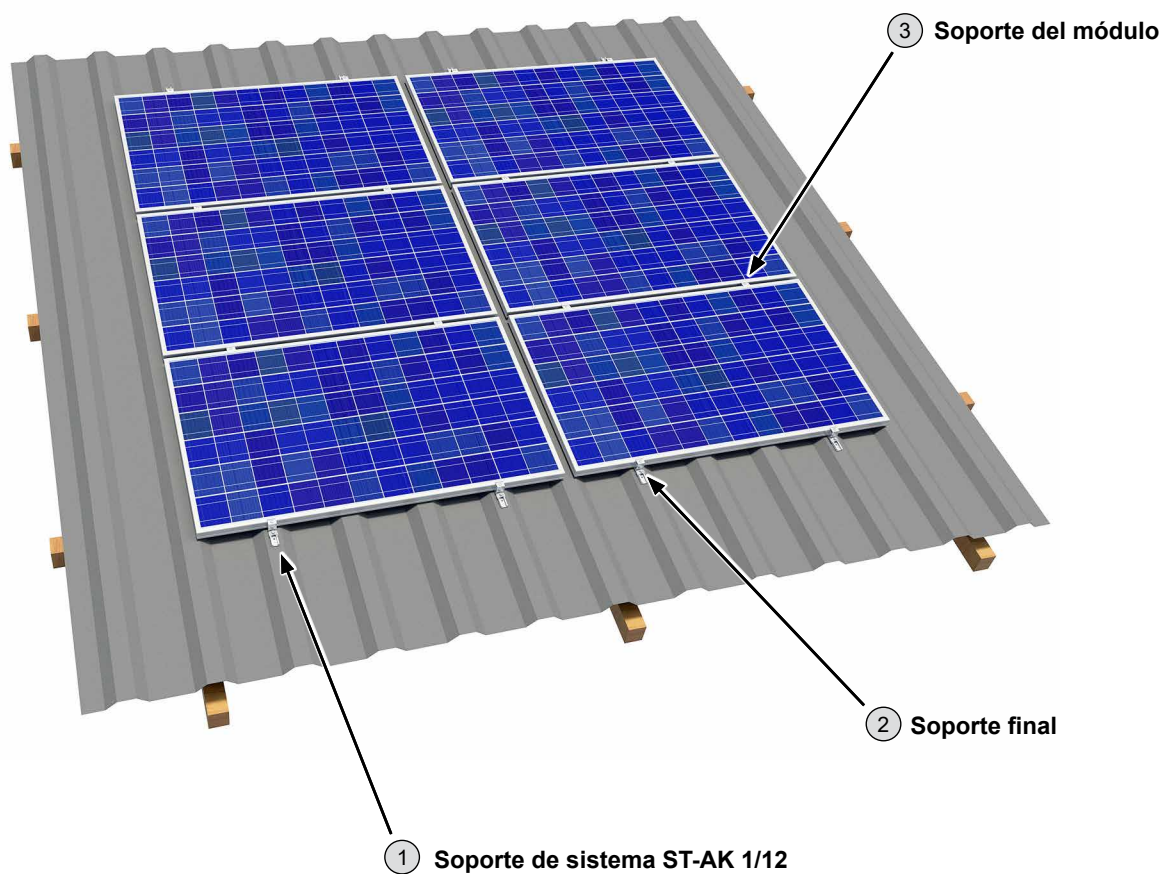
Sobre las juntas de dilatación no deben montarse módulos. No existe una conexión a tierra. Esta debe establecerse sin limitar la acción de la junta de dilatación.



Montaje terminado del perfil de rieles.

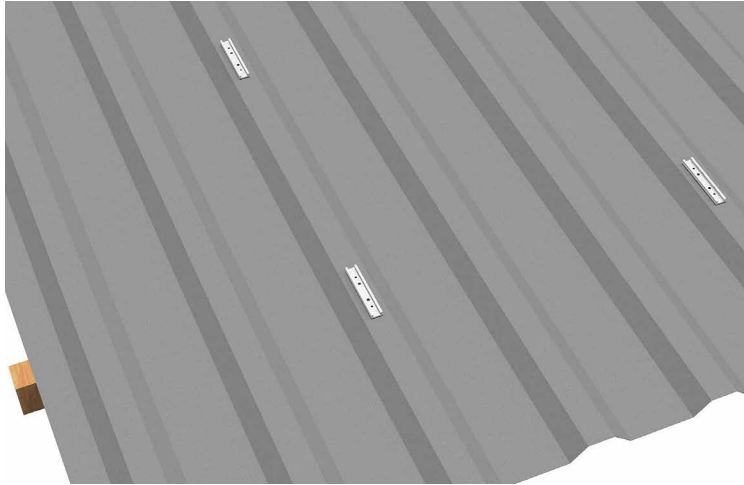


3.6 Montaje transversal sobre rieles simples con módulos fotovoltaicos provistos de marcos

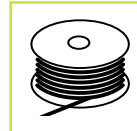


La posición de los soportes de sistema ST-AK 1/12 l=180 (d= 5-8,5) completos debe determinarse conforme a los requisitos estáticos del emplazamiento y las condiciones de montaje; para ello, deberá volverse a comprobar si las dimensiones aplicadas durante la fase de planificación coinciden con las dimensiones reales del tejado (en caso necesario, deberán realizarse adaptaciones). En el caso de subestructuras sobre rieles simples, deberá comprobarse el asiento de los soportes de sistema ST-AK 1/12 en base a las distancias de sujeción especificadas para los módulos.

Los soportes de sistema ST-AK 1/12 deben colocarse de tal manera que los soportes finales y los soportes del módulo puedan fijarse posteriormente con exactitud en la mitad entre los dos puntos de fijación (tornillos para chapa fina); así se garantiza una carga uniforme de los dos puntos de fijación.



Compruebe la base de la planificación.

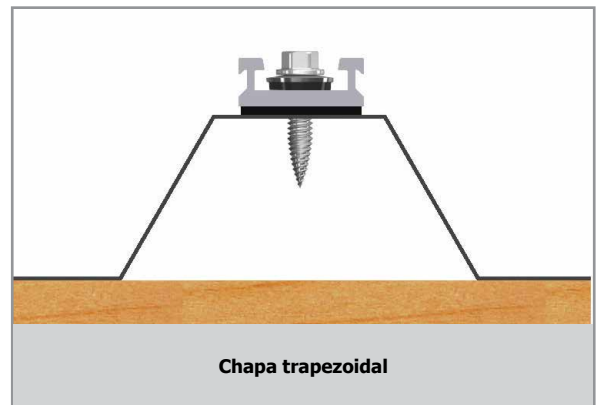
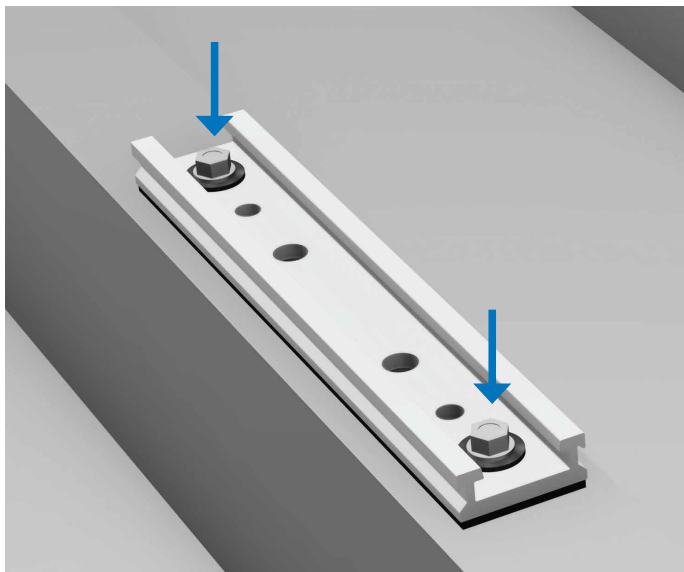


Colocación conforme a los requisitos estáticos y las condiciones de montaje.



Orientación con guía de los soportes de sistema ST-AK 1/12 l=180 (d=5-8,5) completos.

Monte los soportes del sistema ST-AK 1/12 l=180 (d=5-8,5) por completo usando los tornillos para chapa fina. Use 2 tornillos para chapa fina por cada soporte de sistema ST-AK 1/12. Para que no pueda entrar agua entre los soportes del sistema ST-AK 1/12 y la cubierta del tejado, los soportes del sistema ST-AK 1/12 deben montarse siempre sobre la cobija. Los soportes del sistema ST-AK 1/12 deberán adherirse a la parte inferior con cinta selladora de EPDM.



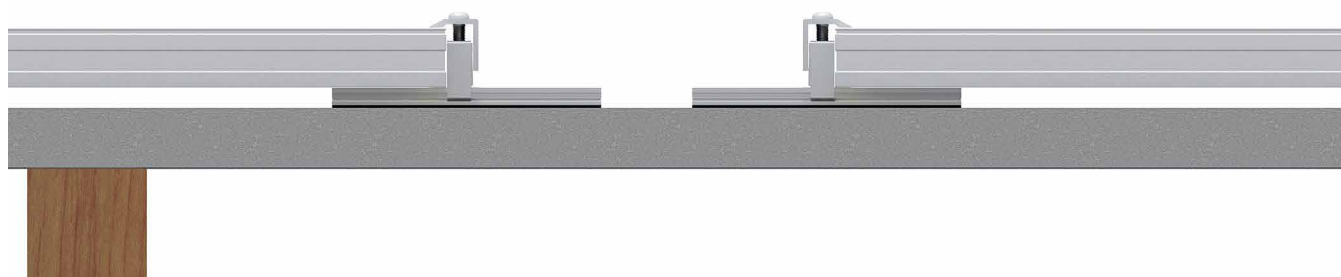
2 tornillos para chapa fina por soporte de sistema ST-AK 1/12 l=180 (d=5-8,5) completo.



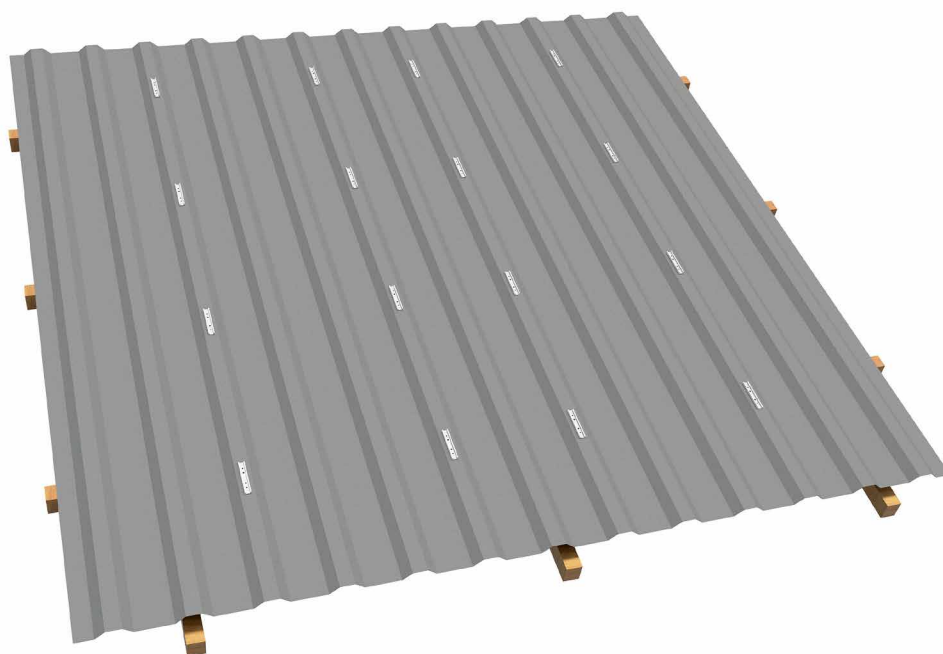
Si, tras colocar un soporte de sistema ST-AK 1/12 l=180 (d=5-8,5), el panel del módulo —dispuesto perpendicular al alero y montado sobre una subestructura de rieles simples— tiene una longitud superior a 6,00 m, deberá separarse por completo con un soporte final. La disposición de las juntas de dilatación debe adaptarse a las condiciones del tejado y a las distintas propiedades de dilatación de los materiales.



Sobre las juntas de dilatación no deben montarse módulos. No existe una conexión a tierra. Esta debe establecerse sin limitar la acción de la junta de dilatación.



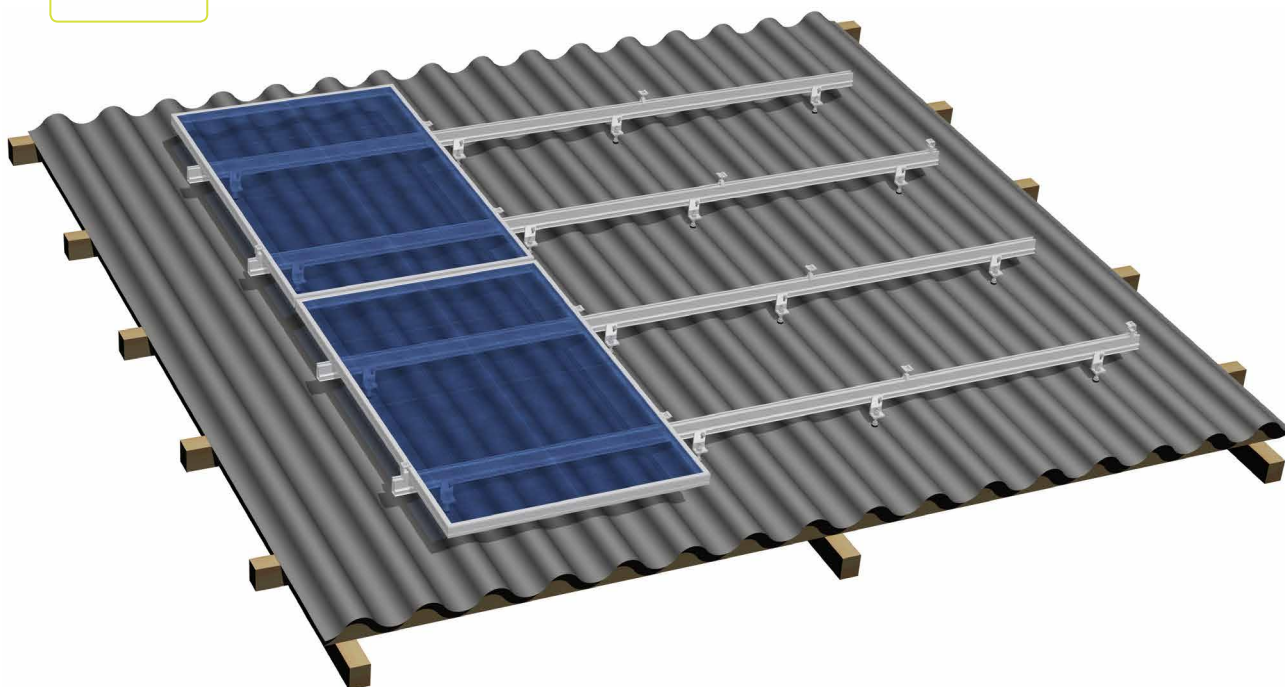
Montaje terminado del perfil de rieles.



Con ello queda completada la descripción del montaje de la subestructura. En el apartado 6 encontrará la representación del montaje posterior del módulo.

4 MONTAJE CON PERNOS DE SUSTENTACIÓN

Para sistemas fotovoltaicos paralelos al tejado sobre cubiertas de tejado industrial con chapas trapezoidales y onduladas, fibrocemento ondulado y perfiles sándwich



4.1 Instalación

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX para cubiertas de tejado industrial con chapas trapezoidales y onduladas, fibrocemento ondulado y perfiles sándwich es un sistema de soporte para el montaje de módulos fotovoltaicos; se compone de pernos de sustentación, escuadras, soportes de sistema y todas las piezas pequeñas necesarias para fijar los módulos fotovoltaicos, conectar los componentes unos debajo de los otros y fijarlos a la subestructura (SE) del tejado.

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX permite montar los módulos tanto vertical como transversalmente. Existe la posibilidad de hacer un montaje tanto sobre rieles simples y como rieles en cruz.

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX para cubiertas de tejado industrial destaca por un grado muy alto de montaje previo; los tiempos de montaje pueden reducirse al máximo gracias a la tecnología de fijación a presión patentada y probada.

Todos los componentes están fabricados principalmente con aluminio y acero inoxidable; su gran resistencia a la corrosión garantiza una vida útil máxima y ofrece la posibilidad de reciclarlos íntegramente.

La recomendación de montaje sirve para instalar el sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX sobre tejados con cubierta de chapa trapezoidal y ondulada, así como placas onduladas de fibrocemento. La recomendación de montaje va dirigida a un círculo de personas que haya sido instruido por la empresa explotadora del sistema fotovoltaico y que cuente con la debida cualificación.

El montaje del sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX sobre tejados de chapa trapezoidal y ondulada, así como sobre tejados con placas onduladas de fibrocemento y cubiertas de perfil sándwich requiere por parte del encargado del mismo unos amplios conocimientos técnicos, por lo que se recomienda ponerse en contacto con una empresa especializada en instalación de techos para este tipo de instalaciones.

En particular, al instalar sistemas fotovoltaicos sobre tejados con cubiertas de placa ondulada, deberá garantizarse de antemano la admisibilidad de la instalación y, en caso necesario, seguir reglamentos adicionales de instalación de este tipo de sistemas en cuanto a la protección de la salud y la seguridad en el trabajo.



Cuando se realizan trabajos sobre tejados ondulados de fibrocemento existe peligro de caída entre huecos. Asimismo, al producirse caídas existe riesgo de lesiones y peligro de muerte. Deberá contarse con dispositivos de protección contra caídas entre huecos (p. ej., redes de seguridad).

4.2 Información acerca de este documento

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX para cubiertas de tejado industrial permite montar sistemas fotovoltaicos en una posición elevada y paralelos al tejado.

Los tejados industriales pueden diferenciarse en base a su cubierta; así, se tienen tejados con chapa trapezoidal y ondulada, y perfiles sándwich. Para dichos tipos de tejados, el sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX proporciona componentes adecuados para conectarlos sin problema a las correspondientes cubiertas y estructuras de tejado.

Se distinguen las dos siguientes conexiones:

1. Conexión directa del tejado (tornillos para chapa fina), posible con las siguientes chapas y perfiles:

- *chapas trapezoidales y onduladas;*
- *en caso necesario, perfiles sándwich (si se cuenta con la autorización del fabricante).*

Sobre este tema, consulte nuestra solución de sistema para el **montaje sobre chapa trapezoidal**.

2. Conexión con la subestructura del tejado mediante pernos de sustentación, posible con las siguientes chapas y perfiles:

- *chapas trapezoidales y onduladas;*
- *placas onduladas de fibrocemento;*
- *perfiles sándwich;*
- *cubiertas planas de tejado con tejas asfálticas o de madera.*

La conexión se lleva a cabo directamente en la subestructura del tejado; por norma general, junto a las correas. En casos especiales, también pueden encontrarse estructuras de cabio.

Esta recomendación de montaje describe el montaje de pernos de sustentación, posible para las cubiertas de tejado mencionadas arriba.

Deberá garantizarse que se usarán exclusivamente recomendaciones de montaje actuales e íntegras para realizar el montaje.



Al instalar sistemas fotovoltaicos sobre tejados con cubiertas de chapa ondulada, deberá garantizarse la admisibilidad de la instalación y, en caso necesario, implementar medidas adicionales de aislamiento en la zona de la conexión con la cobertura exterior.

4.3 Componentes del sistema

1 Ganchos para tejado

Perno de sustentación M10 x 200


Escuadra 60 mm
M10 completa


2 Soportes del sistema

ST-AK 5/40 l=2,08m



ST-AK 5/40 l=2,08m negro



3 Conector

Conectores (5)
de conexión a tierra


4 Soportes finales

EH AK II Klick 30-50
EH AK II Klick 35-55

EH AK II Klick 30-50 negro
EH AK II Klick 35-55 negro


5 Soportes del módulo

MH AK II Klick 30-50
MH AK II Klick 35-55

MH AK II Klick 30-50 negro
MH AK II Klick 35-55 negro

Chapa de conexión a tierra
del soporte del módulo


6 Set de protección antideslizante

Set de protección
antideslizante


7 Clips de bloqueo

Clip de bloqueo AK
Clip de bloqueo AK negro


8 Conector de riel en cruz

Conector de riel en cruz



9 Tapas

Tapas (5)



Tapas (5) negro



10 Sujetacables

Brida para cables con
sujetacables de borde KC 15


11 Borne de conexión a tierra

Borne de conexión a tierra
DEH uni HK


12 Chapa multisolar

Chapa multisolar 11



4.4 Montaje con pernos de sustentación

Conexión con la subestructura del tejado mediante pernos de sustentación

Los pernos de sustentación pueden usarse para una conexión directa con la subestructura del tejado con las siguientes cubiertas:

- chapas trapezoidales y onduladas;
- placas onduladas de fibrocemento;
- perfiles sándwich;
- cubiertas planas de tejado con tejas asfálticas o de madera.

Para las subestructuras de madera para tejados se emplean pernos de sustentación; sin embargo, estos pernos no pueden emplearse para subestructuras de metal para tejados. Esta conexión es posible en tejados inclinados con una inclinación máxima de 20°.

La posición de montaje de los pernos de sustentación debe determinarse conforme a los requisitos estáticos del emplazamiento y las condiciones de montaje; para ello, deberá volverse a comprobar si las dimensiones aplicadas durante la fase de planificación coinciden con las dimensiones reales del tejado (en caso necesario, deberán realizarse adaptaciones).

Junto a las posiciones marcadas deberá perforarse la cubierta en la zona de la cobija; asimismo, los pernos de sustentación –en función de la subestructura del tejado– deberán fijarse a los cabios o las correas; al hacerlo, deberá garantizarse que las juntas o los discos queden presionados con firmeza contra la cobertura exterior. Se usan chapas multisolares para cubrir tejados planos de pizarra artificial, tejas asfálticas o de chapa de imitación de madera.

Deberá garantizarse que los pernos de sustentación sean capaces de transferir las fuerzas a la estructura del tejado de una manera segura y que la cubierta del tejado sea estanca; para ello, deberá comprobarse la capacidad de carga de los pernos de sustentación.

Instrucciones para el montaje del perno de sustentación 10 x 200 (basado en el Eurocódigo 5 para construcciones en madera)

Deberá pretaladrarse la subestructura de madera para el montaje de los tornillos para madera > d=5 mm.

Diámetro de petraladrado: $0,7 \times d$ (7 mm)

Profundidad de atornillado: al menos $7 \times d$ (gire una rosca de 70 mm hasta alcanzar el vástago)

Distancia inferior con respecto al borde para el montaje de las correas: al menos $7 \times d$ (70 mm)

Distancia superior con respecto al borde para el montaje de las correas: al menos $3 \times d$ (30 mm)

Distancia lateral con respecto al borde para el montaje en el cabio: al menos $3 \times d$ (30 mm)

Distancia con respecto al orificio en la dirección de las fibras: al menos $7 \times d$ (70 mm)

De lo anterior se obtienen las siguientes dimensiones mínimas para usar el perno de sustentación 10 x 200:
Correa An x Al: **100 x 100 mm** | Cabio An x Al: **60 x 100 mm**



Compruebe la base de la planificación.



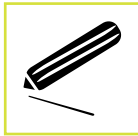
Orientación de los pernos de sustentación usando una guía.



Colocación conforme a los requisitos estáticos y las condiciones de montaje.

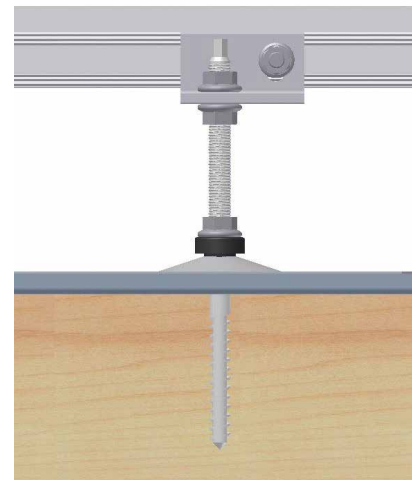
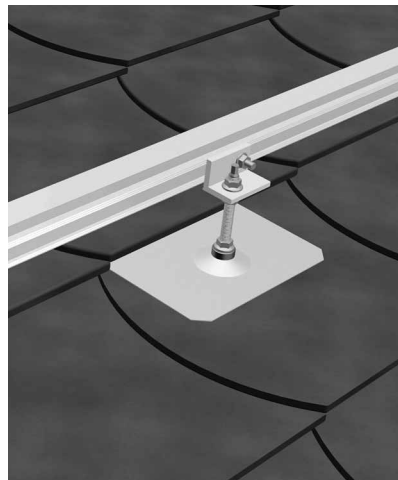
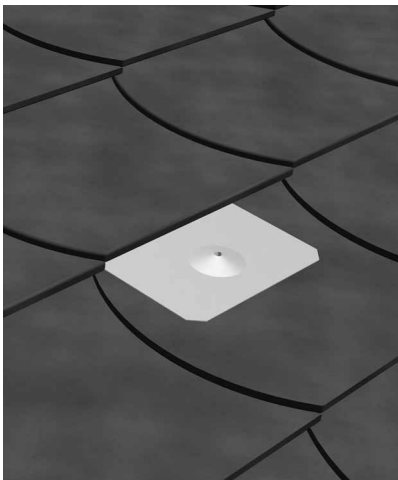


Respete las distancias con respecto al borde y la profundidad del atornillado.



Montaje del perno de sustentación con la chapa multisolar

La chapa multisolar se inserta entre los diferentes perfiles de los rieles por encima del cable. Pretaladre el cable a través del orificio ubicado en la zona de elevación; a continuación, apriete el perno de sustentación. La junta del perno de sustentación debe quedar bien pegada contra la elevación, pero sin que resulte aplastada.



Montaje completo de escuadras

Tras colocar los pernos de sustentación, se fijan escuadras a estos. Para los pernos de sustentación 10 x 200 se usa por completo la escuadra M10 de 60 mm. La capacidad de carga de los pernos de sustentación está diseñada para una distancia máxima de la escuadra con respecto a la superficie del tejado. La distancia máxima entre la escuadra montada y la superficie del tejado no debe rebasar los 40 mm.

Para fijar la escuadra al perno de sustentación, deberá retirarse la tuerca superior y la contraarandela, colocarse el set de la escuadra sobre el perno de sustentación y fijarlo con la tuerca y la contraarandela (par de apriete M10: 20–25 Nm). Deberá respetarse la distancia máxima de la escuadra con respecto a la cubierta del tejado.

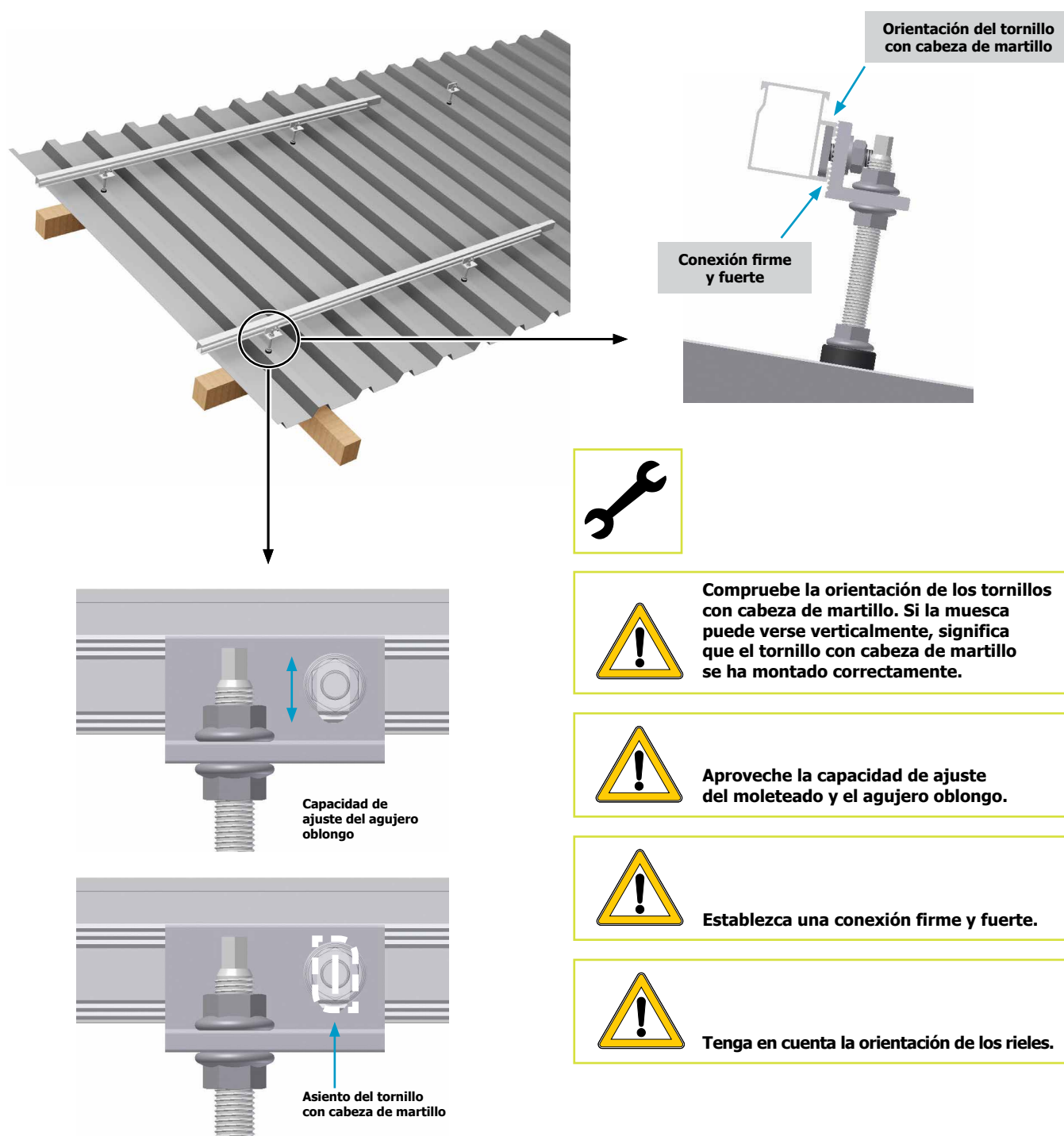


4.5 Montaje de los soportes del sistema

Si los soportes del sistema se montan horizontalmente sobre rieles simples o como perfiles inferiores (paralelos al alero), el soporte del sistema deberá colocarse con la canaleta de cabeza de martillo mirando hacia abajo. La escuadra deberá fijarse siempre en el lado del alerón.

Los módulos fotovoltaicos pueden montarse de manera vertical directamente sobre el perfil horizontal de los rieles; el requisito para ello consiste en que la distancia con respecto a los soportes del sistema sea adecuada. Dicha distancia está definida sobre los tejados de correas mediante el perfil de las correas; sobre tejados de cabios puede elegirse de manera variable.

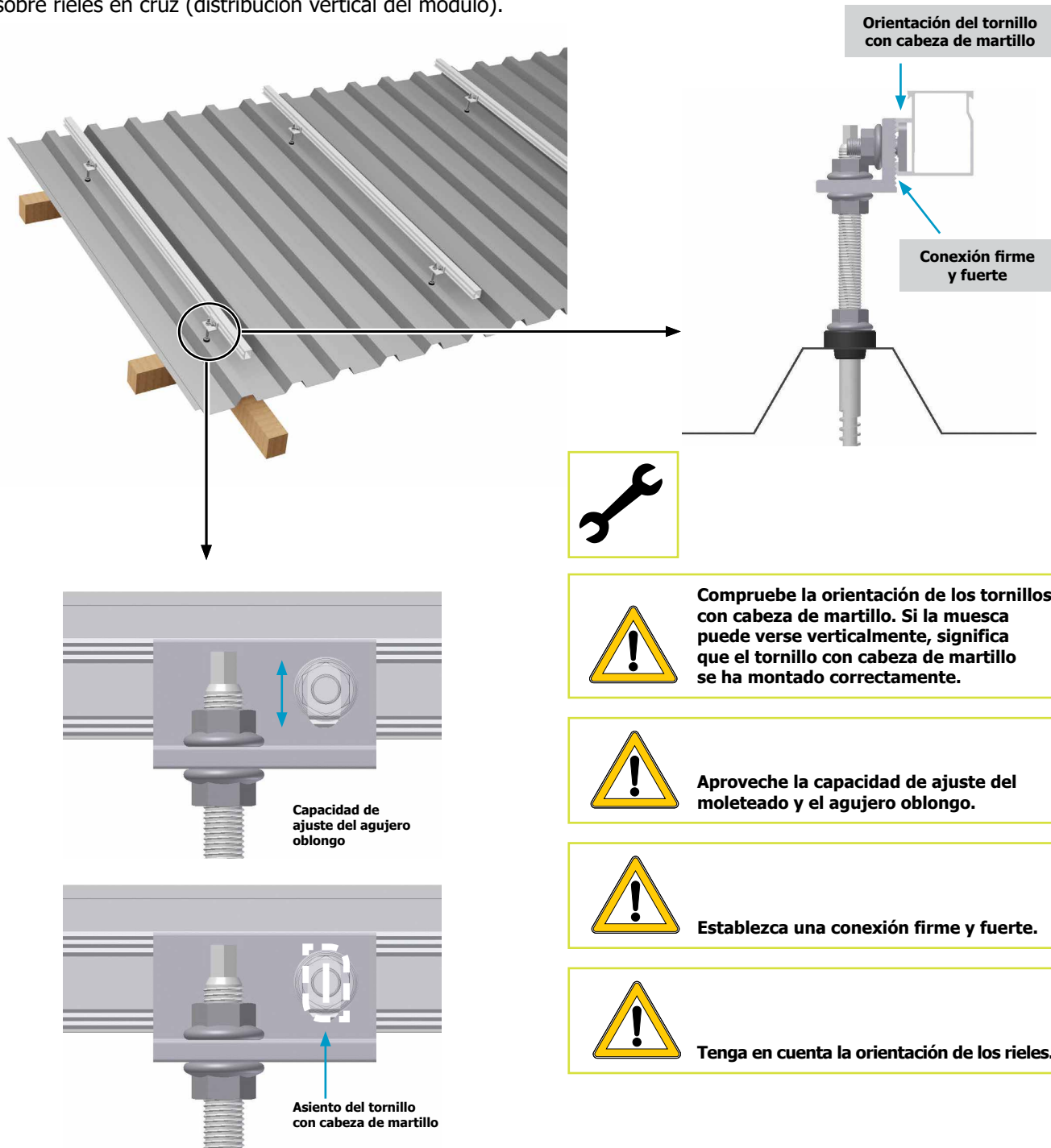
Los soportes horizontales del sistema también pueden elegirse como perfil inferior de los rieles para una estructura sobre rieles en cruz (distribución transversal del módulo).



Si los soportes del sistema se montan verticalmente sobre rieles simples o como perfil inferior (paralelos a la visera), asegúrese de que cambie la orientación de los rieles adyacentes, es decir, de que la escuadra sujete a la izquierda del riel y a la derecha del riel adyacente.

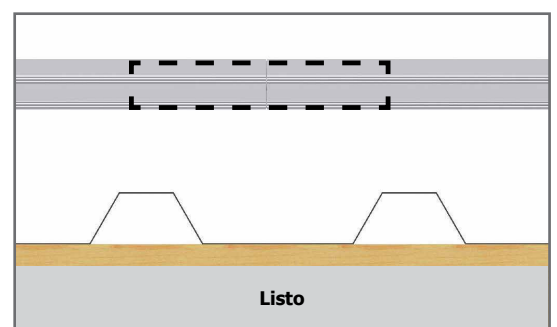
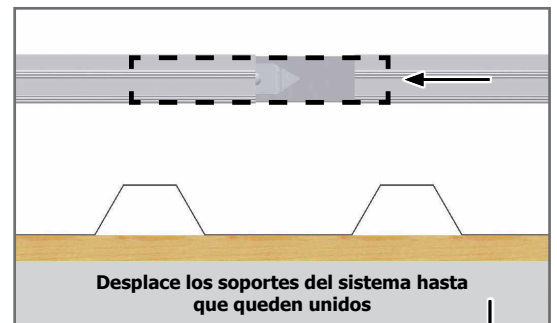
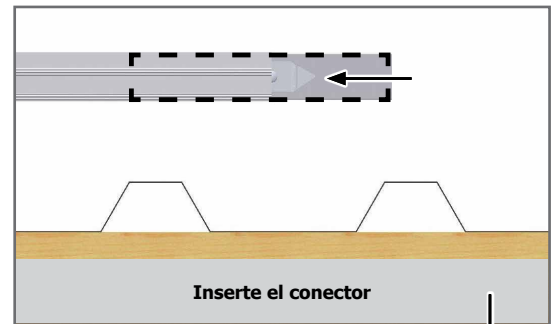
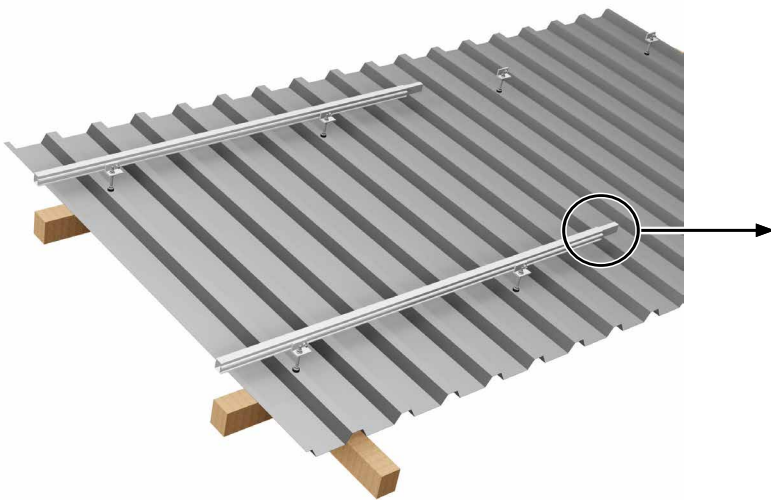
Los módulos fotovoltaicos pueden montarse de manera transversal directamente sobre el perfil vertical de los rieles; el requisito para ello consiste en que la distancia con respecto a los soportes del sistema sea adecuada. Dicha distancia puede elegirse de manera variable sobre tejados de correas; sobre tejados de cabios está definida mediante el perfil de los cabios.

Los soportes verticales del sistema también pueden elegirse como perfil inferior de los rieles para una estructura sobre rieles en cruz (distribución vertical del módulo).



Para colocar varios soportes del sistema pegados unos a los otros, el conector, que posee los mismos valores estáticos que el soporte del sistema, se desplaza hasta la mitad de los soportes del sistema ya montados. A continuación, desplace el otro soporte del sistema sobre el conector y la conexión estará lista. Fije los soportes del sistema desplazados como se ha descrito anteriormente.

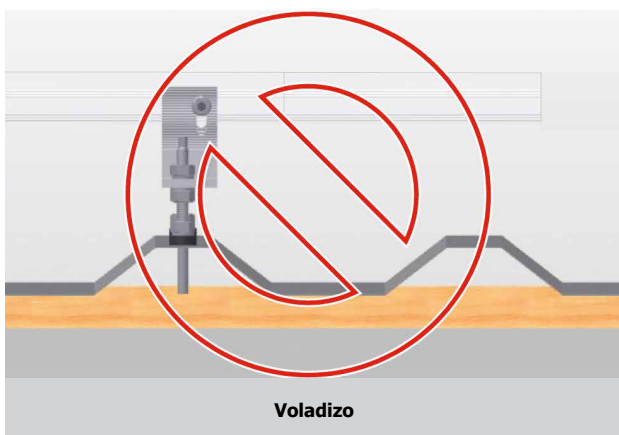
Usando conectores es posible disponer los soportes del sistema del perfil inferior y superior de dichos soportes unos junto a los otros; lo mismo se aplica a soportes de sistema que discurren vertical y horizontalmente.



Inserte el conector.

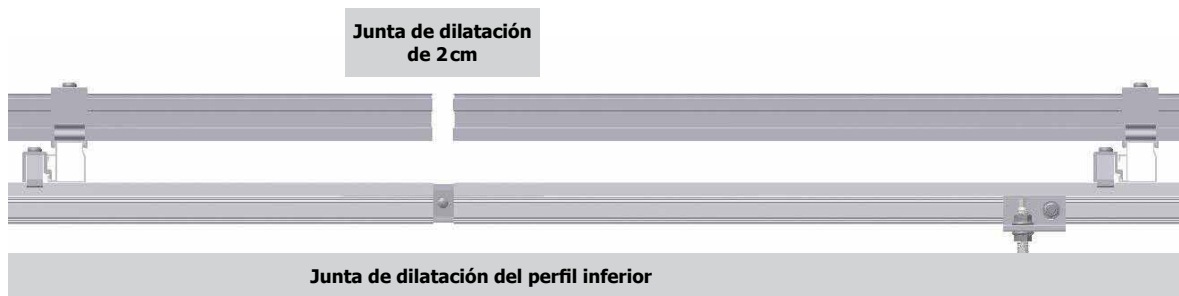


No cree voladizos con los conectores. Coloque los conectores de manera que estos queden entre 2 escuadras, 2 rieles de adaptación o 2 puntos de cruce de los soportes del sistema.





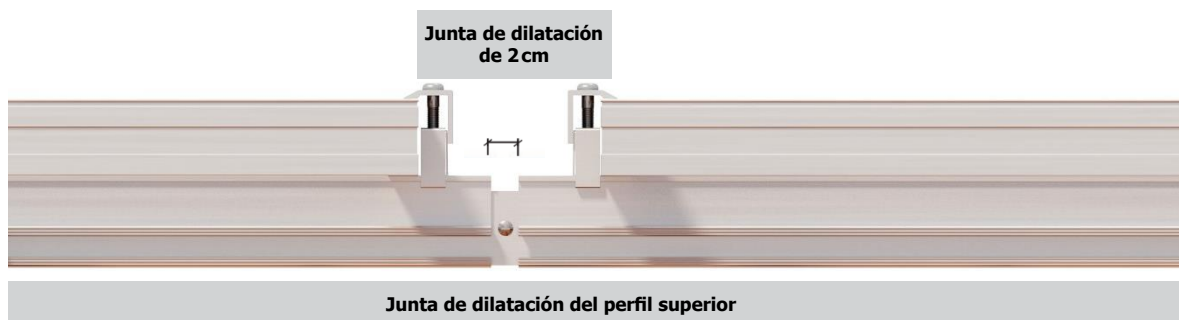
Para las subestructuras sobre rieles en cruz se distribuyen juntas de dilatación en los dos perfiles. Si el soporte inferior del sistema tiene una longitud superior a los 12,00 m, aquel deberá separarse y unirse con el conector de tal manera que sea posible compensar una longitud de 2 cm (junta de dilatación). La disposición de las juntas de dilatación debe adaptarse a las condiciones del tejado y a las distintas propiedades de dilatación de los materiales. Sobre las juntas de dilatación no deben montarse módulos.



Junta de dilatación para el perfil superior (en subestructuras sobre rieles en cruz y rieles simples):



Si el soporte del sistema tiene una longitud superior a 12,00 m, el panel del módulo deberá separarse colocando dos soportes finales. El soporte del sistema debe separarse en la zona que media entre los soportes finales y unirse con el conector de tal manera que sea posible compensar una longitud de 2 cm (junta de dilatación). La disposición de las juntas de dilatación debe adaptarse a las condiciones del tejado y a las distintas propiedades de dilatación de los materiales. Sobre las juntas de dilatación no deben montarse módulos.



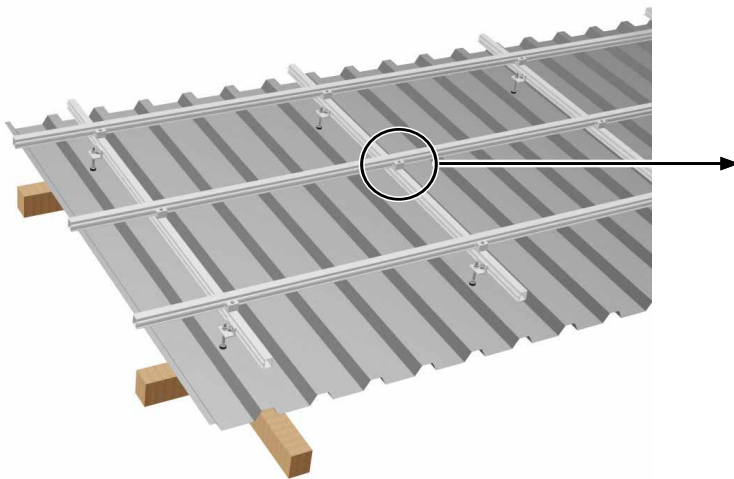
Conectores de riel en cruz

Pueden establecerse puntos de conexión entre los perfiles superior e inferior de los rieles usando conectores de riel en cruz de una manera rápida y firme.

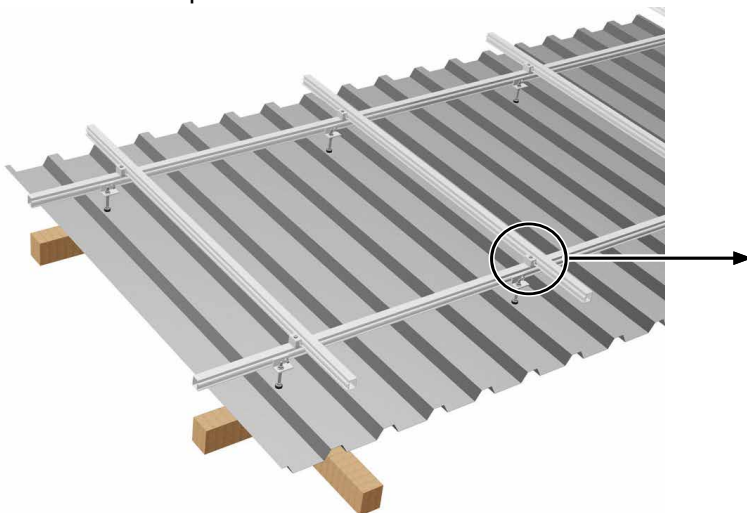
Monte los soportes superiores del sistema con ayuda de los conectores de riel en cruz sobre los soportes inferiores del sistema. para ello, ejerza presión para encajar el conector de riel en cruz sobre el soporte inferior del sistema y fije con ello el soporte superior del sistema. Si el perfil superior de los rieles discurre horizontalmente, el conector de cruz siempre deberá fijarse sobre el lado del alero (por debajo del soporte superior del sistema).

Compruebe la distancia de los soportes superiores del sistema con las distancias de sujeción especificadas para el módulo. Asegúrese de que el conector de riel en cruz esté encajado correctamente y apriete el tornillo (par de apriete de 8–10 Nm).

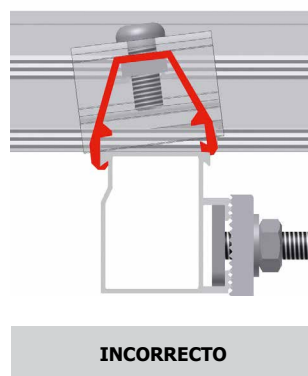
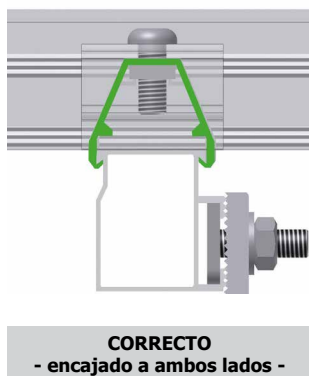
Perfil de riel superior horizontal:



Perfil de riel superior vertical:



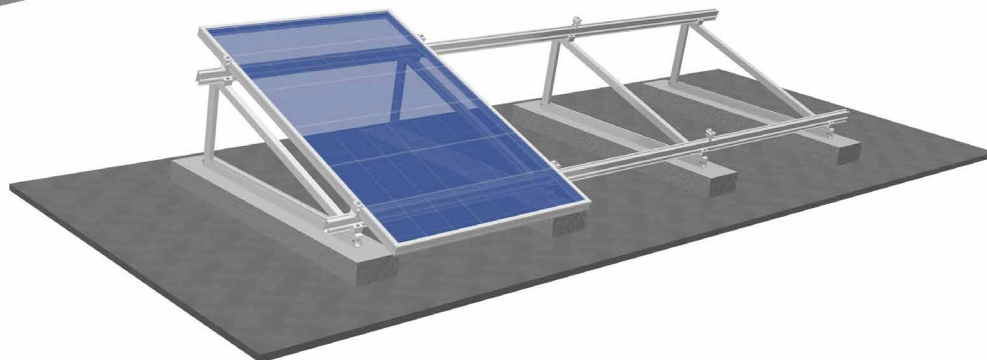
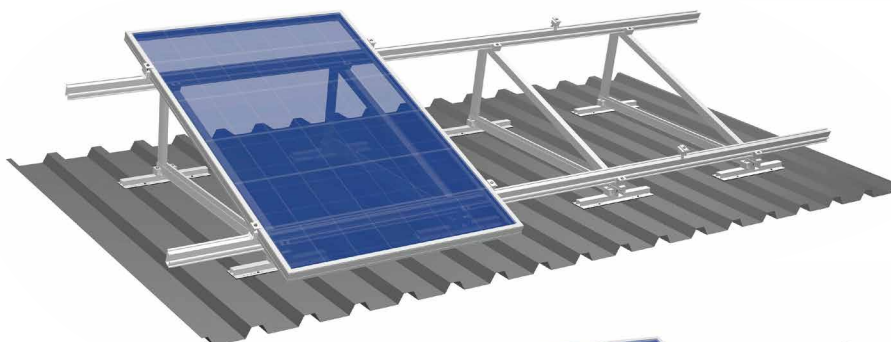
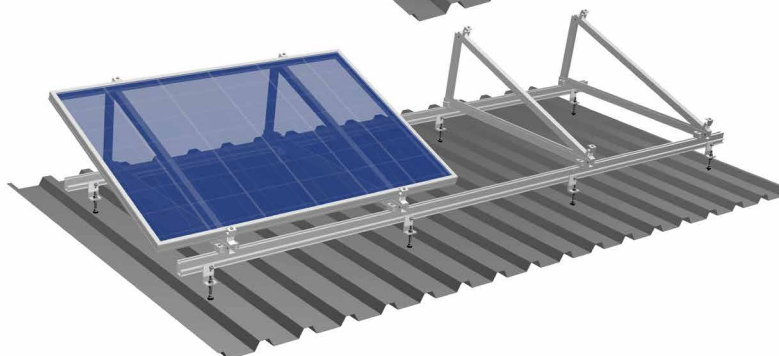
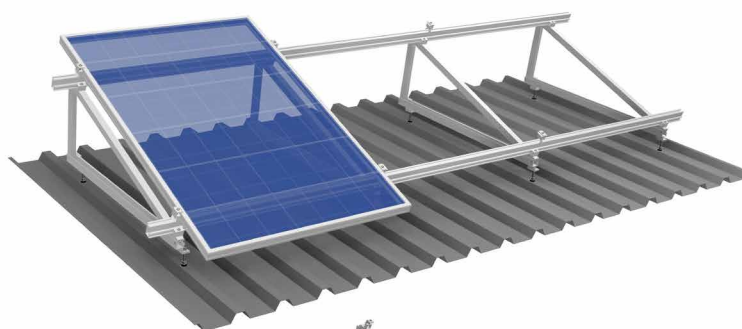
Los soportes del sistema se fijan con un conector de riel en cruz por cada punto de cruce.



Con ello queda completada la descripción del montaje de la subestructura.
En el apartado 6 encontrará la representación del montaje posterior del módulo.

5 MONTAJE DEL TRIÁNGULO DELTA DE S:FLEX

Para techados planos y ligeramente inclinados



5.1 Instalación

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX para tejados planos con el triángulo Delta es un sistema de soporte para el montaje de módulos fotovoltaicos. Los triángulos Delta permiten un montaje elevado de los módulos fotovoltaicos con el ángulo de inclinación que se desee. El montaje es posible sobre tejados planos (con una inclinación de tejado inferior a 5°) y tejados ligeramente inclinados.

Existe la posibilidad de conectarlos directamente a la subestructura del tejado usando pernos de sustentación y a la cubierta de tejados de chapa trapezoidal; asimismo, también pueden montarse usando lastres; otra posibilidad consiste en una conexión directa sobre tejados de hormigón.

El sistema de fijación S:FLEX permite montar los módulos tanto vertical como transversalmente.

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX para cubiertas planas destaca por un grado muy alto de montaje previo; los tiempos de montaje pueden reducirse al máximo gracias a la tecnología de fijación a presión patentada y probada.

Todos los componentes están fabricados principalmente con aluminio y acero inoxidable; su gran resistencia a la corrosión garantiza una vida útil máxima y ofrece la posibilidad de reciclarlos íntegramente.

La recomendación de montaje va dirigida a un círculo de personas que haya sido instruido por la empresa explotadora del sistema fotovoltaico y que cuente con la debida cualificación.

El montaje del sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX sobre tejados planos con distintas cubiertas requiere por parte del encargado del mismo unos amplios conocimientos técnicos, por lo que se recomienda ponerse en contacto con una empresa especializada en instalación de techos para este tipo de instalaciones.

5.2 Información acerca de este documento

El sistema de fijación de paneles fotovoltaicos S:FLEX para tejados planos usando el triángulo Delta permite montar sistemas fotovoltaicos con una posición elevada sobre tejados planos y tejados ligeramente inclinados.

Esta recomendación de montaje describe el montaje con los triángulos Delta. posible con las siguientes chapas y perfiles:

- chapas trapezoidales y onduladas;
- fibrocemento ondulado;
- tejados laminados y asfálticos;
- tejados de hormigón;
- tejados con capa de grava.

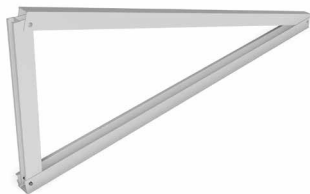


Al montar sistemas fotovoltaicos sobre tejados planos, deberá verificarse si la instalación es admisible en cuanto a la capacidad de carga y la resistencia a la presión del aislamiento, lo que se aplica especialmente a las instalaciones con lastres. En algunos casos será necesaria una autorización de obra para elevaciones con altura total de más de 20 o 60 cm.

5.3 Componentes del sistema

1 Triángulo

Triángulo Delta AK 1145 15°



Opcional:

Apuntalado del triángulo
35x3x1.900 mm

Tornillo con cabeza de martillo
M8 x 25

Contratuercas M8



2 Soportes del sistema

ST-AK 5/40 l=2,08m



ST-AK 5/40 l=2,08m negro



3 Conector

Conectores (5) de
conexión a tierra



4 Soportes finales

EH AK II Klick 30-50

EH AK II Klick 35-55



EH AK II Klick 30-50 negro

EH AK II Klick 35-55 negro



5 Soportes del módulo

MH AK II Klick 30-50

MH AK II Klick 35-55



MH AK II Klick 30-50 negro

MH AK II Klick 35-55 negro



Chapa de conexión a tierra
del soporte del módulo



6 Set de protección antideslizante

Set de protección
antideslizante



7 Clips de bloqueo

Clip de bloqueo AK

Clip de bloqueo AK negro



8 Conector de riel en cruz

Conector de riel en cruz



9 Herramienta de conexión

Perno de sustentación
M10 x 200



Escuadra 60 mm M10
completa



Anclaje de pernos
SP-BOZ A4 10,0x10/90



10 Tapas

Tapas (5)

Tapas (5) negro



11 Sujetacables

Brida para cables con
sujetacables de borde KC 15



12 Borne de conexión a tierra

Borne de conexión a tierra
DEH uni HK

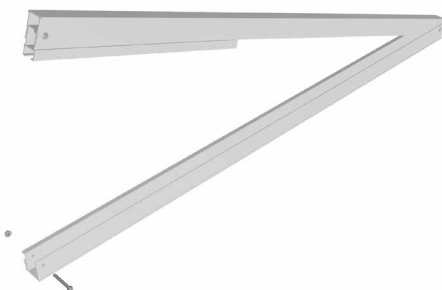


5.4 Estructura del triángulo Delta

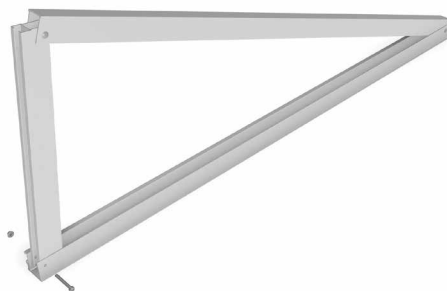
El triángulo Delta de S:FLEX se suministra plegado, debido a que así es más fácil transportarlo.



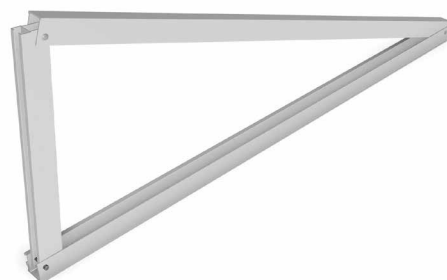
Despliegue el triángulo Delta, afloje el tornillo DIN 912 5x40 y la tuerca, y retírelos del riel de suelo.



Despliegue el puntal trasero e inserte el extremo inferior en el riel de suelo, de manera que los orificios queden superpuestos.



Inserte el tornillo DIN 912 5x40 a través del puntal trasero y el riel de suelo y apriételo con la tuerca. Par de apriete de 8–10 Nm.



5.5 Indicaciones generales de montaje del triángulo Delta

En los siguientes apartados se mostrarán las variantes de montaje más habituales para las elevaciones usando el triángulo Delta; también existen otras posibilidades, que pueden planificarse en función del proyecto, describiéndose el montaje de manera individual. El sistema de montaje S:FLEX con los triángulos Delta ofrece la posibilidad de montar los módulos fotovoltaicos tanto transversal como verticalmente. La orientación del módulo elegida depende de la superficie disponible del tejado, de la distancia de sombreado y de los requisitos estáticos considerando las cargas de viento y nieve.

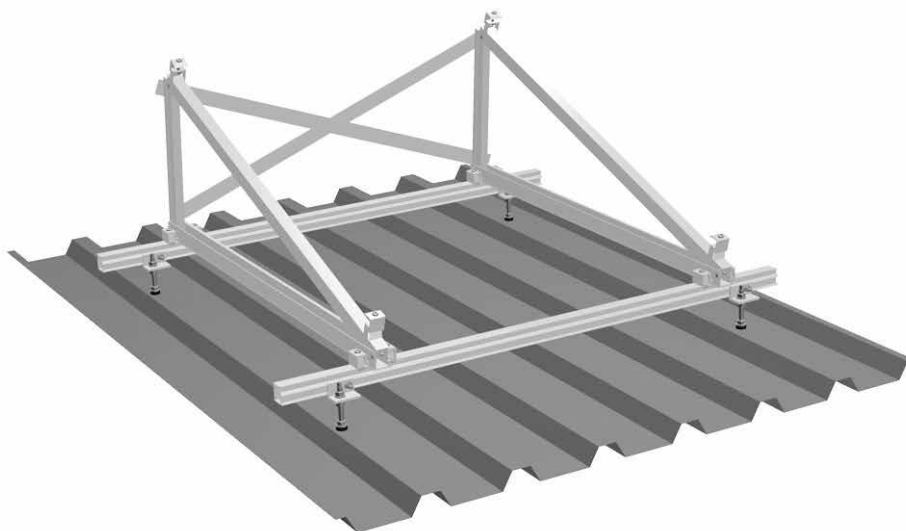
Montaje transversal del módulo

Los módulos fotovoltaicos se montan directamente sobre los triángulos; por cada módulo se requieren dos triángulos Delta.

Apuntalados adicionales opcionales

En función de las condiciones de viento y nieve, es posible que sea necesario montar apuntalados adicionales (diagonales) en la parte trasera de los triángulos. Tenga en cuenta los datos recogidos en el informe del proyecto.

Se montan en cruz dos diagonales entre dos triángulos. La conexión se lleva a cabo con los tornillos de cabeza de martillo en los puntales traseros de los triángulos.



Montaje vertical del módulo

En primer lugar, se montan dos filas horizontales de soportes del sistema sobre los triángulos. Los módulos se montan sobre los soportes del sistema;

La cantidad necesaria de triángulos Delta debe consultarse en los datos indicados en el informe del proyecto.

5.6 Montaje con pernos de sustentación

Los pernos de sustentación permiten un montaje directo sobre las correas o los cabios, con lo que se consigue una conexión firme entre la subestructura del edificio y el sistema de montaje del módulo fotovoltaico. Esta variante de montaje es especialmente conveniente en regiones con un alto nivel de cargas de viento; asimismo, el montaje con pernos de sustentación es posible para tejados de chapa trapezoidal y ondulada, tejados sándwich y tejados con cubierta de fibrocemento ondulado.

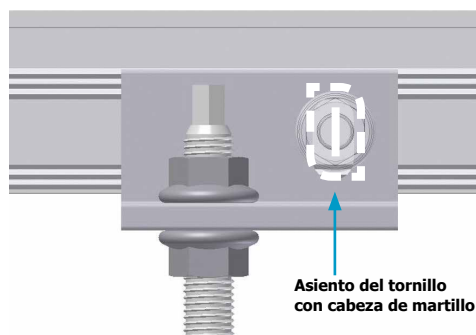


Para el montaje de los pernos de sustentación, escuadras y soportes del sistema deberán seguirse los correspondientes datos recogidos en los apartados 4.5 y 4.6 de este manual de montaje («Montaje con pernos de sustentación»).

Las distancias entre los triángulos Delta y la cantidad de puntos de fijación necesarios se determinan a partir de los datos indicados en el informe del proyecto. Si los puntos de fijación se encuentran en la zona de la subestructura del tejado (correas o cabios), los triángulos pueden montarse directamente en los pernos de sustentación.

Los triángulos Delta se fijan a los pernos de sustentación usando escuadras. El ajuste de la altura puede llevarse a cabo mediante la escuadra de los pernos de sustentación. Cada uno de los triángulos debe fijarse a al menos dos pernos de sustentación o escuadras. En función de los datos indicados en el informe del proyecto, es posible que se requieran más puntos de fijación por triángulo.

Los pernos de sustentación o escuadras exteriores deben montarse atendiendo a un rango de 0 a 200 mm en el extremo del riel de suelo del triángulo Delta.



Compruebe la orientación de los tornillos con cabeza de martillo. Si la muesca puede verse verticalmente, significa que el tornillo con cabeza de martillo se ha montado correctamente.

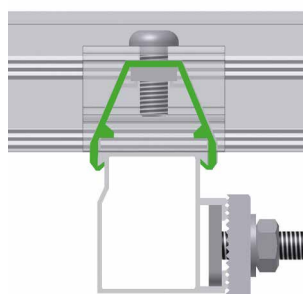
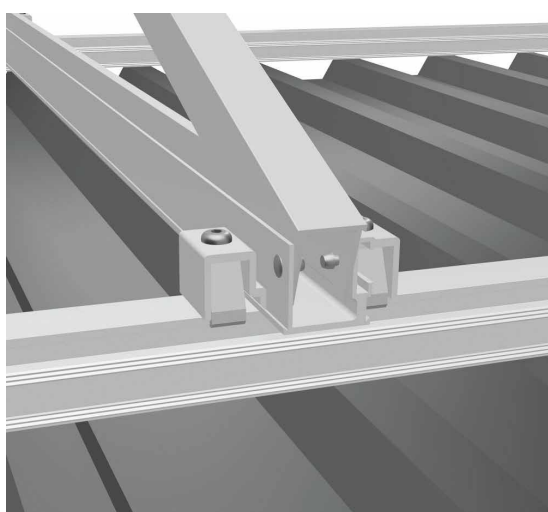
Los triángulos Delta también pueden montarse sobre un riel de base; de ese modo, los puntos de conexión pueden colocarse conforme al informe del proyecto. El soporte del sistema se emplea como riel de base. El ajuste de la altura se lleva a cabo mediante la escuadra de los pernos de sustentación.

Los triángulos se fijan a cada punto de fijación con dos conectores de riel en cruz;

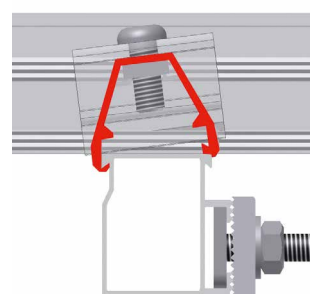
asimismo, cada uno de los triángulos debe fijarse a al menos dos rieles de base. En función de los datos indicados en el informe del proyecto, es posible que se requieran más rieles de base.

Los rieles de base deben montarse atendiendo a un rango de 0 a 200 mm en el extremo del riel de suelo del triángulo Delta.

Al montar el riel de base debe instalarse una junta de dilatación tras un máximo de 12 m. Sobre la junta de dilatación no deben montarse módulos o soportes del sistema y aquella debe instalarse siguiendo el mismo principio que para el montaje en tejados inclinados.



CORRECTO
- encajado a ambos lados -



INCORRECTO

En el caso del montaje transversal, los módulos se montan directamente sobre 2 triángulos.

La distancia que media entre los triángulos se determina a partir de las especificaciones de montaje de los módulos fotovoltaicos (¡tenga en cuenta los rangos de sujeción especificados!).

Para el montaje vertical se montan dos filas de soportes del sistema dispuestas horizontalmente con respecto a los triángulos Delta.

al hacerlo, los soportes del sistema deben conectarse con cada uno de los triángulos. La conexión se lleva a cabo con un conector de riel en cruz por punto de fijación. El conector de riel en cruz siempre deberá montarse debajo de los soportes del sistema.

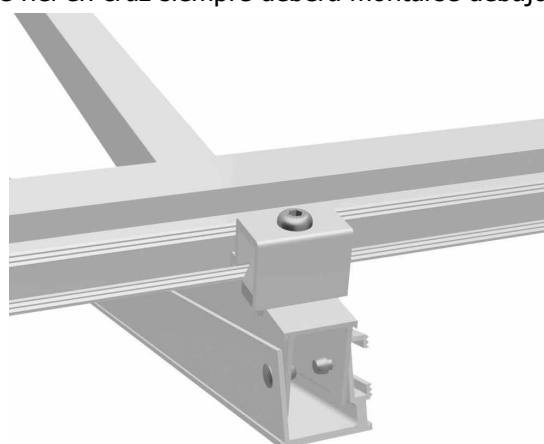
Al montar los soportes del sistema debe instalarse una junta de dilatación tras un máximo de 12 m.

Sobre la junta de dilatación no deben montarse módulos.

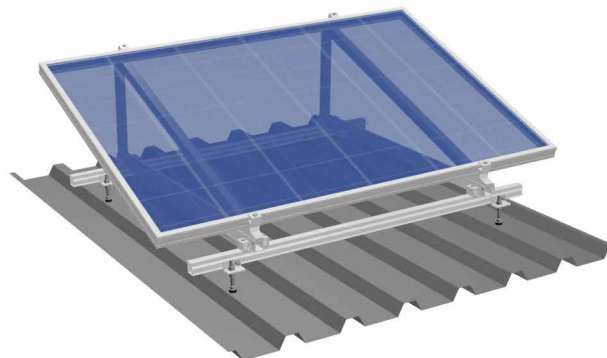
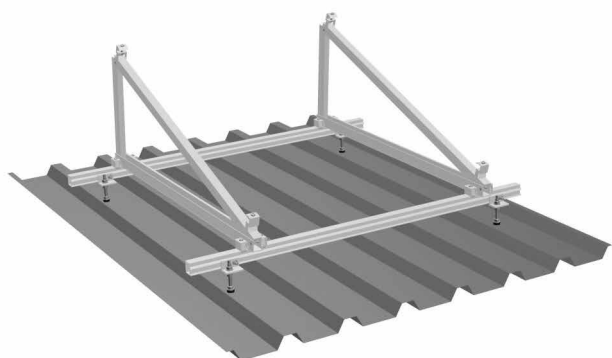
Los soportes del sistema deben disponerse en un rango de 50 mm en los extremos del perfil superior Delta.



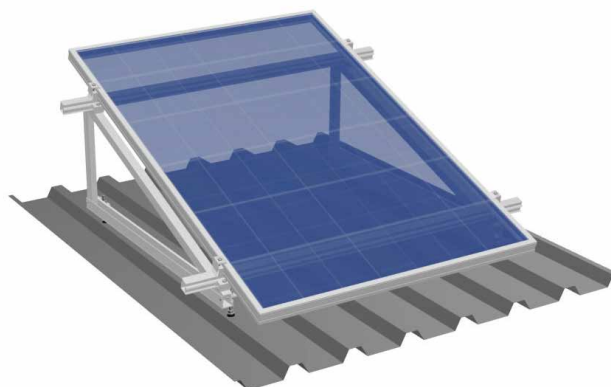
Tenga en cuenta las juntas de dilatación al montar los rieles de base y los soportes del sistema.



Representación del montaje con pernos de sustentación:
Módulos montados transversalmente; triángulo Delta montado con el riel de base.



Representación del montaje con pernos de sustentación:
Módulos montados verticalmente; triángulo Delta fijado directamente a los pernos de sustentación.



5.7 Montaje sobre chapa trapezoidal

El montaje de los triángulos Delta sobre rieles de chapa trapezoidal permite un montaje directo en la cubierta del tejado. El montaje con rieles de chapa trapezoidal es posible para tejados de chapa trapezoidal y ondulada.



Para el montaje de los rieles de chapa trapezoidal deberán seguirse los correspondientes datos recogidos en el apartado 3.5 de este manual de montaje («Montaje sobre chapa trapezoidal»).

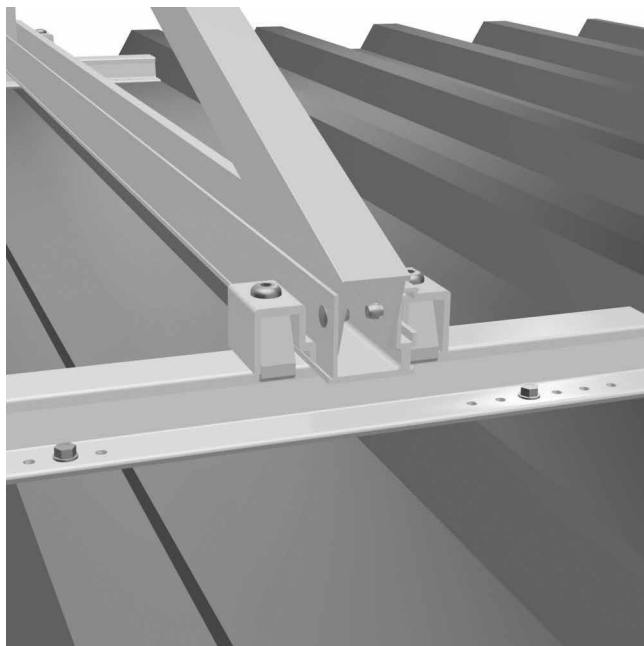


Antes de llevar a cabo el montaje en la cubierta de chapa trapezoidal, deberá comprobarse si la chapa trapezoidal está suficientemente unida a la subestructura del tejado como para poder soportar las cargas esperadas.

Los triángulos Delta se fijan a cada riel de chapa trapezoidal con dos conectores de riel en cruz. Los puntos de fijación deben encontrarse dentro de las uniones atornilladas entre el riel de la chapa trapezoidal y la chapa trapezoidal.

Cada uno de los triángulos debe montarse sobre al menos dos rieles de chapa trapezoidal. En función de los datos indicados en el informe del proyecto, es posible que se requieran más rieles de chapa trapezoidal por triángulo.

Los rieles de chapa trapezoidal exteriores deben montarse atendiendo a un rango de 0 a 200 mm en el extremo del riel de suelo del triángulo.

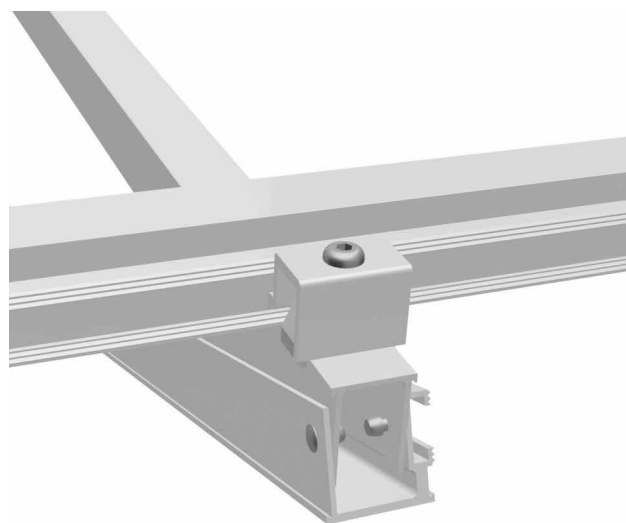


En el caso del montaje transversal, los módulos se montan directamente sobre 2 triángulos Delta. La distancia que media entre los triángulos se determina a partir de las especificaciones de montaje de los módulos fotovoltaicos (¡tenga en cuenta los rangos de sujeción especificados!).

Para el montaje vertical se montan dos filas de soportes del sistema dispuestas horizontalmente con respecto a los triángulos. Al hacerlo, los soportes del sistema deben conectarse con cada uno de los triángulos. La conexión se lleva a cabo con un conector de riel en cruz por punto de fijación. El conector de riel en cruz siempre deberá montarse debajo de los soportes del sistema.

Al montar los soportes del sistema debe instalarse una junta de dilatación tras un máximo de 12 m. Sobre la junta de dilatación no deben montarse módulos.

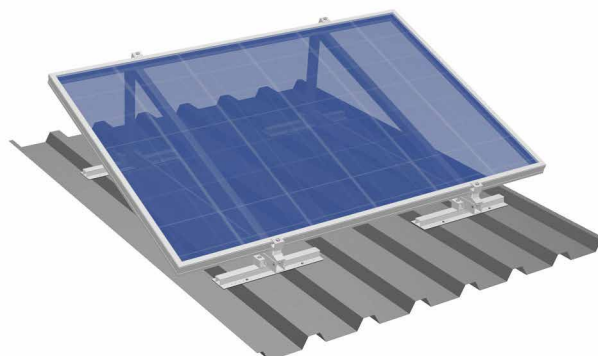
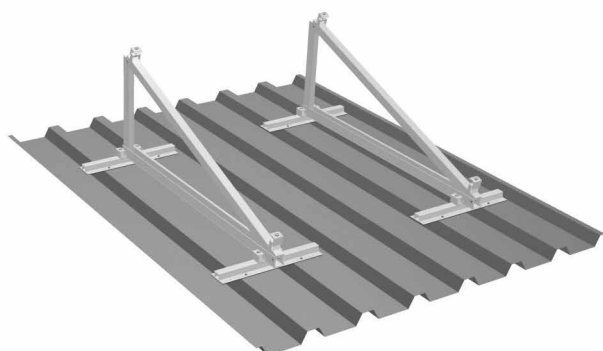
Los soportes del sistema deben disponerse en un rango de 50 mm en los extremos del perfil superior Delta.



Tenga en cuenta las juntas de dilatación al montar los rieles de base y los soportes del sistema.

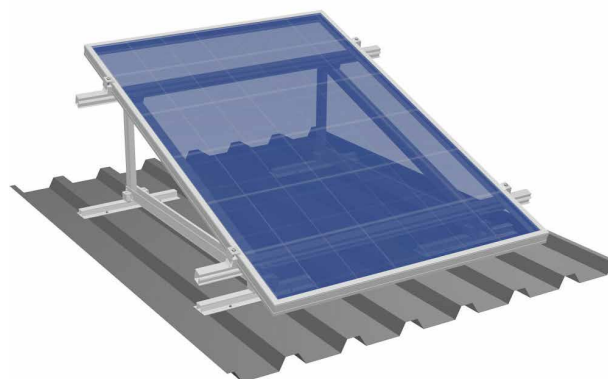
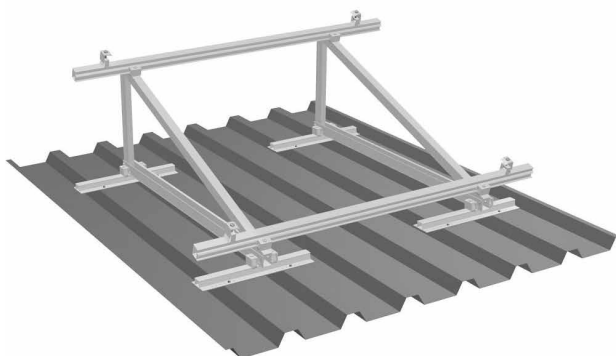
Representación del montaje con chapa trapezoidal:

Módulos montados transversalmente; triángulo Delta fijado a los rieles de chapa trapezoidal.



Representación del montaje con chapa trapezoidal:

Módulos montados verticalmente; triángulo Delta fijado a los rieles de chapa trapezoidal.



5.8 Montaje usando lastres

Si no es posible o no se quiere hacer perforaciones en el tejado, existe la posibilidad de usar lastres, que se fijan a los triángulos Delta.

El montaje con lastres puede llevarse a cabo en tejadas laminados y asfálticos, así como en tejados de hormigón y con capa de grava.

En los tejados de hormigón también pueden montarse los triángulos directamente en el perfil de hormigón; para ello, se requiere que el hormigón tenga un grosor suficiente y una autorización para hacer la obra. Este montaje se lleva a cabo de la misma manera que el montaje con lastres.

Esta variante de montaje implica que el tejado tendrá que soportar un peso adicional. Antes de realizar el montaje deberá verificarse si la instalación es admisible en cuanto a la capacidad de carga y la resistencia a la presión del aislamiento. Deberá asegurarse de que los lastres no dañen la cubierta del tejado (p. ej., usando una lámina de protección adecuada). Los lastres y la lámina de protección no forman parte del volumen de suministro de S:FLEX.



Antes de colocar el lastre deberá comprobarse la capacidad de carga del tejado.

Las distancias entre los triángulos y la cantidad de puntos de fijación necesarios se determinan a partir de los datos indicados en el informe del proyecto. Tenga en cuenta los datos relativos a los lastres de cada triángulo.

Los triángulos Delta pueden montarse directamente sobre los lastres. para ello, se fijan escuadras al lateral del riel de suelo. Estas escuadras se fijan a los lastres usando anclajes de pernos.

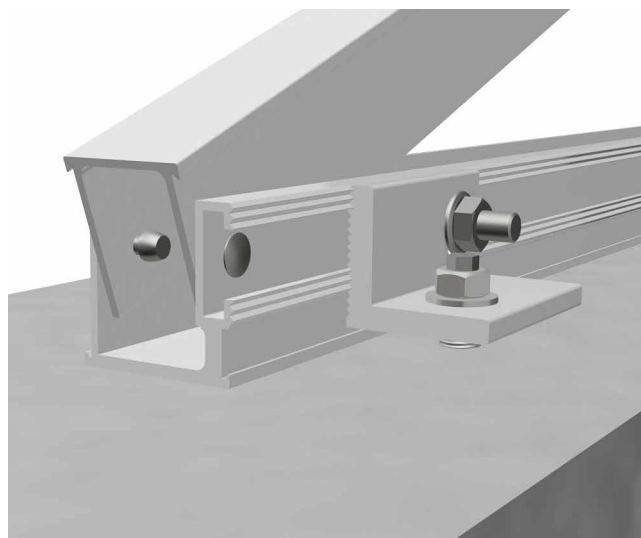
Montaje del anclaje de pernos: Haga un orificio en el lastre, limpie el polvo, clave los pernos, coloque el componente, coloque la arandela y apriete la tuerca con firmeza.

Profundidad del taladrado: 80mm

Diámetro del agujero de perforación: 10 mm

Cada uno de los triángulos Delta debe fijarse a al menos dos escuadras con anclajes de pernos. En función de los datos indicados en el informe del proyecto, es posible que se requieran más puntos de fijación por triángulo.

Las escuadras exteriores deben montarse atendiendo a un rango de 0 a 200 mm en el extremo del riel de suelo del triángulo Delta.



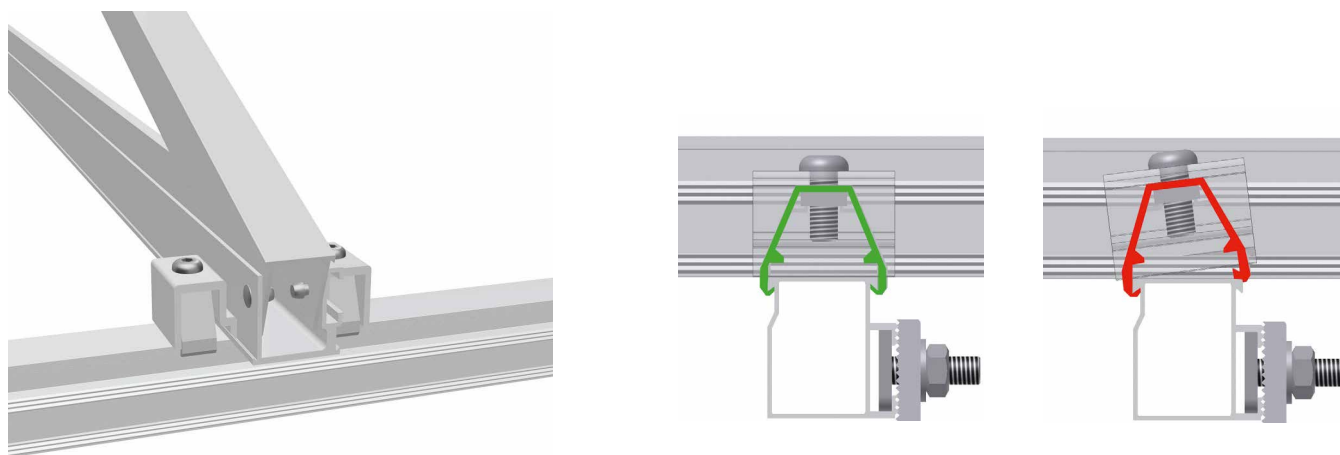
Los triángulos Delta también pueden montarse sobre un riel de base; al hacerlo, los lastres se conectan con un riel de base (soporte del sistema). Para ello, se fijan escuadras al lateral del riel de base. Estas escuadras se fijan a los lastres usando anclajes de pernos.

Los triángulos se fijan a cada punto de fijación con dos conectores de riel en cruz;

asimismo, cada uno de los triángulos debe fijarse a al menos dos rieles de base. En función de los datos indicados en el informe del proyecto, es posible que se requieran más rieles de base.

Los rieles de base deben montarse atendiendo a un rango de 0 a 200 mm en el extremo del riel de suelo del triángulo Delta.

Al montar el riel de base debe instalarse una junta de dilatación tras un máximo de 12 m. Sobre la junta de dilatación no deben montarse módulos ni soportes de sistema.



En el caso del montaje transversal, los módulos se montan directamente sobre 2 triángulos.

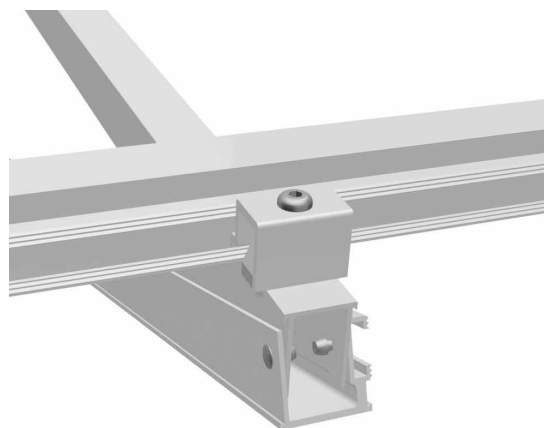
La distancia que media entre los triángulos se determina a partir de las especificaciones de montaje de los módulos fotovoltaicos (¡tenga en cuenta los rangos de sujeción especificados!).

Para el montaje vertical se montan dos filas de soportes del sistema dispuestas horizontalmente con respecto a los triángulos Delta.

Al hacerlo, los soportes del sistema deben conectarse con cada uno de los triángulos. La conexión se lleva a cabo con un conector de riel en cruz por punto de fijación. El conector de riel en cruz siempre deberá montarse debajo de los soportes del sistema.

Al montar los soportes del sistema debe instalarse una junta de dilatación tras un máximo de 12 m. Sobre la junta de dilatación no deben montarse módulos.

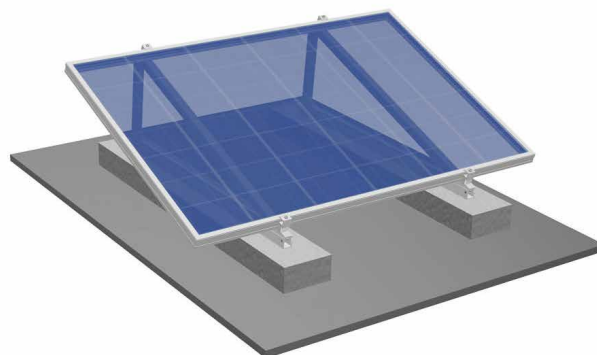
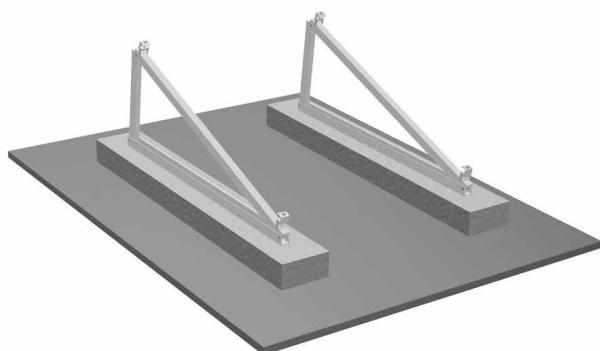
Los soportes del sistema deben disponerse en un rango de 50 mm en los extremos del perfil superior Delta.



Tenga en cuenta las juntas de dilatación al montar los rieles de base y los soportes del sistema.

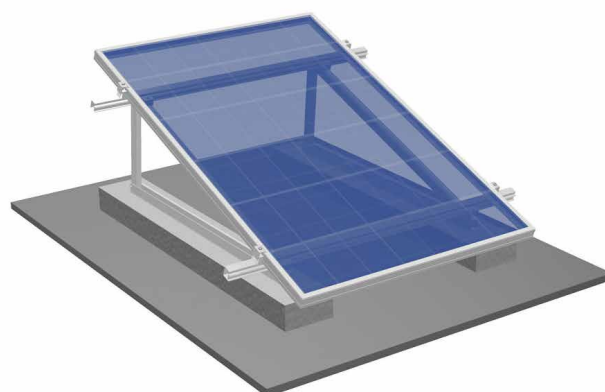
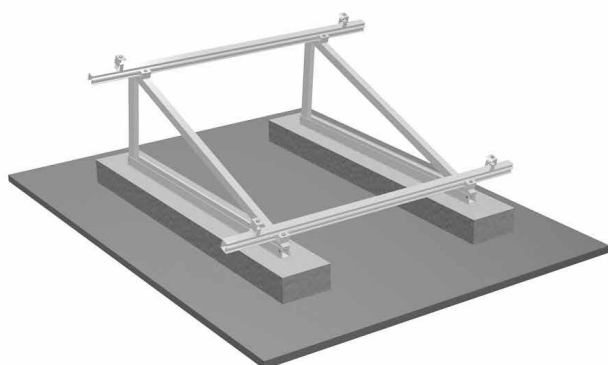
Representación del montaje usando lastres:

Módulos montados transversalmente; triángulo Delta montado directamente sobre el lastre.



Representación del montaje usando lastres:

Módulos montados verticalmente; triángulo Delta montado directamente sobre el lastre.

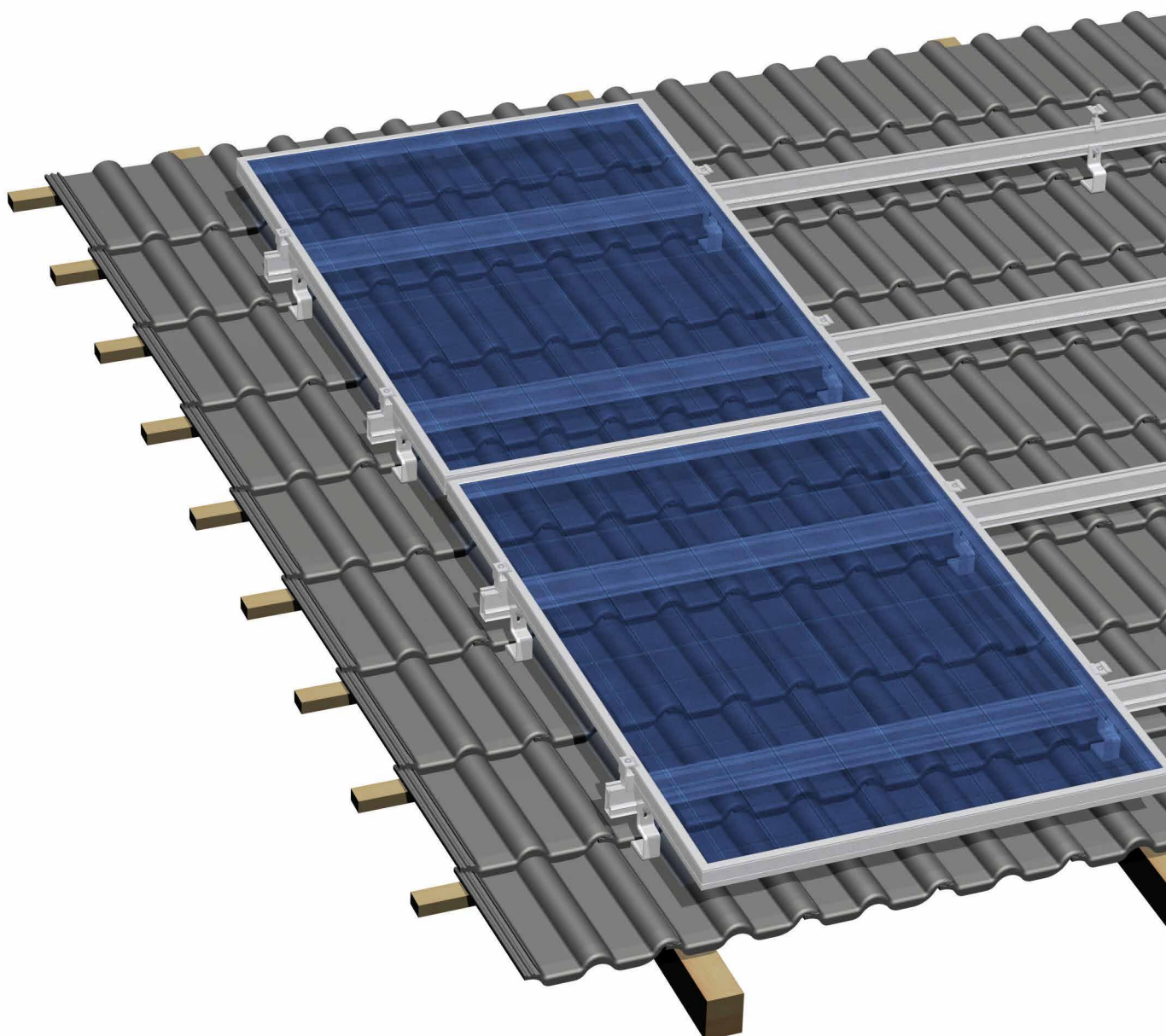


Con ello queda completada la descripción del montaje de la subestructura.

En el apartado 6 encontrará la representación del montaje posterior del módulo.

6 MONTAJE DEL MÓDULO

Montaje vertical y transversal



6.1 Indicaciones generales sobre el montaje de módulos



Antes de montar el módulo fotovoltaico, deberá leerse el manual de montaje del fabricante del módulo. Asimismo, deberán respetarse las instrucciones del manual de montaje del fabricante del módulo, en particular en lo que respecta a las superficies y rangos de sujeción. La empresa S:FLEX GmbH no asume responsabilidad alguna por los daños que se produzcan en los módulos ni las consecuencias que de ello se deriven cuando dichos daños se hayan producido por la inobservancia del manual de montaje del fabricante del módulo.

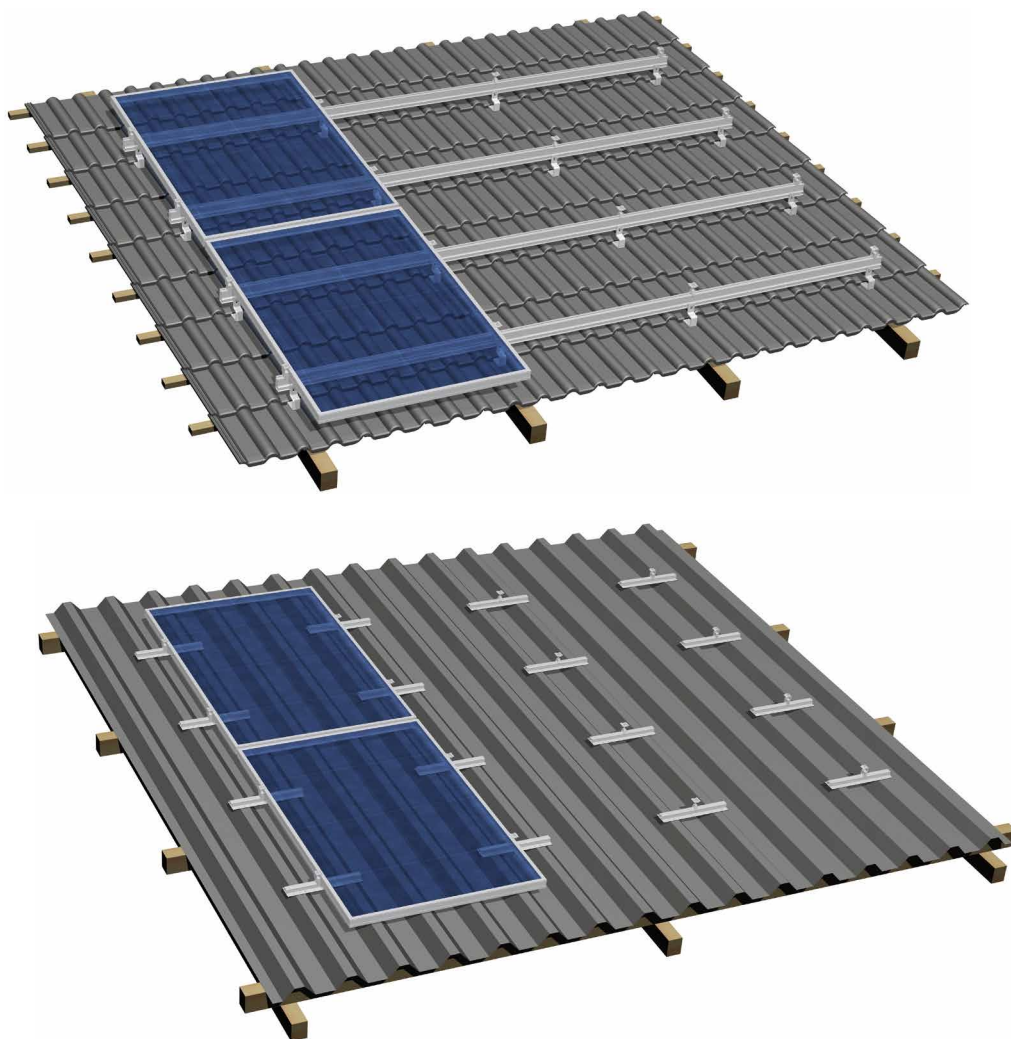
6.2 Montaje vertical con módulos fotovoltaicos provistos de marco

En las siguientes páginas se mostrará el montaje vertical de los módulos fotovoltaicos. El montaje vertical es útil para el montaje de los soportes del sistema y el montaje con rieles de chapa trapezoidal.

Opciones de montaje con soportes de sistema:

Montaje en tejado inclinado sobre rieles simples; montaje con pernos de sustentación sobre rieles simples o en cruz; montaje con triángulos Delta

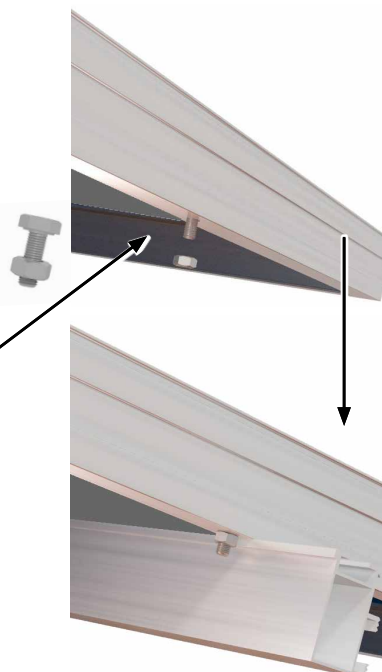
Representación de ejemplo del montaje sobre tejados inclinados con soportes de sistema:





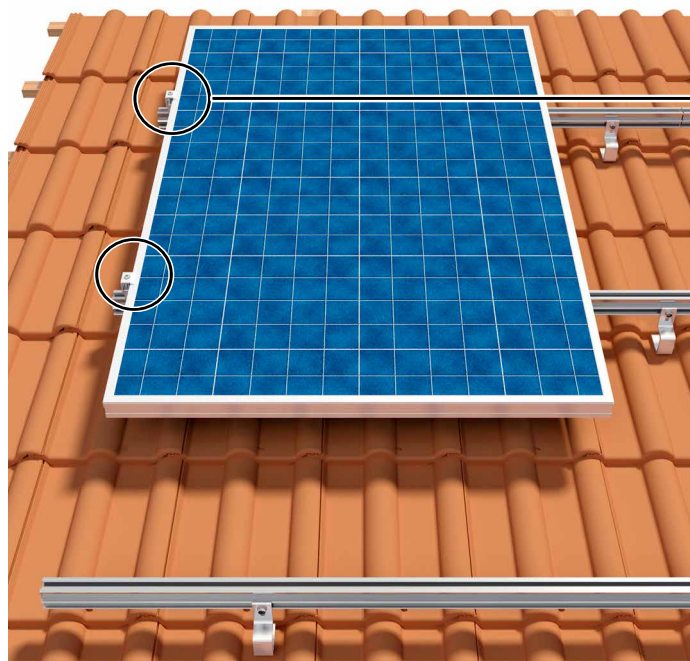
Por norma general, antes de montar los módulos de la fila de módulos más baja, estos se deberán equipar con el set de protección antideslizante; lo mismo se aplica a los módulos bajo los cuales no colinda directamente ningún otro módulo (módulos ubicados por encima de objetos obstaculizantes como, por ejemplo, ventanas, chimeneas, etc.).

Para ello, fije 2 tornillos M6 x 20 (con el vástago mirando hacia abajo) usando tuercas M6 en 2 de los orificios del marco (8 mm) del módulo, de manera que los tornillos queden a cierta altura y se encuentren por encima de al menos el perfil horizontal de un soporte del sistema una vez estén montados. Si el orificio de fijación inferior tiene un diámetro de más de 8 mm, deberá usarse un tornillo más grande (8 mm).



Coloque el módulo sobre los soportes del sistema. Monte el soporte final; para ello, encaje el soporte final sobre el soporte del sistema e insértelo en el módulo. Deberá asegurarse que el soporte final quede encajado a ambos lados del soporte del sistema. Ahora, ajuste el soporte final a la altura del módulo y apriete el tornillo (par de apriete de 8–10 Nm). Asegúrese de que el soporte final sujete el marco del módulo con la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo.

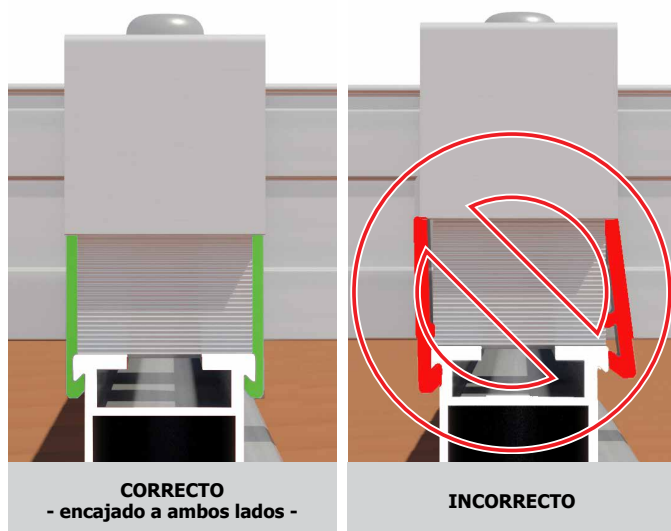
La distancia entre el marco del módulo y el extremo del riel debe ser de al menos 40 mm.



Ejerza presión para encajar el soporte final; empuje y apriete

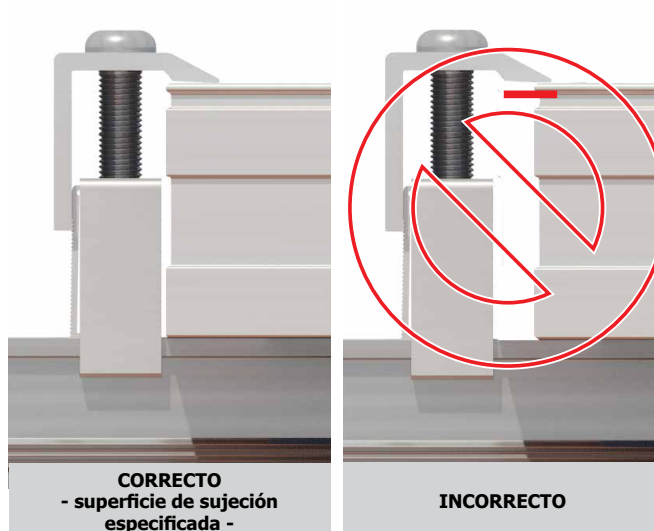


Monte los soportes finales



CORRECTO
- encajado a ambos lados -

INCORRECTO



CORRECTO
- superficie de sujeción especificada -

INCORRECTO



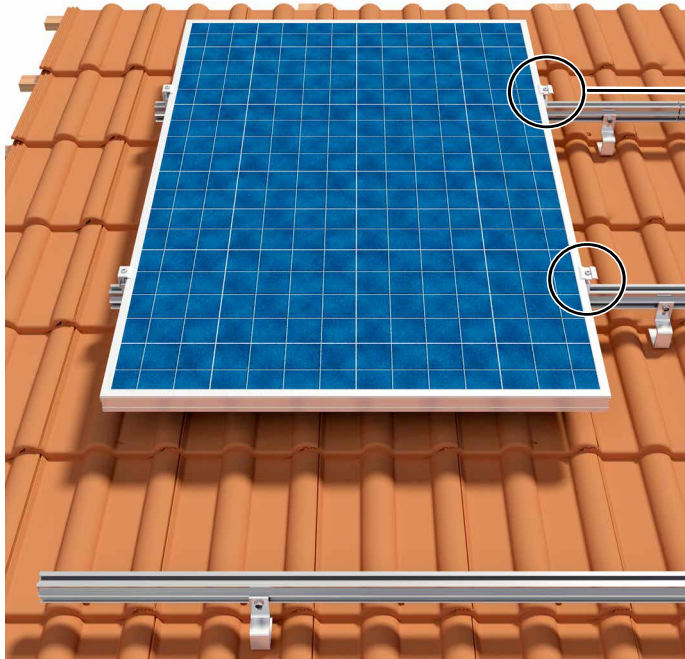
Revise si el soporte final ha encajado bien.



Revise la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo; siga las indicaciones el punto 1.4 (cumplimiento de las especificaciones el fabricante del módulo).

Ahora, monte el soporte del módulo. La chapa de conexión a tierra debe montarse (en caso necesario) antes de montar el soporte del módulo; para ello, la chapa de conexión a tierra se inserta lateralmente en el soporte del módulo entre la «pinza» y la «parte superior» (véase el apartado 1.4). A continuación, encaje el soporte del módulo sobre el soporte del sistema e insértelo en el módulo. Deberá asegurarse que el soporte del módulo quede encajado a ambos lados del soporte del sistema.

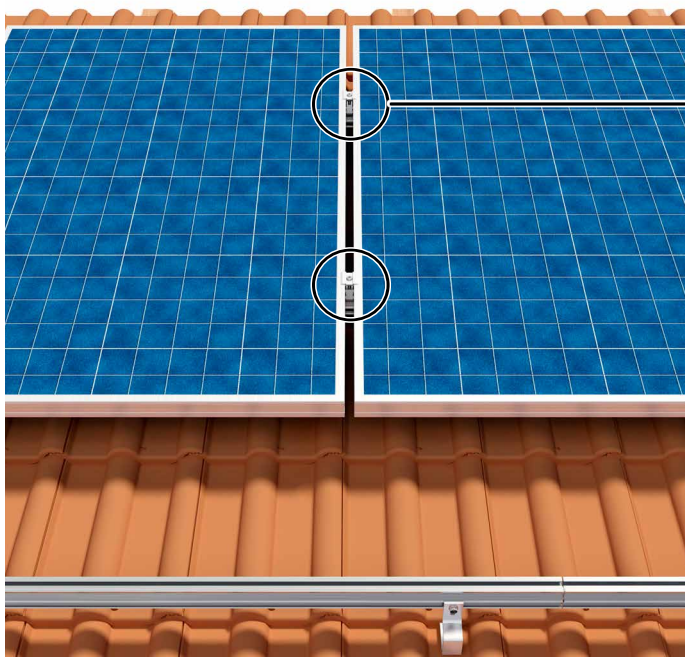
Asegúrese de que el soporte del módulo sujete los dos marcos del módulo con la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo. Si usa la chapa de conexión a tierra, el módulo deberá colocarse entre la chapa y la «parte superior» del soporte del módulo; al hacerlo, la parte inferior del marco del módulo apretará la chapa de conexión a tierra contra el soporte del sistema.



Ejerza presión para encajar el soporte del módulo y empujelo

Orienta la fila superior del módulo con ayuda una guía o un instrumento de nivelación.

A continuación, desplace el próximo módulo por debajo del soporte del módulo; adapte el soporte del módulo a la altura del marco del mismo y apriete el tornillo con firmeza (par de apriete 8–10 Nm).

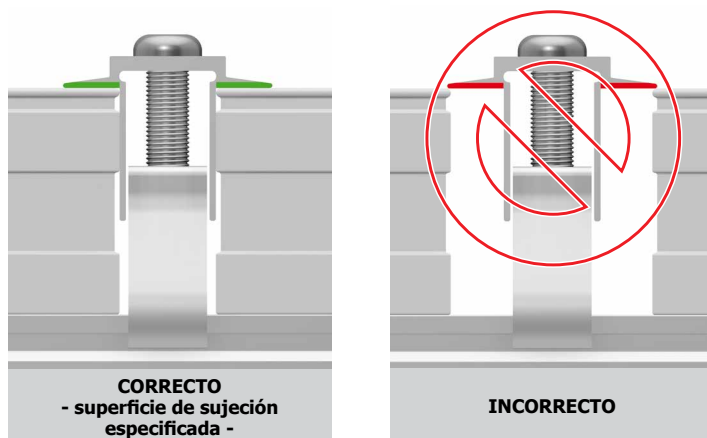


Desplace el módulo por debajo y apriete con firmeza el soporte del módulo

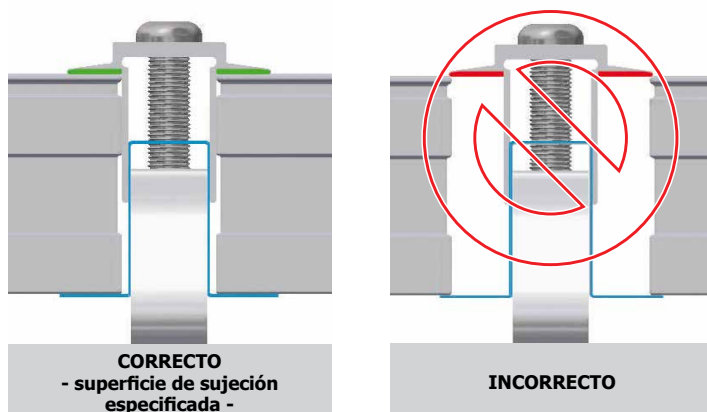


Monte los soportes del módulo.

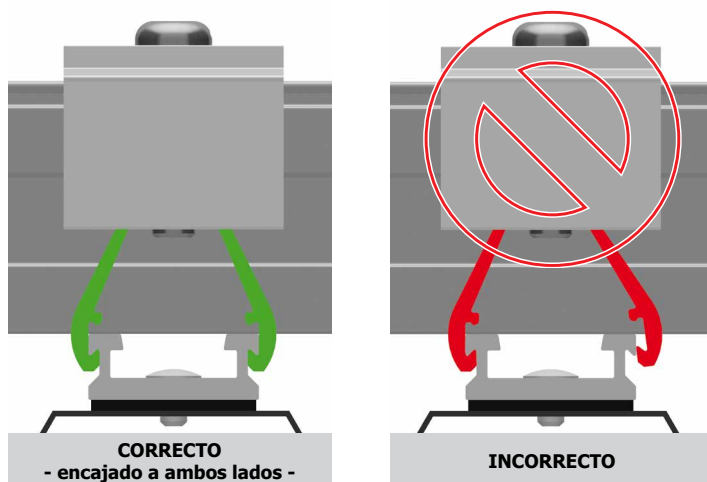
Asegúrese de que el soporte del módulo sujete los dos marcos del módulo con la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo.



Montaje con chapa de conexión a tierra:



Revise la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo; siga las indicaciones el punto 1.4 (cumplimiento de las especificaciones el fabricante del módulo).

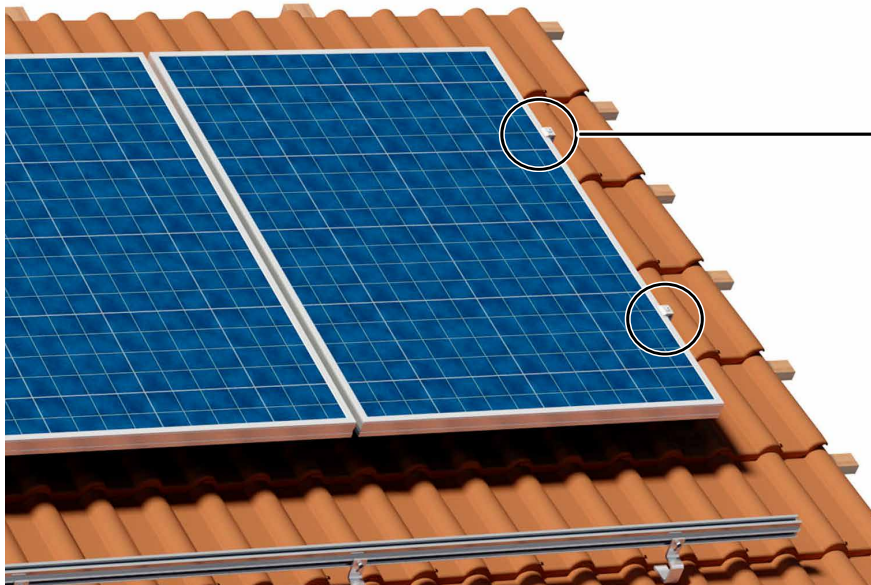


Revise si el soporte del módulo ha encajado bien.

En el último módulo de la fila (en caso necesario, con juntas de dilatación) deberán volverse a montar los soportes finales; para ello, encaje el soporte final sobre el soporte del sistema e insértelo en el módulo. Deberá asegurarse que el soporte final quede encajado a ambos lados del soporte del sistema. Ahora, ajuste el soporte final a la altura del módulo y apriete el tornillo (par de apriete de 8–10 Nm).

Asegúrese de que el soporte final sujete el marco del módulo con la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo.

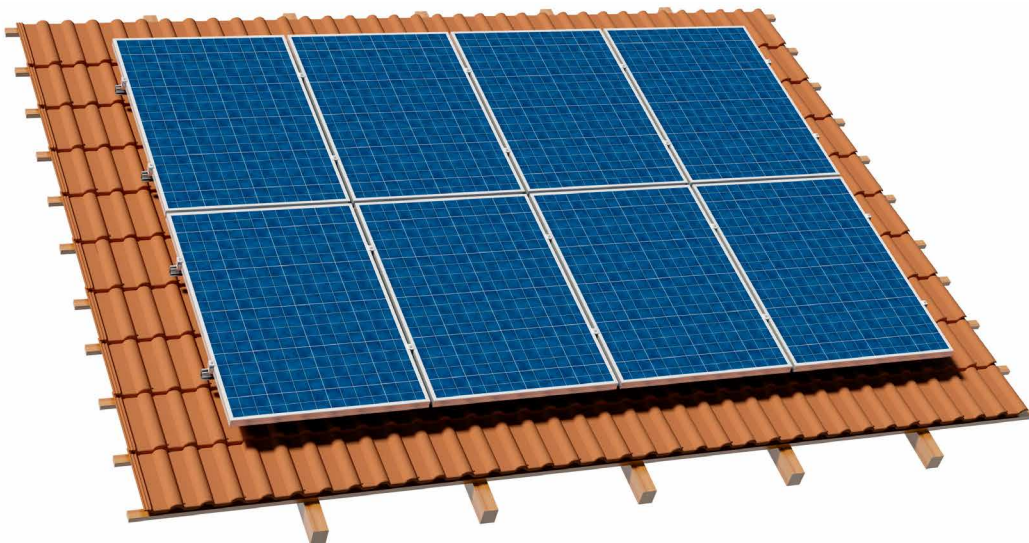
Acorte los rieles que sobresalgan por arriba de manera que queden paralelos al marco del módulo. La distancia entre el marco del módulo y el extremo del riel debe ser de al menos 40 mm.



Monte los soportes finales en el último módulo.



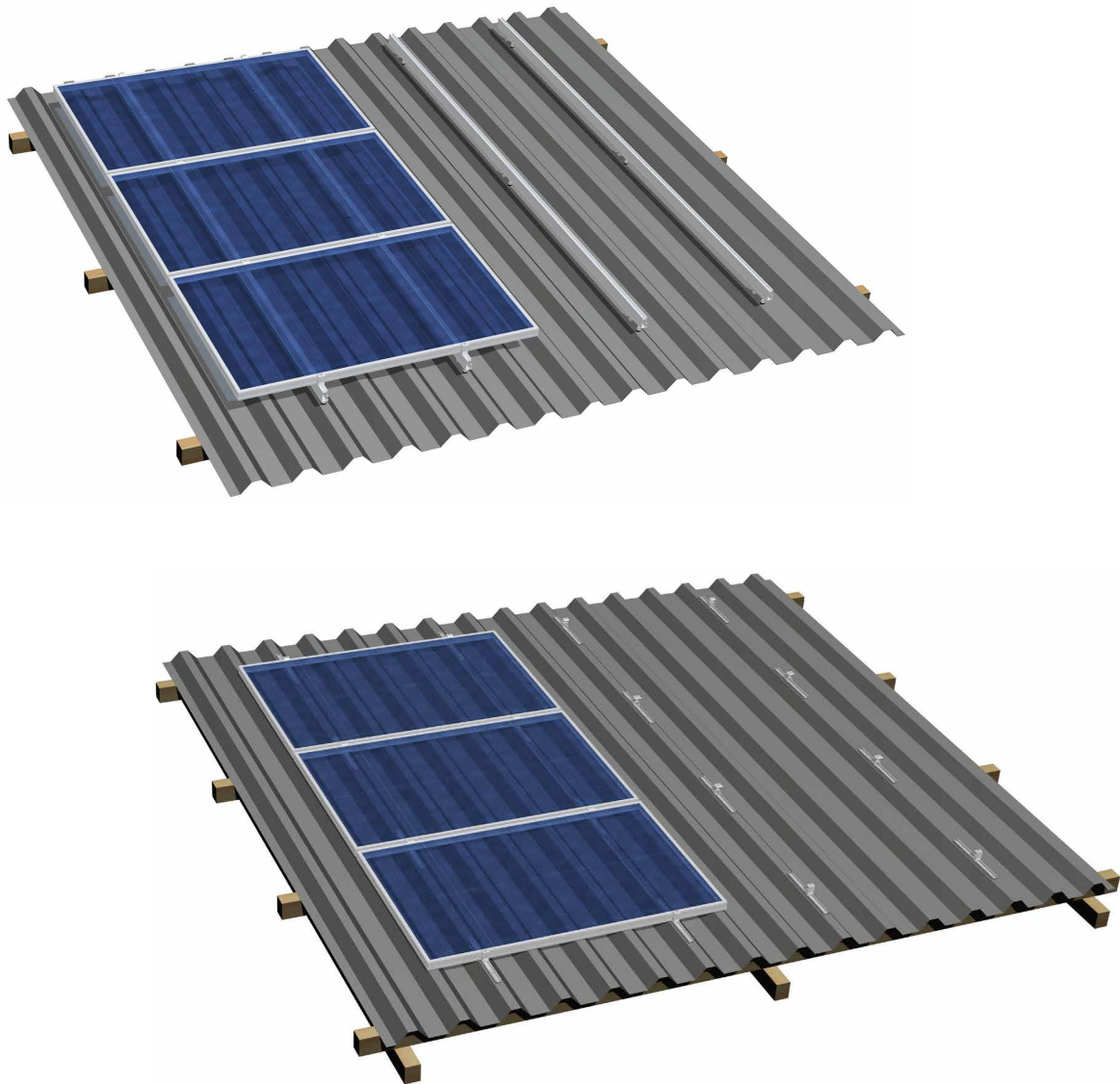
Proceda con las siguientes filas como se ha descrito anteriormente.



6.3 Montaje transversal con módulos fotovoltaicos provistos de marco

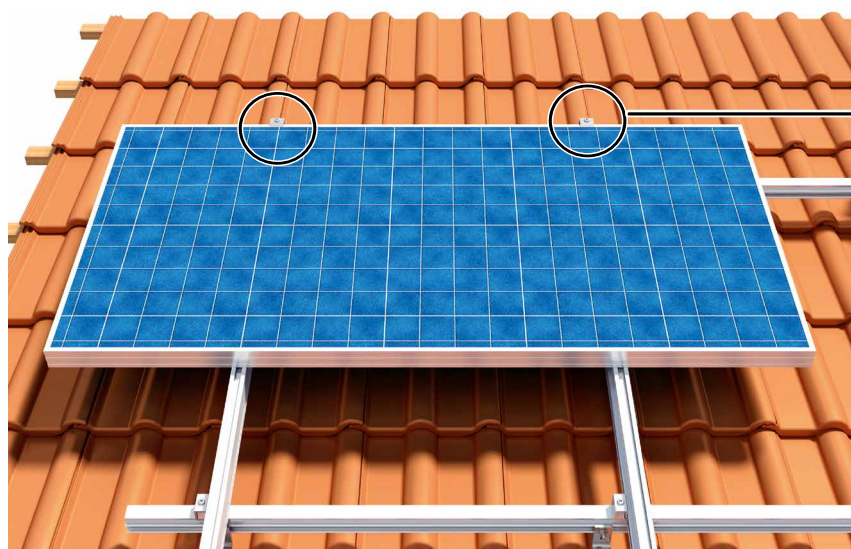
En las siguientes páginas se mostrará el montaje transversal de los módulos fotovoltaicos. El montaje transversal es útil para el montaje sobre rieles en cruz con soportes de sistema, el montaje con chapa trapezoidal y soportes del sistema ST-AK 1/12, así como para el montaje directo sobre triángulos Delta.

Representación de ejemplo del montaje sobre tejados inclinados con soportes de sistema:



Coloque el módulo sobre los soportes del sistema. Monte el soporte final; para ello, encaje el soporte final sobre el soporte del sistema e insértelo en el módulo. Deberá asegurarse que el soporte final quede encajado a ambos lados del soporte del sistema. Ahora, ajuste el soporte final a la altura del módulo y apriete el tornillo (par de apriete de 8–10 Nm). Asegúrese de que el soporte final sujete el marco del módulo con la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo.

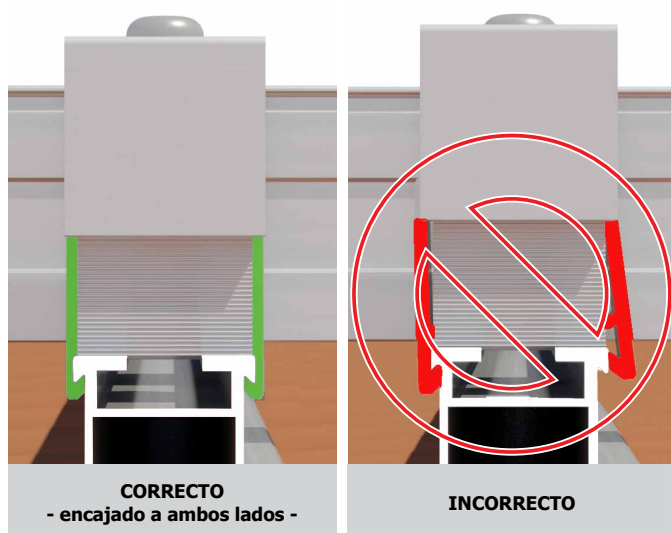
La distancia entre el marco del módulo y el extremo del riel debe ser de al menos 40 mm.



Ejerza presión para encajar el soporte final; empuje y apriete

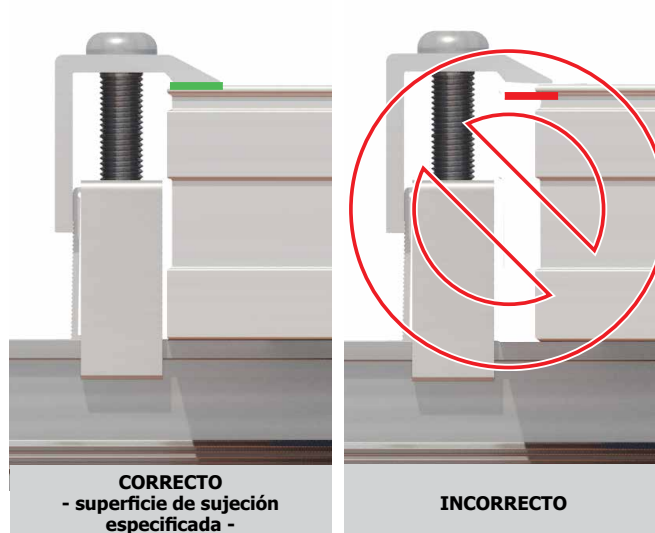


Monte los soportes finales.



CORRECTO
- encajado a ambos lados -

INCORRECTO



CORRECTO
- superficie de sujeción especificada -

INCORRECTO



Revise si el soporte final ha encajado bien.



Revise la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo; siga las indicaciones el punto 1.4 (cumplimiento de las especificaciones el fabricante del módulo).

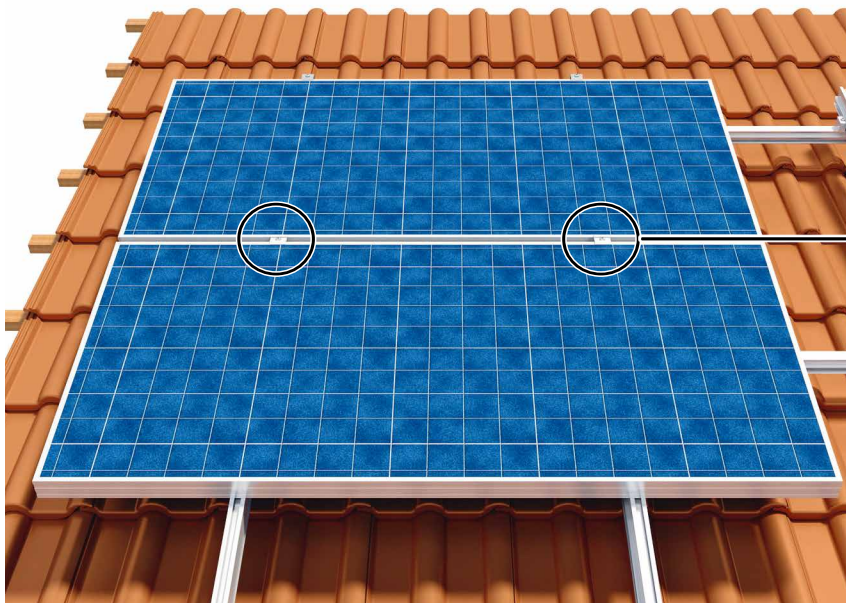
Ahora, monte el soporte del módulo. La chapa de conexión a tierra debe montarse (en caso necesario) antes de montar el soporte del módulo; para ello, la chapa de conexión a tierra se inserta lateralmente en el soporte del módulo entre la «pinza» y la «parte superior» (véase el apartado 1.4). A continuación, encaje el soporte del módulo sobre el soporte del sistema e insértelo en el módulo. Deberá asegurarse que el soporte del módulo quede encajado a ambos lados del soporte del sistema.

Asegúrese de que el soporte del módulo sujete los dos marcos del módulo con la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo.



Ejerza presión para encajar el soporte del módulo y empujelo

A continuación, desplace el próximo módulo por debajo del soporte del módulo; adapte el soporte del módulo a la altura del marco del mismo y apriete el tornillo con firmeza (par de apriete 8–10 Nm).



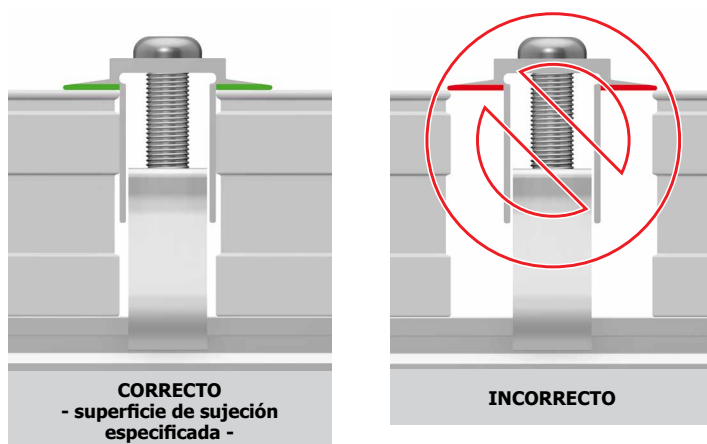
Desplace el módulo por debajo y apriete con firmeza el soporte del módulo



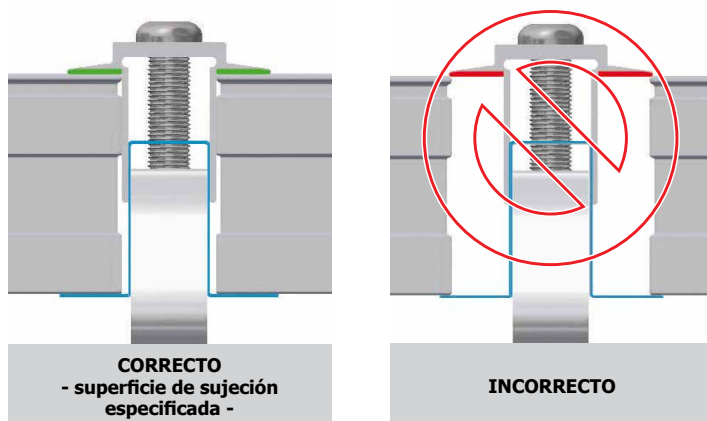
Monte los soportes del módulo.



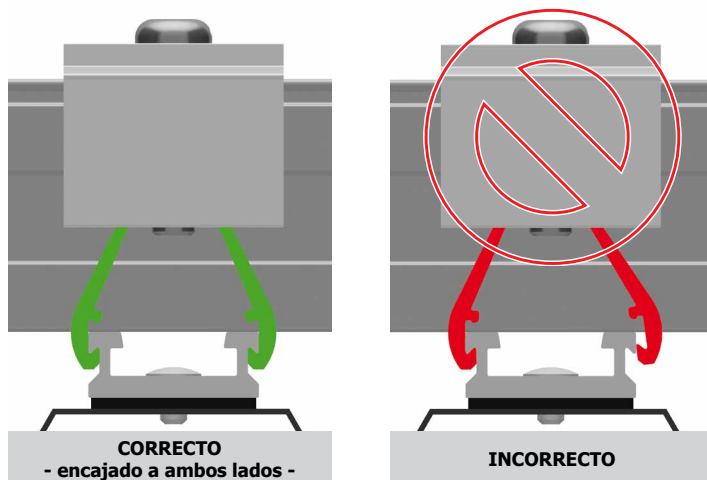
Asegúrese de que el soporte del módulo sujete los dos marcos del módulo con la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo.



Montaje con chapa de conexión a tierra:



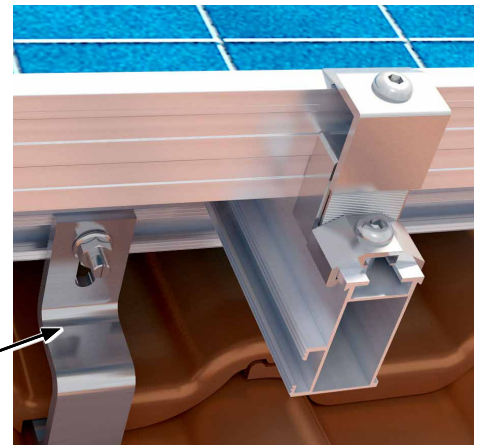
Revise la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo; siga las indicaciones el punto 1.4 (cumplimiento de las especificaciones el fabricante del módulo).



Revise si el soporte del módulo ha encajado bien.

En el último módulo de la fila (en caso necesario, con juntas de dilatación) deberán volverse a montar los soportes finales y los clips de bloqueo (como protección antideslizante); para ello, encaje el soporte final sobre el soporte del sistema e insértelo en el módulo. Deberá asegurarse que el soporte final quede encajado a ambos lados del soporte del sistema. Ahora, ajuste el soporte final a la altura del módulo y apriete el tornillo (par de apriete de 8–10 Nm).

Asegúrese de que el soporte final sujete el marco del módulo con la superficie de sujeción especificada por el fabricante del módulo. Inserte el clip de bloqueo desde abajo en los soportes del sistema hasta que alcancen el soporte final y, a continuación, fije este último (par de apriete de 8–10 Nm). La distancia entre el marco del módulo y el extremo del riel debe ser de al menos 60 mm.



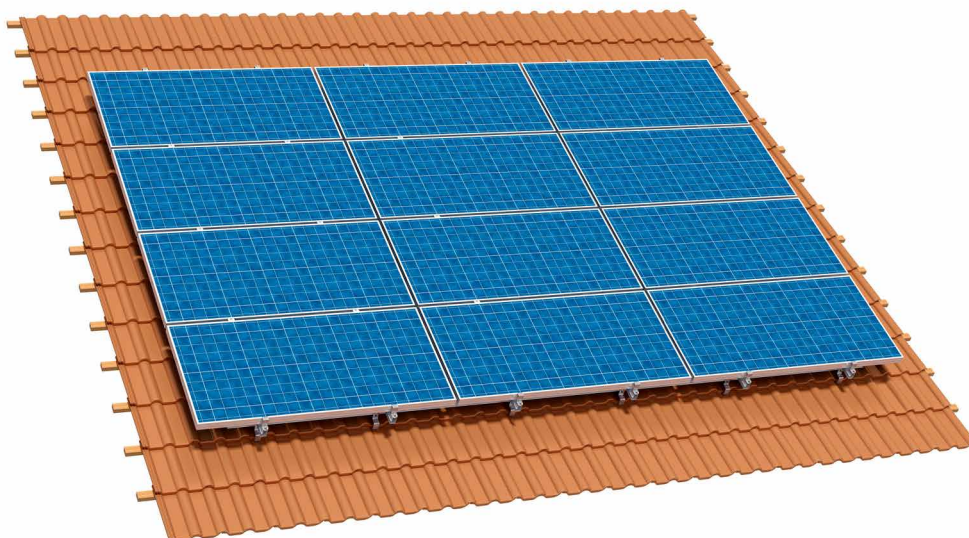
Monte los soportes finales y el clip de bloqueo



Monte los soportes finales y el clip de bloqueo en el último módulo.



Proceda con las siguientes filas como se ha descrito anteriormente. Deberá asegurarse que todos los soportes finales estén fijados siguiendo una línea horizontal. Oriente la fila superior del módulo con ayuda una guía o un instrumento de nivelación.



7 DESMONTAJE Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

7.1 Desmontaje

El desmontaje del sistema de montaje S:FLEX solo puede llevarse a cabo por personal técnico instruido para tal fin. Deberán respetarse las mismas indicaciones de seguridad, normas y directrices que las del montaje.

Básicamente, el desmontaje se realiza siguiendo en sentido inverso el orden de los pasos descritos para el montaje.



Antes de realizar el desmontaje, los módulos fotovoltaicos deberán desconectarse de la red eléctrica. Deben desconectarse todos los cables eléctricos (cableados directos y conexiones enchufables) de los módulos fotovoltaicos y retirarlos del sistema de soporte.



Un desmontaje inadecuado puede provocar daños en los módulos.

Desmonte los módulos y guárdelos de una manera segura.

Desmonte el sistema de soporte y guarde todas las piezas de una manera segura.

Compruebe si existen daños en la superficie o la cubierta del tejado; los eventuales desperfectos deberán ser reparados por un profesional para evitar la entrada de agua y daños indirectos; asimismo, deberán sustituirse las tejas dañadas, aislar los agujeros de perforación de la chapa y tapar los orificios presentes en la cobertura exterior del tejado.



**Sustituya las tejas defectuosas.
Aísle los agujeros de perforación de la chapa.
Los eventuales orificios en la cobertura exterior del tejado deberán ser tapados por un profesional.**

7.2 Eliminación de residuos

El sistema de montaje S:FLEX está fabricado con componentes de aluminio, acero inoxidable y acero. Dichos componentes pueden reciclarse después del desmontaje.

Deseche el sistema de soporte únicamente a través de una empresa especializada en la eliminación de residuos; asimismo, respete las normas y reglamentos nacionales vigentes.

8 ACUERDO DE USO Y GARANTÍA

8.1 Acuerdo de uso del sistema de soporte de paneles fotovoltaicos

Le informamos de que el sistema de montaje se pone a la venta en el marco de un contrato de compraventa.

El montaje, trabajo o adquisición por parte de terceras personas no se lleva a cabo en el nombre de la empresa S:FLEX GmbH ni para ella.

Asimismo, deberá llevarse cabo por personal técnico cualificado para ello siguiendo estrictamente las especificaciones del manual de montaje.

El diseño y la planificación del sistema debe llevarse a cabo con el software de planificación de S:FLEX (Solar.Pro.Tool). La empresa S:FLEX GmbH no es responsable de la estática de la estructura del tejado en relación con un proyecto, la solicitud y documentación de la autorización del fabricante del tejado para colocar el correspondiente elemento de fijación sobre el correspondiente tejado (con arreglo a las prestaciones de garantía) ni tampoco de la ejecución correcta.

Los fallos o daños, así como una capacidad de funcionamiento limitada o defectuosa del sistema como consecuencia de un montaje defectuoso y/o que difiera del manual de montaje y/o del informe del proyecto (Solar.Pro.Tool) excluye la restitución de los defectos materiales por parte de S:FLEX GmbH. Si los trabajos se llevan a cabo de una manera incorrecta, quedarán extinguidos los derechos del comprador como consecuencia de un defecto material.

La garantía del sistema solo es válida si todos los componentes del sistema se adquieren a través de S:FLEX GmbH.

8.2 Garantía y exención de responsabilidad

Las indicaciones de dimensionamiento recogidas en este manual constituyen únicamente indicaciones basadas en la práctica. Las propiedades estáticas vinculantes del soporte de montaje pueden crearse con el software de planificación de S:FLEX (Solar.Pro.Tool).

Como empresa de instalación, usted es responsable de la correcta ejecución del montaje. La empresa S:FLEX GmbH no asume responsabilidad alguna por las indicaciones de dimensionamiento recogidas en las ofertas comerciales del sistema.

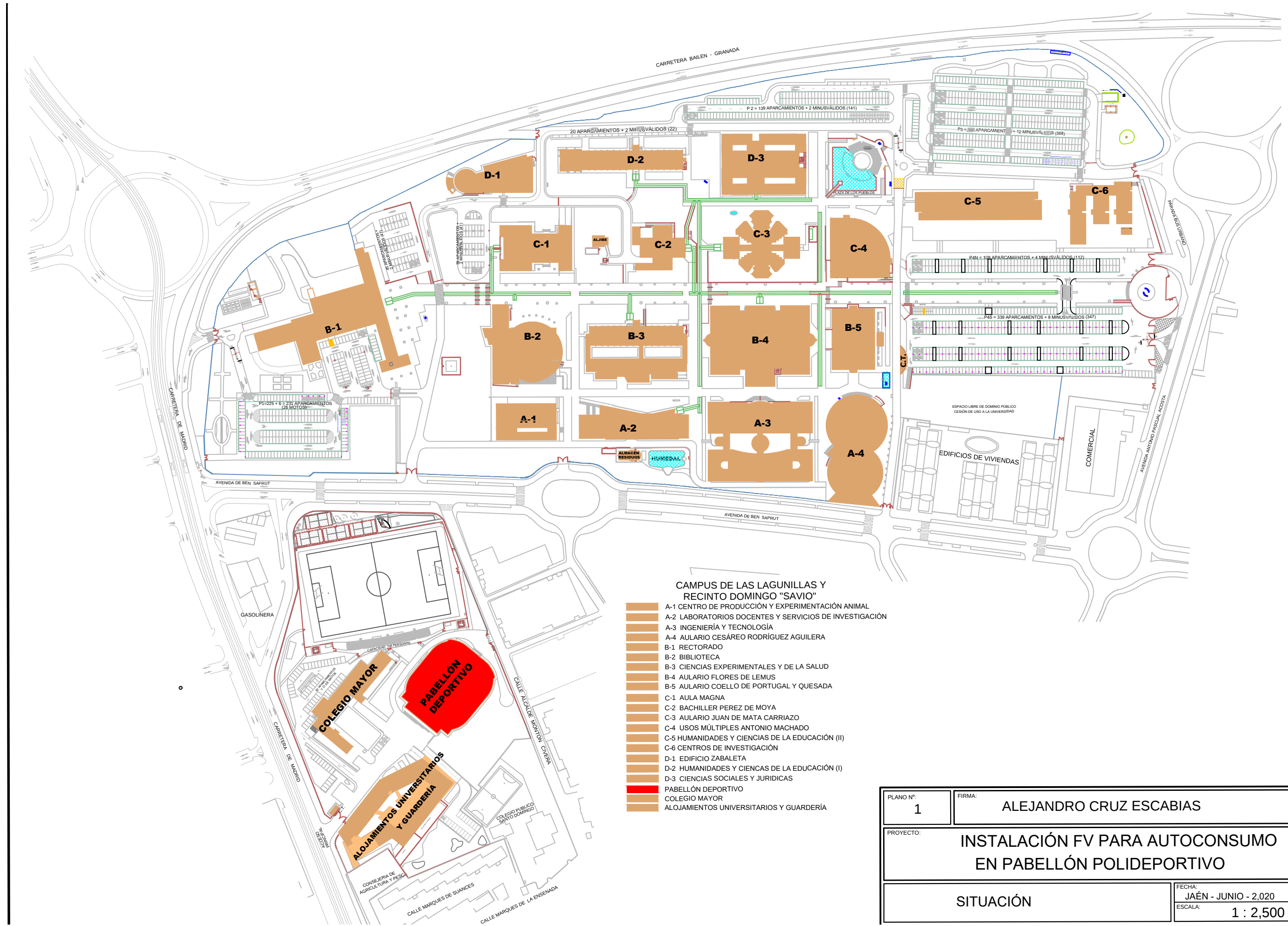
Como empresa de instalación, usted es responsable de la durabilidad mecánica de las interfaces montadas en el envoltorio del edificio; en particular, también de su estanqueidad. Para ello, los componentes de la empresa S:FLEX GmbH están diseñados teniendo en cuenta las cargas esperadas y conforme al estado actual de la técnica. Asimismo, usted debe indicar por escrito todas las condiciones técnicas generales en el formulario de registro del proyecto (datos sobre la estructura portante, zona de carga de nieve, alturas de edificios, cargas de viento, etc.) cuando solicite un producto o haga un pedido a la empresa S:FLEX GmbH.

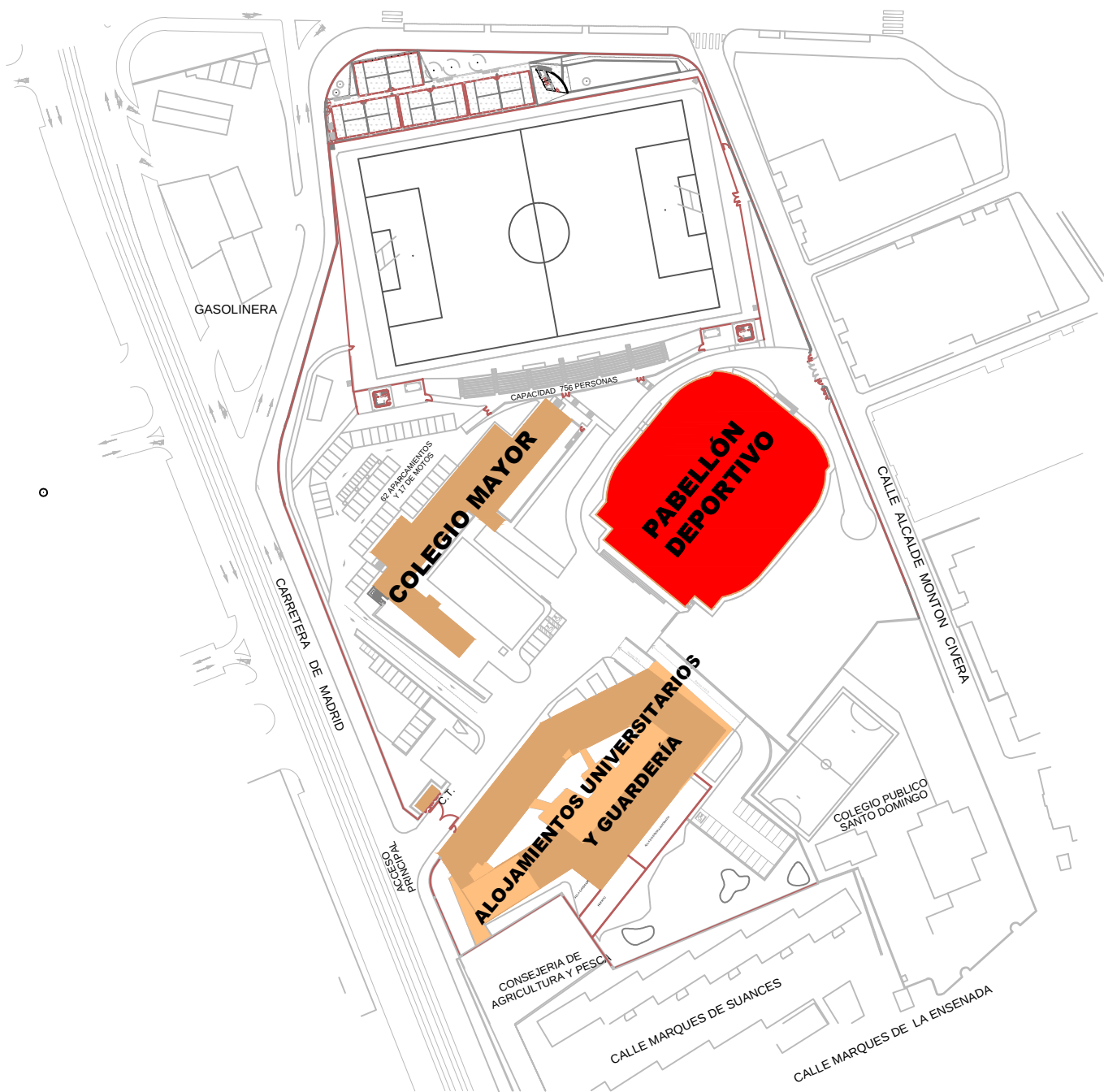
La empresa S:FLEX GmbH no asume responsabilidad alguna por una manipulación inadecuada de las piezas montadas. Según las circunstancias, si el uso va a ser próximo al mar, deberá consultarse directamente con S:FLEX GmbH debido al riesgo de corrosión.

En caso de manipulación adecuada y un dimensionamiento conforme a las condiciones estáticas generales, así como a las condiciones normales medioambientales y del entorno, la empresa S:FLEX GmbH garantizará al tomador de la garantía que los componentes metálicos del soporte no tengan fallos de material ni elaboración por un tiempo de 10 años a partir de la transmisión de riesgos; no obstante, se excluyen las piezas de desgaste. Si necesita información más detallada, consulte las condiciones de garantía, disponibles por separado. La garantía y la exención de responsabilidad son válidas en el marco de unas condiciones meteorológicas y medioambientales predominantes.

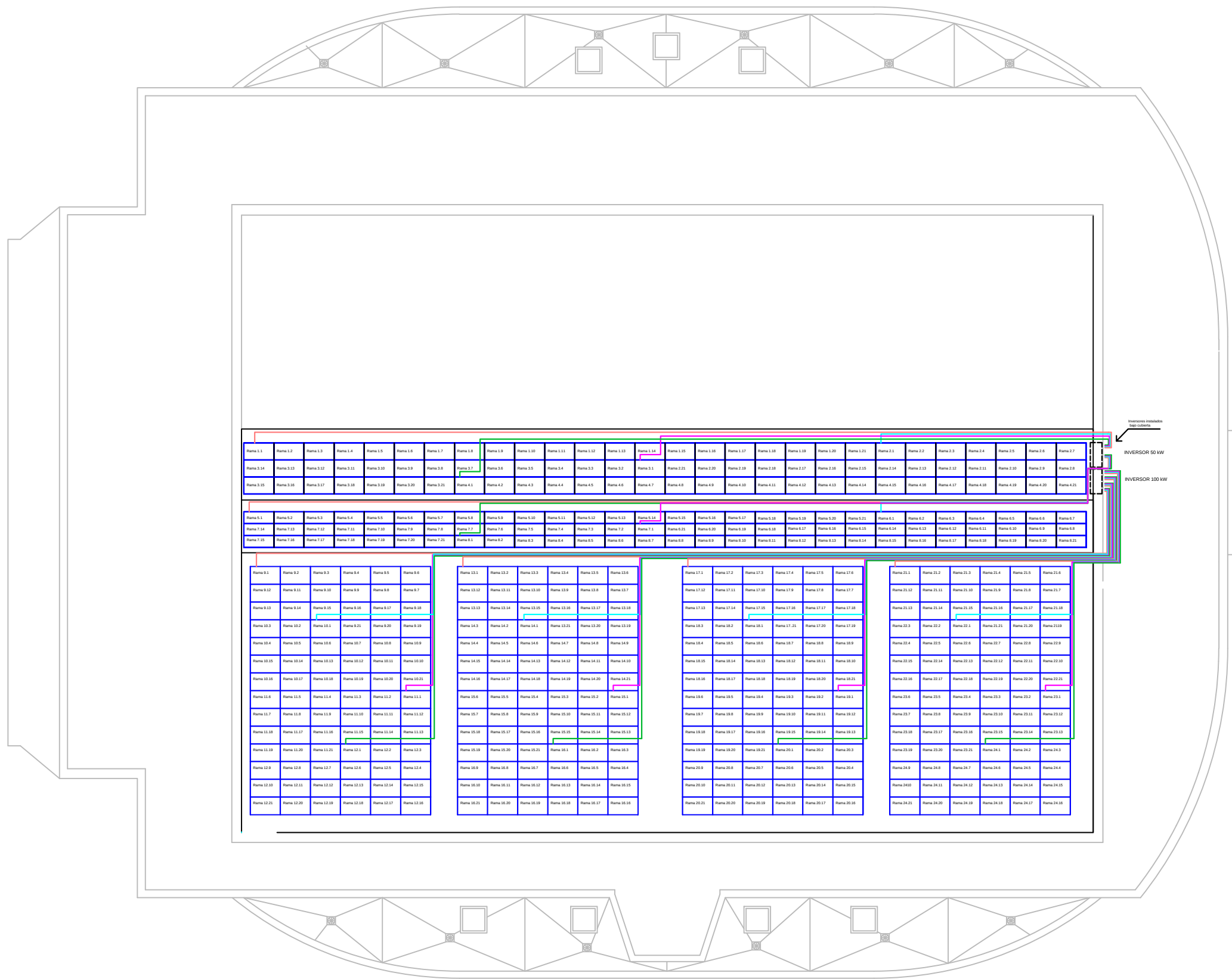
DOCUMENTO D

PLANOS

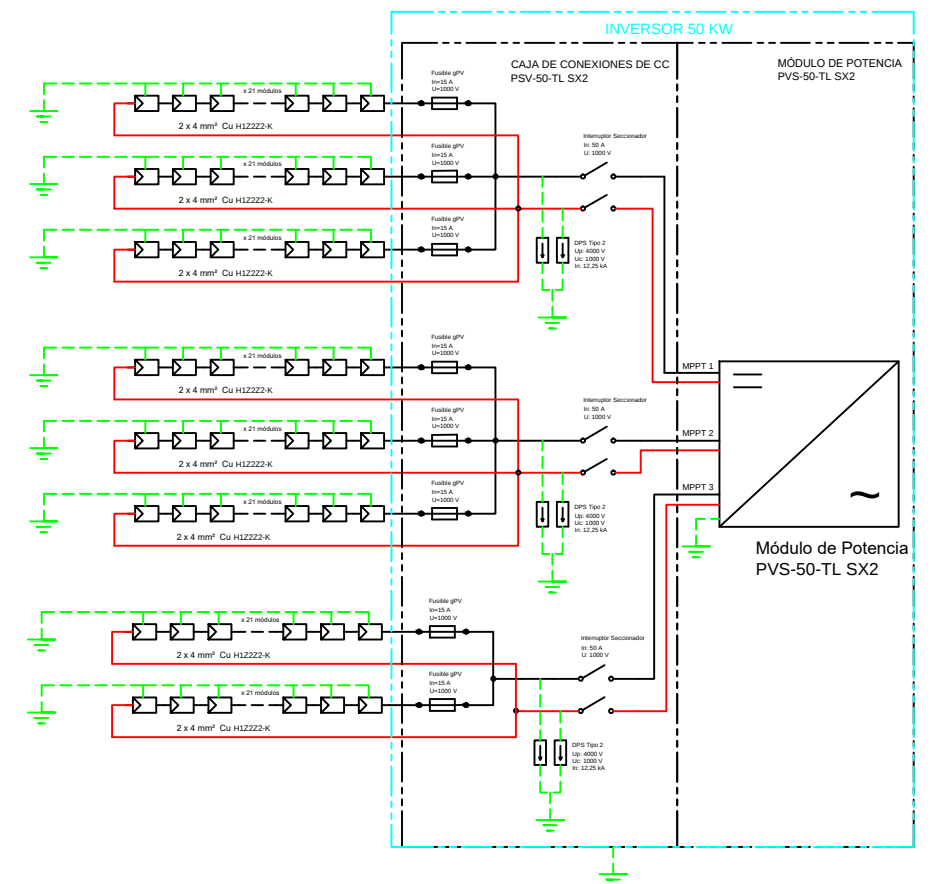
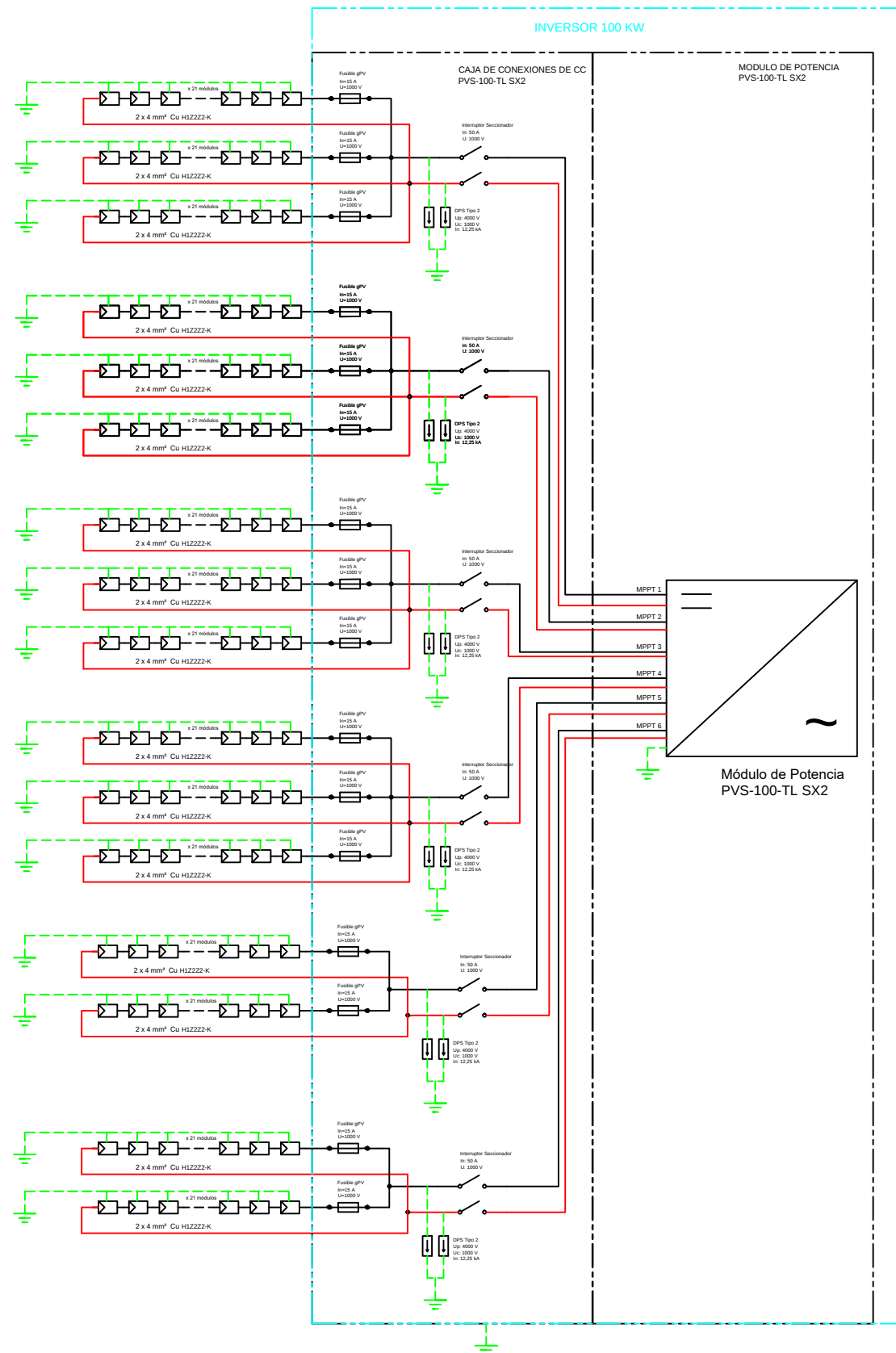




PLANO Nº: 2	FIRMA: ALEJANDRO CRUZ ESCABIAS
PROYECTO: INSTALACIÓN FV PARA AUTOCONSUMO EN PABELLÓN POLIDEPORTIVO	
EMPLAZAMIENTO	
FECHA: JAÉN - JUNIO - 2,020	
ESCALA: 1 : 1.000	



PLANO Nº:	3	FIRMA:	ALEJANDRO CRUZ ESCABIAS
PROYECTO: INSTALACIÓN FV PARA AUTOCONSUMO EN PABELLÓN POLIDEPORTIVO			
DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN FV		FECHA: JAÉN - JUNIO - 2.020	ESCALA: 1 : 250



PLANO Nº:

4

FIRMA:

ALEJANDRO CRUZ ESCABIAS

PROYECTO:

INSTALACIÓN FV PARA AUTOCONSUMO EN PABELLÓN POLIDEPORTIVO

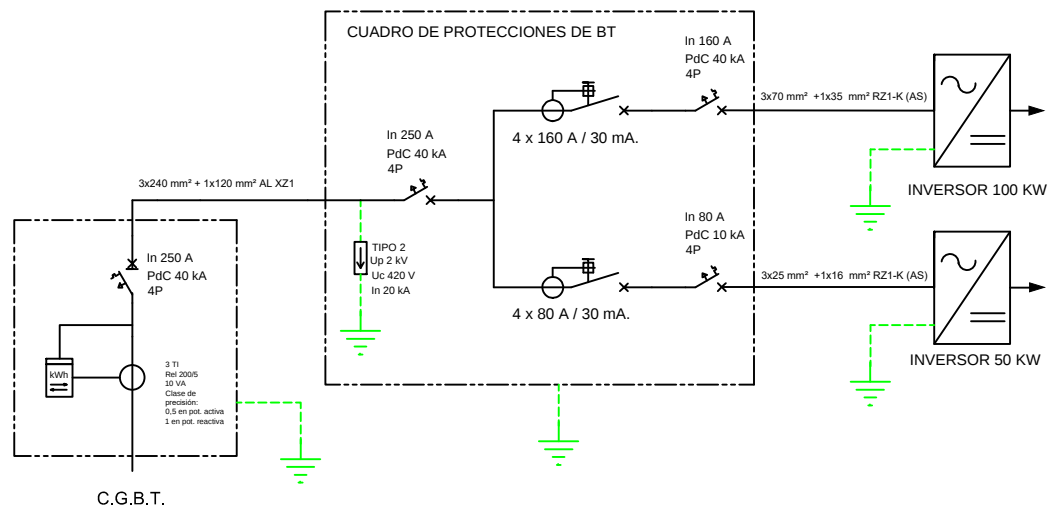
PLANO DE:

ESQUEMA UNIFILAR CORRIENTE CONTINUA

FECHA:

JAÉN - JUNIO - 2.020

REFORMADO:



PLANO Nº:

5

FIRMA:

ALEJANDRO CRUZ ESCABIAS

PROYECTO:

INSTALACIÓN FV PARA AUTOCONSUMO EN PABELLÓN POLIDEPORTIVO

PLANO DE:

ESQUEMA UNIFILAR CORRIENTE ALTERNA

FECHA:

JAÉN - JUNIO - 2.020

REFORMADO:

DOCUMENTO F

PLIEGO DE CONDICIONES

Contenido

1. PLIEGO CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	4
1.1. CONDICIONES GENERALES	4
1.2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.	4
1.2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.....	4
1.2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.....	11
1.2.3. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.	12
1.2.4. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCIÓN.....	12
1.2.5. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS	13
1.2.6. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.	15
1.2.7. NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS.	15
1.2.8. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES	16
1.3. CONDUCTORES.....	16
1.3.1. MATERIALES.....	16
1.3.2. DIMENSIONADO	17
1.3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	18
1.3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA	19
1.4. CAJAS DE EMPALME	19
1.5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.....	20
1.6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN	21
1.6.1. CUADROS ELÉCTRICOS.....	21
1.6.2. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	23
1.6.3. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.....	24
1.6.4. SECCIONADORES.....	26
1.6.5. EMBARRADOS.....	26
1.6.6. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.	26
1.7. PUESTAS A TIERRA.....	27
1.7.1. UNIONES A TIERRA.....	28
1.8. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.	30
1.9. CONTROL	31
1.10. SEGURIDAD.	32
1.11. LIMPIEZA.	33

1.12.	MANTENIMIENTO.....	33
1.13.	CRITERIOS DE MEDICIÓN.....	33
2.	PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	35
2.1.	OBJETO	35
2.2.	GENERALIDADES	35
2.3.	DEFINICIONES	36
2.4.	DISEÑO	39
2.4.1.	DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	39
2.5.	COMPONENTES Y MATERIALES	41
2.5.1.	GENERALIDADES	41
2.5.2.	SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS.....	41
2.5.3.	ESTRUCTURA SOPORTE.....	42
2.5.4.	INVERSORES.....	44
2.5.5.	CABLEADO.....	45
2.5.6.	PROTECCIONES.....	46
2.5.7.	PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	46
2.6.	RECEPCIÓN Y PRUEBAS	47
2.7.	CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA	48
2.8.	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO	50
2.8.1.	GENERALIDADES	50
2.8.2.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	50
2.8.3.	GARANTÍAS.....	51

1. PLIEGO CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

1.1. CONDICIONES GENERALES

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa.

1.2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

1.2.1. Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.

- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad
- Resistencia a la penetración de objetos eléctricos/aislante	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	2	Contra gotas de agua
- Resistencia a la penetración del agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	0	No declarada
- Resistencia a la tracción	1	No propagador
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	2	Ligera
- Resistencia al impacto	2	Ligera
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	3	Media
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal. precabl. ordinarias)
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
- Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos media y compuestos	2	Protección interior y exterior
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos exterior elevada y compuestos	2	Protección interior mediana y exterior
- Resistencia a la tracción	2	Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Tubos en canalizaciones enterradas

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
- Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
- Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
- Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
- Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos media y compuestos	2	Protección interior y exterior
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.

- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como, por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se

quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

1.2.2. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.

- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

1.2.3. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

1.2.4. Conductores aislados en el interior de la construcción.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

1.2.5. Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Grado</u>	
<u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u>	<u>$\leq 16 \text{ mm}$</u>	<u>$\geq 16 \text{ mm}$</u>
- Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
- Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	Aislante	Continuidad
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
- Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
- Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085. Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

1.2.6. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

1.2.7. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de

aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

1.2.8. Accesibilidad a las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

1.3. CONDUCTORES.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

1.3.1. Materiales.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre.

- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

1.3.2.Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la

sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC- BT- 44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

1.3.3. Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

1.3.4. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

<u>Tensión nominal instalación de aislamiento (MW)</u>	<u>Tension ensayo corriente continua (V)</u>	<u>Resistencia</u>
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
≤ 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	$\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

1.4. CAJAS DE EMPALME

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que

deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerkas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

1.5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

1.6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN

1.6.1. Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

1.6.2. Interruptores automáticos.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas y sobretensiones de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán

marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

1.6.3. Interruptores diferenciales.

1º La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas: Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$R_a \times I_a \leq U$ donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

1.6.4. Seccionadores.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

1.6.5. Embarrados.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

1.6.6. Prensaestopas y etiquetas.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

1.7. PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

1.7.1. Uniones a tierra.

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1 mm ²	16 mm ² Cu 16 Acero
Galvanizado		
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores</u>
<u>protección (mm²)</u> $S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

1.8. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.

La aparamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

1.9. CONTROL.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista

en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

1.10. SEGURIDAD.

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

1.11. LIMPIEZA.

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

1.12. MANTENIMIENTO.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

1.13. CRITERIOS DE MEDICIÓN.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapaspas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así

como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

2. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

2.1. OBJETO

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas que, por sus características, esté comprendidas en el apartado segundo de este Pliego. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

Se valorará la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

2.2. GENERALIDADES

Este Pliego es de aplicación a todas las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas.

Podrán optar a esta convocatoria otras aplicaciones especiales, siempre y cuando se aseguren unos requisitos de calidad, seguridad y durabilidad equivalentes. Tanto en la Memoria de Solicitud como en la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las características de estas aplicaciones, reservándose el IDAE su aceptación.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

2.3. DEFINICIONES

Radiación Solar

Radiación solar

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m^2 .

Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m^2 .

Instalación

Instalaciones fotovoltaicas

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

Interruptor automático de la interconexión

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

Interruptor general

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la parte de consumo.

Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

Rama fotovoltaica

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

Inversor

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.

Potencia nominal del generador

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal

Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

Módulos

Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

Célula de tecnología equivalente (CTE)

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

Módulo o panel fotovoltaico

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

Condiciones Estándar de Medida (CEM)

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m²
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

TONC

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

Integración arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

Revestimiento

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

Cerramiento

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

Elementos de sombreado

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada del mismo.

La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en el apartado 3 se denominará superposición y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

2.4. DISEÑO*2.4.1. Diseño del generador fotovoltaico*Generalidades

El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos

a los que han sido sometidos. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

Orientación e inclinación y sombras

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según se define en el apartado 3. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

	<i>Orientación e inclinación (OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI + S)</i>
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras.

Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo al apartado correspondiente de la memoria.

2.5. COMPONENTES Y MATERIALES

2.5.1. Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

2.5.2. Sistemas generadores fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc.), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación:

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas, manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

2.5.3. Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la CTE y demás normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación CTE-AE-88.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustarán a las exigencias de las Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos.

La estructura soporte será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37- 508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

2.5.4. Inversores

Serán del tipo adecuado para la generación de forma aislada, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- Funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia al sistema de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superiores a las CEM. Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales:

entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

2.5.5. Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas. Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

2.5.6. Protecciones

Se dispondrán protecciones que garanticen la protección de las instalaciones y de las personas. En la memoria se especifican las características y la situación de estas.

2.5.7. Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1669/2011 (artículo 15) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

2.6. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación.

Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha, se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

2.7. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA

Se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

G_{dm} (0). Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/(m² /día), obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:

- Instituto Nacional de Meteorología
- Organismo autonómico oficial

G_{dm} (“, \$). Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/(m²·día), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10 % anual.

Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR. Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura
- La eficiencia del cableado
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia
- La eficiencia energética del inversor
- Otros

La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \text{ kWh/día}$$

Donde:

P_{mp} = Potencia pico del generador

$G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$

Los datos se presentarán en una tabla con los valores medios mensuales y el promedio anual, de acuerdo con el siguiente ejemplo:

Tabla II. Generador $P_{mp} = 1 \text{ kWp}$, orientado al Sur ($\alpha = 0^\circ$) e inclinado 35° ($\beta = 35^\circ$).

Mes	$G_{dm}(0)$ [kWh (m ² ·día)]	$G_{dm}(\alpha=0^\circ, \beta=35^\circ)$ [kWh (m ² ·día)]	PR	E_p (kWh/día)
Enero	1,92	3,12	0,851	2,65
Febrero	2,52	3,56	0,844	3,00
Marzo	4,22	5,27	0,801	4,26
Abril	5,39	5,68	0,802	4,55
Mayo	6,16	5,63	0,796	4,48
Junio	7,12	6,21	0,768	4,76
Julio	7,48	6,67	0,753	5,03
Agosto	6,60	6,51	0,757	4,93
Septiembre	5,28	6,10	0,769	4,69
Octubre	3,51	4,73	0,807	3,82
Noviembre	2,09	3,16	0,837	2,64
Diciembre	1,67	2,78	0,850	2,36
Promedio	4,51	4,96	0,794	3,94

2.8. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

2.8.1.Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

2.8.2.Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 8. y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.

- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

2.8.3. Garantías

Ámbito general de la garantía

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido

manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Plazos

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

Condiciones económicas

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el

suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

Anulación de la garantía

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto 8.

Lugar y tiempo de la prestación

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

Jaén, junio de 2020

Fdo.: Alejandro Cruz Escabias

DOCUMENTO E

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO C01 INST.ELÉCTRICAS								
	SUBCAPÍTULO C1.1 Instalaciones receptoras								
U02	ud Cuadro General de Baja Tensión						1,00	618,45	618,45
U03	ud Inversores						1,00	16.932,41	16.932,41
U04	ud Módulo fotovoltaico						504,00	132,30	66.679,20
U05	ud Contador						1,00	801,02	801,02
U06	ud Estructura						101,00	197,22	19.919,22
U07	ud Cuadro Protecciones AC						1,00	1.609,66	1.609,66
U014	ud Unidad de medida						1,00	3.120,45	3.120,45
	TOTAL SUBCAPÍTULO C1.1 Instalaciones receptoras								109.680,41
	SUBCAPÍTULO C1.2 Instalaciones de enlace								
U09	m CABLE COBRE 4mm2 H1Z2Z2-K						70,60	21,05	1.486,13
U010	m CABLE COBRE 3x25mm2 + 1x16 mm2 RZ1-K (AS)						3,00	12,16	36,48
U011	m CABLE COBRE 3x70mm2 + 1x35mm2 RZ1-K (AS)						3,00	23,32	69,96
U012	m CABLE COBRE 3x240mm2 +1x120 mm2 XZ1 (AS)						25,00	21,93	548,25
U024	m INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA						1,00	353,40	353,40
	TOTAL SUBCAPÍTULO C1.2 Instalaciones de enlace								2.494,22
	TOTAL CAPÍTULO C01 INST.ELÉCTRICAS								112.174,63
	TOTAL								112.174,63

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C01 INST.ELECTRICAS						
SUBCAPÍTULO C1.1 Instalaciones receptoras						
UO2 ud Cuadro General de Baja Tensión						
ATC00100	0,420	h	CUADRILLA ALBAÑILERÍA, FORMADA POR OFICIAL 1ª Y PEÓN ESP.	38,75	16,28	
TO01800	0,500	h	OF. 1ª ELECTRICISTA	19,85	9,93	
IE11600	1,000	u	PUNTO DE PUESTA A TIERRA	11,67	11,67	
WW00300	5,000	u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,55	2,75	
WW00400	5,000	u	PEQUEÑO MATERIAL	0,30	1,50	
UO20	1,000	u	INTERRUPTOR SECCIONADOR MAGNETOTERM. DPX-IS 4 POLOS 250A	576,32	576,32	
					Mano de obra	26,21
					Materiales	592,24
					TOTAL PARTIDA	618,45
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS DIECIOCHO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS						
UO3 ud Inversores						
U45DB160	1,000	ud	Inversor Red ABB PVS 100-TL SX2 100 kW	11.291,87	11.291,87	
U45AA100	2,000	h	Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)	17,50	35,00	
U45AA200	2,000	h	Ayudante instalador E.S.F. (A)	15,50	31,00	
MT0003	1,000	ud	Inversor Red ABB PVS 50-TL SX2 50 kW	5.574,54	5.574,54	
					Mano de obra	66,00
					Materiales	16.866,41
					TOTAL PARTIDA	16.932,41
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS MIL NOVECIENTOS TREINTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS						
UO4 ud Módulo fotovoltaico						
U45AA100	0,100	h	Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)	17,50	1,75	
U45AA200	0,100	h	Ayudante instalador E.S.F. (A)	15,50	1,55	
U45BB230	1,000	ud	Panel Honey – TSM PE06H 300 Wp	129,00	129,00	
					Mano de obra	3,30
					Materiales	129,00
					TOTAL PARTIDA	132,30
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y DOS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS						
UO5 ud Contador						
ATC00100	0,600	h	CUADRILLA ALBAÑILERÍA, FORMADA POR OFICIAL 1ª Y PEÓN ESP.	38,75	23,25	
TO01800	2,300	h	OF. 1ª ELECTRICISTA	19,85	45,66	
IE05900	3,000	u	FUSIBLE CARTUCHO 50 AMP. S/CARTUCHO	2,77	8,31	
IE11200	1,000	u	MODULO HOMOLOGADO PARA ALOJAMIENTO DE CONTADOR	51,48	51,48	
WW00300	5,000	u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,55	2,75	
WW00400	3,000	u	PEQUEÑO MATERIAL	0,30	0,90	
IE14960	3,000	u	INTERRUPTOR DE CORTE EN CARGA (IV) 250A	222,89	668,67	
					Mano de obra	68,91
					Materiales	732,11
					TOTAL PARTIDA	801,02
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS UN EUROS con DOS CÉNTIMOS						
UO6 ud Estructura						
U100011	1,000		Estructura coplanar para 5 módulos sobre chapa, S:Flex	185,00	185,00	
TO00900	0,300	h	OF. 1ª MONTADOR	19,85	5,96	
TO00100	0,300	h	OF. 1ª ALBAÑILERÍA	19,85	5,96	
WW00400	1,000	u	PEQUEÑO MATERIAL	0,30	0,30	
					Mano de obra	11,92
					Materiales	185,30
					TOTAL PARTIDA	197,22
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y SIETE EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS						

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
UO7		ud	Cuadro Protecciones AC			
IE00900	1,000	u	ARMARIO PLAST. PARA MANDOS Y DISTR. 30 ELEM. EMPOTRAR	58,53	58,53	
ATC00100	1,000	h	CUADRILLA ALBAÑILERÍA, FORMADA POR OFICIAL 1ª Y PEÓN ESP.	38,75	38,75	
TO01800	5,000	h	OF. 1ª ELECTRICISTA	19,85	99,25	
WW00300	2,000	u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,55	1,10	
WW00400	2,000	u	PEQUEÑO MATERIAL	0,30	0,60	
UO17	1,000	u	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO C120N 4 POLOS 80A CURVA-C	164,73	164,73	
UO18	1,000	u	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERM.+ DIFERENCIAL 4P 160A	338,87	338,87	
UO19	1,000	u	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERM. CVS250B 4 POLOS 250A CURVA-C	532,78	532,78	
UO21	1,000	u	DPS PROTECT. SOBRETENSIONES QUICK PRD40R 3P+N	349,13	349,13	
UO22	1,000		INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4P 80 A -30 mA - 300 MA	25,92	25,92	

Mano de obra	138,00
Materiales	1.471,66
TOTAL PARTIDA	1.609,66

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SEISCIENTOS NUEVE EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

UO14		ud	Unidad de medida			
TO01800	1,000	h	OF. 1ª ELECTRICISTA	19,85	19,85	
UO23	1,000		Contador bidireccional	3.100,00	3.100,00	
WW00400	2,000	u	PEQUEÑO MATERIAL	0,30	0,60	
				Mano de obra	19,85	
				Materiales	3.100,60	
				TOTAL PARTIDA	3.120,45	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO VEINTE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO C1.2 Instalaciones de enlace						
UO9		m	CABLE COBRE 4mm2 H1Z2Z2-K			
IE02200	24,000	m	CABLE COBRE 1x4 mm2 H1Z2Z2-K	0,77	18,48	
TO01800	0,100	h	OF. 1ª ELECTRICISTA	19,85	1,99	
WW00400	1,000	u	PEQUEÑO MATERIAL	0,30	0,30	
WW00300	0,500	u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,55	0,28	
				Mano de obra	1,99	
				Materiales	19,06	
				TOTAL PARTIDA	21,05	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con CINCO CÉNTIMOS

UO10		m	CABLE COBRE 3x25mm2 + 1x16 mm2 RZ1-K (AS)			
TO01800	0,010	h	OF. 1ª ELECTRICISTA	19,85	0,20	
WW00400	1,000	u	PEQUEÑO MATERIAL	0,30	0,30	
WW00300	0,500	u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,55	0,28	
IE03100	3,000	m	CABLE COBRE 1x25 mm2 RZ1-K(AS)	2,75	8,25	
UO16	1,000	m	CABLE ALUMINIO 1x120 mm2 XZ1	3,13	3,13	
				Mano de obra	0,20	
				Materiales	11,96	
				TOTAL PARTIDA	12,16	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

UO11		m	CABLE COBRE 3x70mm2 + 1x35mm2 RZ1-K (AS)			
IE03200	3,000	m	CABLE COBRE 1x70 mm2 RZ1-K (AS)	7,25	21,75	
TO01800	0,050	h	OF. 1ª ELECTRICISTA	19,85	0,99	
WW00400	1,000	u	PEQUEÑO MATERIAL	0,30	0,30	
WW00300	0,500	u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,55	0,28	
				Mano de obra	0,99	
				Materiales	22,33	
				TOTAL PARTIDA	23,32	

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
UO12		m	CABLE COBRE 3x240mm2 +1x120 mm2 XZ1 (AS)			
IE03000	3,000	m	CABLE ALUMINIO 1x240 mm2 XZ1	4,75	14,25	
UO16	1,000	m	CABLE ALUMINIO 1x120 mm2 XZ1	3,13	3,13	
TO01800	0,200	h	OF. 1ª ELECTRICISTA	19,85	3,97	
WW00400	1,000	u	PEQUEÑO MATERIAL	0,30	0,30	
WW00300	0,500	u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,55	0,28	
Mano de obra						3,97
Materiales						17,96
TOTAL PARTIDA						21,93

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

UO24		m	INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA			
UO25	500,000	m	Cable Unipolar 4mm2 LIBRE HALOGENOS H07Z1-K	0,58	290,00	
UO26	20,000	m	Cable 35 mm2	0,40	8,00	
UO27	20,000	m	Cable 16 mm2	0,35	7,00	
UO28	20,000	m	Cable 120 mm2	2,42	48,40	
Materiales						353,40
TOTAL PARTIDA						353,40

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C01	INST.ELÉCTRICAS	112.174,63	100,00
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		112.174,63	
13,00 %	Gastos generales.....	14.582,70	
6,00 %	Beneficio industrial	6.730,48	
SUMA DE G.G. y B.I.		21.313,18	
21,00 %	I.V.A.	28.032,44	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		161.520,25	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		161.520,25	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO SESENTA Y UN MIL QUINIENTOS VEINTE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

, a 16 de junio de 2020.

El promotor

La dirección facultativa

Jaén, junio de 2020

Fdo.: Alejandro Cruz Escabia