Àrea d'Acció Climàtica
Gerència de Serveis de Medi Ambient
Oficina Tècnica de Canvi Climàtic i Sostenibilitat

Aprovat per la Junta de Govern Local
en sessió de 28 de juny de 2021
CARLES CASELLAS AYEN
Secretari

# -"Documentación Técnica de una instalación fotovoltaica para autoconsumo 15kW (18,3kWp) en el Polideportivo Can Noguera de La Garriga"

**Ayuntamiento de La Garriga**

**(Abril 2021)**

**Expediente 2019/0021052**

JORGE TECLES GIMENEZ - NIF: 48406333G

Firmado digitalmente por JORGE TECLES GIMENEZ - NIF:48406333G
DN: CN=JORGE TECLES GIMENEZ - NIF:48406333G, SERIALNUMBER=48406333G, G=JORGE, SN=TECLES GIMENEZ, OU=CIUDADANOS, O=ACCV, C=ES
Razón: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha: 2021-06-09 19:10:30
Foxit PhantomPDF Versión: 9.0.0

UNIÓN EUROPEA

FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL (FEDER)
Economía Baja en Carbono
Entidades Locales

# ÍNDICE PROYECTO:


1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO ....3
**1.1. ANTECEDENTES** ....4
2. CONTENIDO Y ALCANCE ....4
2.1. TÉCNICOS REDACTORES ....4
2.2. OBJETIVO ....4
2.3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA ....5
3. TITULARIDAD DE LA INSTALACIÓN. ....6
4. EMPLAZAMIENTO Y ACCESOS. ....6
4.1. VISTA AÉREA ....7
4.2. VÍAS ACCESO ....7
5. DATOS DEL PUNTO DE SUMINISTRO Y DE CONSUMO ELÉCTRICO DEL EQUIPAMIENTO 9
6. NORMATIVA APLICABLE ....10
6.1. ELECTRICIDAD ....10
6.2. CONSTRUCCIÓN ....10
6.3. SEGURIDAD LABORAL ....10
6.4. REGLAMENTACIÓN ESPECÍFICA ....12
6.5. APLICACIÓN GENERAL ....14
6.6. CONSIDERACIONES GENERALES ....15
7. SOLUCIÓN TÉCNICA ....16
7.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS. ....19
7.2. INVERSOR DE CORRIENTE PARA CONEXIÓN A RED ....22
7.3. ESTRUCTURA Y FIJACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS ....23
7.4. SISTEMA DE MEDIDA Y REGISTRO DE POTENCIA DE DATOS SOLARES. ....**¡Error! Marcador no definido.**
7.4.1. Medición de energía inyectada y consumida ....28
7.5. DISTRIBUCIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO ....33
7.6. CABLEADO ....34
7.6.1. CORRIENTE CONTINUA ....34
7.6.2. CORRIENTE ALTERNA ....35
7.6.3. CABLEADO CONEXIÓN RED DE DATOS ....35

7.7. PROTECCIONES ..... 35
7.7.1. PROTECCIONES A TIERRA ..... 36
7.7.2. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS ..... 37
7.7.3. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES ..... 38
7.8. ACTUACIONES PRINCIPALES DEL PROYECTO ..... 38
8. ESTUDIO ENERGÉTICO ..... 40
9. DATOS DE RADIACIÓN SOLAR ..... 42
10. PRODUCCIÓN ESTIMADA Y TONELADAS DE CO2 AHORRADAS. ..... 43
11. SISTEMA DE MES Y REGISTRO DE LA INSTALACIÓN ..... 43
**12.** Presupuesto Simplificado ..... 43
I. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS ELÉCTRICOS ..... 45
II. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS ESTRUCTURA ..... 52
III. PLANOS ..... 55
IV. FICHAS TÉCNICAS ..... 58
V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD ..... 59
VI. PRESUPUESTO ..... 80
VII. INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO ..... 81
VIII. ANÁLISIS ECONÓMICO ..... 87

# 1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

| DATOS DEL PROYECTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **DATOS DE LA INSTALACIÓN SOLAR** | **DATOS INICIALES AVANTPROYECTO** | | | **DATOS FINALES PROYECTO** | | |
| Potencia nominal generador fotovoltaico (kWp) | 14 | | | 17,43 | | |
| Potencia nominal inversor (kW) | 10,36 | | | 15 | | |
| Capacidad nominal del acumulador (C10 en Ah) | Instalación sin baterials | | | Instalación sin baterias | | |
| Nº, marca y modelo de módulos fotovoltaicos | 56 mòdulos de 250W | | | 42 módulos , SunPower SPR-P3-415-COM-1500 | | |
| Nº, marca y modelo de inversor o inversores | A determinar en el proyecto ejecutivo | | | 1 inversor, 15kW HUAWEI SUN2000-15KTL-M1 | | |
| Nº, marca y modelo de acumuladores | Instalación sin baterials | | | Instalación sin baterias | | |
| Energía total producida por la instalación (kWh) | 18.244,00 | | | 22.770,60 | | |
| Energía eléctrica autoconsumida (kWh) | 17.012,00 | | | 22.770,60 | | |
| Energía eléctrica vertida (kWh) | 1.232,00 | | | 0,00 | | |
| **DATOS DE LA INSTALACIÓN INICIAL** | | | | | | |
| Potencia contratada o potencia generador inicial (kW) | P1 | P2 | P3 | P1 | P2 | P3 |
| | 50 | 50 | 50 | 45 | 46 | 55 |
| Energía eléctrica demandada (kWh) | 89.601,00 | | | 107.433,00 | | |
| **DATOS DE LA INSTALACIÓN FINAL** | | | | | | |
| Emisiones de C02 evitadas (tCO2) | 9,51 | | | 11,86 | | |

### 1.1. ANTECEDENTES

Mediante Decreto de fecha de 9 diciembre de 2020, la Diputación de Barcelona adjudicó la contratación del Lote 3 relativa a la Redacción de los proyectos ejecutivos, el suministro y la ejecución de 37 instalaciones fotovoltaicas a 37 equipaciones municipales de 37 municipios de la provincia de Barcelona (cofinanciación con fondos europeos FEDER), concretamente de los municipios de Calella, La Garriga, L'Estany, Mediona, Sant Joan de Vilatorrada y Seva, a la empresa IMS 2020 Solucionas de Energía, S.L., con NIF B98443294, por un importe 102.829,37€ IVA incluido. El importe correspondiente al municipio objeto del presente proyecto, La Garriga, es de 24.954,22€ IVA incluido.

El presente proyecto forma parte del contrato mencionado y té como finalidad definir la instalación fotovoltaica en el edificio Polideportivo Can Noguera, en base al Pliego de Prescripciones Técnicas delcontrato y la oferta presentada por el adjudicatario. Así también dará respuesta a losrequerimientos establecidos por la convocatoria de ayudas de IDAE con el FEDER

# 2. CONTENIDO Y ALCANCE

## 2.1. TÉCNICOS REDACTORES

El presente proyecto ha sido redactado por el ingeniero Industrial Jorge Tecles Giménez, con domicilio a efectos de notificaciones en la Avenida del Puerto 3 pta 12 y código postal 46021.

Correo electrónico jorgetecles@imssoluciones.com

Colegiado nº 10757 por el COGITI de Valencia

## 2.2. OBJETIVO

El objeto del presente proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución y legalización de la instalación de Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo Instantáneo con compensación “Instalación fotovoltaica Polideportivo de Can Noguera en La Garriga”.

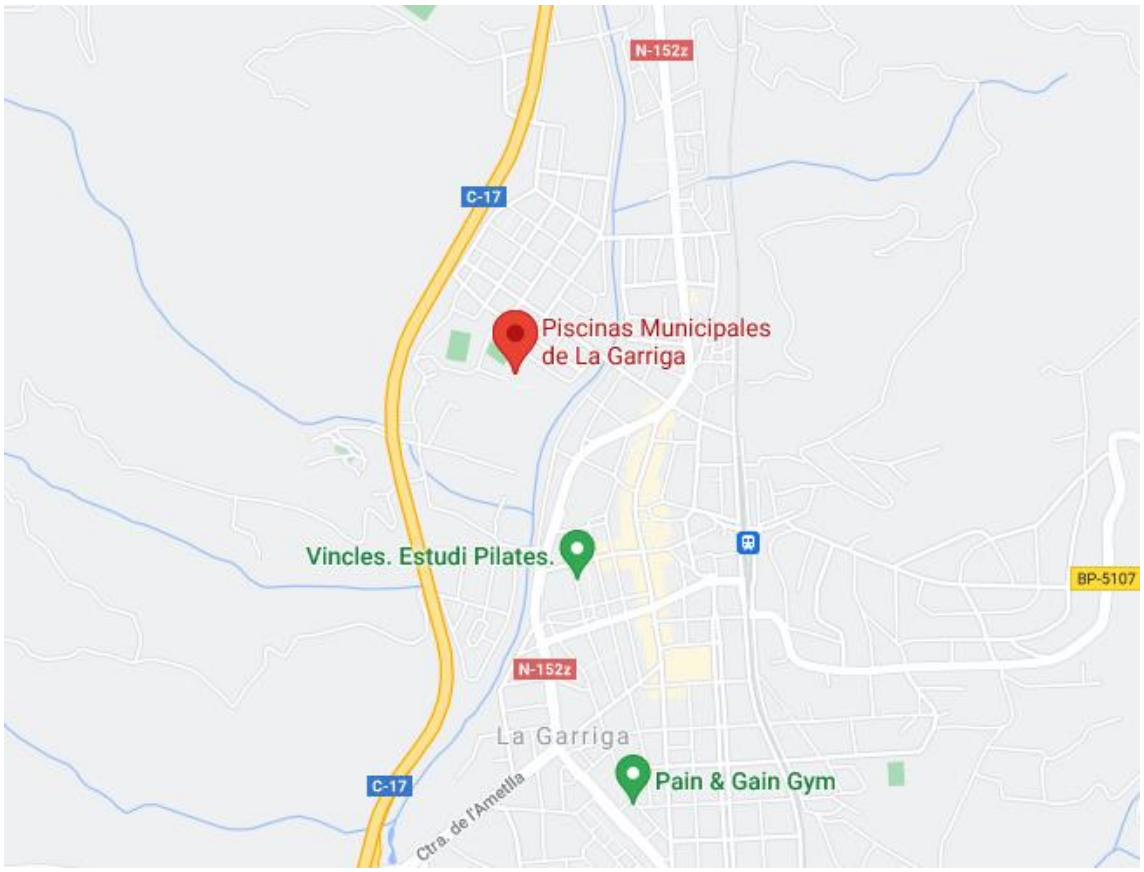
Instalación que producirá electricidad para autoconsumo y que estará conectada a red para suplir en conjunto las necesidades eléctricas de la propiedad. De esta manera, se logará un ahorro asociado a la energía auto consumida, que deja de adquirirse a la empresa distribuidora, y por lo tanto su dimensionamiento se realiza en base a esto y a las particularidades que pueda tener el lugar de ejecución.

Con el presente proyecto se pretende identificar y definir los aspectos fundamentales de la instalación fotovoltaica, así como estudiar las diferentes opciones posibles y justificar las soluciones planteadas en base a la legislación vigente. También es objeto del proyecto la obtención, por parte de los distintos organismos competentes afectados, las autorizaciones pertinentes para el inicio de los trabajos y su posterior puesta en marcha.

Con esta instalación se pretende contribuir al cumplimiento de los objetivos, dentro del ámbito de las energías renovables se ha marcado la Unión Europea dentro de su política energética.

## 2.3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La instalación objeto de este proyecto estará situada en el término municipal de La Garriga (Barcelona). Concretamente en C. del Bassal, s/n, 08530 La Garriga, Barcelona.




## 3. TITULARIDAD DE LA INSTALACIÓN.

La instalación es de propiedad municipal.

Titular: Ayuntamiento de la Garriga

Domicilio: Plaça de l'Església, 2, 08530 La Garriga (Barcelona)

CIF: P0808700I

Tlf. 938 605 050

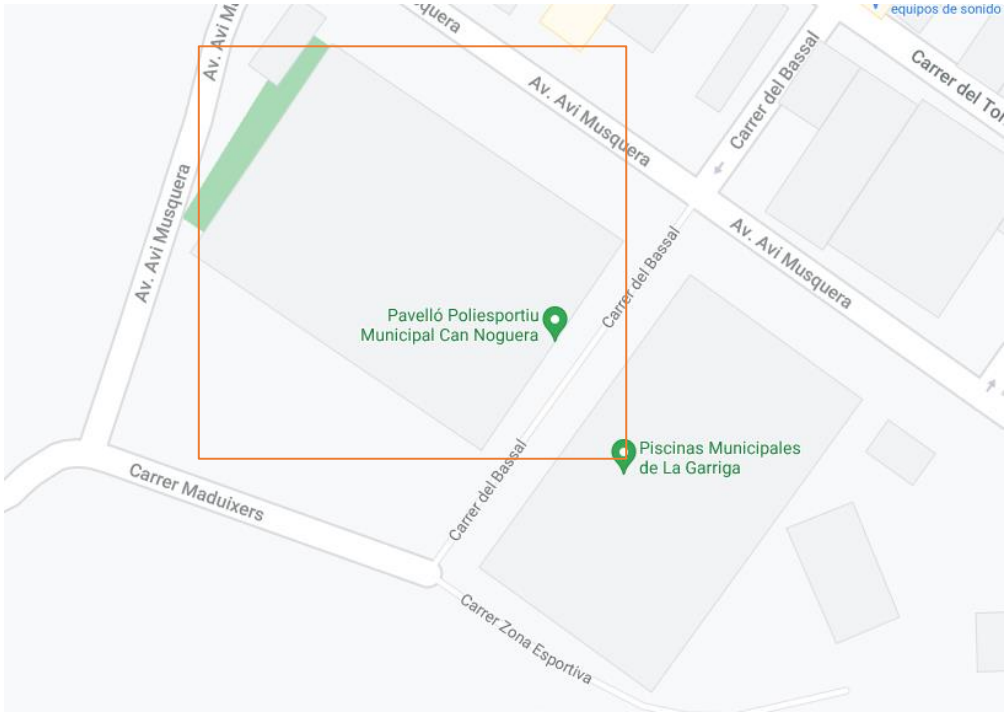
## 4. EMPLAZAMIENTO Y ACCESOS.

La instalación objeto de este proyecto estará situada en el término municipal de La Garriga (Barcelona). Concretamente en C. del Bassal, s/n, 08530 La Garriga, Barcelona.

Referencia Catastral: 0258410DG4105N0001EI

Coordenadas 41.68864, 2.28166

## 4.1. VISTA AÉREA




## 4.2. VÍAS ACCESO

Al edificio principal del pabellón se accede por la calle Bassal.

Las instalaciones disponen de área de aparcamiento alrededor del edificio de acceso libre. Dicha zona de aparcamiento es válida tanto para la carga y descarga de material, estacionamiento de vehículos y maquinaria necesaria para la ejecución de las operaciones.

El acceso al interior del edificio se realiza por la puerta principal de doble hoja. El acceso es suficiente para la introducción de herramientas y materiales necesarios.

# 5. DATOS DEL PUNTO DE SUMINISTRO Y DE CONSUMO ELÉCTRICO DEL EQUIPAMIENTO

- **Dirección de suministro:** C. del Bassal, s/n, 08530 La Garriga, Barcelona
- **CUPS:** ES0113000036668017RB0F
- **Potencia Contratada:** P.1: 50kW P.2:50kW P.3: 50kW
- **Consumo anual (2019):** 107.432,16 kWh
- **Uso principal**: Instalaciones Deportivas (Polideportivo)

# 6. NORMATIVA APLICABLE

## 6.1. ELECTRICIDAD

- Real decreto 842/2000, del 2 de agosto por el cual se aprueba el reglamento electrónico de baja tensión. Hay que tener en cuenta las instrucciones técnicas complementarias (ITC) que derivan de ellas
- Real decreto 1699/2011 del 18 de noviembre, por el cual se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia
- Real decreto de 1110/2007, del 24 de agosto por el cual se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico
- Real decreto 244/2019, del 5 de abril por el cual se regula las condiciones administrativas técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real decreto ley 15/2018 del 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores
- -Decreto 133/2011, de 17 de mayo, sobre dimensionamiento de las acometidas eléctricas y las extensiones de redes de distribución en función de previsión de carga simultánea.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. (BOE 18-09-02).

## 6.2. CONSTRUCCIÓN

- Real Decreto 1370/1988, de 11 de noviembre, por el que se modifica parcialmente la Norma MV-101/1962, «Acciones en la Edificación», aprobada por Decreto 195/1963, de 17 de enero, y se cambia su denominación por Norma Básica de la Edifica NBE-AE/88, «Acciones en la Edificación». (La estructura actual del edificio se ampara en dicho real decreto y sobre él se han de estudiar las acciones sobre esta.)
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- R. D. 105/2008, de 1 de febrero, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE de 13.02.08)
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

## 6.3. SEGURIDAD LABORAL

- -Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- -Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- -Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Real Decreto 487/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que extrañen riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- -Real Decreto 1.215/1.997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- -Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción.
- -Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los E.P.I.
- -Ley 54/2.003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- -Real Decreto 374/2001 de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- -Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- -Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, publicado en el B.O.E. número 60, de 11 de marzo de 2006. Corrección de erratas del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, publicado en el B.O.E. número 62, de 14 de marzo de 2006.
- -Real Decreto 604/2.006. de 19 de Mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1.997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- -Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- -Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

## 6.4. REGLAMENTACIÓN ESPECÍFICA

- -Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- -Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- -Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- -Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- -Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
- -Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- -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 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- -Real Decreto 1433/2003 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- -Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- -Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- -Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.

- -Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- -Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- -Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- -Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- -Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- -Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- -Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- -Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- -Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- -Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- -Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- -Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- -Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- -Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino.
- -Medida en el sitio de características I-V.
- -Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- -Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por lo que se regula la conexión la red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- -Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- -Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- -Pliego de Condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red PCT-AREV Julio 2011 (IDAE).

- También se seguirá en todo lo posible otras normas como las UNE de la asociación española de normalización y certificación (AENOR), normas NTE del ministerio de obras públicas y urbanismos, y otras de organismos internacionales como las CEN o ISO, como las siguientes:

    - -UNE: UNE-EN 60891:1994 procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
    - -UNE-EN 60904-1:1994 dispositivos fotovoltaicos parte 1: medida de la característica I-V de los módulos fotovoltaicos.
    - -UNE-EN 60904-2:1994 dispositivos fotovoltaicos parte 2: requisitos de células solares de referencia.
    - -UNE-EN 60904-3:1994 dispositivos fotovoltaicos parte 3: fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (FV) de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia.
    - -UNE-EN 60904-5:1996 dispositivos fotovoltaicos parte 5: determinación de la temperatura de la célula equivalente (TCE) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de la tensión de circuito abierto.
    - -UNE-EN 61215:1997 módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre, cualificación del diseño y aprobación de tipo.
    - -UNE-EN 61727:1996 sistemas fotovoltaicos (FV), características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.

## 6.5. APLICACIÓN GENERAL

- -Ley 12/2012, de 26 de diciembre, de medidas urgentes de liberalización del comercio y de determinados servicios.
- -Real decreto 314/2006 del 17 Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
- -Normas UNE.
- -Plan General de Ordenación del Municipio donde se ubican las instalaciones.
- -Ordenanzas Municipales del Ayuntamiento donde se ubican las instalaciones.
- -Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- -Real Decreto 1000/2010, de 5 de agosto, sobre visado colegial obligatorio.

## 6.6. CONSIDERACIONES GENERALES

Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

El diseño, instalación y legalización de las instalaciones se realizará en todo caso de acuerdo a la normativa de aplicación vigente en el momento de la ejecución de los trabajos, siendo el contratista el responsable único de las adaptaciones necesarias.

# 7. SOLUCIÓN TÉCNICA

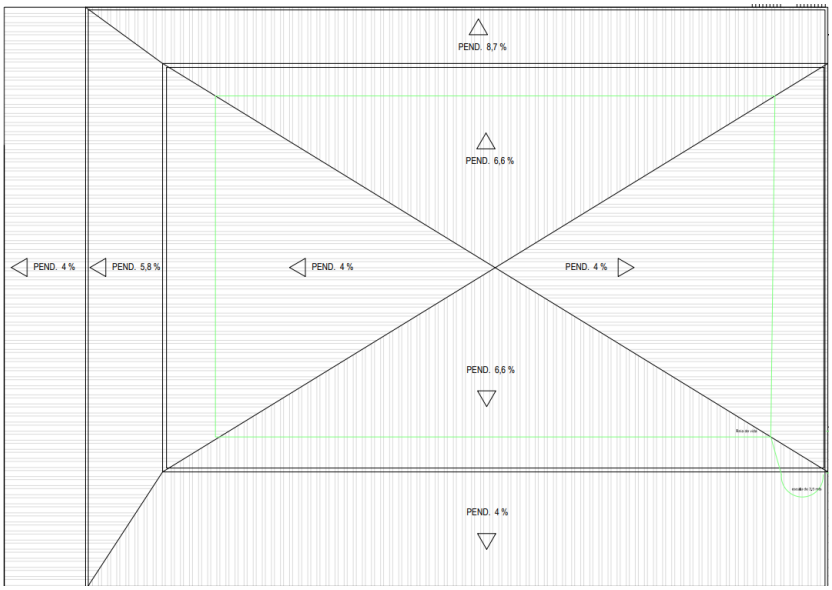
La planta objeto del proyecto convierte la energía que proporciona el sol en energía eléctrica alterna de 230 V fase, que se conecta en paralelo en el cuadro general del edificio de estudio.

De esta manera el objetivo de la instalación es realizar un aporte directo de energía de carácter renovable a la instalación reduciendo así la energía obtenida de la red eléctrica pública.

La superficie donde se ubicarán los módulos fotovoltaicos es la cubierta del edificio, sobre el agua que está orientada más hacia el sur. La cubierta es inclinada ligera no transitable, de pendiente suave, compuesta de panel sándwich acabado metálico sobre estructura de entramado de bigas y correas de acero laminado y jácena metálica. Para evitar posibles riesgos a los viandantes se colocará una red de horca en el perímetro de la cubierta de trabajo, al ser cubierta inclinada. También se delimitará la zona cercana a la fachada para aumentar la seguridad, como se detalla en el apartado de seguridad y salud.  La estructura se anclará sobre las correas que sustentan la cubierta.

La cubierta presenta actualmente problemas de estanqueidad por lo que la entidad municipal tiene previsto sustituir la cubierta para lo cual se deberá desmontar la instalación fotovoltaica y volverla a instalar en la nueva cubierta. No obstante, no se observan defectos estructurales.

La cubierta actual está compuesta por panel sándwich anclado en correas de acero laminado y tiene una pendiente variable según agua como se muestra en la imagen. El acceso a la cubierta se realizará desde el agua oeste del edificio mediante una plataforma elevadora.



En la imagen se aprecia la distribución propuesta de los módulos sobre la cubierta.

**Ubicación de equipos:**

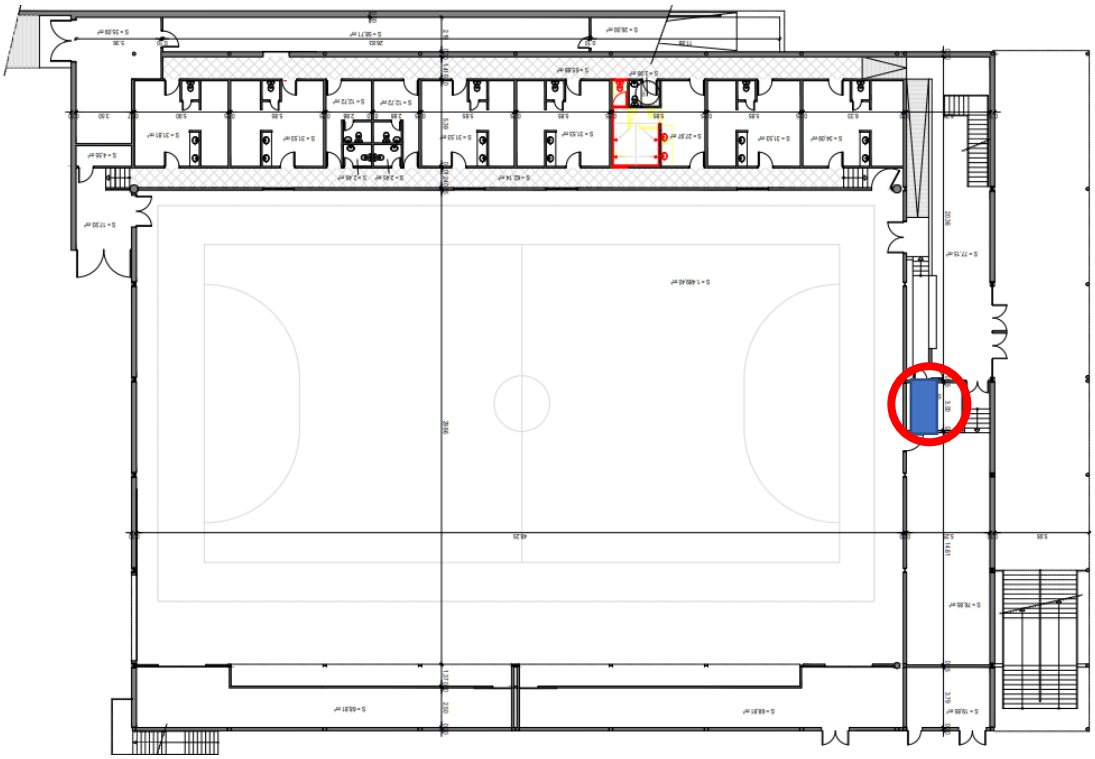
Tanto el inversor como los equipos de medida y telecomunicación se alojarán en el cuarto donde se ubican los contadores y cuadros de protección y maniobra del edificio.

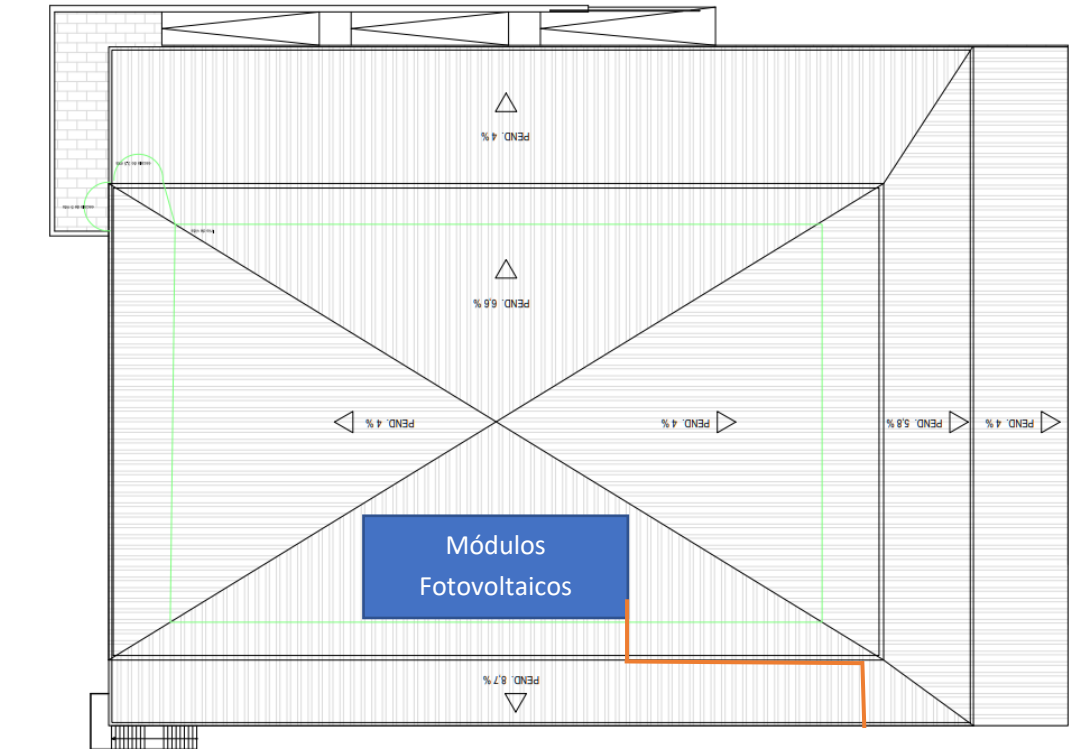
**Trazado de las líneas**:

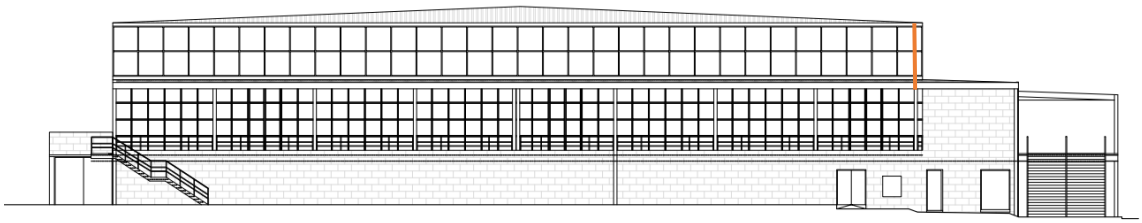
La línea de corriente continua bajará desde la cubierta sur por la columna ubicada en la esquina sureste en paralelo al cableado de alumbrado existente. Se introducirá por la pared del gimnasio con tatami por la canalización existente hasta el cuarto de máquinas donde se encuentra el cuadro general del edificio. En este cuarto se instalará el cuadro de protecciones de la instalación fotovoltaica, el inversor y los dispositivos de medida correspondientes.

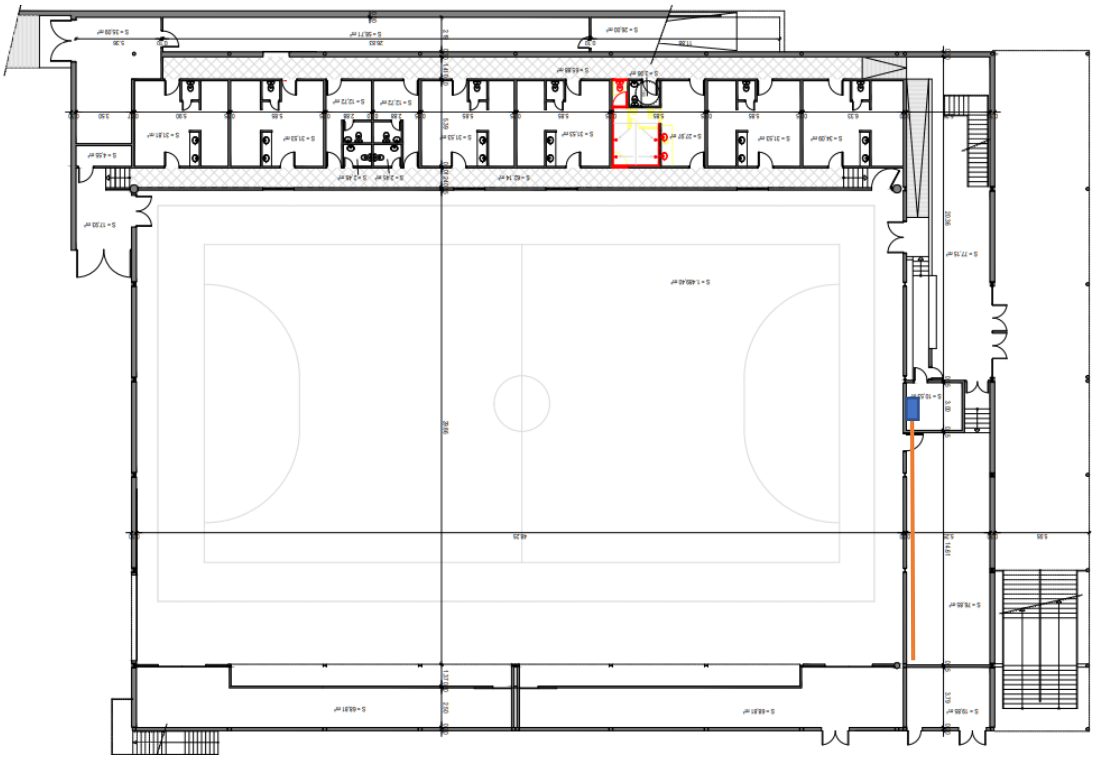
El Rack de telecomunicaciones se encuentra en la misma sala por lo que se conectará con un pequeño tramo al equipo. En la misma sala se encuentra el equipo LOXONE que quedará conectado a la tarjeta de datos del inversor mediante una conexión modbus.

La línea de tierra de las masas de los módulos solares bajará directamente por la fachada hasta la arqueta de alumbrado situada bajo esta, de aquí discurrirá la línea de tierra hasta una arqueta que se encuentre a más de 15 del centro de formación existente donde se anclará la pica de toma de tierra.




PEND. 4 %
PEND. 6.6 %
PEND. 4 %
PEND. 4 %
PEND. 5.8 %
PEND. 4 %
Módulos
Fotovoltaicos
PEND. 8.7 %





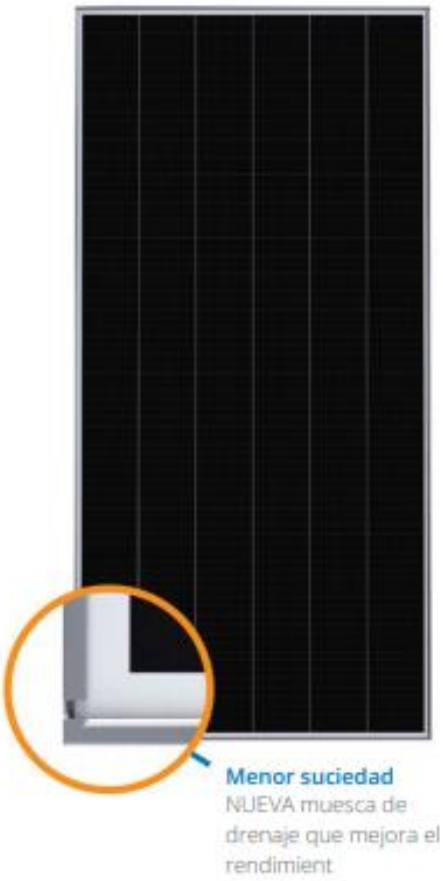
## 7.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

Los módulos fotovoltaicos propuestos para esta instalación son el modelo:

- **SunPower SPR-P3-415-COM-1500**

Del fabricante:

- **SunPower**

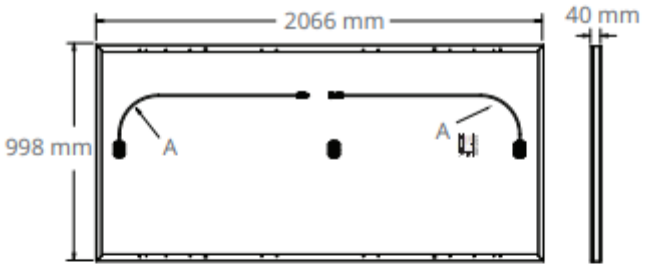



**Prestaciones características:**

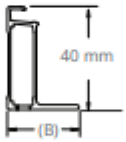
| | SPR-P3-415-COM-1500 | SPR-P3-410-COM-1500 |
|---|---|---|
| Potencia nominal (Pnom)[4] | 415 W | 410 W |
| Tolerancia de potencia | +5/–0% | +5/–0% |
| Eficiencia de los paneles | 20,1% | 19,9% |
| Tensión nominal (Vmpp) | 45,0 V | 44,5 V |
| Intensidad nominal (Impp) | 9,22 A | 9,21 A |
| Tensión de circuito abierto (Voc) | 54,1 V | 53,9 V |
| Intensidad de cortocircuito (Isc) | 9,90 A | 9,89 A |
| Máx. tensión del sistema | | 1500 V IEC |
| Fusible de serie máxima | | 18 A |
| Coef. potencia-temperatura | | –0,36% / °C |
| Coef. tensión-temperatura | | –0,29% / °C |
| Coef. intensidad-temperatura | | 0,05% / °C |

| Pruebas y certificaciones | |
|---|---|
| Pruebas estándar[5] | IEC 61215, IEC 61730, nominal a 1500 V |
| Certificados de gestión de calidad | ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 |
| Conformidad con EHS | OHSAS 18001:2007, plan de reciclaje |
| Prueba de amoniaco | IEC 62716 |
| Prueba de soplado de arena | MIL-STD-810G |
| Prueba de niebla salina | IEC 61701 (máxima severidad) |
| Prueba PID | Sin degradación inducida por potencial: 1500 V |
| Normas disponibles | TUV |

| Condiciones de funcionamiento y datos mecánicos | |
|---|---|
| Temperatura | –40°C a +85°C |
| Resistencia a impactos | Granizo de 25 mm de diámetro a 23 m/s |
| Células solares | PERC monocristalino |
| Cristal templado | Templado antirreflectante de alta transmisión |
| Caja de conexión | IP-67, Stäubli MC4-Evo2, 3 diodos de derivación |
| Peso | 22,3 kg |
| Máx. carga | Viento: 2400 Pa, 245 kg/m² en cara frontal y posterior<br>Nieve: 5400 Pa, 550 kg/m² en cara frontal |
| Bastidor | Anodizado plata de clase 2 |




Perfil de bastidor




(A) Longitud del cable: 1200 mm +/-15 mm
(B) Lado largo: 32 mm
Lado corto: 24 mm

Como se puede observar, los módulos fotovoltaicos propuestos tienen marcaje CE y certificaciones IEC61125, IEC61730 IEC62716 IEC61701.

Otras características técnicas que cabe destacar son: eficiencia mínima de 19%; degradación, que debe ser menos de 0,5%; rango de temperaturas de -40 ºC a 85 ºC; tolerancia positiva de 0/+3%; y por último, grado de protección IP65 o superior.

**Número de módulos propuestos:**

- 42 uds

**Potencia Pico Total:**

- 17.4 kWp

## 7.2. INVERSOR DE CORRIENTE PARA CONEXIÓN A RED

**El inversor de corriente propuesto para esta instalación es:**

- Inversor HUAWEI SUN2000-15KTL-M0 de 15kW

**Del fabricante: Huawei**

**Prestaciones características:**

SUN2000-12/15/17/20KTL-M0
**Especificaciones técnicas**

| Especificaciones técnicas | SUN2000 -12KTL-M0 | SUN2000 -15KTL-M0 | SUN2000 -17KTL-M0 | SUN2000 -20KTL-M0 |
|---|---|---|---|---|
| **Eficiencia** | | | | |
| Máxima eficiencia | 98.50% | 98.65% | 98.65% | 98.65% |
| Eficiencia europea ponderada | 98.00% | 98.30% | 98.30% | 98.30% |
| **Entrada** | | | | |
| Entrada DC máxima recomendada | 24,000 Wp | 29,760 Wp | 29,760 Wp | 29,760 Wp |
| Tensión máxima de entrada [1] | 1,080 V | | | |
| Rango de tensión de operación [2] | 160 V ~ 950 V | | | |
| Tensión de arranque | 200 V | | | |
| Rango de tensión de potencia máxima de MPPT | 380 Vdc ~ 850 Vdc | 380 Vdc ~ 850 Vdc | 400 Vdc ~ 850 Vdc | 480 Vdc ~ 850 Vdc |
| Tensión nominal de entrada | 600 V | | | |
| Intensidad de entrada máxima por MPPT | 22 A | | | |
| Intensidad de cortocircuito máxima | 30 A | | | |
| Cantidad de rastreadores MPP | 2 | | | |
| Cantidad máxima de entradas por MPPT | 2 | | | |
| **Salida** | | | | |
| Conexión a red eléctrica | Tres fases | | | |
| Potencia nominal activa de CA | 12,000 W | 15,000 W | 17,000 W | 20,000 W |
| Máx. potencia aparente de CA | 13,200 VA | 16,500 VA | 18,700 VA | 22,000 VA |
| Tensión nominal de Salida | 220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE | | | |
| Frecuencia nominal de red de CA | 50 Hz / 60 Hz | | | |
| Máx. intensidad de salida | 20 A | 25.2 A | 28.5 A | 33.5 A |
| Factor de potencia ajustable | 0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo | | | |
| Máx. distorsión armónica total | ≤ 3 % | | | |
| **Características y protecciones** | | | | |
| Dispositivo de desconexión del lado de entrada | Sí | | | |
| Protección anti-isla | Sí | | | |
| Protección contra sobreintensidad de CA | Sí | | | |
| Protección contra cortocircuito de CA | Sí | | | |
| Protección contra sobretensión de CA | Sí | | | |
| Protección contra polaridad inversa CC | Sí | | | |
| Protección contra descargas atmosféricas CC [3] | Sí | | | |
| Protección contra descargas atmosféricas CA [3] | Sí | | | |
| Monitorización de corriente residual | Sí | | | |
| Protección contra fallas de arco | Sí | | | |
| Control del receptor Ripple | Sí | | | |
| **Datos generales** | | | | |
| Rango de temperatura de operación | -25 ~ + 60 °C (Derating por encima de 45 ° C @ Potencia nominal de salida) | | | |
| Humedad de operación relativa | 0 % RH ~ 100% RH | | | |
| Altitud de operación | 0 - 4,000 m (disminución de la capacidad eléctrica a partir de los 2,000 m) | | | |
| Ventilación | Convección natural | | | |
| Pantalla | LED indicators | | | |
| Comunicación | RS485; WLAN vía Smart Dongle-WLAN/WLAN-FE; Ethernet vía Smart Dongle-WLAN-FE; 4G / 3G / 2G vía Smart Dongle-4G | | | |
| Peso (incluida ménsula de montaje) | 25 kg | | | |
| Dimensiones (incluida ménsula de montaje) | 525 x 470 x 262 mm | | | |
| Grado de protección | IP65 | | | |
| Consumo de noche la durante energía | < 1 W | | | |
| **Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)** | | | | |
| Seguridad | EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2 | | | |
| Estándares de conexión a red eléctrica | G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, RD 661, PO 12.3, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA 2.0 | | | |

[1] The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
[2] Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.
[3] Compatible TYPE II protection class according to EN / IEC 61643-11

**Número de equipos: 1**

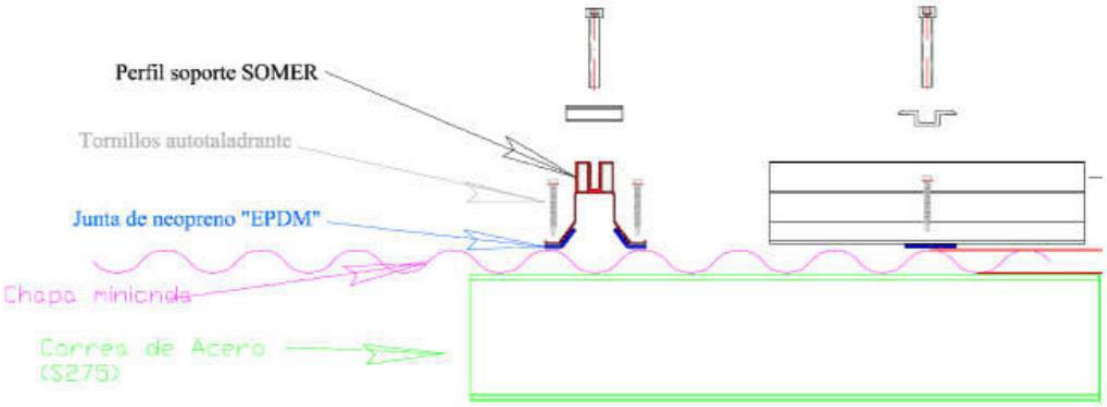
**Potencia nominal propuesta: 15 kW**

Con una garantía de 20 años, adjunta junto a la ficha técnica en el presente documento.

Otras características que vale la pena destacar son: rendimiento mínimo del 98.30%; potencia nominal mínima del 80 al 95 % de la potencia de los módulos; y certificaciones EN50524 IEC62109-1 IEC52109- 2 IEC61683 EN50530. Dada la ubicación del inversor, tiene que soportar las inclemencias meteorológicas y la protección IP65 de este modelo asegura el funcionamiento frente condiciones adversas.

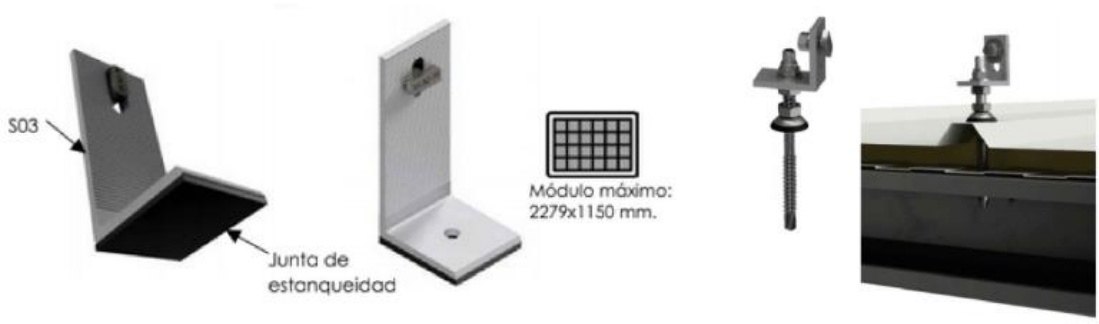
## 7.3. ESTRUCTURA Y FIJACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La superficie donde se ubicarán los módulos fotovoltaicos es la cubierta inclinada del edificio del pabellón. Los paneles se colocarán coincidiendo con la inclinación de la cubierta, con una estructura coplanar anclada a las correas de la cubierta, en el caso de que la interdistancia de las correas no permita el anclaje directo se utilizarán guías de prolongación unidas a las guías que se apoyarán los módulos, dichas guías forman parte del conjunto de la estructura siendo piezas homologadas y pertenecientes al mismo kit de estructura que los anclajes.




Los módulos se apoyarán sobre guías que irán ancladas a las correas mediante pies en L .

La distribución de los módulos en la cubierta será tal que si minimicen o anulen los efectos de las posibles sombras arrojadas por elementos existentes en la cubierta o por los elementos de la propia instalación fotovoltaica.




En esta imagen se aprecia la distribución propuesta de los módulos sobre la cubierta.

Los módulos mantendrán una orientación fija y se sujetarán a la estructura soporte mediante piezas de aluminio anodizado y tornillería inoxidable específicas para este fin suministradas por el fabricante de la estructura.

El dimensionado de los elementos portantes de las instalaciones fotovoltaicas se instruirá según el Código Técnico de la Edificación DB-SE-AE, considerando tanto las hipótesis de cargas permanentes debidas al peso propio de los elementos, como las hipótesis de nieve y viento para la zona geográfica donde se emplaza la instalación.

Los cálculos estáticos del sistema de fijación de los paneles deberán justificarse suficientemente por el fabricante proveedor de dicha parte de la estructura de sustentación.

- Tal y como marca el PPCT-C-REV-julio 2011 la estructura soporte cumplirá con los siguientes puntos:
- -La estructura soporte cumple las especificaciones con en el Código Técnico de la Edificación
- respecto a seguridad.
- -La estructura soporte de módulos resisten, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.
- -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.
- -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 tornillería será realizada en acero inoxidable.
- -La estructura estará debidamente sostenida, estando sobradamente calculada para resistir las preceptivas cargas de viento y nieve, según se indica en el documento básico de Seguridad Estructural: Bases de Cálculo y Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación (CTE – SE), aprobado por el Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo del 2006.
- -En la cubierta actual hay problemas de estanqueidad por lo que las filtraciones ya son un problema actual y no podrá achacarse a la instalación a ejecutar.

Por lo tanto, teniendo en cuenta las características de la cubierta y la instalación que se va a realizar se llega a la conclusión de que es apta para los trabajos que se van a llevar a cabo.

## 7.4. JUSTIFICACIÓN DE CARGAS

Para la justificación de la aptitud de la cubierta de cara a soportar las cargas de módulos solares y soportes, se tienen en cuenta los siguientes valores:

Mmodulo=22,3 Kg

Msoporte=2,00 Kg/panel

La instalación en la agrupación más concentrada consta de 22 módulos por lo que tendríamos una masa de 534,6kg distribuidos en una superficie de 46,2 $m^2$ lo que supone una carga de 11,57kg/$m^2$.

Según los datos del catastro, la fecha de construcción del edificio es de 1976. Se ha podido tener acceso mediante correo electrónico del 15-04-2021, a la aprobación del proyecto ejecutivo, y se ha podido confirmar que esta fecha es de 1990. La normativa vigente en el momento de la construcción era la NBE-AE-88. Por este motivo, se toma como base que, el cálculo estructural de la cubierta prevé una sobrecarga de 100kg/$m^2$ según tabla adjunta de la propia normativa.

Por tanto, se dista mucho de los 100Kg/$m^2$ del caso más restrictivo.

Tabla 3.1
Sobrecargas de uso

| Uso del elemento | Sobrecarga kg/$m^2$ |
|---|---|
| **A. Azoteas** | |
| Accesibles sólo para conservación | 100 |
| Accesibles sólo privadamente | 150 |
| Accesibles al público | Según su uso |
| **B. Viviendas** | |
| Habitaciones de viviendas | 200 |
| Escaleras y accesos públicos | 300 |
| Balcones volados | Según art. 3.5 |
| **C. Hoteles, hospitales, cárceles, etc.** | |
| Zonas de dormitorio | 200 |
| Zonas públicas, escaleras, accesos | 300 |
| Locales de reunión y de espectáculo | 500 |
| Balcones volados | Según art. 3.5 |
| **D. Oficinas y comercios** | |
| Locales privados | 200 |
| Oficinas públicas, tiendas | 300 |
| Galerías comerciales, escaleras y accesos | 400 |
| Locales de almacén | Según su uso |
| Balcones volados | Según art. 3.5 |
| **E. Edificios docentes** | |
| Aulas, despachos y comedores | 300 |
| Escaleras y accesos | 400 |
| Balcones volados | Según art. 3.5 |
| **F. Iglesias, edificios de reunión y de espectáculos** | |
| Locales con asientos fijos | 300 |
| Locales sin asientos, tribunas, escaleras | 500 |
| Balcones volados | Según art. 3.5 |
| **G. Calzadas y garajes** | |
| Sólo automóviles de turismo | 400 |
| Camiones | 1.000 |

Por todo el expuesto, se concluye que la cubierta existente es apta para soportar el peso de la instalación solar que se colocará.

## 7.5. SISTEMA DE MEDIDA Y REGISTRO DE POTENCIA DE DATOS SOLARES.

La instalación fotovoltaica requiere de un sistema de control que debe ser capaz de cumplir las siguientes funciones:

-Cuando la producción de energía mediante los paneles solares fotovoltaicos está por debajo de la demanda de la explotación, el sistema de control debe ser capaz de tomar de la red la energía restante.

-Cuando la producción de energía la planta solar fotovoltaica esté por encima de la demanda de la explotación, el sistema de control debe ser capaz de verter a la red la energía excedente.

### 7.5.1. Medición de energía inyectada y consumida

Para la medición de la energía inyectada por parte del sistema de generación fotovoltaico, así como la medida de la energía aportada por la red eléctrica a la instalación se empleará un dispositivo de medición bidireccional de medida indirecta.

El dispositivo propuesto es el medidor trifásico bidireccional DTSU666-H de hasta 100 A, este equipo es el recomendado por la marca fabricante del inversor, Huawei, dada la compatibilidad y buena integración entre equipos. Dicho dispositivo debe poder medir la energía aportada por la instalación y la energía aportada por red pública, de manera instantánea y poder aportar esta información a tiempo real, así como ofrecer históricos de los datos medidos.

El equipo ha de conectarse aguas abajo del interruptor general del cuadro general mediante transformadores de intensidad de relación 100A/40mA

El equipo se conecta mediante conexión RS485 con protocolo Modbus con el inversor aportando así la información.

Se han de instalar tres transformadores que han de conectarse aguas debajo del IGA del cuadro general de protecciones. Para ello habrá que rectificar el cuadro general de forma que se disponga de espacio suficiente para la instalación de los transformadores.

Dicha reforma constará de un cuadro auxiliar a donde se derivará la conexión de salida del IGA para la colocación de los transformará.

Este equipo se instalará en la sala donde se encuentra el cuadro general de mano y maniobra del edificio.

Dicha conexión Modbus es apta para el conexionado de elementos de medición como son los equipos LOXONE, se dejará conectado a tal equipo aunque la integración de este sistema no se contempla dentro del alcance de este proyecto.

La información recabada por el equipo de medición y el inversor, que ya lleva sistema de comunicación integrada es válida para la exportación de datos a plataformas como SENTILO.

### 7.4.2 SENTILO

Para la aplicación de SENTILO sobre la instalación fotovoltaica DIBA exige que se actúe con el siguiente procedimiento:

a) Estructura de la información a enviar a SENTILO

1. Información en tiempo real. Para cada sensor (e.g .: voltaje, temperatura, intensidad, etc.) de cada instrumento se publica con una periodicidad determinada el valor último leído junto con su sello de tiempo. Este tipo de dato se codificará como de tipo RT (Real Time). Para los proyectos financiados por Diputación de Barcelona inicialmente no se piden estos datos.

2. Información resumen de un contador. Se envía a Sentilo los valores finales e iniciales en un periodo de tiempo determinado. Para el control de Diputación de Barcelona, se pide saber los consumos / producciones horarias de electricidad (fotovoltaica) De un contador de energía eléctrica se informará del MV (Meter Value), en concreto se necesita:

- El valor al inicio del período de adquisición
- El valor al final del período de adquisición
- El número de muestras adquiridas
- La duración del período de adquisición (cada hora)

En virtud de estos requerimientos y modelo de datos, establecemos una codificación homogénea para todo tipo de variables para analizar las producciones eléctricas.

b) Codificación de los componentes a SENTILO

La codificación de los sensores permite, de forma fácil, identificar la instalación, el tipo de dato que aporta y, evidentemente, el instrumento que representa. Este código es una cadena de texto alfanumérica más el carácter "_" (guión bajo o underscore) que se utiliza para hacer la separación de cada componente. El formato es el siguiente:

99999AAAAAA1_MV_BMC1_ENER

99999AAAAAA: Código de once cifras alfanuméricas identificando las 5 primeras el código INE del municipio y el código del equipamiento / instalación monitorizada (Codificación del programa de contabilidad energética que utiliza el ayuntamiento por ej. ESC001, que significa escuela número 1 ). Este código lo asigna el ayuntamiento o si el ayuntamiento no tiene programa de contabilidad energética lo proveerá Diputación de Barcelona.

Para la instalación de este proyecto se ha asignado el siguiente código 08088ESP001

MV: “Meter Value” Valor del contador. La información enviada es el resumen de un contador (e.g .: kWh eléctricos). Se envía a Sentilo los valores inicial y final en un período de tiempo predeterminado.

FVENERGIA: Valor acumulado de energía generada a través de contador o del inversor. Los datos y códigos mínimos a incluir en Sentilo referentes a una instalación fotovoltaica, serán los que se definen a continuación marcados con negrita los que son imprescindibles:

| NOMBRE DE LA VARIABLE | OBSERVACIONES |
|---|---|
| 99999AAAAAA_MV_FV_AUXILIAR | Valor acumulado de energía consumida del contador bidireccional |
| 99999AAAAAA_MV_FV_ENERGIA | Valor acumulado de exportación + importación del contador bidireccional |
| 99999AAAAAA_MV_CIA_EXPORT | Valor acumulado de exportación en el punto frontera del contador bidireccional |
| 99999AAAAAA_MV_CIA_IMPORT | Valor acumulado de importación en el punto frontera del contador bidireccional |
| **99999AAAAAA_MV_FVENERGIA** | **Valor acumulado de energía generada** |
| **99999AAAAAA_MV_CIA** | **Valor acumulado de energía consumida** |

### 7.4.3 PANTALLA VISUALIZACIÓN DE DATOS

Se ha de instalar una pantalla de las siguientes características o superior:

- Dimensiones: 32”
- Resolución: 720p
- Tecnología: LED
- Frecuencia de actualización: 50Hz
- Conectividad: USB y HDMI

En dicha pantalla se han de visualizar datos con informativos y educativos sobre la instalación fotovoltaica. Dicha información estará relacionada con los siguientes aspectos:

- La producción energética
- La potencia
- La cobertura solar
- Las emisiones de gases de efecto invernadero
- Capacidad de alternar entra distintas ventanas cronológicas

Esta información debe estar alojada en una plataforma web y de software libre para poder visualizarse en puntos de interés remotos que no sean la propia instalación. Dicho software se instalará en un dispositivo Raspberry o en un Intel Stick Computer conectado a la pantalla.

Es labor de la contrata facilitar las instrucciones y formación suficiente para el correcto manejo de la plataforma y garantizar la compresión de los elementos proyectados.

A su vez, se valorará la posibilidad de que este sistema sea apto para que la entidad pueda añadir otra información de su interés a lo proyectado en la pantalla, aunque esta prestación no entra dentro del alcance de este proyecto.

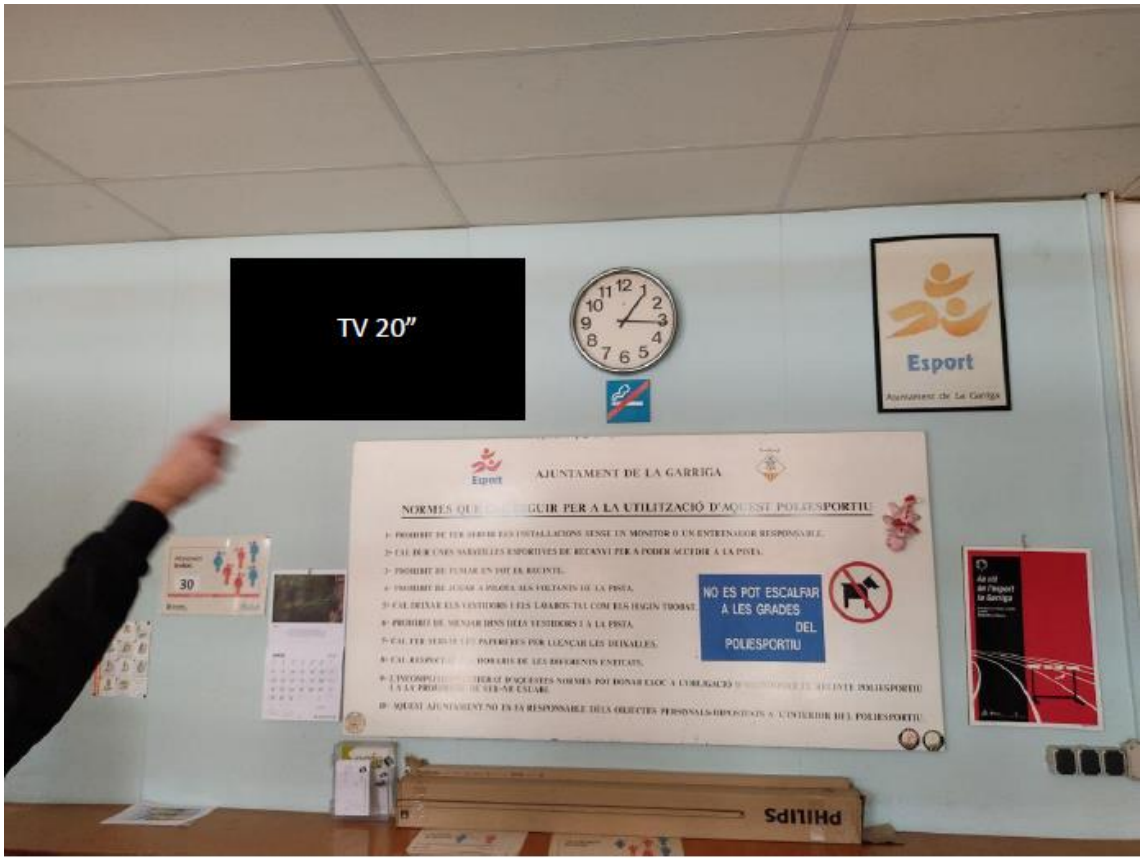
Se propone el televisor Hitachi 32HAE2250 o similar como pantalla para la realización de las funciones descritas.

**Especificaciones**

| | |
|---|---|
| Marca – Modelo | Hitachi 32HAE2250 |
| Tamaño | 32″ (81.2 cm) |
| Resolución | HD Ready 1366 x 768 píxeles) |
| Relación de Aspecto | 16:9 |
| Frecuencia | 50 Hz (hercios) |
| Retroiluminación | Direct LED |
| Smart TV | Sí |
| Wifi Integrado | Sí |
| Bluetooth | Sí |
| 3D | No |
| USB Grabador | Sí |
| Sintonizadores | • Analógico (NTSC/PAL/SECAM)<br>• DVB-S2<br>• DVB-T2<br>• DVB-C |
| Sonido | • 2 x 6 W (vatios)<br>• Sound Master<br>• DTS HD |

| | |
|---|---|
| Dimensiones sin soporte (Alto x Ancho x Profundidad) | 435 x 734 x 79 mm |
| Dimensiones con soporte (Alto x Ancho x Profundidad) | 484 x 734 x 177 mm |
| Peso (Sin / Con soporte) | – |
| Compatibilidad VESA | Sí, 75 X 75 mm |
| Puertos HDMI | 3 |
| Puertos USB | 2 |
| Otros conectores | • VGA<br>• Salida para audio<br>• Ethernet RJ45 |
| CI+ Integrado | – |
| Clase Energética | Categoría A |
| Contenido / Accesorios | • Mando a distancia<br>• pilas<br>• cable de corriente<br>• guía de usuario |

La ubicación propuesta es en la pared tras el mostrador del recibidor del polideportivo.



## 7.6. DISTRIBUCIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

Los módulos se organizarán en tres filas:

- 6 módulos
- 14 módulos

- 22 módulos

Disposición:

- Horizontal

Inclinación:

- 6º

Azimut:

- 34, 76º

Espacio entre filas:

- 0,6m

Nº de Strings:

- 2

Módulos por String:

- 2 series de 10 Módulos (415 Wp)
- 2 series de 11 Módulos (415 Wp)

## 7.7. CABLEADO

### 7.7.1. CORRIENTE CONTINUA

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Los conductores tendrán una sección suficiente para cumplir lo dispuesto en el artículo 5 de la ITC 40 del REBT; “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5% para la intensidad nominal”.

Todo el cableado de continua será de aislamiento doble y adecuado para su uso a la intemperie o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

El cableado será de 6 mm2 de sección por polo, para el tramo que conecta los módulos fotovoltaicos con los inversores de red por su parte de CC.

El cableado discurrirá por cubierta en bandeja metálica con tapa y una vez en el interior del edificio bajo tubo rígido de PVC libre de halógenos.

Nº de Strings:

- 4

Módulos por String:

- 2 series de 10 Módulos (415 Wp)
- 2 series de 11 Módulos (415 Wp)

### 7.7.2. CORRIENTE ALTERNA

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Los conductores tendrán una sección suficiente para cumplir lo dispuesto en el artículo 5 de la ITC 40 del REBT; "Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5% para la intensidad nominal".

La conducción de corriente alterna estará compuesta por una conducción **3x3,5mm$^2$ + N +T** instalada bajo tubo que conectará la salida de AC del inversor al interruptor general de CGM del edificio.

### 7.7.3. CABLEADO CONEXIÓN RED DE DATOS

La conexión del inversor con el Rack de telecomunicaciones se realizará mediante cableado UTP Cat6 instalado bajo tubo.

## 7.8. PROTECCIONES

Para garantizar la seguridad de la instalación proyectada, se proveerá con protecciones exigidas por la normativa en vigor. Los equipos de protección que se van a instalar son los siguientes:

•**Interruptor magnetotérmico**: Dispositivo que consta de un electroimán (acción magnética) y una lámina bimetálica (acción térmica) que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger los circuitos eléctricos contra sobreintensidades

producidas por sobrecargas o cortocircuitos. El aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme del dispositivo cuando se ha producido una desconexión. No obstante, este rearme no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito

•**Interruptor Diferencial**: Dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores activos y tierra o masa de los aparatos.

•**Seccionador**: Dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores activos y tierra o masa de los aparatos.

•**Fusibles**: Dispositivo que protege los circuitos eléctricos cortando el flujo de corriente en un circuito cuando ocurre una sobrecarga o cortocircuito.

### 7.8.1. PROTECCIONES A TIERRA

Se conectarán a tierra todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la parte de continua como de la de alterna. Se realizará de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la compañía eléctrica distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La estructura soporte, y con ella los módulos fotovoltaicos, se conectarán a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas. Con esta medida se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas. También permite a los interruptores diferenciales la detección de corrientes de fuga, así como propiciar el paso a tierra de las corrientes de defecto o descarga de origen atmosférico.

La puesta tierra queda con los siguientes elementos:

- -**Derivaciones de la línea principal de tierra**: correspondientes a los diferentes tramos procedentes de cada uno de los grupos de estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos hasta llegar al armario del inversor.
- -**Conductores de tierra**: La sección de los conductores de tierra tienen que satisfacer las prescripciones de esta instrucción. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

*Tabla 1. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra*

| TIPO | Protegido mecánicamente | No protegido mecánicamente |
|---|---|---|
| **Protegido contra la corrosión*** | Según apartado 3.4 | 16 $mm^2$ Cobre<br>16 $mm^2$ Acero Galvanizado |
| **No protegido contra la corrosión** | 25 $mm^2$ Cobre<br>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.

-**Punto de puesta a tierra**: punto situado en el suelo, en una pequeña arqueta, que sirve de unión entre la línea principal de tierra y la línea de enlace con tierra. Estará constituido por un dispositivo de conexión que permita la unión entre ambos tramos, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

-**Línea de enlace con tierra:** está formada por los conductores que unen los electrodos con el punto de puesta a tierra.

-**Electrodos**: los forman picas y el conductor enterrado horizontalmente que las une. Las picas son barras de cobre o acero de 14 mm de diámetro como mínimo. Si son de acero, están recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado. Su longitud es de 2 m y la separación entre ellas será superior a su longitud. El conductor enterrado horizontalmente es un cable de cobre desnudo de sección 35 mm2.

### 7.8.2. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos directos con partes activas de la instalación queda garantizada mediante la utilización en todas las líneas de conductores aislados 0,6/1 kV, el alejamiento de las partes activas, el entubado de los cables, y los conectores multicontacto.

En todos los puntos de la instalación, los conductores disponen de la protección mecánica adecuada a las acciones que potencialmente puede sufrir, especialmente en el caso de golpes o impactos fortuitos.

Todos los ángulos y cambios bruscos de dirección se protegerán para evitar el deterioro del aislante en el trazado de las líneas o en su propio funcionamiento normal. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en

particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP54.

El sistema de conexionado de los paneles con enchufes rápidos tipo multicontacto es intrínsecamente seguro, evitando posibles contactos directos del operario durante su instalación.

La protección contra contactos indirectos se consigue mediante la puesta a tierra de todos los elementos metálicos de la instalación, y especialmente la estructura de soporte de las placas solares y la chapa metálica del inversor y los cuadros. Las líneas en corriente alterna están protegidas por interruptores diferenciales de alta sensibilidad en cabecera. Las líneas de corriente continua son intrínsecamente seguras por la separación de conductores y por la utilización de aparatos tipo II (paneles y convertidor).

Como protección de contactos indirectos en alterna, se colocará un interruptor diferencial tetrapolar, a continuación del interruptor de protección del inversor, en el cuadro de conexión a red, con las características que se detallan en plano.

### 7.8.3. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

En el lado de corriente continua la protección de sobretensión se realiza a través de descargadores de tensiones a tierra (varistores) que el mismo inversor incorpora dentro de su carcasa, lo que garantiza la protección contra sobretensiones en la banda de corriente continua.

Para evitar sobretensiones inducidas por relámpagos, se evitará en todo momento hacer bucles grandes con los circuitos de cada rama, haciendo que los cables de ida y vuelta vayan paralelos y lo más cerca posible uno del otro.

## 7.9. ACTUACIONES PRINCIPALES DEL PROYECTO

El proyecto se dividirá en las siguientes etapas y estas marcaran el programa de trabajo a la hora de la realización de la ejecución de la instalación.

- Replanteo
- Instalación de las medidas de protección colectivas tal como defina el estudio de seguridad y salud.

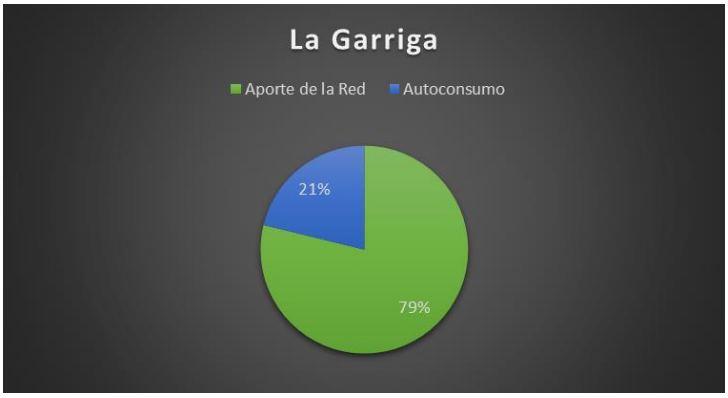
- Acopio de la estructura y módulos fotovoltaicos.
- Instalación de estructura y módulos fotovoltaicos.
- Instalación de canalización y cableado de corriente continua.
- Instalación de inversor, canalización y cableado de corriente alterna.
- Instalaciones elementos de protección.
- Instalación de conexiones a tierra.
- Instalación de dispositivo medidor, canalización y cableado de datos.
- Conexionado de equipos y puesta en marcha.
- Instalación de pantalla para visualización de datos de la instalación.
- Formación en fotovoltaica a personal municipal y asistencia en proceso de legalización.

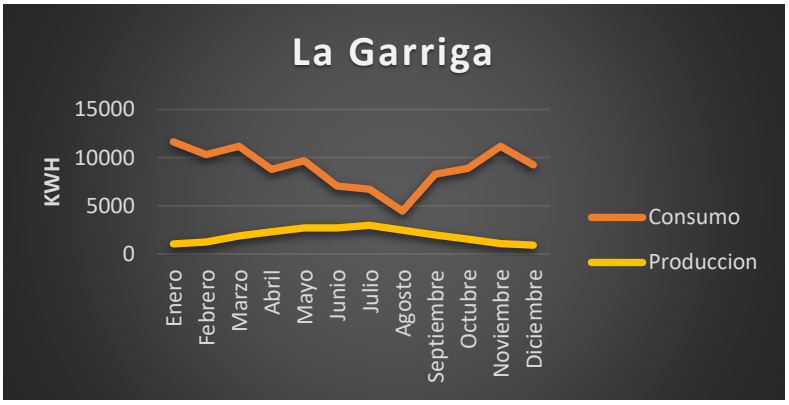
# 8. ESTUDIO ENERGÉTICO

El estudio de producción energética ha sido realizado mediante la herramienta de cálculo Helioscope y se han puesto en comparativa con los datos de consumo obtenidos del análisis de los CUPs facilitados por las entidades municipales.

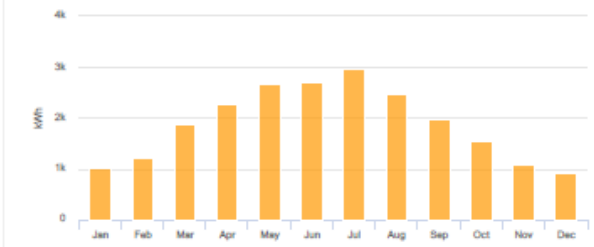
Los datos se han cogido de los consumos relativos al año 2019, ya que los del año 2020 no son del todo fiables debido al cambio de hábitos y rutinas en los centro de trabajo e instalaciones públicas provocados por la pandemia.

| | Consumo (kWh) | Producción (kWh) | Autoconsumida (kWh) | Vertida (kWh) | Cobertura (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 11.643,98 | 1.030,90 | 1.030,90 | 0,00 | 8,85% |
| Febrero | 10.300,69 | 1.224,40 | 1.224,40 | 0,00 | 11,89% |
| Marzo | 11.171,24 | 1.888,60 | 1.888,60 | 0,00 | 16,91% |
| Abril | 8.797,82 | 2.292,80 | 2.292,80 | 0,00 | 26,06% |
| Mayo | 9.680,27 | 2.693,20 | 2.693,20 | 0,00 | 27,82% |
| Junio | 7.040,11 | 2.706,20 | 2.706,20 | 0,00 | 38,44% |
| Julio | 6.735,72 | 2.970,30 | 2.970,30 | 0,00 | 44,10% |
| Agosto | 4.450,35 | 2.466,00 | 2.466,00 | 0,00 | 55,41% |
| Septiembre | 8.282,20 | 1.975,40 | 1.975,40 | 0,00 | 23,85% |
| Octubre | 8.888,98 | 1.528,10 | 1.528,10 | 0,00 | 17,19% |
| Noviembre | 11.191,81 | 1.077,30 | 1.077,30 | 0,00 | 9,63% |
| Diciembre | 9.248,99 | 917,40 | 917,40 | 0,00 | 9,92% |
| **TOTALES** | **107.432,16** | **22.770,60** | **22.770,60** | **0,00** | **21,20%** |

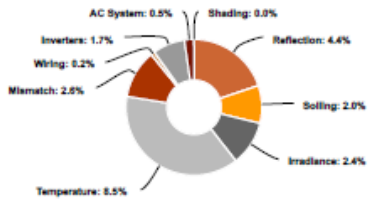


## Monthly Production




## Sources of System Loss




## Annual Production

| | Description | Output | % Delta |
|---|---|---|---|
| Irradiance (kWh/m²) | Annual Global Horizontal Irradiance | 1,614.0 | |
| | POA Irradiance | 1,641.9 | 1.7% |
| | Shaded Irradiance | 1,641.9 | 0.0% |
| | Irradiance after Reflection | 1,569.5 | -4.4% |
| | Irradiance after Soiling | 1,538.1 | -2.0% |
| | **Total Collector Irradiance** | **1,538.1** | **0.0%** |
| Energy (kWh) | Nameplate | 26,800.2 | |
| | Output at Irradiance Levels | 26,165.5 | -2.4% |
| | Output at Cell Temperature Derate | 23,947.3 | -8.5% |
| | Output After Mismatch | 23,329.4 | -2.6% |
| | Optimal DC Output | 23,280.5 | -0.2% |
| | **Constrained DC Output** | **23,280.5** | **0.0%** |
| | **Inverter Output** | **22,884.7** | **-1.7%** |
| | **Energy to Grid** | **22,770.3** | **-0.5%** |
| Temperature Metrics | | | |
| | Avg. Operating Ambient Temp | | 16.0 °C |
| | Avg. Operating Cell Temp | | 33.1 °C |
| Simulation Metrics | | | |
| | Operating Hours | | 4636 |
| | Solved Hours | | 4636 |

## Condition Set

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Description** | Condition Set 1 | | | | | | | | | | | |
| **Weather Dataset** | TMY, 10km Grid, meteonorm (meteonorm) | | | | | | | | | | | |
| **Solar Angle Location** | Meteo Lat/Lng | | | | | | | | | | | |
| **Transposition Model** | Perez Model | | | | | | | | | | | |
| **Temperature Model** | Sandia Model | | | | | | | | | | | |
| **Temperature Model Parameters** | Rack Type | a | b | Temperature Delta | | | | | | | | |
| | Fixed Tilt | -3.56 | -0.075 | 3°C | | | | | | | | |
| | Flush Mount | -2.81 | -0.0455 | 0°C | | | | | | | | |
| **Soiling (%)** | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| **Irradiation Variance** | 5% | | | | | | | | | | | |
| **Cell Temperature Spread** | 4° C | | | | | | | | | | | |
| **Module Binning Range** | -2.5% to 2.5% | | | | | | | | | | | |
| **AC System Derate** | 0.50% | | | | | | | | | | | |
| **Module Characterizations** | Module | | | Uploaded By | | | | Characterization | | | | |
| | SPR-P3-415-COM V3 (SunPower) | | | Folsom Labs | | | | SPR-P3-415-COM V3.pan, PAN | | | | |
| **Component Characterizations** | Device | | Uploaded By | | | | Characterization | | | | | |

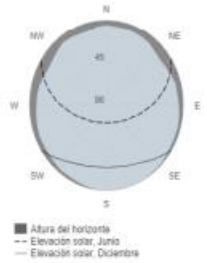
# 9. DATOS DE RADIACIÓN SOLAR

PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

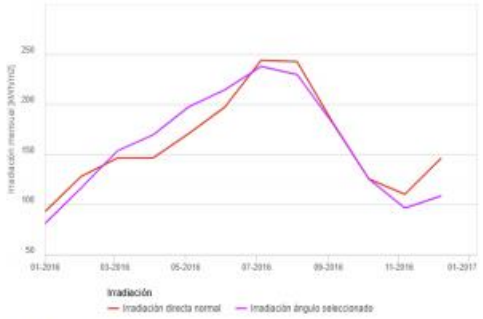
**Datos proporcionados**

| | |
|---|---|
| Latitud/Longitud: | 41.689, 2.282 |
| Horizonte: | Calculado |
| Base de datos | PVGIS-SARAH |
| Año inicial: | 2016 |
| Año final: | 2016 |
| Variables incluidas en este informe: | |
| Irradiación global horizontal: | No |
| Irradiación directa normal: | Si |
| Irradiación global con el ángulo óptimo: | No |
| Irradiación global con el ángulo 18° | Si |
| Ratio difusa/global | Si |
| Temperatura media | Si |

**Perfil del horizonte:**




**Irradiación solar mensual**




**Direct Normal irradiation**

| Mes | 2016 |
|---|---|
| Enero | 93.23 |
| Febrero | 128 |
| Marzo | 146.34 |
| Abril | 146.54 |
| Mayo | 171.08 |
| Junio | 197.42 |
| Julio | 243.58 |
| Agosto | 242.55 |
| Septiembre | 181.36 |
| Octubre | 125.48 |
| Noviembre | 110.3 |
| Diciembre | 145.92 |

**Global at user angle**

| Mes | 2016 |
|---|---|
| Enero | 81.34 |
| Febrero | 116.65 |
| Marzo | 153.37 |
| Abril | 169.39 |
| Mayo | 197.63 |
| Junio | 214.44 |
| Julio | 237.66 |
| Agosto | 229.6 |
| Septiembre | 180.76 |
| Octubre | 125.35 |
| Noviembre | 96.5 |
| Diciembre | 108.46 |

# 10. PRODUCCIÓN ESTIMADA Y TONELADAS DE CO2 AHORRADAS.

Se estima que la producción anual de la instalación fotovoltaica será de:

**22.770,6 kWh / anuales**

De la cual se estima que irá destinada a autoconsumo un total de:

**22.770,6 kWh/anuales**

Por tanto, las toneladas de $CO_2$ ahorradas de manera directa son:

**11,87 toneladas**

# 11. SISTEMA DE MES Y REGISTRO DE LA INSTALACIÓN

Como se indica en el apartado 7.4.2 del presente documento, la instalación debe disponer de un sistema integrado capaz de registrar mínimamente de forma mensual los datos de potencia y producción para que en caso de que la entidad municipal lo desee pueda integrar el sistema SENTILO y poder visualizar dicha información.

Esta información la proporciona el propio equipo inversor junto con el contador inteligente definido en el apartado 7.4.

Es obligación de la empresa instaladoras facilitar los códigos de acceso y la información necesaria a la empresa integradora de SENTILO a fin de que se puedan exportar los parámetros deseados.

# 12. Presupuesto Simplificado

| RESUMEN ACTUACIONES ELEGIBLES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Código de la partida de obra | | Cantidad | Precio unitario (€) | Total partida de obra (€) |
| CAPÍTULO 01 | | | | |
| 01.01 | Módulo solar fotovoltaico | 42 | 210,50 | 8.840,98 |
| 01.02 | Estructura de sporte | 42 | 47,44 | 1.992,28 |
| 01.03 | Inversor | 1 | 1.094,73 | 1.094,73 |
| 01.04 | Protecciones, canalizaciones, cableado | 1 | 3.907,36 | 3.907,36 |
| **TOTAL CAPÍTULO 01** | | | | **15.835,36** |
| CAPÍTULO 02 | | | | |
| SEG_SALUD | | 1 | 834,18 | 834,18 |
| **TOTAL CAPÍTULO 02** | | | | **834,18** |
| | | | **Presupuesto ejecución material** | **16.669,53** |
| | | | Beneficio industrial (6%) | 1.000,17 |
| | | | Gastos generales (13%) | 2.167,04 |
| | | | **Total presupuesto licitación** | **19.836,75** |
| | | | IVA (21%) | 4.165,72 |
| | | | **TOTAL COSTE DE EJECUCIÓN IVA INCLUIDO** | **24.002,46** |
| | | | **Redacción del proyecto ejecutivo** | **786,57** |
| | | | IVA (21%) | 165,18 |
| | | | **TOTAL COSTE DE PROYECTO IVA INCLUIDO** | **951,76** |
| | | | **TOTAL COSTE ELEGIBLE** | **24.954,22** |

**ANEXOS**

# I. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS ELÉCTRICOS

**Resistencia de Puesta a Tierra**

Este valor será tal que ninguna masa pueda alcanzar una tensión de contacto de un valor superior a 24 V, tensión de seguridad para el cuerpo humano en locales húmedos.

La instalación llevará incorporado un interruptor diferencial en la parte de corriente alterna de 300 mA de sensibilidad. Por tanto, la resistencia de puesta a tierra más desfavorable no podrá ser superior al valor dado por:

RT = 24 V / 300 mA = 80 Ω

La red de tierras se realizará mediante picas de cobre de 2 m de longitud que se conectarán en paralelo mediante cable desnudo de 25 mm2.

El número de picas a utilizar vendrá condicionado por la naturaleza conductora del terreno, en este caso la resistividad se estima en 150 Ω·m (margas y arcillas), según la tabla III de la ITC-BT 18

Naturaleza del terreno: Margas y arcillas compactas

Resistividad en Ω·m: 150

R1p = Resistividad/L= 150 / 2 = 75 Ω

Por tanto, se colocará una pica de cobre diámetro 14mm y longitud 2m.

Aun así, el número de picas se podrá determinar con exactitud y aumentar y/o disminuir “in situ” en función de la medida real de la resistencia de puesta a tierra en el lugar de ubicación.

Cabe comentar que todas las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a esta tierra. Ésta será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el REBT.

## Secciones de cableado

Se utilizará cable de Cu flexible libre de alógenos, clase 5, con aislamiento XLPE y cubierta PVC para todo el trazado de cableado de la instalación. Las secciones de los diferentes tramos de cableado de la instalación son los siguientes:

- Tramo de CC: El cableado será de 6 mm2 de sección por polo, para el tramo que conecta los módulos fotovoltaicos con los inversores de red por su parte de CC.

- Strings de 10 módulos: 2 ud

- Strings de 11 módulos: 2 ud

Tramo de AC: Es el tramo que va desde la salida de un inversor de red hasta el cuadro general de protecciones de la instalación fotovoltaica y que conduce la potencia de salida de un inversor. El cableado será de sección 10 mm2 por fase.

## Cálculos del cableado de la parte CC

CÁLCULOS POR CRITERIO TÉRMICO:

El generador fotovoltaico de la instalación estará formado por 2 strings de 10 módulos y 2 strings de 11 módulos conectados en serie entre sí, y por cada una de estas ramas transcurrirá la intensidad de máxima potencia del panel fotovoltaico, que en este caso es de 9,22 A para una irradiancia de 1000 W/m2, lo que corresponde a una situación de irradiancia elevada.

Sin embargo, la sección de cable debe admitir al menos el 125 % de la corriente de nuestro sistema generador, como indica el REBT; lo que equivale a una intensidad de cálculo de 11,53 A.

Según esta intensidad de cálculo de corriente continua, y para cables que discurran aislados en tubos en montaje superficial, la normativa nos determina que una sección de cable de 6 mm2 admite una intensidad máxima de 44 A, que como podemos comprobar es muy superior a la intensidad máxima calculada para este tramo de la instalación.

Por tanto, podemos concluir que el cableado de la instalación en el tramo de CC cumple con el criterio de intensidad máxima admisible.

CÁLCULOS POR CAIDA DE TENSIÓN

En el pliego de condiciones técnicas de IDAE se especifica que la caída máxima en la parte CC de la instalación fotovoltaica debe ser siempre inferior al 1,5 %.

Para obtener las caídas de tensión cada uno de los circuitos de la parte de CC de la instalación se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$e_1 = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\mu \cdot S \cdot V^2}$$

| | INT MAX (A) | 125% | Sección | INT MAX TABLA |
|---|---|---|---|---|
| **INTENSIDAD CC** | 9,22 | 11,53 | 6 | 44 |

| | POTENCIA (W) | Longitud (m) | Coef Conductiv | Seccion (mm2) | Tension (V) | e |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **PERDIDAS CC** | 4565 | 50 | 56 | 6 | 495 | 0,55% |

## Cálculos del cableado de la parte AC.

CÁLCULOS POR CRITERIO TÉRMICO

Para calcular la sección del cableado de los circuitos de la instalación FV según el criterio térmico, se debe obtener la intensidad que circula por cada uno ellos, y posteriormente se dimensionará el cableado para que admita al menos el 125% de esta corriente de cálculo cumpliendo con lo indicado en la ITC-BT 40 para instalaciones generadoras.

Para obtener el valor de la intensidad de cálculo a partir de la potencia que transcurre por un circuito se utilizará la siguiente fórmula.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \quad \text{(para circuitos trifásicos)}$$

Así, para cada uno de los circuitos obtenemos la intensidad de cálculo según se indica a continuación:

Tramo de AC: En este tramo la potencia que transcurre será la potencia de un inversor, que en nuestro caso es de 5.000 W. Así pues, la intensidad de cálculo para este tramo es de 33.83 A. Según esta intensidad de cálculo y para cables que discurran aislados en tubos en montaje superficial, la normativa nos determina que una sección de cable de 10 mm2 (ITC 19, tabla 1) admite una intensidad máxima de 44 A, que como podemos comprobar es muy superior a la intensidad máxima calculada para este tramo de la instalación.

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | | Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | | | | |
| A2 | | Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | | | | | |
| B | | Conductores aislados en tubos[2] en montaje superficial o empotrados en obra | | | | 3x PVC | 2x PVC | | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | |
| B2 | | Cables multiconductores en tubos[2] en montaje superficial o empotrados en obra | | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | | 2x XLPE o EPR | | | |
| C | | Cables multiconductores directamente sobre la pared[3] | | | | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | |
| E | | Cables multiconductores al aire libre[4] Distancia a la pared no inferior a 0.3D[5] | | | | | | 3x PVC | | 2x PVC | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | |
| F | | Cables unipolares en contacto mutuo[4] Distancia a la pared no inferior a D[5] | | | | | | | 3x PVC | | | 3x XLPE o EPR | |
| G | | Cables unipolares separados mínimo D[5] | | | | | | | | | 3x PVC | | 3x XLPE o EPR |

| Cobre | mm² | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1,5 | 11 | 11,5 | 13 | 13,5 | 15 | 16 | – | 18 | 21 | 24 | – |
| | 2,5 | 15 | 16 | 17,5 | 18,5 | 21 | 22 | – | 25 | 29 | 33 | – |
| | 4 | 20 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | – | 34 | 38 | 45 | – |
| | 6 | 25 | 27 | 30 | 32 | 36 | 37 | – | 44 | 49 | 57 | – |
| | 10 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 52 | – | 60 | 68 | 76 | – |
| | 16 | 45 | 49 | 54 | 59 | 66 | 70 | – | 80 | 91 | 105 | – |
| | 25 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 88 | 96 | 106 | 116 | 123 | 166 |
| | 35 | | 77 | 86 | 96 | 104 | 110 | 119 | 131 | 144 | 154 | 206 |
| | 50 | | 94 | 103 | 117 | 125 | 133 | 145 | 159 | 175 | 188 | 250 |
| | 70 | | | | 149 | 160 | 171 | 188 | 202 | 224 | 244 | 321 |
| | 95 | | | | 180 | 194 | 207 | 230 | 245 | 271 | 296 | 391 |
| | 120 | | | | 208 | 225 | 240 | 267 | 284 | 314 | 348 | 455 |
| | 150 | | | | 236 | 260 | 278 | 310 | 338 | 363 | 404 | 525 |
| | 185 | | | | 268 | 297 | 317 | 354 | 386 | 415 | 464 | 601 |
| | 240 | | | | 315 | 350 | 374 | 419 | 455 | 490 | 552 | 711 |
| | 300 | | | | 360 | 404 | 423 | 484 | 524 | 565 | 640 | 821 |

CÁLCULOS POR CAIDA DE TENSIÓN

Para obtener las caídas de tensión en cada uno de los circuitos de la parte de AC de la instalación se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$e_1 = \frac{P \cdot L}{56 \cdot S \cdot V^2}$$

Donde:

P = Potencia eléctrica

L = Longitud

μ = Coeficiente de conductividad del Cu

S = Sección del cableado

V = Tensión

$e_1$ < 1,5% Cumple

| | POTENCIA (W) | Cos (phi) | Tensión (V) | INT MAX (A) | 125% | Sección (mm2) | INT MAX TABLA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **INTENSIDAD AC** | 15000 | 0.8 | 400 | 27 | 33.83 | 10,00 | 44 |

| | POTENCIA (W) | Longitud (m) | Coef Conductiv | Seccion (mm2) | Tension (V) | e |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **PERDIDAS AC** | 15000 | 5 | 56 | 10,00 | 400 | 0,83% |

**PROTECCIONES**

**Parte CC**:

CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

El generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contacto directo e indirecto, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra. En este último caso, se genera una situación de riesgo, que se soluciona mediante:

- El aislamiento es de clase II en los módulos fotovoltaicos, cables y cajas de conexión. Éstas últimas, contarán además con llave y estarán dotadas de señales de peligro eléctrico.
- Controlador permanente de aislamiento, integrado en el inversor, que detecte la aparición de derivaciones a tierra.
- El inversor detendrá su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo.

CORTOCIRCUITOS Y SOBRECARGAS

En esta parte se colocará también una caja de conexiones que realiza la conexión de los strings de paneles de cada inversor. Se incluirán fusibles de protección con función seccionadora. En cada inversor estará integrado un interruptor con función seccionadora para desconectar el campo fotovoltaico.

En el sistema de acumulación se instalarán igualmente fusibles de protección en cada uno de los cables de cada polo que llegan a los inversores/cargadores.

| Strings FV | DATOS DEL CIRCUITO | | | | | CONDUCTOR | Fusibles | I adm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pot(W) | N | In(A) | L(m) | U% | Denominación del Conductor | In(A) | (A) |
| | 4150 | 1 | 9,22 | 50 | 0,55% | H1Z2Z2-K 1x6mm2 Cu | 12 | 44 |
| | 4565 | 1 | 9,22 | 50 | 0,55% | H1Z2Z2-K 1x6mm2 Cu | 12 | 44 |

SOBRETENSIONES

Sobre el generador fotovoltaico: se pueden generar sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia. Por ello, se protegerá la entrada CC del inversor mediante dispositivos de protección clase III (integrado en el inversor), válido para la mayoría de los equipos conectados a la red, y a través de varistores con vigilancia térmica.

**Parte CA**

Desde la salida del inversor hasta el punto de conexión.

CORTOCIRCUITOS Y SOBRECARGAS

La parte de alterna de la instalación estará protegida a través de interruptores magnetotérmicos y diferenciales, que protegerán a cada uno de los inversores y al total de la instalación.

| Inversor Huawei Sun 2000-15KTL | DATOS DEL CIRCUITO | | | | | CONDUCTOR | PROTECCIONES | | | | I adm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Diferencial | | Magnetotérmico | | |
| | Pot(W) | N | In(A) | L(m) | U% | Denominación del Conductor | In(A) | Is(mA) | In(A) | Icc (kA) | (A) |
| | 15000 | 1 | 27 | 5 | 0,83% | RV1-K 0,6/1kV 4x10mm2 Cu | 40 | 300 | 30 | 6 | 44 |

Se utilizarán magnetotérmicos tipo C, los más utilizados cuando no existen corrientes de arranque de consumo elevadas, según norma EN 60269, para protección contra sobrecargas

FALLOS A TIERRA

La instalación contará con un diferencial de 300 mA de sensibilidad en la parte CA, para proteger de derivaciones en este circuito. La sensibilidad de estos aparatos se deduce del siguiente cálculo:

$$\text{Isensibilidad} = \frac{V_{defecto}}{R_{puesta_a_tierra}} = 0{,}32\ A$$

*Donde:*

*-Is* *Sensibilidad del diferencial en amperios = 0.32 A.*

*-Vdefecto* *Tensión máxima de defecto a considerar en local seco donde se emplaza la instalación. Por ello el valor a considerar será 24 V.*

*-R* *Resistencia de tierra: 75Ω.*

Como se puede apreciar en la tabla resumen de los cálculos realizados el diferencial necesario para la instalación es de 40A y dadas las características de la instalación sería de clase A.

No obstante, y para mayor seguridad de los usuarios, se adoptarán interruptores automáticos diferenciales de la sensibilidad de 300 mA.

En base a estos datos se dimensionarán los aparatos de mando y protección, tanto general como de los distintos circuitos.

PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL SUMINISTRO

En la ITC-BT-40 se recogen algunas especificaciones relacionadas con la calidad de la energía inyectada a red en instalaciones generadoras. Así la instalación contará con:

Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Los valores de actuación para máxima y mínima frecuencia, máxima y mínima tensión serán de 51 Hz, 49 Hz, 1,1 x Um y 0,85 x Um, respectivamente.

El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica será automático, una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora. Podrán integrarse en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia y en tal caso las maniobras automáticas de desconexión-conexión serán realizadas por éste. Éste sería el caso que nos ocupa, ya que el inversor proyectado tiene estas protecciones incluidas. Las funciones serán realizadas mediante un contactor cuyo rearme será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red. El contactor, gobernado normalmente por el inversor, podrá ser activado

manualmente. El estado del contactor («on/off»), deberá señalizarse con claridad en el frontal del equipo, en un lugar destacado. Al no disponer el inversor seleccionado de interruptor on/off, esta labor la realizará el magnetotérmico accesible de la instalación, que se instalará junto al inversor.

En caso de que se utilicen protecciones para las interconexiones de máxima y mínima frecuencia y de máxima y mínima tensión incluidas en el inversor, el fabricante del mismo deberá certificar:

- Los valores de tara de tensión.
- Los valores de tara de frecuencia.
- El tipo y características de equipo utilizado internamente para la detección de fallos (modelo, marca, calibración, etc.).
- Que el inversor ha superado las pruebas correspondientes en cuanto a los límites de establecidos de tensión y frecuencia.

Se aceptarán a todos los efectos los procedimientos establecidos y los certificados realizados por los propios fabricantes de los equipos, sobre los ensayos en laboratorio del funcionamiento de estas protecciones.

En caso de que las funciones de protección sean realizadas por un programa de «software» de control de operaciones, los precintos físicos serán sustituidos por certificaciones del fabricante del inversor, en las que se mencione explícitamente que dicho programa no es accesible para el usuario de la instalación.

Se adjunta en el apartado de certificados todos estos documentos.

FUNCIONAMIENTO EN ISLA

El interruptor automático de la interconexión, incluido en el inversor, impide este funcionamiento, peligroso para el personal de la compañía distribuidora.

# II. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS ESTRUCTURA

# SIGMA ENERGY CONSULTING

**www.sigmaenercorp.com**

| | |
|---|---|
| **DOCUMENTO** | **ESTUDIO ESTRUCTURAL COPLANAR** |
| **OFERTA** | |
| **CLIENTE** | **SONNE PV** |

# Contenido

1. DISCLAIMER ..... 3
2. PETICIONARIO ..... 4
3. OBJETIVO ..... 4
4. HIPÓTESIS ..... 4
4.1. Diseño Estructura ..... 4
4.2. Consideración de los módulos ..... 8
4.3. Montaje diseñado para la realización del estudio ..... 9
4.4. Materiales utilizados ..... 10
4.5. Hipótesis de carga ..... 10
5. ESTUDIO ESTÁTICO EN SOLIDWORKS ..... 15
5.1. CASO DE ESTUDIO 1. Estudio con el viento soplando por la parte frontal a los módulos ..... 15
5.2. CASO DE ESTUDIO 1. Estudio con el viento soplando por la parte trasera de los módulos ..... 18
5.3. CASO DE ESTUDIO 2. Estudio con el viento soplando por la parte frontal a los módulos ..... 20
5.4. CASO DE ESTUDIO 2. Estudio con el viento soplando por la parte trasera de los módulos ..... 23
6. CONCLUSIONES ..... 25



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.
C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

## 1. DISCLAIMER

Este documento ha sido elaborado por Sigma Energy Consulting Corporation S.L. (Sigma).

Se basa en la información proporcionada por el peticionario, pero que no han sido verificadas de forma independiente. Este documento no debe ser considerado como un consejo de inversión, o una oferta de cualquier valor, producto básico u otro producto de inversión, o para celebrar cualquier acuerdo de inversión o cualquier otro contrato o estrategia.

Este documento es una referencia genérica realizada a partir de los datos proporcionados.

En caso de que los documentos sean modificados, incluso parcialmente, se prohíbe el uso del logotipo, formatos y membretes de Sigma.

Cuando se citen comentarios, recomendaciones o resultados de este informe, se deberá hacer referencia explícita a este informe y se deberá proporcionar en su totalidad como anexo.



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

## 2. PETICIONARIO

La empresa SIGMA ENERGY CONSULTING COORPORATION S.L realiza el estudio estático referente a una estructura de aluminio empleada como sujeción de módulos fotovoltaicos sobre cubierta. El estudio de esfuerzos en la estructura coplanar vendrá determinado en base a unas condiciones de carga establecidas según la zona de instalación, y mostrará tanto las tensiones como los desplazamientos máximos que pueden producirse en la misma. El estudio se ha desarrollado tomando como base reguladora el código técnico de la edificación (CTE) y el Eurocódigo 1.

## 3. OBJETIVO

El presente documento se ha realizado con el fin de verificar que la estructura planteada se ha calculado según las hipótesis de carga establecidas en el código técnico de la edificación (CTE) y el Eurocódigo 1. De esta forma, se asegura que la estructura se ha dimensionado cumpliendo la normativa vigente.

Para la simulación de esfuerzos en SolidWorks, además de tener en cuenta las sobrecargas producidas por el viento y la nieve en las condiciones más desfavorables dentro de la zona de instalación, se tendrá en cuenta el peso propio de los módulos fotovoltaicos que se van a instalar sobre la cubierta.

## 4. HIPÓTESIS

A continuación, se presentan las diferentes hipótesis que han sido consideradas para la realización de la simulación.

### 4.1. Diseño Estructura

Las medidas tomadas para el diseño de la unidad estructural en cuestión han sido extraídas del plano facilitado por el fabricante. En particular, se desea validar una estructura coplanar la cual permite la sujeción los módulos fotovoltaicos sobre cubierta.

Los componentes principales que conforman la estructura coplanar objeto de estudio se muestran a continuación:



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

## CASO DE ESTUDIO 1

Para la fijación de la estructura a la cubierta , se han estudiado 2 posibles variantes. El primer estudio se realizado tomando las **L Feet** como pieza de anclaje.

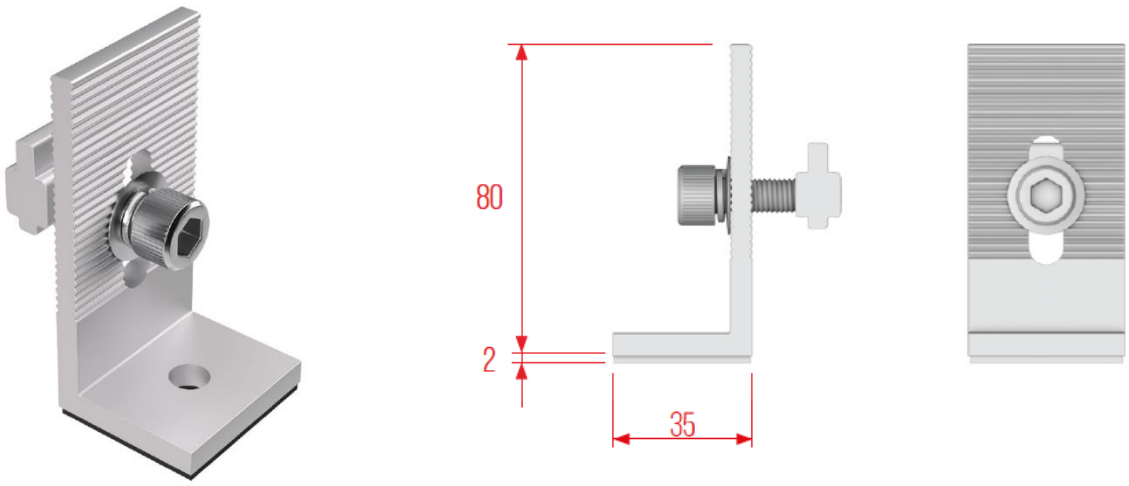



*Ilustración 1: L Feet para anclaje a cubierta*

L Feet irá anexa a otro perfil de aluminio denominado **guía Pro Standard**. Esta guía forma la estructura principal y actua de soporte para las placas solares.

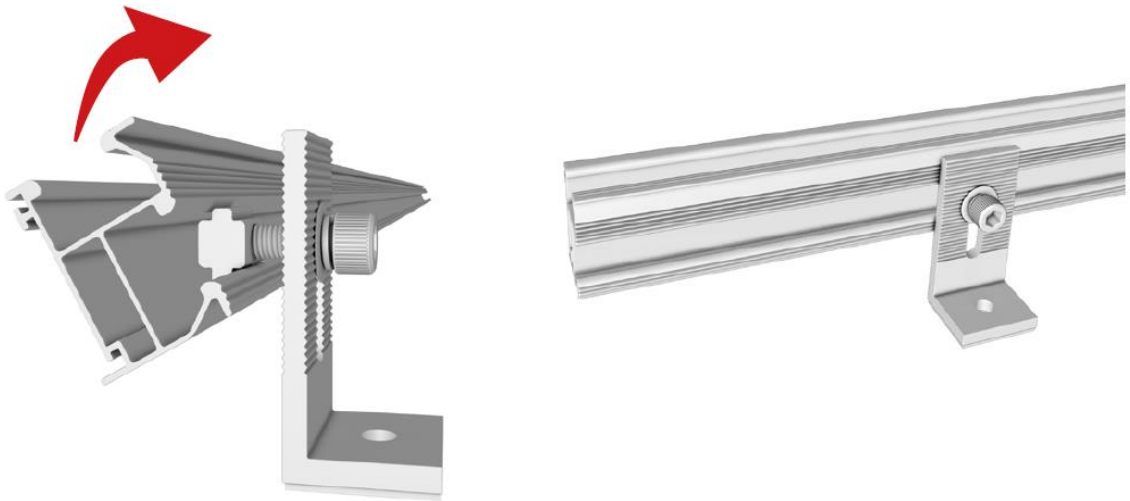


*Ilustración 2: L Feet + Guía Pro Standard*



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.
C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

La estructura principal de anclaje a cubierta puede verse a continuación:

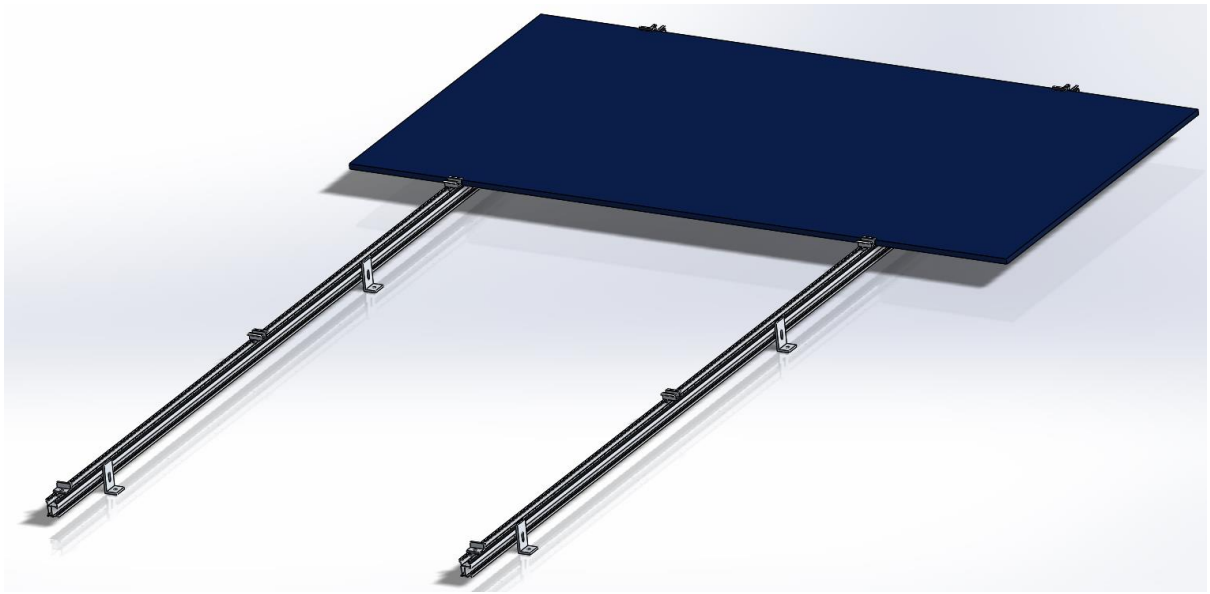


*Ilustración 3:Estructura coplanar con L Feet para anclaje a cubierta*

**CASO DE ESTUDIO 2**

Por otro lado, el segundo estudio se ha realizado utilizando las **L Feet + el soporte de chapa trapezoidal** como pieza de anclaje a cubierta, el resto de la estructura se mantiene igual. La sujeción con esta variante permite un menor calentamiento de los paneles solares al aumentar la distancia respecto a la cubierta.

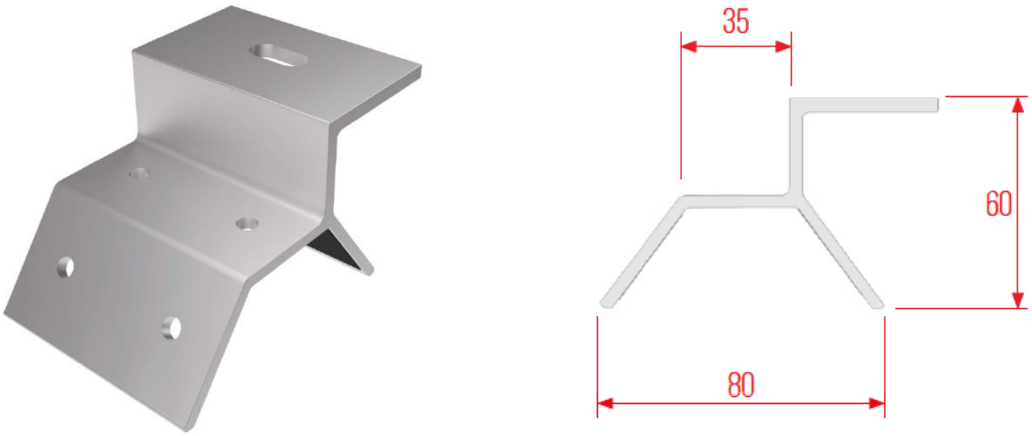



*Ilustración 4 : Chapa trapezoidal*



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.
C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

La estructura principal de anclaje a cubierta para este segundo caso puede verse a continuación:

*Ilustración 5:Estructura coplanar con L Feet + chapa trapezoidal para anclaje a cubierta*

Finalmente, para la fijación de los paneles a la estructura se han utilizado distintos elementos distribuidos según la orientación de los propios módulos.

**Inter Clamp**. Pieza diseñada para la sujeción entre paneles.

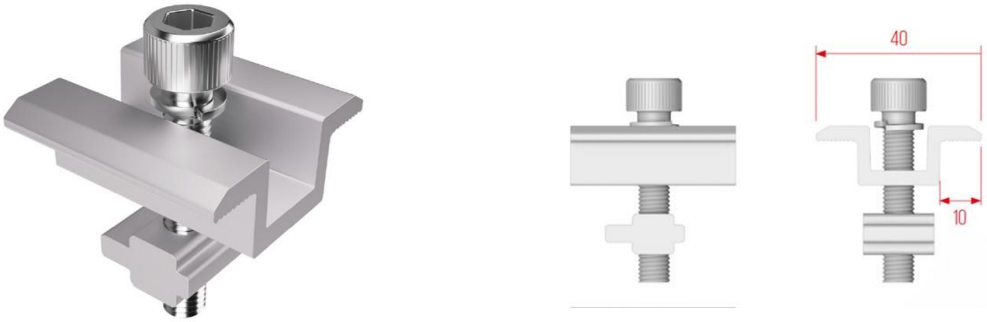



*Ilustración 6: Inter Clamp*



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

**End Clamp**. Pieza diseñada para la sujeción extrema/ final del panel.

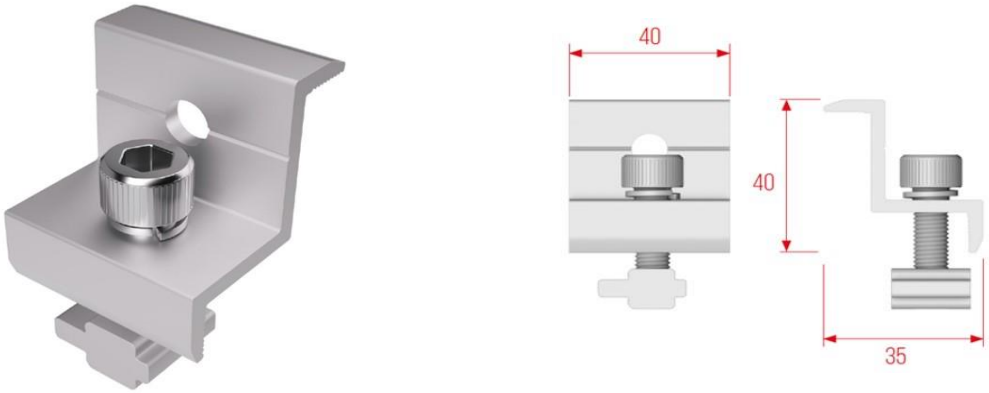



*Ilustración 7: Inter Clamp*

## 4.2. Consideración de los módulos

Los módulos fotovoltaicos empleados en el estudio constan de las siguientes dimensiones 1686x1016x40mm y un peso aproximado de 22kg (25kg para la simulación).

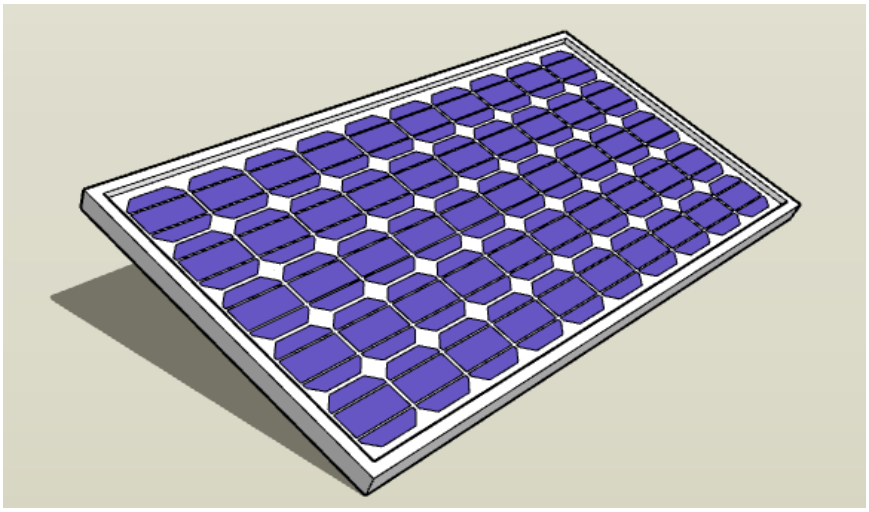


*Ilustración 8: Módulo empleado para la simulación.*



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

Dado que en este estudio no se pretende estudiar la resistencia del módulo en sí, sus características no son especialmente necesarias más que para definir el área de incidencia de las acciones del viento y la nieve, así como tener en cuenta el peso propio del mismo.

## 4.3. Montaje diseñado para la realización del estudio

La realización del estudio estático tendrá en cuenta tanto la fijación con L Feet (Caso 1) como la fijación a cubierta con L Feet + chapa trapezoidal (Caso 2). El montaje se ha realizado con los módulos en posición vertical y una inclinación propia de cubiertas industriales.

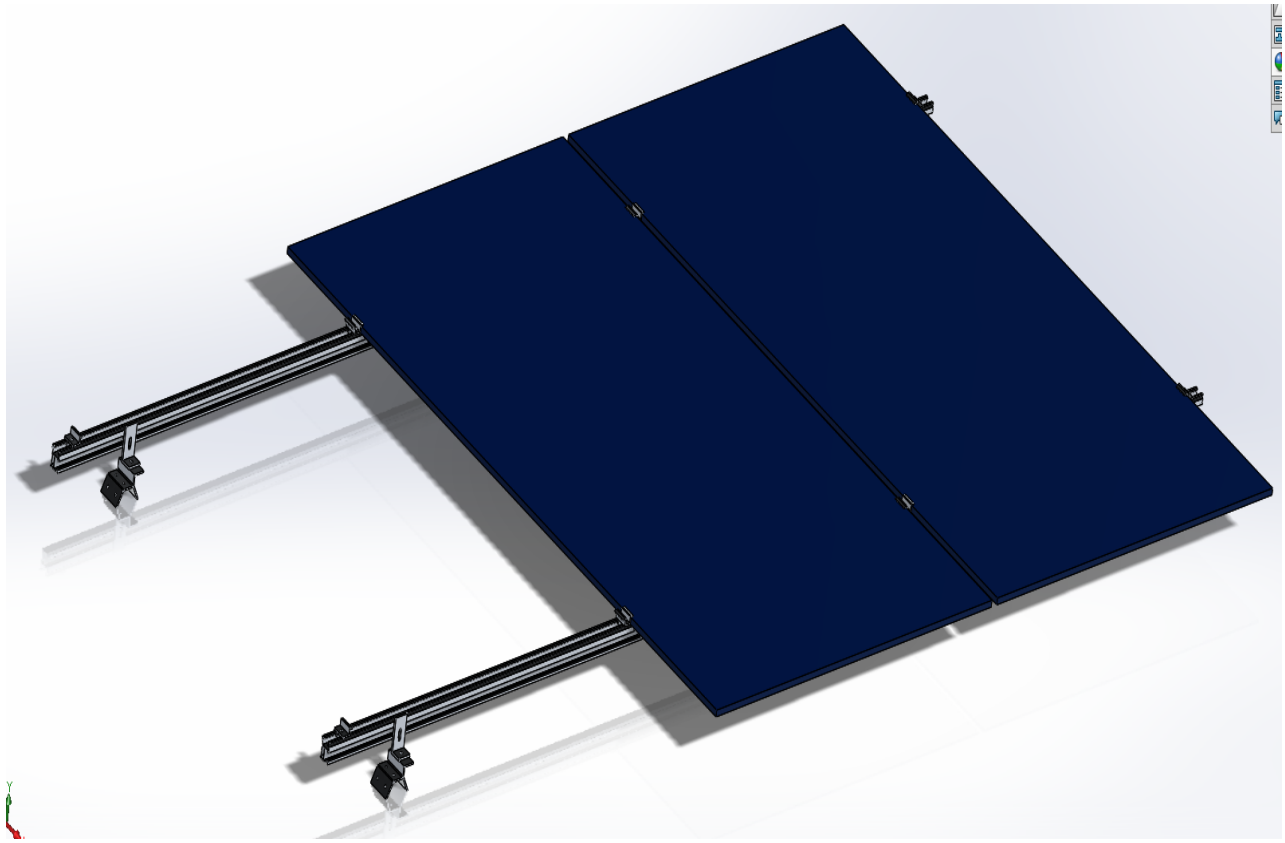


*Ilustración 9: Montaje estructural realizado para el estudio de esfuerzos.*



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

## 4.4. Materiales utilizados

La totalidad de la estructura de sujeción está hecha de Aluminio 6005 T5, sus propiedades se muestran a continuación:

| Propiedad | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| **Módulo elástico** | 69000 | N/mm$^2$ |
| **Coeficiente de Poisson** | 0.33 | N/D |
| **Módulo cortante** | 25800 | N/mm$^2$ |
| **Densidad de Masa** | 2700 | kg/m$^3$ |
| **Límite de Tracción** | 205 | N/mm$^2$ |
| **Límite Elástico** | 240 | N/mm$^2$ |

*Tabla 1: Propiedades mecánicas AL6005 T5*

## 4.5. Hipótesis de carga

Dado el ámbito de aplicación (España), se ha partido del Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico Seguridad Estructural-Acciones en la Edificación (CTE DB SE-AE) para definir las hipótesis de carga que se van a aplicar en esta simulación.

Por severidad e idoneidad, se van a considerar las cargas ejercidas por la acción del viento y las cargas ejercidas por el peso de la acumulación de la nieve sobre los paneles. Para obtener resultados más exactos, también se va a tener en cuenta el peso propio de la estructura y los módulos fotovoltaicos.

### 4.5.1 Hipótesis de carga del viento

La acción de viento en general es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto. Según el CTE, la **presión estática** del viento puede expresarse como:

$$qe=qb\cdot ce\cdot cp$$

Donde:

- qb → Presión dinámica del viento
- ce → Coeficiente de exposición
- cp → Coeficiente de presión



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

**Presión dinámica del viento**

El CTE propone definir una presión dinámica del viento igual a 0,5 kN/m2 de forma genérica o, en su defecto, ir a su Anejo E para definir este valor en base a la región de España en la que se vaya a realizar la instalación.

Se define la presión dinámica del viento como:

$$qb=0{,}5\cdot\delta\cdot Vb2$$

Donde:

- δ → Densidad del aire
- Vb → Velocidad básica del viento

Dado que la instalación tendrá lugar en algún punto del territorio nacional, se han de conocer las características técnicas de la zona para poder calcular finalmente la presión estática y dinámica que podría ejercer el viento.

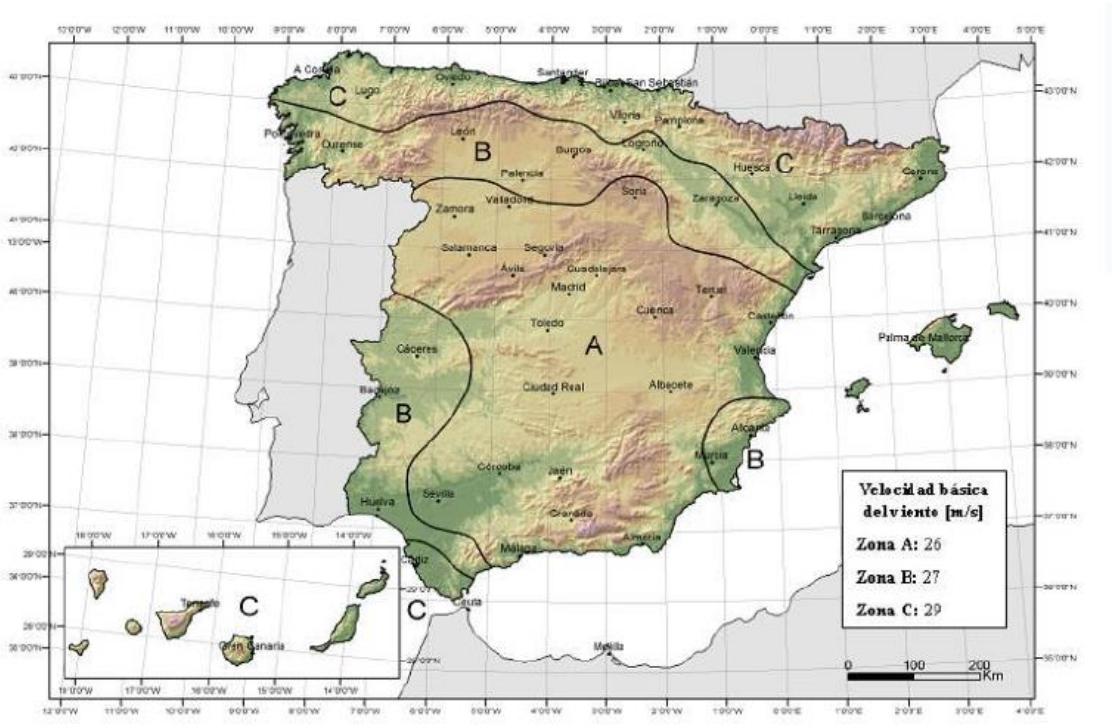



*Ilustración 10: Mapa velocidades de viento CTE.*




Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain

projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

| Localización de la instalación | Cota | Densidad del aire | Zona |
|---|---|---|---|
| ZONA DESFAVORABLE | 10m | 1,26 kg/m3 | C |

Se ha escogido la velocidad básica del viento según el mapa de velocidades aportado por el Anejo E del CTE. Supondremos la situación más desfavorable, por lo que para el cálculo se contará con una velocidad básica de viento determinada por la zona C del mapa; **Vb = 29m/s**.

Sustituyendo en la anterior expresión, se obtiene la presión dinámica del viento:

$$qb=0{,}5\cdot1{,}25kg/m3\cdot(29ms)2=\mathbf{0{,}53kN/m2}$$

## Coeficiente de exposición

El coeficiente de exposición Ce para alturas sobre terrenos, z, no mayores a 200m, puede determinarse mediante las siguientes expresiones:

$$\mathbf{Ce = F \cdot (F+7\cdot K)}$$
$$\mathbf{F = K \cdot \ln (\max (z, Z)/L)}$$

Siendo k, L, Z parámetros característicos de cada tipo de entorno. En este caso, el grado de aspereza del entorno es de tipo II (Terreno rural sin obstáculos ni arbolado de importancia) y por tanto los parámetros característicos son según la tabla D.2:

**Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno**

| | Grado de aspereza del entorno | Parámetro | | |
|---|---|---|---|---|
| | | k | L (m) | Z (m) |
| I | Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud | 0,156 | 0,003 | 1,0 |
| II | Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia | 0,17 | 0,01 | 1,0 |
| III | Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas | 0,19 | 0,05 | 2,0 |
| IV | Zona urbana en general, industrial o forestal | 0,22 | 0,3 | 5,0 |
| V | Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura | 0,24 | 1,0 | 10,0 |

**K**=0.17 **L**=0.01 **Z**=1

*Ilustración 11: Mapa velocidades de viento CTE.*



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.
C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

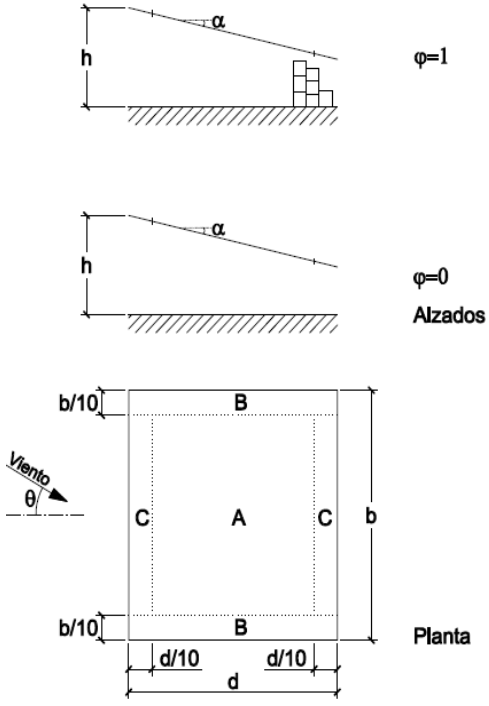
Tomando la altura sobre terreno como z=10m, se sustituye en las ecuaciones anteriormente planteadas y se obtiene un coeficiente de exposición **Ce = 1.3974**

### Coeficientes de presión exterior

Los coeficientes de presión exterior o eólico, Cp, dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición de elemento considerado y de su área de influencia.

Según la instalación planteada, se utilizará la geometría de marquesina como referencia en posición frente a la acción del viento.

Escogeremos el coeficiente de succión de la tabla D.10 marquesina a un agua del CTE.




| Pendiente de la cubierta α | Efecto del viento hacia | Factor de obstrucción φ | Coeficientes de presión exterior $c_{p,10}$ Zona (según figura) A | B | C |
|---|---|---|---|---|---|
| 0º | Abajo | 0 ≤ φ ≤ 1 | 0,5 | 1,8 | 1,1 |
| | Arriba | 0 | -0,6 | -1,3 | -1,4 |
| | Arriba | 1 | -1,5 | -1,8 | -2,2 |
| 5º | Abajo | 0 ≤ φ ≤ 1 | 0,8 | 2,1 | 1,3 |
| | Arriba | 0 | -1,1 | -1,7 | -1,8 |
| | Arriba | 1 | -1,6 | -2,2 | -2,5 |
| 10º | Abajo | 0 ≤ φ ≤ 1 | 1,2 | 2,4 | 1,6 |
| | Arriba | 0 | -1,5 | -2,0 | -2,1 |
| | Arriba | 1 | -2,1 | -2,6 | -2,7 |
| 15º | Abajo | 0 ≤ φ ≤ 1 | 1,4 | 2,7 | 1,8 |
| | Arriba | 0 | -1,8 | -2,4 | -2,5 |
| | Arriba | 1 | -1,6 | -2,9 | -3,0 |
| 20º | Abajo | 0 ≤ φ ≤ 1 | 1,7 | 2,9 | 2,1 |
| | Arriba | 0 | -2,2 | -2,8 | -2,9 |
| | Arriba | 1 | -1,6 | -2,9 | -3,0 |
| 25º | Abajo | 0 ≤ φ ≤ 1 | 2,0 | 3,1 | 2,3 |
| | Arriba | 0 | -2,6 | -3,2 | -3,2 |
| | Arriba | 1 | -1,5 | -2,5 | -2,8 |
| 30º | Abajo | 0 ≤ φ ≤ 1 | 2,2 | 3,2 | 2,4 |
| | Arriba | 0 | -3,0 | -3,8 | -3,6 |
| | Arriba | 1 | -1,5 | -2,2 | -2,7 |

*Ilustración 12: Tabla D.10-Marquesina a un agua (CTE)*



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.
C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

Se estima el coeficiente de succión para la zona de la cubierta más desfavorable, sabiendo que el caso más crítico es aquel en que la instalación de los módulos fotovoltaicos estuviese instalada sobre la zona C de la cubierta, el coeficiente de succión corresponde **cp = -2.1**

Una vez obtenidos todos los parámetros necesarios, se calcula la **presión estática** del viento como:

$$qe=0{,}53 kN/m2 \cdot 1{,}3974 \cdot (-2.1) = \mathbf{1{,}555\ kN/m2}$$

### 4.5.2. Hipótesis de carga para la nieve

Como valor de carga de nieve en un terreno horizontal, sk, puede tomarse de la tabla E.2 función de la altitud del emplazamiento o término municipal, y de la zona climática del mapa de la figura E

**Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal** (kN/m$^2$)

| **Altitud** (m) | **Zona de clima invernal**, (según figura E.2) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| 0 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 200 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 400 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| 500 | 0,7 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| 600 | 0,9 | 0,9 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,2 |
| 700 | 1,0 | 1,0 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,2 |
| 800 | 1,2 | 1,1 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,2 |
| 900 | 1,4 | 1,3 | 0,6 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 0,2 |
| 1.000 | 1,7 | 1,5 | 0,7 | 1,2 | 0,9 | 1,2 | 0,2 |
| 1.200 | 2,3 | 2,0 | 1,1 | 1,9 | 1,3 | 2,0 | 0,2 |
| 1.400 | 3,2 | 2,6 | 1,7 | 3,0 | 1,8 | 3,3 | 0,2 |
| 1.600 | 4,3 | 3,5 | 2,6 | 4,6 | 2,5 | 5,5 | 0,2 |
| 1.800 | - | 4,6 | 4,0 | - | - | 9,3 | 0,2 |
| 2.200 | - | 8,0 | - | - | - | - | - |

*Ilustración 13: Tabla E.2-Sobrecarga de nieve (CTE)*

Como se ha especificado anteriormente, hemos supuesto un caso aleatorio desfavorable por lo que la sobrecarga de nieve a aplicar será **sk=0.2 KN/m2.**



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

Finalmente, las cargas utilizadas para estudiar la resistencia de la estructura de aluminio frente a las condiciones establecidas han sido las siguientes:

| CARGAS APLICADAS A LA ESTRUCTURA PARA SIMULACIÓN DE ESFUERZOS |
|---|
| Presión ejercida por el viento: **qe = 1555 N/m2** |
| Sobrecarga de nieve**: sk = 200 N/m2** |

## 5. ESTUDIO ESTÁTICO EN SOLIDWORKS

A continuación, se presentarán las diferentes simulaciones que se han llevado a cabo para estudiar si estructura en cuestión es apta para la función a la que será destinada.

Se ha considerado dos situaciones para la acción del viento, la situación en la que el viento sopla de frente a los paneles, y la situación en la que el viento sopla en contra de la orientación de los paneles.

Además, se ha incluido una sobrecarga de nieve y se ha tenido en cuenta la gravedad para que se incluyan los pesos propios de los miembros estructurales.

### 5.1. CASO DE ESTUDIO 1. Estudio con el viento soplando por la parte frontal a los módulos.

En este apartado se analizan los esfuerzos del viento en la dirección del módulo y se observan las posibles deformaciones de la estructura.

## RESULTADOS DEL ESTUDIO

**DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES**

| Estudio | Tipo | Tensión Mín | Tensión Máx |
|---|---|---|---|
| **Tensiones** | **VON: Tensión de von Mises** | **0.01726 N/mm^2** | **117 N/mm^2** |



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

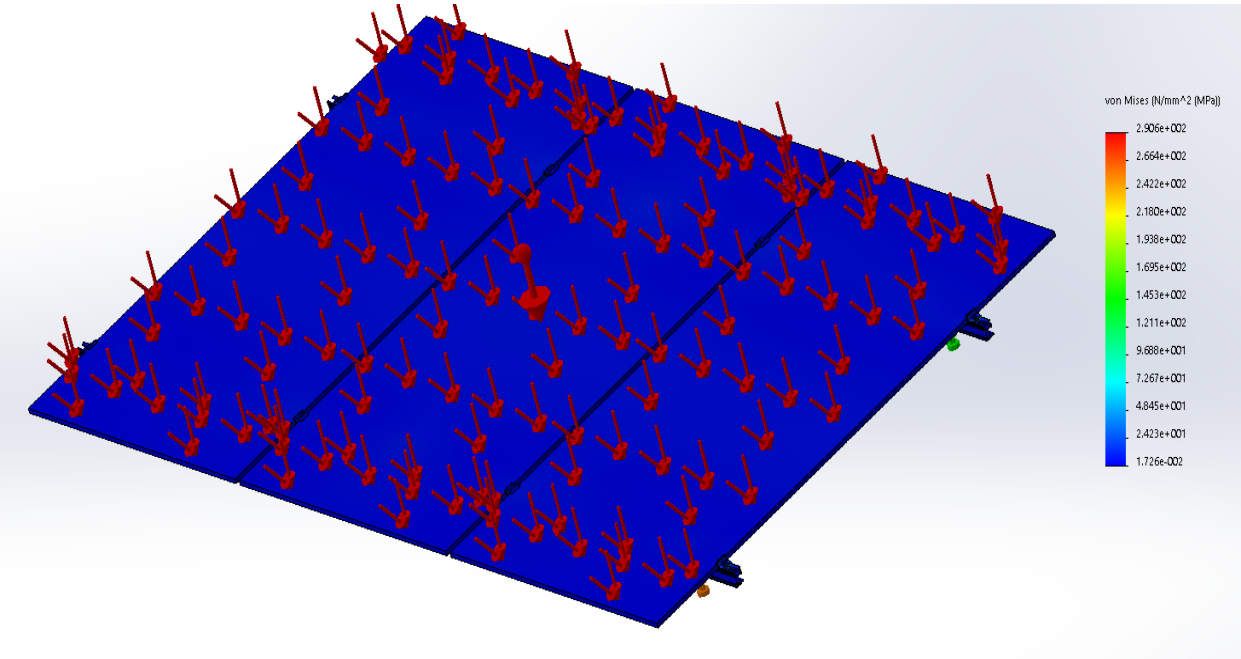



*Ilustración 14: Tensiones V.M para el caso de estudio 1 – viento frontal*

La tensión máxima registrada tendrá lugar en la unión central de la L Feet con la guía Pro Standard.

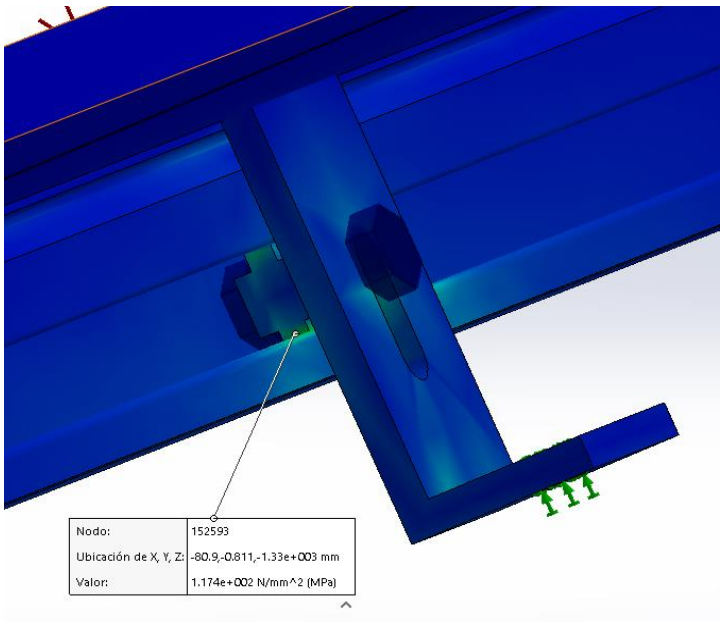



*Ilustración 15: Tensiones V.M máximas en el punto de anclaje*



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

**DESPLAZAMIENTOS**

| Estudio | Tipo | Desplaz. Mín | Desplaz. Máx |
|---|---|---|---|
| **Desplazamientos** | **URES : Desplazamientos resultantes** | **0 mm** | **0.7 mm** |

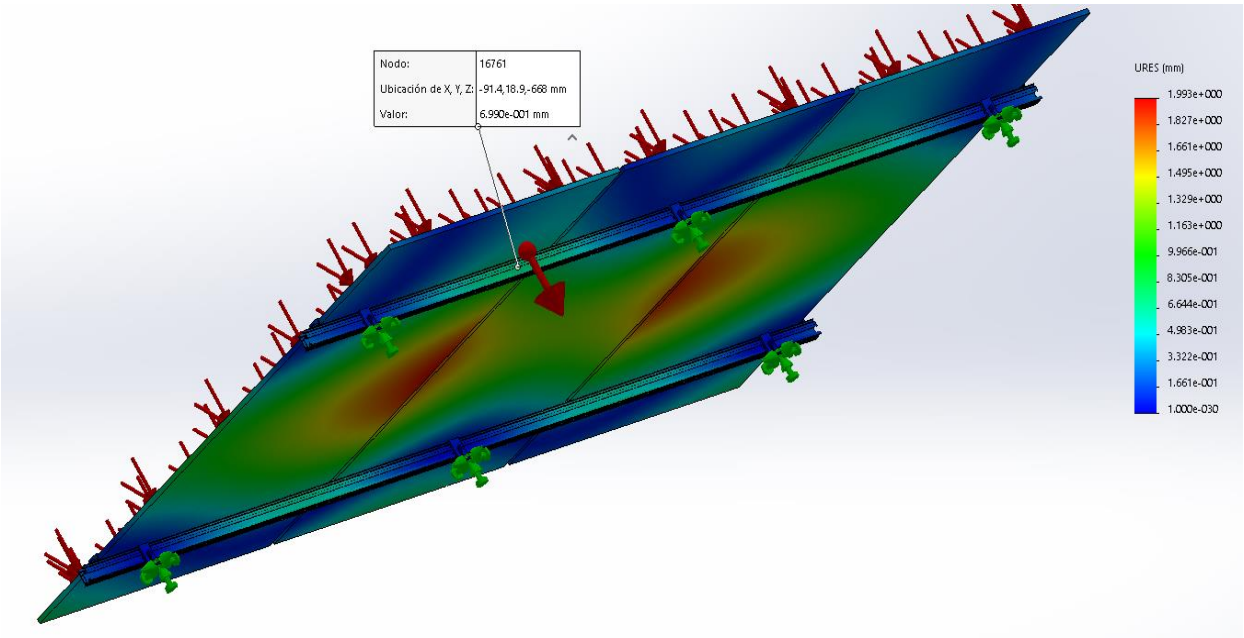



*Ilustración 16: Desplazamientos*

El máximo desplazamiento lo tendremos panel fotovoltaico. El desplazamiento en el resto de la estructura soporte se encuentra por debajo de  1 mm.



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

## 5.2. CASO DE ESTUDIO 1. Estudio con el viento soplando por la parte trasera de los módulos

El segundo caso de estudio tiene lugar cuando la incidencia del viento se produce por la parte posterior de los módulos fotovoltaicos.

## RESULTADOS DEL ESTUDIO

**DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES**

| Estudio | Tipo | Tensión Mín | Tensión Máx |
|---|---|---|---|
| **Tensiones** | **VON: Tensión de von Mises** | **0.00750 N/mm^2** | **124 N/mm^2** |

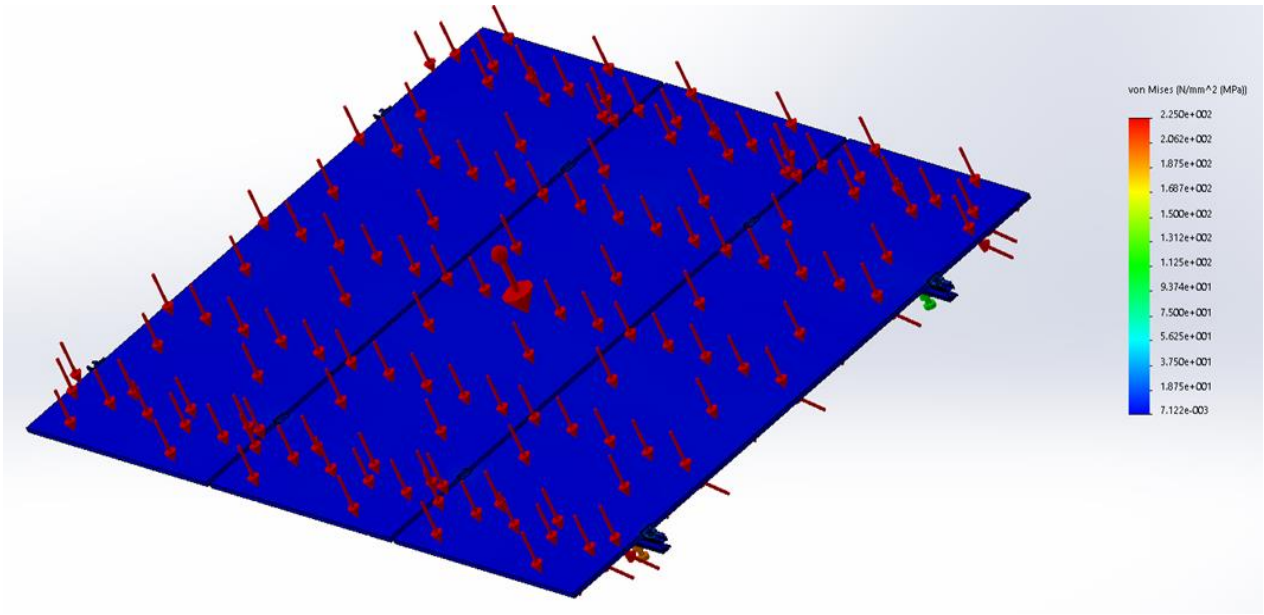



*Ilustración 17: Tensiones V.M para el caso de estudio 1 – viento trasero*

Al igual que para el viento de frente, la mayor tensión tendrá lugar en la unión central de la L Feet con la guia Pro Standard.



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

**DESPLAZAMIENTOS**

| Estudio | Tipo | Desplaz. Mín | Desplaz. Máx |
|---|---|---|---|
| **Desplazamientos** | **URES : Desplazamientos resultantes** | **0 mm** | **0.4 mm** |

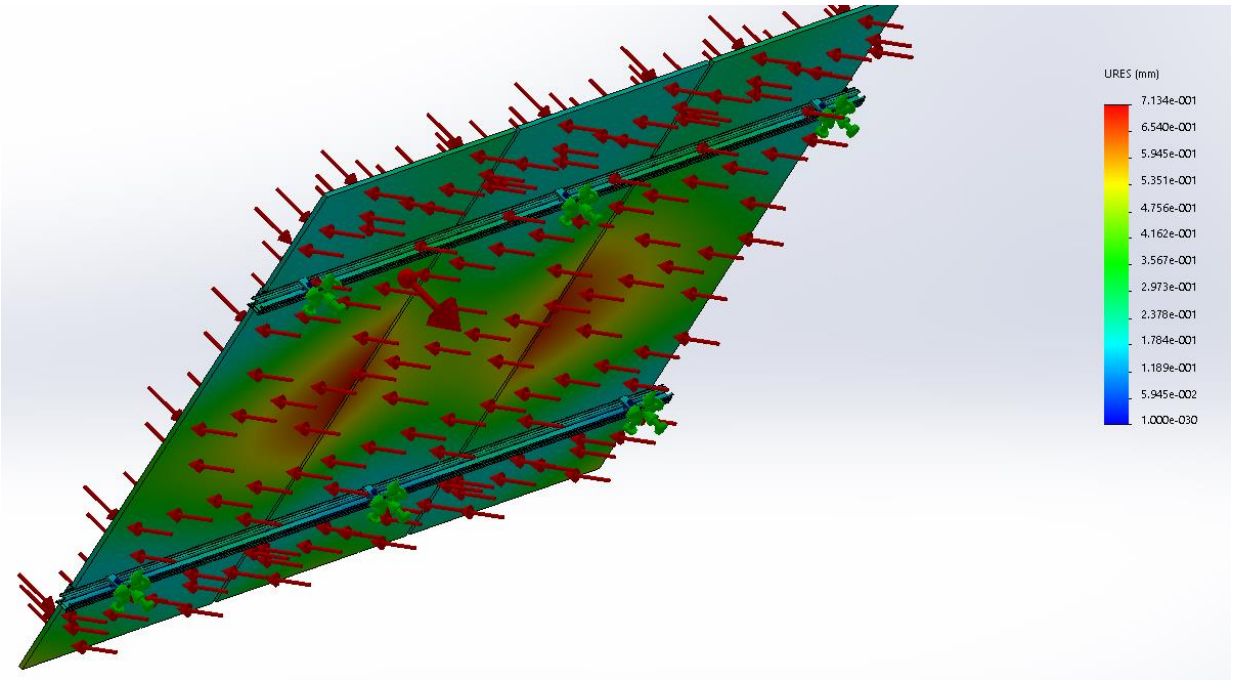



*Ilustración 18: Desplazamientos*

El máximo desplazamiento lo tendremos panel fotovoltaico. El desplazamiento en el resto de la estructura soporte se encuentra por debajo de 1 mm.



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

## 5.3. CASO DE ESTUDIO 2. Estudio con el viento soplando por la parte frontal a los módulos.

En este apartado se analizan los esfuerzos del viento en la dirección del módulo y se observan las posibles deformaciones de la estructura.

# RESULTADOS DEL ESTUDIO

### DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES

| Estudio | Tipo | Tensión Mín | Tensión Máx |
|---|---|---|---|
| Tensiones | VON: Tensión de von Mises | 0.01023 N/mm^2 | 132 N/mm^2 |

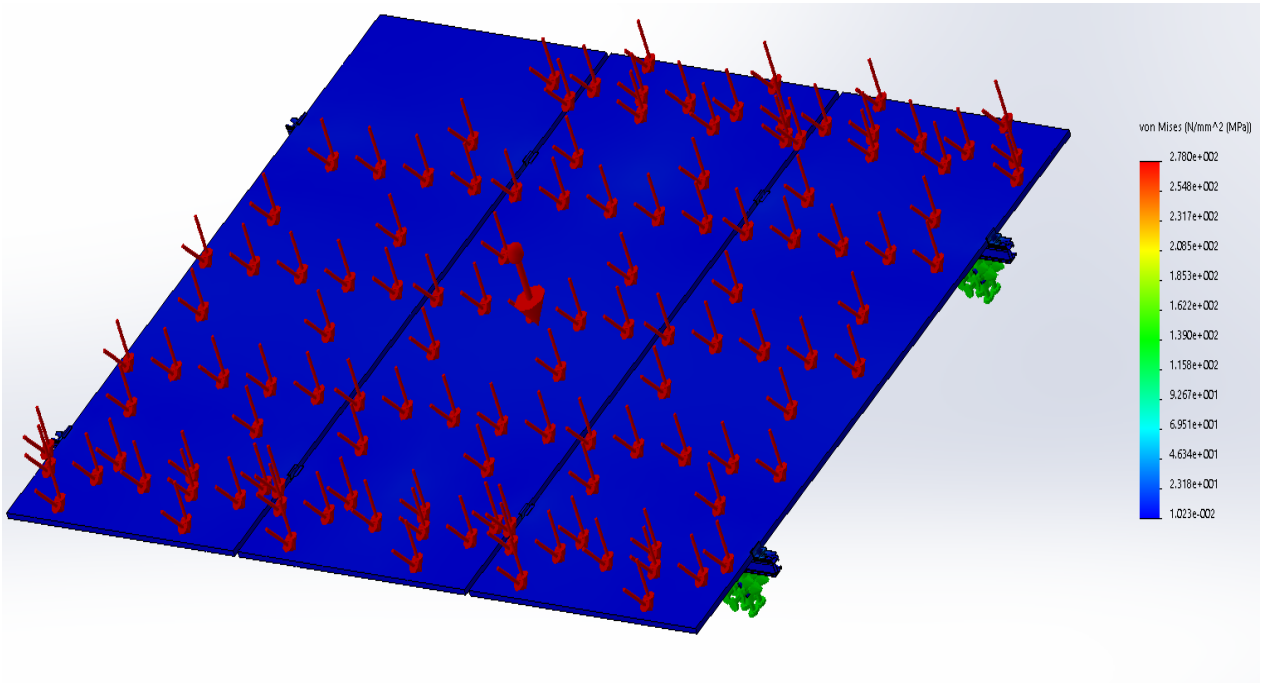



*Ilustración 19: Tensiones V.M para el caso de estudio 2 – viento frontal*




Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain

projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

La tensión máxima registrada tendrá lugar en la unión central de la L Feet con la guía Pro Standard

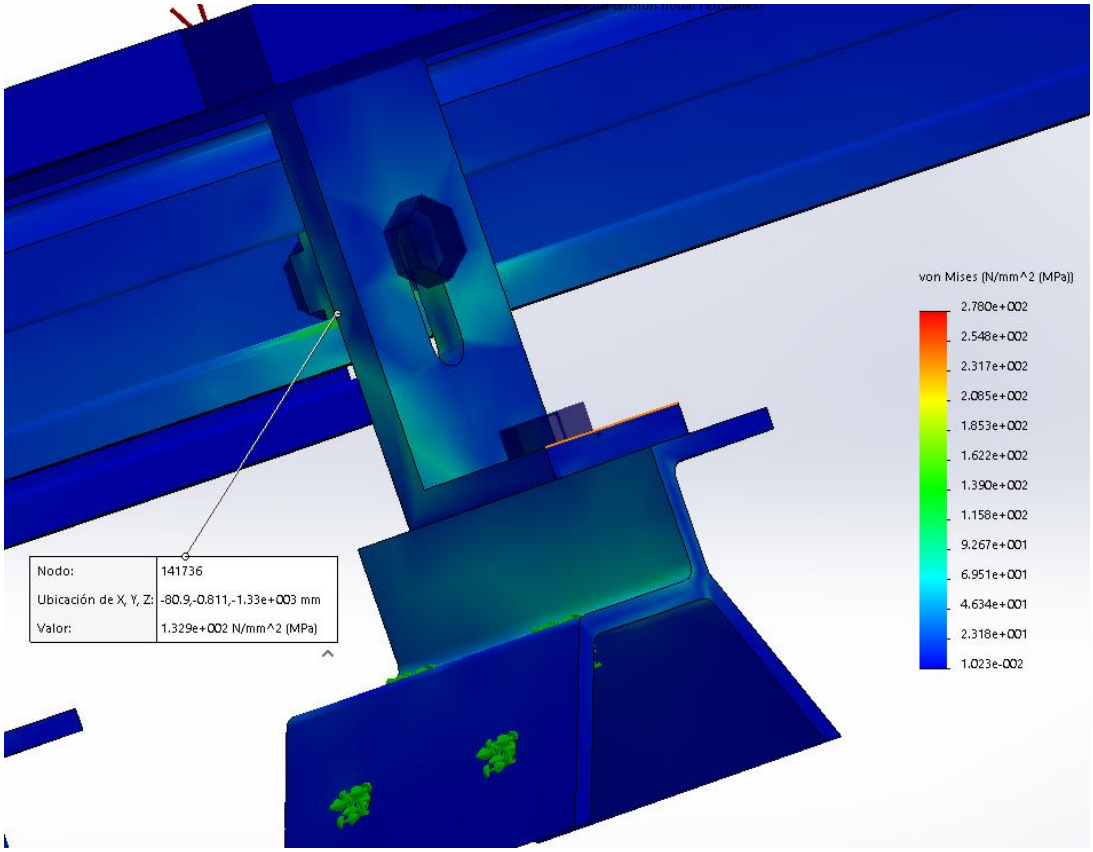



*Ilustración 20: Tensiones V.M máximas en el punto de anclaje*

**DESPLAZAMIENTOS**

| Estudio | Tipo | Desplaz. Mín | Desplaz. Máx |
|---|---|---|---|
| **Desplazamientos** | **URES : Desplazamientos resultantes** | **0 mm** | **1.5 mm** |



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

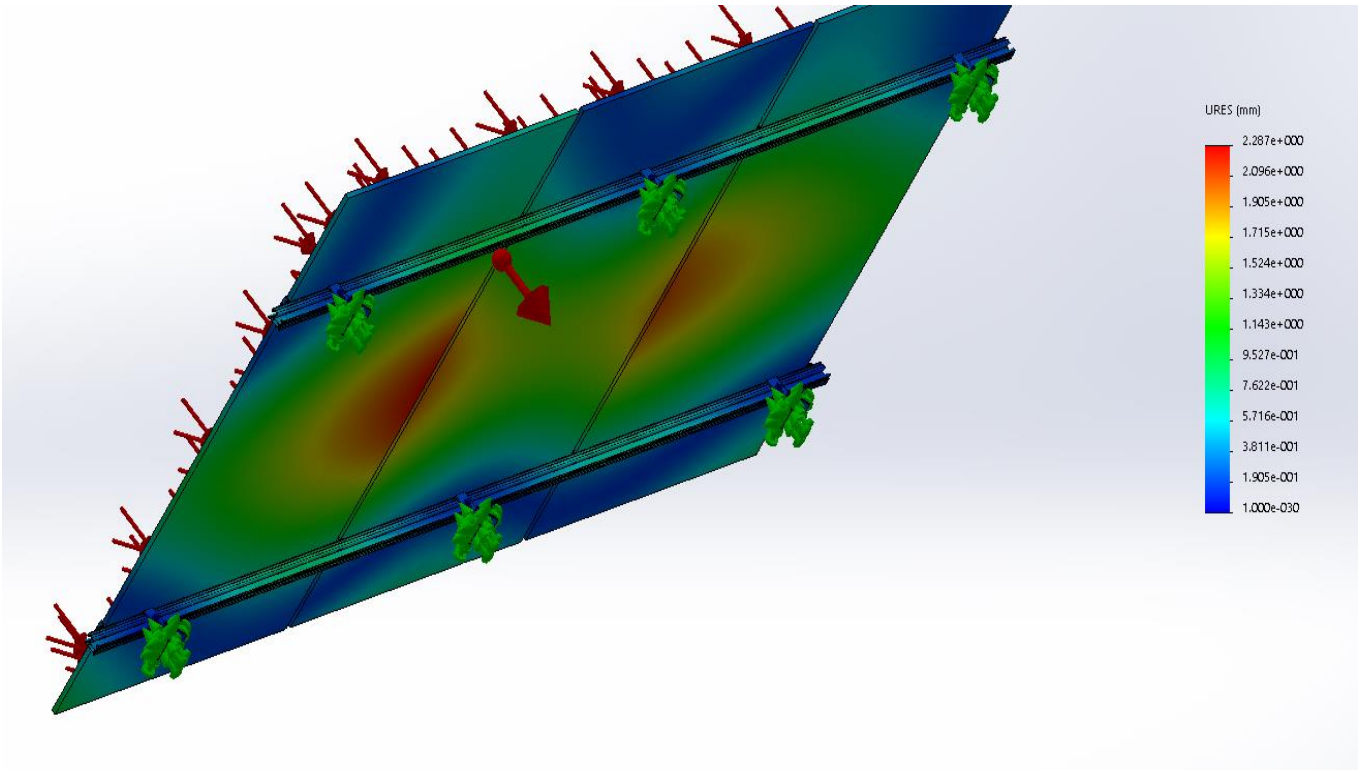



*Ilustración 21: Desplazamientos*

El máximo desplazamiento lo tendremos panel fotovoltaico. El desplazamiento en el resto de la estructura ha aumentado con respecto al caso anterior, pero sigue siendo casi despreciable al no superar los 2mm.



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

## 5.4. CASO DE ESTUDIO 2. Estudio con el viento soplando por la parte trasera de los módulos

El segundo caso de estudio tiene lugar cuando la incidencia del viento se produce por la parte posterior de los módulos fotovoltaicos.

# RESULTADOS DEL ESTUDIO

**DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES**

| Estudio | Tipo | Tensión Mín | Tensión Máx |
|---|---|---|---|
| **Tensiones** | **VON: Tensión de von Mises** | **0.00419 N/mm^2** | **118 N/mm^2** |

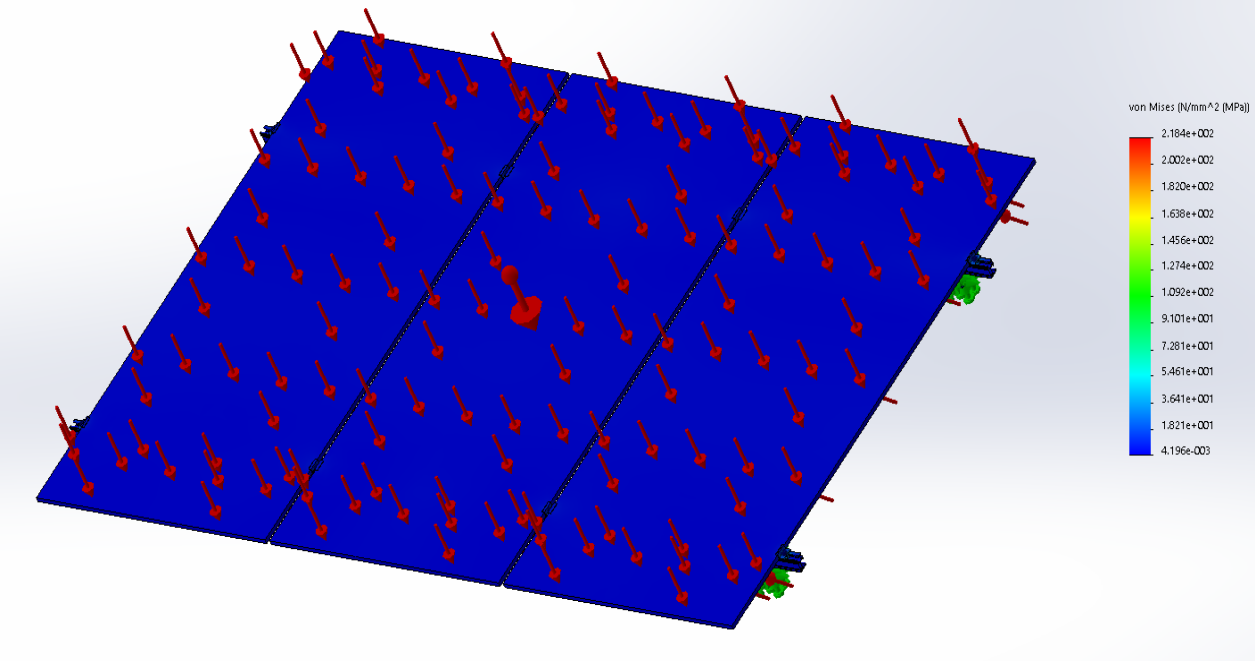



*Ilustración 22: Tensiones V.M para el caso de estudio 2 – viento trasero*

Al igual que para el viento de frente, la mayor tensión tendrá lugar en la unión central de la L Feet con la guia Pro Standard.



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.
C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

**DESPLAZAMIENTOS**

| Estudio | Tipo | Desplaz. Mín | Desplaz. Máx |
|---|---|---|---|
| **Desplazamientos** | **URES : Desplazamientos resultantes** | **0 mm** | **0.8 mm** |

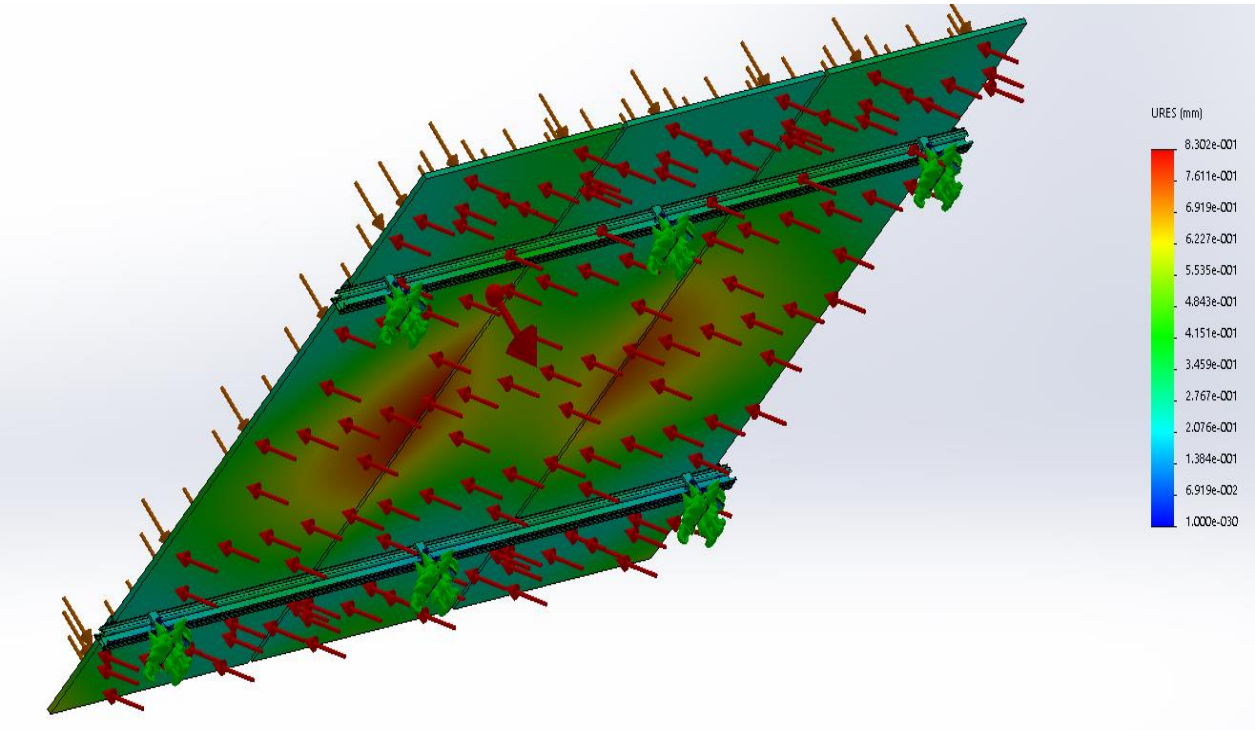



*Ilustración 23: Desplazamientos*

El máximo desplazamiento lo tendremos panel fotovoltaico. El desplazamiento en el resto de la estructura soporte se encuentra por debajo de 1 mm.



Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

## 6. CONCLUSIONES

En este estudio se han tenido en cuenta como cargas permanentes el preso propio de los paneles fotovoltaicos y el peso propio de la estructura portante de los mismos.

Por otro lado, las cargas variables consideradas como se ha comentado en un principio, son la acción del viento en la zona de instalación, y unos valores medios para cargas por nieve.

A continuación, se presenta una tabla dónde se resumen los principales valores obtenidos de tensión de Von Misses máxima y desplazamiento máximo de las simulaciones realizadas.

| | DIRECCIÓN DEL VIENTO | TENSION MÁX. [N/mm2] | DESPLAZAMIENTO MÁX. [mm] |
|---|---|---|---|
| **CASO DE ESTUDIO 1** | **FAVOR** | **117** | **0.7** |
| | **CONTRA** | **124** | **0.4** |

| | DIRECCIÓN DEL VIENTO | TENSION MÁX. [N/mm2] | DESPLAZAMIENTO MÁX. [mm] |
|---|---|---|---|
| **CASO DE ESTUDIO 2** | **FAVOR** | **132** | **1.5** |
| | **CONTRA** | **118** | **0.8** |

Teniendo en cuenta que el límite elástico del AL 6005 T5 es de 240 N/mm2, y que el desplazamiento máximo admisible es inferior a L/500 del perfil, puede observarse en ambos casos de estudio que los resultados obtenidos de las simulaciones se encuentran muy por debajo de estos valores límites, incluyendo un coeficiente de seguridad cercano a 2.

Por tanto, se puede concluir que:

Para ambos casos de estudio, la estructura cumple con los requerimientos del CTE definidos en este informe para ambos casos, el viento a favor de los módulos y el viento en contra de los módulos.

En conclusión, esta estructura cumple con el Código Técnico de la Edificación y admite las cargas variables que se dan en el territorio de instalación.

En cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos, le informamos que los datos de carácter personal que pudieran constar en este documento han sido incluidos en los ficheros propiedad de SIGMA ENERGY CONSULTING (La Empresa). El tratamiento de tales datos tiene por finalidad el establecimiento de la relación contractual con La Empresa, así como ofrecer los servicios solicitados previamente y mantenerle informado de las promociones y novedades a través de los contactos facilitados. El interesado podrá ejercitar los derechos de acceso, oposición, rectificación y cancelación ante La Empresa en los términos previstos en la legislación de protección de datos, dirigiendo sus comunicaciones al domicilio social especificado en el presente



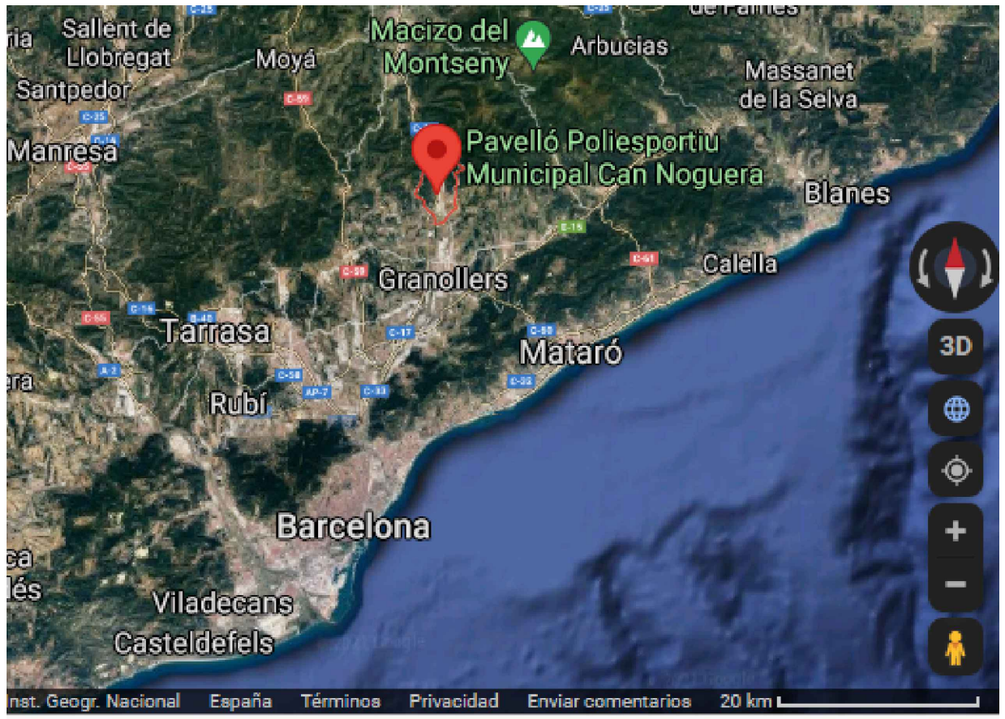
Sigma Energy Consulting Corporation, S.L.U.

C/ Las Toscas s/n , Parcela 5E - Tacoronte – Tenerife, Spain
projects@sigmaenercorp.com www.sigmaenercorp.com

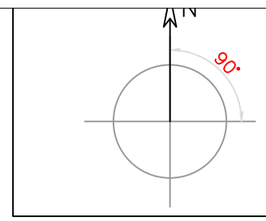
# III. PLANOS

# SITUACION

ES 1:1000

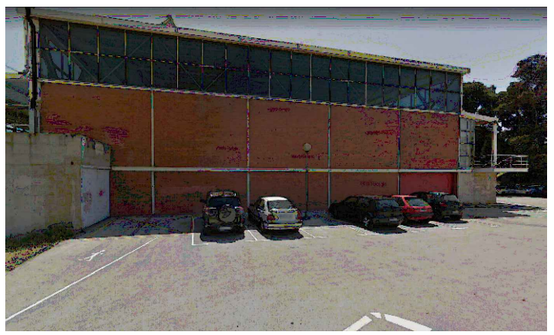



ES 1:300000




| | |
|---|---|
| REF. CATASTRAL: | 0258410DG4105N0001EI |
| CLASE: | URBANO |
| USO: | Deportivo |
| AÑO: | 1976 |
| SUP. SUELO: | 8.400m² |

Acceso principal



Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo Instantáneo con compensación 15KW. La Garriga

| | |
|---|---|
| CODIGO EMPLAZAMIENTO | A04 Polideportivo Can Noguera |
| DIRECCION | Carrer Basal S/N |
| MUNICIPIO | La Garriga |
| PROVINCIA | BARCELONA |

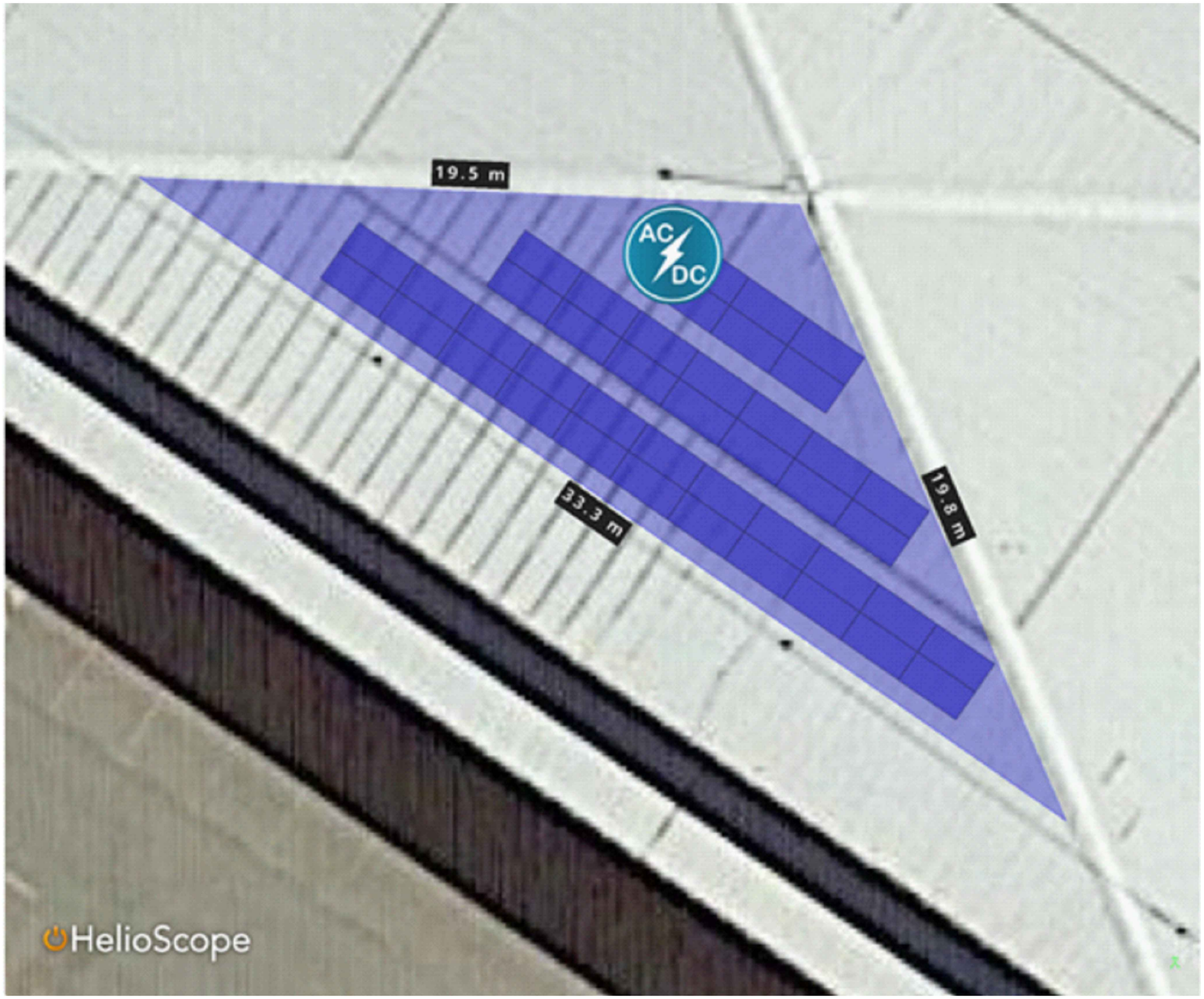
PLANO:

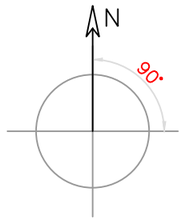
SITUACION EMPLAZAMIENTO

| | | |
|---|---|---|
| TIPOLOGÍA: DEPORTIVO | ESCALA S/E | PLANO Nº 1 |
| | FECHA ABRIL 2021 | |

EL INGENIERO INDUSTRIAL: JORGE TECLES GIMÉNEZ
COLEGIADO Nº: 10757

# IMPLANTACION GENERAL FV




Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo Instantáneo con compensación 15KW. La Garriga

| | |
|---|---|
| CODIGO EMPLAZAMIENTO | A04 Polideportivo Can Noguera |
| DIRECCION | Carrer Basal S/N |
| MUNICIPIO | La Garriga |
| PROVINCIA | BARCELONA |

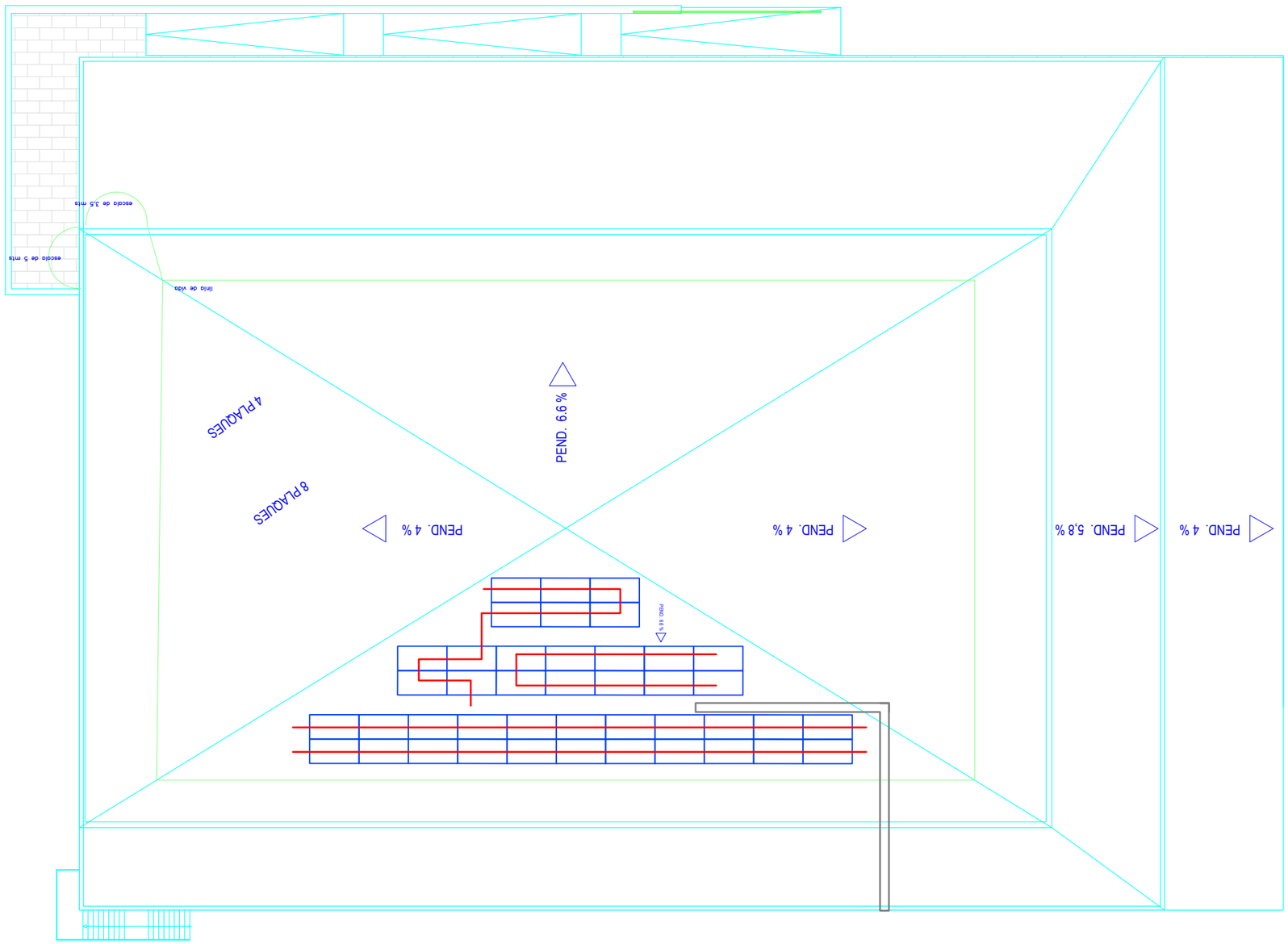
PLANO:

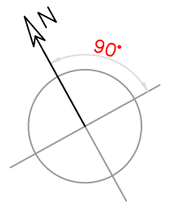
IMPLANTACION GENERAL FV

| TIPOLOGÍA: | ESCALA | PLANO Nº |
|---|---|---|
| DEPORTIVO | INDICADAS | 2 |
| | FECHA ABRIL 2021 | |

EL INGENIERO INDUSTRIAL: JORGE TECLES GIMÉNEZ

COLEGIADO Nº: 10757




2 series de 10 Módulos (415 Wp)
2 series de 11 Módulos (415 Wp)

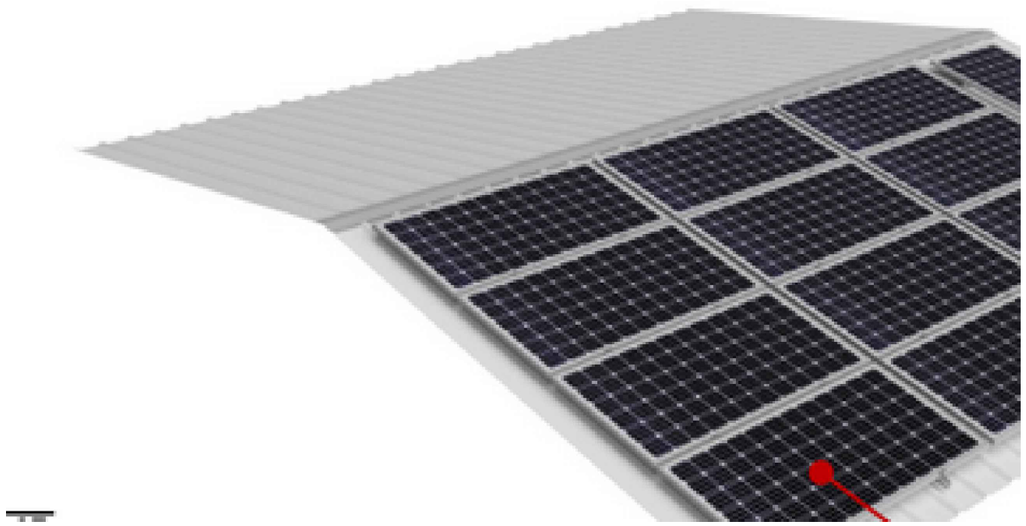
Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo Instantáneo con compensación 15KW. La Garriga

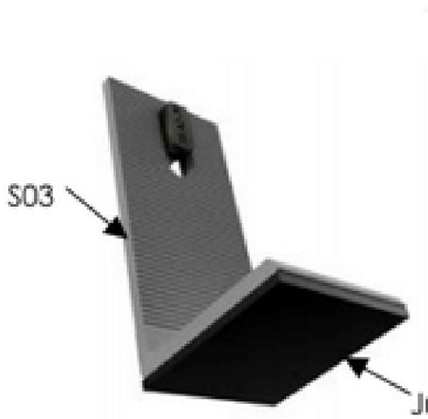
| | |
|---|---|
| CODIGO EMPLAZAMIENTO | A04 Polideportivo Can Noguera |
| DIRECCION | Carrer Basal S/N |
| MUNICIPIO | La Garriga |
| PROVINCIA | BARCELONA |

PLANO:
STRINGS

| TIPOLOGÍA: | ESCALA | PLANO Nº |
|---|---|---|
| DEPORTIVO | FECHA ABRIL 2021 | 3 |

EL INGENIERO INDUSTRIAL: JORGE TECLES GIMÉNEZ
COLEGIADO Nº: 10757





Módulo máximo:
2279x1150 mm.

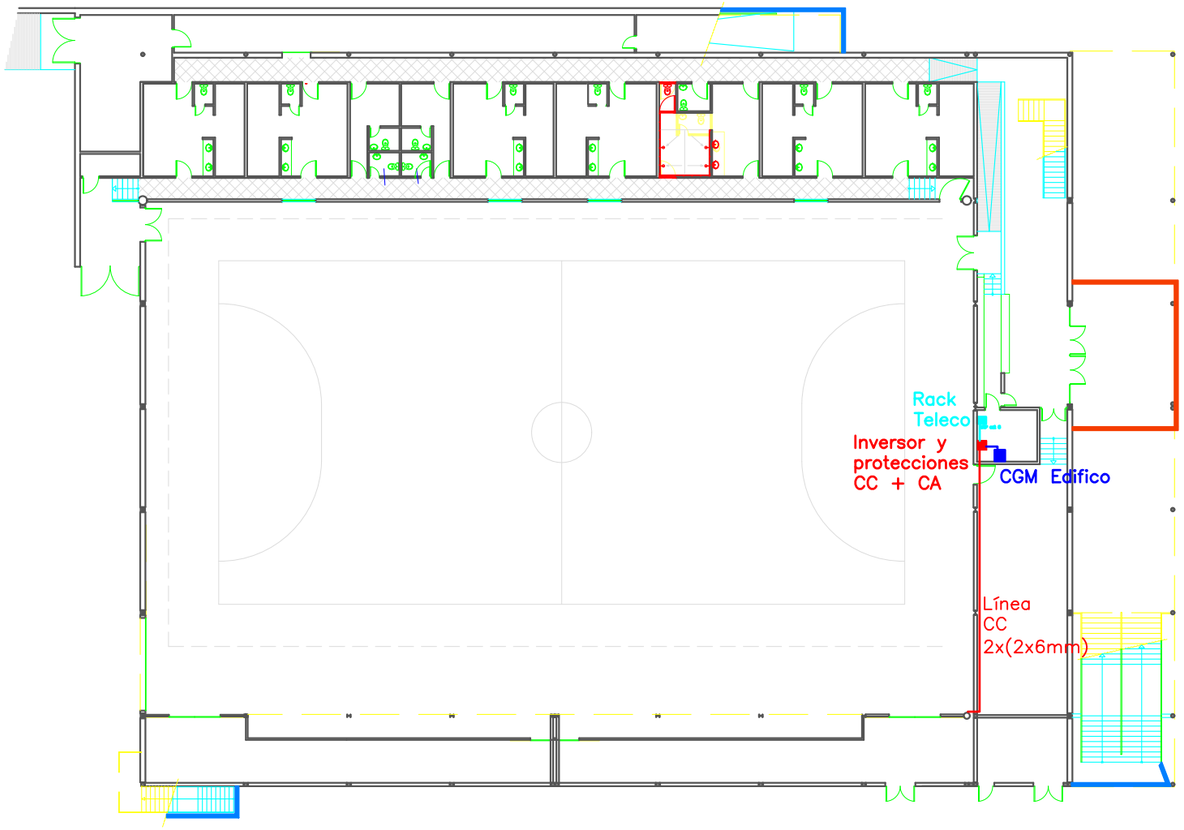
Guías sobre las que apoyan los módulos

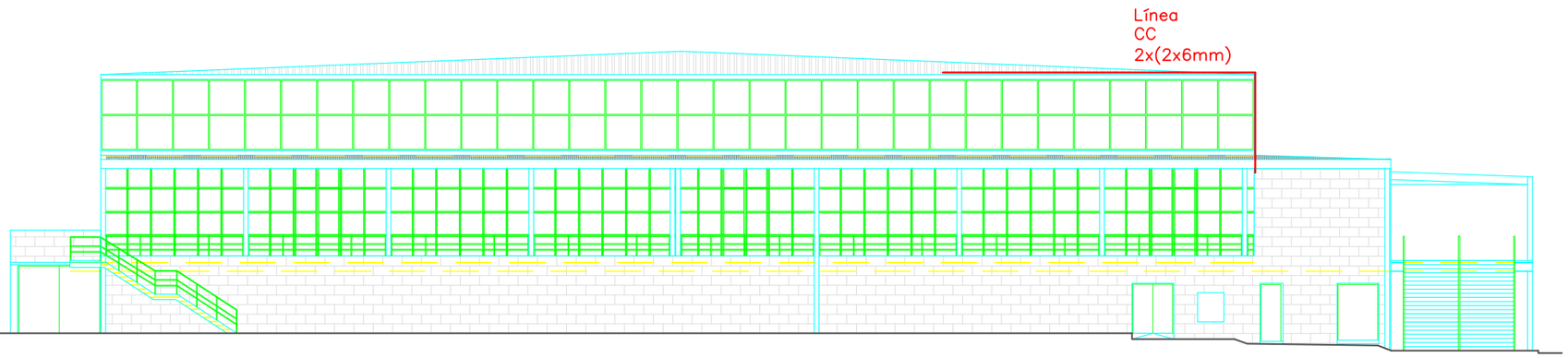
| | |
|---|---|
| Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo Instantáneo con compensación 15KW. La Garriga | |
| CODIGO EMPLAZAMIENTO | A04 Polideportivo Can Noguera |
| DIRECCION | Carrer Basal S/N |
| MUNICIPIO | La Garriga |
| PROVINCIA | BARCELONA |

PLANO:
ESTRUCTURA

| TIPOLOGÍA: | ESCALA | PLANO Nº |
|---|---|---|
| DEPORTIVO | FECHA ABRIL 2021 | 4 |

EL INGENIERO INDUSTRIAL: JORGE TECLES GIMÉNEZ
COLEGIADO Nº: 10757




Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo Instantáneo con compensación 15KW. La Garriga

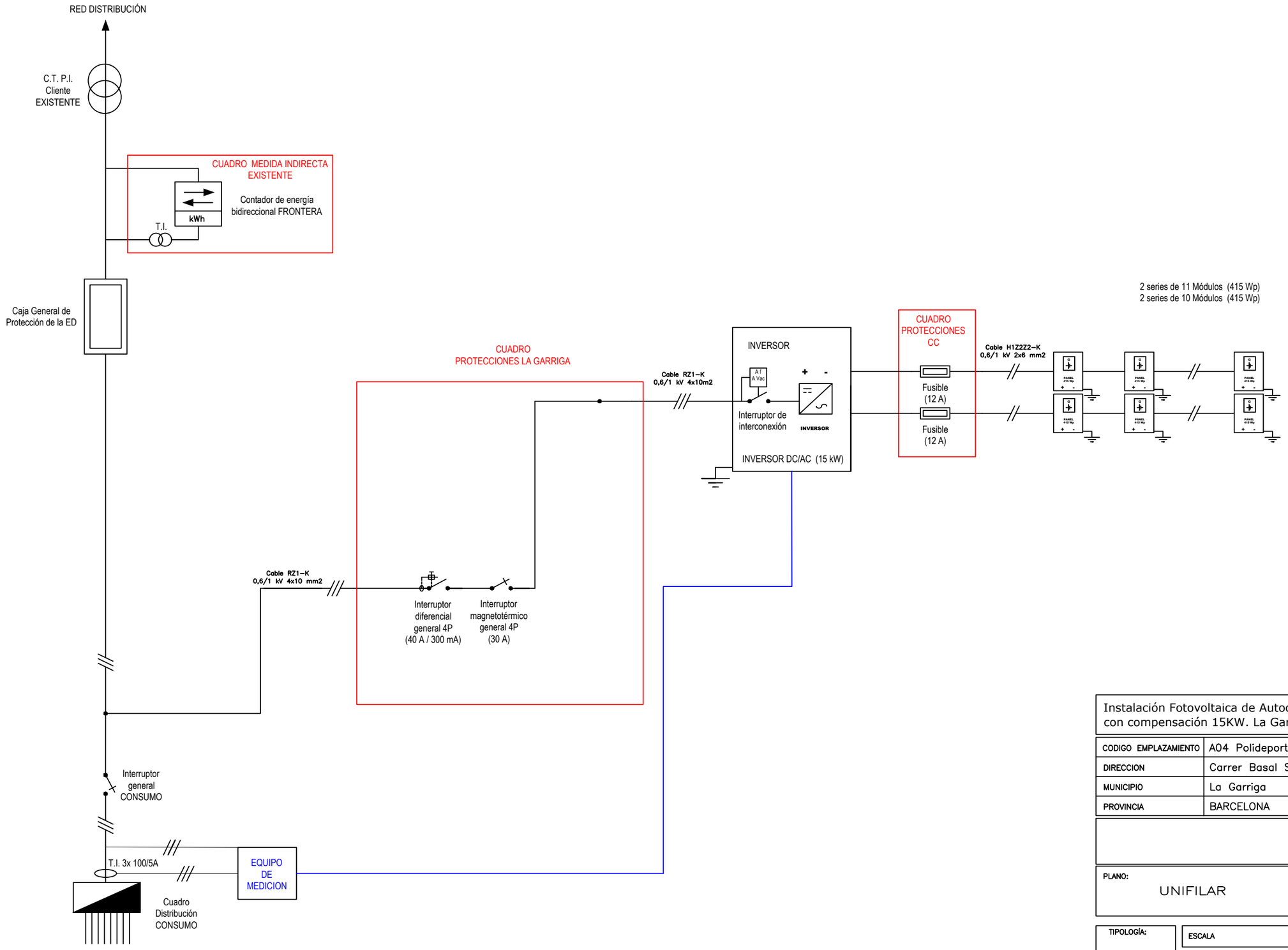
| | |
|---|---|
| CODIGO EMPLAZAMIENTO | A04 Polideportivo Can Noguera |
| DIRECCION | Carrer Basal S/N |
| MUNICIPIO | La Garriga |
| PROVINCIA | BARCELONA |

PLANO:

ESQUEMA CONEXION GENERAL

| | | |
|---|---|---|
| TIPOLOGÍA: DEPORTIVO | ESCALA | PLANO Nº 5 |
| | FECHA ABRIL 2021 | |

EL INGENIERO INDUSTRIAL: JORGE TECLES GIMÉNEZ
COLEGIADO Nº: 10757




Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo Instantáneo con compensación 15KW. La Garriga

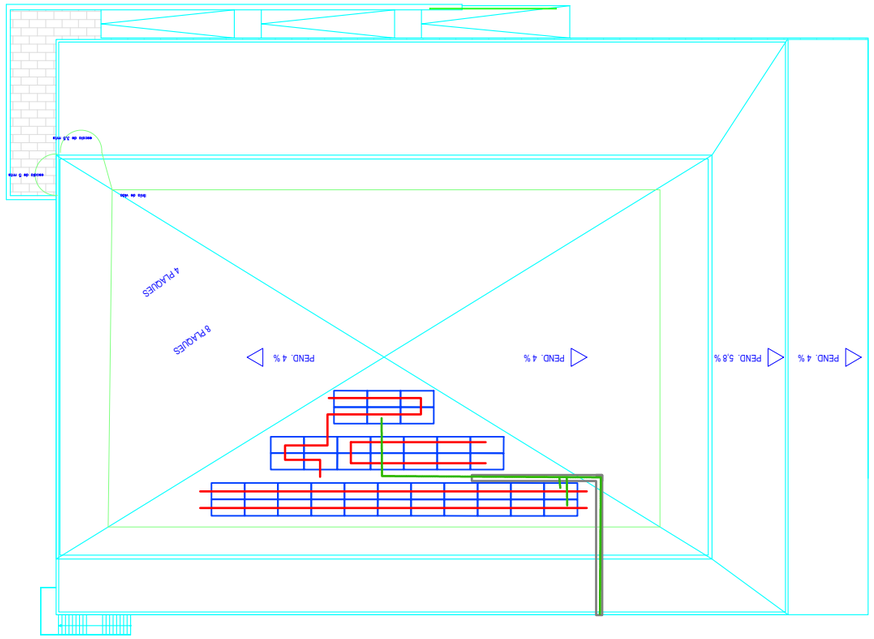
| | |
|---|---|
| CODIGO EMPLAZAMIENTO | A04 Polideportivo Can Noguera |
| DIRECCION | Carrer Basal S/N |
| MUNICIPIO | La Garriga |
| PROVINCIA | BARCELONA |

PLANO:

UNIFILAR

| TIPOLOGÍA: | ESCALA | PLANO Nº |
|---|---|---|
| DEPORTIVO | FECHA ABRIL 2021 | 6 |

EL INGENIERO INDUSTRIAL: JORGE TECLES GIMÉNEZ
COLEGIADO Nº: 10757




Pica de tierra en arqueta

Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo Instantáneo con compensación 15KW. La Garriga

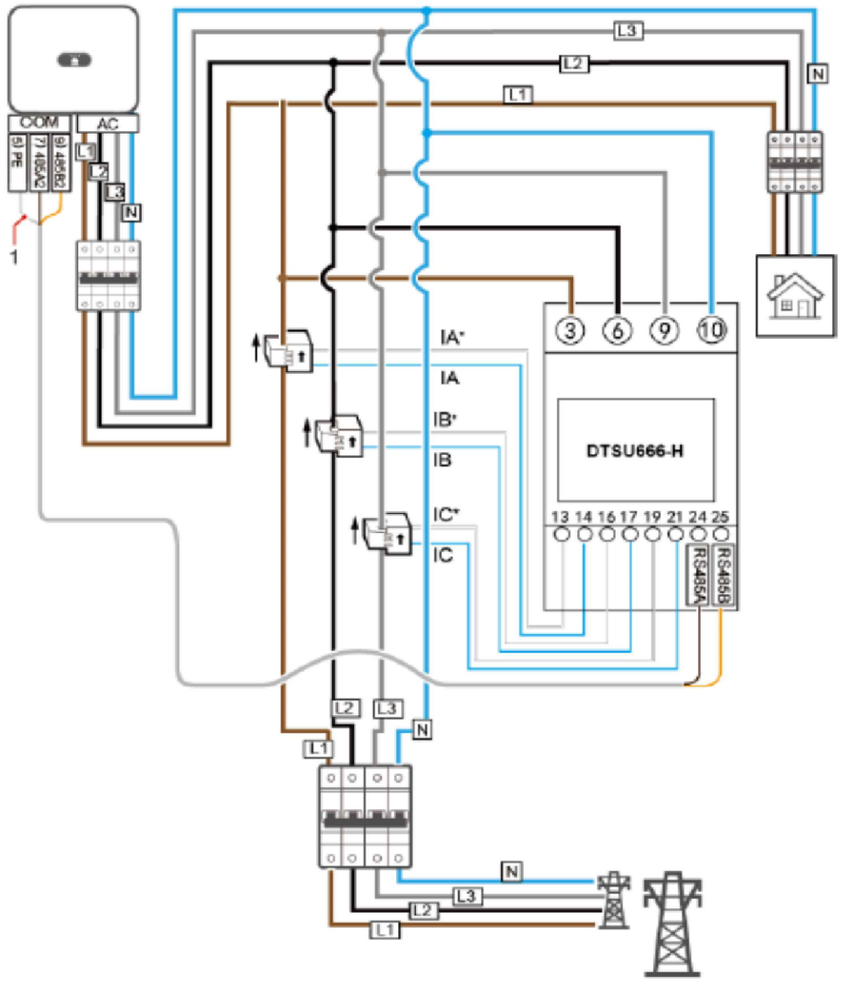
| | |
|---|---|
| CODIGO EMPLAZAMIENTO | A04 Polideportivo Can Noguera |
| DIRECCION | Carrer Basal S/N |
| MUNICIPIO | La Garriga |
| PROVINCIA | BARCELONA |

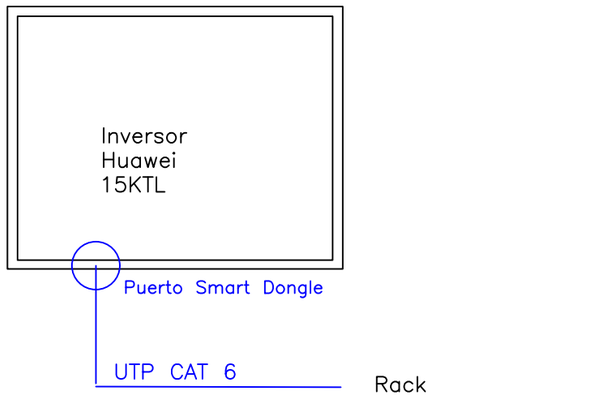
PLANO:

RED DE TIERRA

| | | |
|---|---|---|
| TIPOLOGÍA: DEPORTIVO | ESCALA | PLANO Nº 7 |
| | FECHA ABRIL 2021 | |

EL INGENIERO INDUSTRIAL: JORGE TECLES GIMÉNEZ
COLEGIADO Nº: 10757




Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo Instantáneo con compensación 15KW. La Garriga

| | |
|---|---|
| CODIGO EMPLAZAMIENTO | A04 Polideportivo Can Noguera |
| DIRECCION | Carrer Basal S/N |
| MUNICIPIO | La Garriga |
| PROVINCIA | BARCELONA |

PLANO:
Esquema de monitoreo y conexiones

| | | |
|---|---|---|
| TIPOLOGÍA: DEPORTIVO | ESCALA<br>FECHA ABRIL 2021 | PLANO Nº 8 |

EL INGENIERO INDUSTRIAL: JORGE TECLES GIMÉNEZ
COLEGIADO Nº: 10757

# IV. FICHAS TÉCNICAS

# Smart String Inverter

inter solar award 2019 WINNER

## Mayores ingresos

Eficiencia máxima del 98,65 %

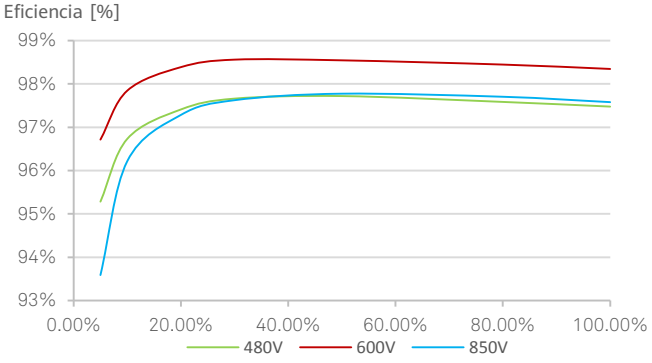
## Fácil y sencillo

25 kg

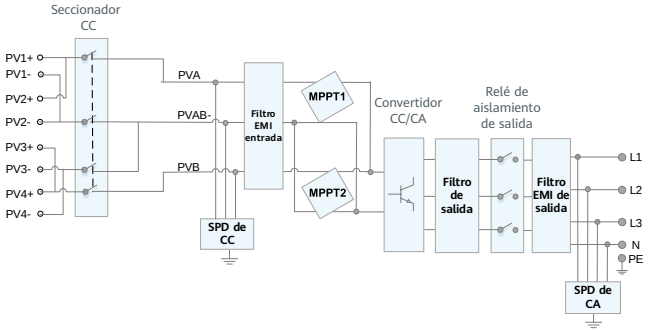
## Seguro y fiable

Protección contra arco eléctrico

### Curva de eficiencia




### Circuit Diagram




SUN2000-12/15/17/20KTL-M0

# Especificaciones técnicas

| Especificaciones técnicas | SUN2000 -12KTL-M0 | SUN2000 -15KTL-M0 | SUN2000 -17KTL-M0 | SUN2000 -20KTL-M0 |
|---|---|---|---|---|
| **Eficiencia** | | | | |
| Máxima eficiencia | 98.50% | 98.65% | 98.65% | 98.65% |
| Eficiencia europea ponderada | 98.00% | 98.30% | 98.30% | 98.30% |
| **Entrada** | | | | |
| Entrada DC máxima recomendada | 24,000 Wp | 29,760 Wp | 29,760 Wp | 29,760 Wp |
| Tensión máxima de entrada [1] | 1,080 V | | | |
| Rango de tensión de operación [2] | 160 V ~ 950 V | | | |
| Tensión de arranque | 200 V | | | |
| Rango de tensión de potencia máxima de MPPT | 380 Vdc ~ 850 Vdc | 380 Vdc ~ 850 Vdc | 400 Vdc ~ 850 Vdc | 480 Vdc ~ 850 Vdc |
| Tensión nominal de entrada | 600 V | | | |
| Intensidad de entrada máxima por MPPT | 22 A | | | |
| Intensidad de cortocircuito máxima | 30 A | | | |
| Cantidad de rastreadores MPP | 2 | | | |
| Cantidad máxima de entradas por MPPT | 2 | | | |
| **Salida** | | | | |
| Conexión a red eléctrica | Tres fases | | | |
| Potencia nominal activa de CA | 12,000 W | 15,000 W | 17,000 W | 20,000 W |
| Máx. potencia aparente de CA | 13,200 VA | 16,500 VA | 18,700 VA | 22,000 VA |
| Tensión nominal de Salida | 220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE | | | |
| Frecuencia nominal de red de CA | 50 Hz / 60 Hz | | | |
| Máx. intensidad de salida | 20 A | 25.2 A | 28.5 A | 33.5 A |
| Factor de potencia ajustable | 0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo | | | |
| Máx. distorsión armónica total | ≤ 3 % | | | |
| **Características y protecciones** | | | | |
| Dispositivo de desconexión del lado de entrada | Sí | | | |
| Protección anti-isla | Sí | | | |
| Protección contra sobreintensidad de CA | Sí | | | |
| Protección contra cortocircuito de CA | Sí | | | |
| Protección contra sobretensión de CA | Sí | | | |
| Protección contra polaridad inversa CC | Sí | | | |
| Protección contra descargas atmosféricas CC [3] | Sí | | | |
| Protección contra descargas atmosféricas CA [3] | Sí | | | |
| Monitorización de corriente residual | Sí | | | |
| Protección contra fallas de arco | Sí | | | |
| Control del receptor Ripple | Sí | | | |
| **Datos generales** | | | | |
| Rango de temperatura de operación | -25 ~ + 60 °C (Derating por encima de 45 ° C @ Potencia nominal de salida) | | | |
| Humedad de operación relativa | 0 % RH ~ 100% RH | | | |
| Altitud de operación | 0 - 4,000 m (disminución de la capacidad eléctrica a partir de los 2,000 m) | | | |
| Ventilación | Convección natural | | | |
| Pantalla | LED Indicators | | | |
| Comunicación | RS485; WLAN vía Smart Dongle-WLAN/WLAN-FE; Ethernet vía Smart Dongle-WLAN-FE; 4G / 3G / 2G vía Smart Dongle-4G | | | |
| Peso (incluida ménsula de montaje) | 25 kg | | | |
| Dimensiones (incluida ménsula de montaje) | 525 x 470 x 262 mm | | | |
| Grado de protección | IP65 | | | |
| Consumo de noche la durante energía | < 1 W | | | |
| **Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)** | | | | |
| Seguridad | EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2 | | | |
| Estándares de conexión a red eléctrica | G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, RD 661, PO 12.3, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA 2.0 | | | |

* 1 The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
* 2 Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.
* 3 Compatible TYPE II protection class according to EN / IEC 61643-11

# Smart Power Sensor

## Preciso

- Precisión de medición: clase 1

## Fácil y sencillo

- Montaje en carril DIN estándar de 35 mm
- Tamaño pequeño, 1P2W 36 mm, 3P4W 72 mm
- Pantalla LCD para facilitar la configuración y la comprobación por los usuarios
- Conexión de acoplamiento para instalación
- Cables CT y RS485 incluidos en los accesorios

## Eficiente desde el punto de vista energético

- Consumo general de energía ≤ 1 W

| Especificaciones técnicas | DDSU666-H | DTSU666-H |
|---|---|---|
| **Especificaciones generales** | | |
| Dimensiones (alto x anchura x profundidad) | 100 x 36 x 65,5 mm (3,9 x 1,4 x 2,6 pulgadas) as) | 100 x 72 x 65,5 mm (3,9 x 2,8 x 2,6 pulgadas) |
| Tipo de montaje | Carril DIN35 | |
| Peso (incluidos cables) | 1,2 kg (2,6 lb) | 1,5 kg (3,3 lb) |
| **Fuente de alimentación** | | |
| Tipo de red eléctrica | 1P2W | 3P4W |
| Potencia de entrada (tensión fásica) ica) | 176 VCA ~ 288 VCA | |
| Consumo de energía | ≤ 0,8 W | ≤ 1 W |
| **Rango de medición** | | |
| Voltaje de línea | / | 304 VCA ~ 499 VCA |
| Tensión fásica | 176 VCA ~ 288 VCA | |
| Corriente | 0 ~ 100 A | |
| **Precisión de medición** | | |
| Tensión | ±0,5 % | |
| Corriente / Potencia / Energía | ±1 % | |
| Frecuencia | ±0,01 Hz | |
| **Comunicación** | | |
| Interfaz | RS485 | |
| Velocidad de transmisión en baudios baudios | 9600 bps | |
| Protocolo de comunicación | Modbus - RTU | |
| **Entorno** | | |
| Rango de temperatura de operación | -25 °C ~ 60 °C | |
| Rango de temperatura de almacenamiento | -40 °C ~ 70 °C | |
| Humedad de operación | 5 % HR ~ 95 % HR (sin condensación) | |
| **Otros** | | |
| Accesorios | Cable RS485 (10 m / 33 pies) | |
| | 1 CT 100 A / 40 mA (6 m / 19 pies) | 3 CT 100 A / 40 mA (6 m / 19 pies) |

El texto y las figuras reflejan el estado técnico actual en el momento de imprimir este documento. Están sujetos a cambios técnicos, excepto errores y omisiones. Huawei no será responsable de equivocaciones ni errores de impresión. Para obtener más información, visite: solar.huawei.com. Versión No.: 01-(20180929)

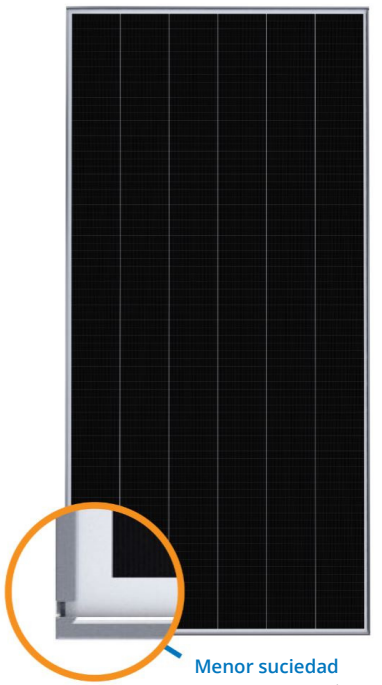
SUNPOWER®

PERFORMANCE

# PERFORMANCE 3 | 415 W

## Panel solar de uso comercial

Los paneles SunPower Performance combinan células de contacto frontal con los más de 30 años de experiencia en materiales y fabricación de SunPower. Los puntos más débiles del diseño de los paneles convencionales se eliminan para brindar una potencia, una fiabilidad, un valor y un ahorro superiores.[1]



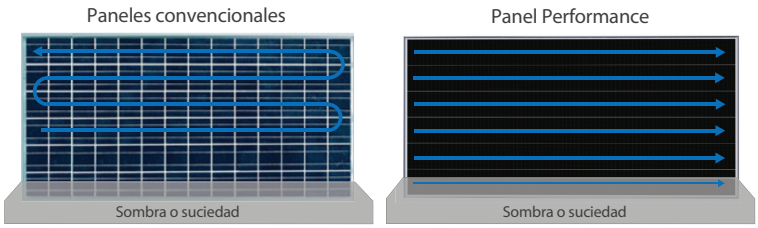
**Menor suciedad**
NUEVA muesca de drenaje que mejora el rendimient

### Alta potencia

Las mejoras en el área activa y en las células PERC monocristalinas optimizan la densidad de potencia a la vez que reducen los costos del sistema.

### Elevado DESEMPEÑO

Hasta un 8% más de energía con la misma superficie de la planta en comparación con Mono Perc durante 25 años.[2] La exclusiva circuitería en paralelo maximiza la producción energética durante las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde, momentos en que las filas proyectan sombra unas sobre otras, o cuando los paneles se ensucian.

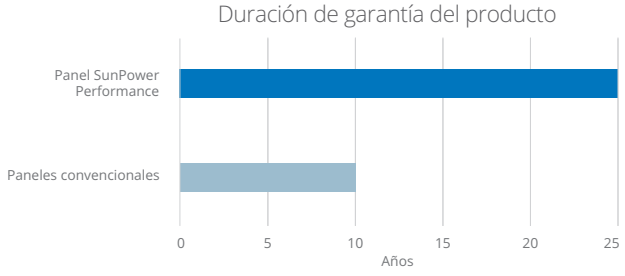



### Elevada fiabilidad

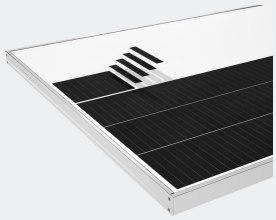
Los paneles SunPower Performance son los paneles solares de tablillas más desplegados en el mundo.3 El innovador diseño de tablillas de las células mitiga los principales retos en cuanto a fiabilidad asociados con paneles convencionales de contactos frontales, al eliminar del diseño las frágiles cintas y uniones de soldadura sobre las células. SunPower respalda sus paneles con su Garantía de total confianza líder en el sector. Garantizamos que la Línea Performance de SunPower genera más de un 97,5 % de potencia el primer año y va disminuyendo un 0,5 % al año hasta acabar en un 85,5 % de potencia al cabo de 25 años.

MEJOR PRODUCTO · MEJOR GARANTÍA
Confianza Total SunPower 25 años

### Total confianza de SunPower durante 25 años




## Diseñados para el desempeño



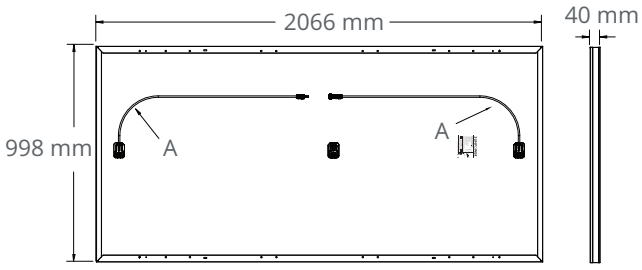
- Tecnología de conexión de células robusta y flexible. Fiabilidad sobresaliente.
- Adhesivo conductivo probado en la industria aeroespacial.
- Conexiones redundantes célula a célula.
- Menor temperatura de panel gracias a las exclusivas conexiones al bus eléctrico.

# PERFORMANCE 3 | P3-415-COM-1500 Panel solar de uso comercial

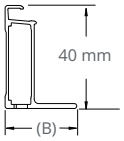
| Datos eléctricos | | | |
|---|---|---|---|
| | SPR-P3-415-COM-1500 | SPR-P3-410-COM-1500 | SPR-P3-405-COM-1500 |
| Potencia nominal (Pnom)[4] | 415 W | 410 W | 405 W |
| Tolerancia de potencia | +5/–0% | +5/–0% | +5/–0% |
| Eficiencia de los paneles | 20,1% | 19,9% | 19,6% |
| Tensión nominal (Vmpp) | 45,0 V | 44,5 V | 44,0 V |
| Intensidad nominal (Impp) | 9,22 A | 9,21 A | 9,20 A |
| Tensión de circuito abierto (Voc) | 54,1 V | 53,9 V | 53,3 V |
| Intensidad de cortocircuito (Isc) | 9,90 A | 9,89 A | 9,88 A |
| Máx. tensión del sistema | 1500 V IEC | | |
| Fusible de serie máxima | 18 A | | |
| Coef. potencia-temperatura | −0,36% / °C | | |
| Coef. tensión-temperatura | −0,29% / °C | | |
| Coef. intensidad-temperatura | 0,05% / °C | | |

| Pruebas y certificaciones | |
|---|---|
| Pruebas estándar[5] | IEC 61215, IEC 61730, nominal a 1500 V |
| Certificados de gestión de calidad | ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 |
| Conformidad con EHS | OHSAS 18001:2007, plan de reciclaje |
| Prueba de amoniaco | IEC 62716 |
| Prueba de soplado de arena | MIL-STD-810G |
| Prueba de niebla salina | IEC 61701 (máxima severidad) |
| Prueba PID | Sin degradación inducida por potencial: 1500 V |
| Normas disponibles | TUV |

| Condiciones de funcionamiento y datos mecánicos | |
|---|---|
| Temperatura | –40°C a +85°C |
| Resistencia a impactos | Granizo de 25 mm de diámetro a 23 m/s |
| Células solares | PERC monocristalino |
| Cristal templado | Templado antirreflectante de alta transmisión |
| Caja de conexión | IP-67, Stäubli MC4-Evo2, 3 diodos de derivación |
| Peso | 22,3 kg |
| Máx. carga | Viento: 2400 Pa, 245 kg/m² en cara frontal y posterior<br>Nieve: 5400 Pa, 550 kg/m² en cara frontal |
| Bastidor | Anodizado plata de clase 2 |




Perfil de bastidor




(A) Longitud del cable: 1200 mm +/-15 mm
(B) Lado largo: 32 mm
Lado corto: 24 mm

Lea la guía de instalación y seguridad.

1 Estudio de sombras independiente realizado por el laboratorio CFV.
2 El panel SunPower 425 W tiene el 20,6 % de eficiencia en comparación con un panel Mono PERC en matrices del mismo tamaño (370 W, 19 % de eficiencia, aprox. 1,94 m²) e índice de degradación más lento de 0,25 %/año (Jordan et al., "Robust PV Degradation Methodology and Application". PVSC 2018).
3 Osborne. "SunPower suministra módulos de la serie P a un proyecto NextEra de 125 MW" PV-Tech.org. Marzo de 2017.
4 Medido en condiciones de prueba estándar (STC): irradiancia de 1000 W/m², AM 1,5 y temperatura de células de 25 °C.
5 Calificación antiincendios de clase C según IEC 61730.

Diseñado en EE. UU.
Ensamblado en China

Visite www.sunpowercorp.com para obtener más información.
Las especificaciones incluidas en esta ficha técnica están sujetas a cambios sin previo aviso.

©2019 SunPower Corporation. Todos los derechos reservados. SUNPOWER y el logotipo de SUNPOWER son marcas comerciales registradas de SunPower Corporation en Europa, Estados Unidos y otros países.

SUNPOWER®
MAXEON®

00 800 855 81111

533800 REV A / A4_ES
Fecha de publicación: Enero 2020

# V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## Objetivo

El Autor del Estudio de Seguridad y Salud declara que es su voluntad la de Identificar los riesgos y evaluar la eficacia de las protecciones previstas sobre el proyecto y en su consecuencia, diseñar cuantos mecanismos preventivos se puedan idear a su buen saber y entender técnico, dentro de las posibilidades que el mercado de la construcción y los límites económicos permiten.

Es obligación del instalador disponer los recursos materiales, económicos, humanos y de formación necesarios para conseguir que el proceso de producción de construcción de esta obra sea seguro.

Este estudio de seguridad y salud es un trabajo de ayuda al instalador para cumplir con la prevención de los riesgos laborales y con ello influir de manera decisiva en la consecución del objetivo principal en esta obra: lograr ejecutarla sin accidente laborales ni enfermedades profesionales.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

## Obligaciones

Durante la ejecución de obras se deberán cumplir una serie de normas para facilitar la coordinación en materia de seguridad y definir las medidas propias de seguridad a adoptar, las cuales se enumeran a continuación:

La instaladora deberá tener a todo su personal dado de alta en la Seguridad Social y deberá presentar los documentos que lo justifiquen para que el trabajador pueda acceder a la obra. Todo el personal de la obra deberá llevar una identificación personal donde figurará su nombre y el nombre de la empresa a la que está directamente adscrito.

Esta identificación será facilitada por el constructor y deberá llevarse en lugar visible. La empresa constructora presentará un acta de la reunión de seguridad a la que haya asistido el trabajador, con la firma de éste.

Se fijará una reunión semanal como mínimo entre los responsables de seguridad de todos y cada una de las instaladoras.

Todas las empresas dispondrán en la obra de una copia de su Plan de Seguridad y Salud, aprobado por la Coordinación de Seguridad, y de todos sus documentos anexos, como Manual eso Normas específicas de cada empresa.

Se dispondrá del Plan de Emergencia con el contenido mínimo indicado en el Pliego de Condiciones de este Estudio de Seguridad.

Todas las instaladoras elaborarán una lista exhaustiva de todas sus empresas subcontratadas, actualizándola oportunamente.

El presupuesto de seguridad y salud incluido en este Estudio de Seguridad es orientativo y corresponde al global de la obra. El coste de las medidas de seguridad y salud de cada instaladora está repercutido en las partidas de obra, y así constará en la petición de oferta cursada.

El Comité de Previsión del promotor velará por la aplicación eficaz del sistema de seguridad y salud de la obra: Coordinación, Instaladoras y personal del promotor. El cumplimiento, por parte del personal del promotor, de las medidas de seguridad acordadas será vigilado directamente por el Comité de Prevención del promotor.

## Normas de seguridad y salud aplicables

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 09 de marzo de 1971.
- Ley de 31/1995 de 08 de noviembre (BOE n° 268 y 269 de 09 y 10 de Noviembre de 1.995). Seguridad e Higiene en el trabajo, prevención de Riesgos Laborales.
- R D. 39/1997 de 17-01-199- (BOE n° 27 de 31-01-1997) Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R. D. 1627/1997 de 24 de octubre (BOE n° 256 del 25-10-1997) Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- R D. 486/1997 del 14 de abril de 1997 (BOE n° 97 de 23-04-1997) Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo
- Directivas 89/391/CEE, 92/85/CEE, 94/33/CEE y 91/383/CEE, relativas a la aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores.
- Convenio 155 de la O.I.T., sobre seguridad y salud de los trabajadores.
- Ordenanza de trabajo para las industrias de la construcción, vidrio y cerámica, de 28 de agosto de 1970.
- Ordenanzas municipales sobre el uso del suelo y edificación.
- Normas técnicas reglamentarias sobre homologación de medios de Protección personal del Ministerio de Trabajo.
- Cascos de seguridad no metálico B.O.E. 30-12-74.
- Protecciones auditivas B.O.E. 1-9-75.
- Guantes aislantes de la electricidad B.O.E. 3-9-75.
- Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos B.O.E. 12-2-80.
- Adaptadores faciales B.O.E. 6-9-75.
- Cinturón de sujeción 2-9-77.
- Gafas de montura universal para protección contra impactos. B.O.E. 7-2-79.
- Cinturones de suspensión B.O.E. 17-3-81.
- Plantillas de protección frente a riesgos de perforación B.O.E. 13-10-81
- Aislamiento de seguridad de las herramientas manuales, en trabajos eléctricos de B.T. B.O.E. 10-10-81.
- Bota impermeable al agua y a la humedad B.O.E. 22-12-81.

- Dispositivos anticaídas B.O.E. 14-12-81.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión B.O.E. 9-10-73 e instrucciones técnicas complementarias.
- Estatuto de los trabajadores B.O.E. 114-03-80.
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa B.O.E. 27-11-59.
- Reglamento de Régimen Interno de la Empresa Instaladora.
- Plan Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo B.O.E. 11-3-71.

## DEFINICIÓN DE LOS RIESGOS: MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN

**Obra civil**

- **Descripción de los trabajos**

Estos trabajos comprenden las siguientes actividades:

- Se incluye el relleno con hormigón y tierra para asentar las instalaciones

- **Riesgos más frecuentes**

Durante la realización de excavaciones y relleno se corren los siguientes riesgos:

- Atropellos y colisiones originadas por la maquinaria.

- Vuelcos y deslizamientos de las máquinas.

- Erosiones, contusiones en manipulación de tubos, chapas, placas, armaduras, escombros y otros materiales de desecho.

- Caídas en zanjas y pozos.

- Golpes contra objetos.

- Generación de polvo, ruido.

- Heridas y cortes.

- Quemaduras.

- Desprendimiento de cargas suspendidas.

- Caídas al vacío.

- Atrapamientos por objetos pesados.

- Partículas en los ojos.

- Explosiones de botellas de gases licuados.

- Electrocuciones, interferencia con redes eléctricas.

- Interferencia con redes de tuberías enterradas.

- Manipulación de pintura y aditivos.

- **Normas básicas de seguridad**

Durante los trabajos de obra civil deberán tenerse en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- Uso obligatorio de elementos de protección personal.

- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por persona distinta al conductor

- Se comprobará el estado general de las herramientas manuales para evitar golpes y cortes.

- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de lluvias, heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.

- Los pozos de cimentación estarán correctamente señalizados y protegidos, para evitar caídas del personal a su interior.

- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.

- Al realizar trabajos en zanjas, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1,00 metro, permaneciendo un operario vigilante para trabajos a profundidad mayor de 1,80 m.

- Todas las excavaciones con más de 2,00 m de profundidad deben quedar balizadas por la noche, para evitar riesgo de caída en ellas.

- **Protecciones personales**

Los trabajadores deberán ir protegidos con:

- Casco de seguridad homologado.

- Mascarillas respiración antipolvo.

- Guantes y botas de seguridad con suela antideslizante.

- Mono de trabajo y en su caso trajes de agua y botas.

- Empleo del cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria, si ésta va dotada de cabina antivuelco.

- El operario que trabaje en perforación por pilotes o en demolición de hormigón, estará provisto de cascos auriculares, gafas antipolvo y antiimpactos y del cinturón anti vibratorio debidamente homologados.

- Empleo de cinturón de seguridad para trabajos en altura o sobre fosos, siempre que las medidas de protección colectiva no supriman el riesgo.

- Manoplas, mandil, polainas, yelmo, pantalla o gafas de soldador anti-proyecciones.

- **Protecciones colectivas**

- Correcta conservación de la barandilla situada sobre fosos, zanjas y pozos y en el borde de plataformas elevadas.

- Acceso a pozos de excavación mediante escaleras de mano.

- Recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables, herméticamente cerrados.

- No apilar materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso.

- Colocación de bombas de agotamiento, fuera del perímetro cercano a la excavación.

- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.

- Correcta ordenación del almacenamiento de materias y limpieza de obra.

- Formación y conservación de un retallo, en borde rampa, para tope de vehículos.

**Montaje de Estructura Metálica**

Descripción de los trabajos

Se realizará el montaje de una estructura metálica auxiliar soldada o anclada mediante placas a la cubierta del edificio existente, se deberá restablecer la impermeabilización en caso de deterioro como causa del montaje.

- **Riesgos más frecuentes**

- Vuelco de las pilas de acopio de perfilería.

- Desprendimiento de cargas suspendidas.

- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas de elementos punteados.

- Atrapamientos por objetos pesados.

- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.

- Quemaduras.

- Radiaciones por soldadura con arco.

- Caídas de personas o de objetos a niveles inferiores.

- Partículas en los ojos.

- Contacto con la corriente eléctrica.

- Explosión de botellas de gases licuados.

- Quemaduras (sellados, impermeabilizaciones en caliente

- Lesiones en los ojos por los rayos ultravioletas emitidos por el arco.

- Contactos eléctricos por falta de protección y aislamiento

- Inhalación de humos nocivos producidos en la soldadura

- Incendio

- **Normas básicas de seguridad**

- Se habilitarán espacios determinados para el acopio de la perfilería.

- Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 m.

- Los perfiles se apilarán clasificados en función de sus dimensiones.

- Las maniobras de ubicación "in situ" de pilares y vigas (montaje de la estructura), serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán el perfil mediante sogas sujetas a sus extremos, siguiendo las directrices del tercero.

- Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje. Se evitará el oxicorte en altura, en la intención de evitar riesgos innecesarios.

- Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo.

- Se exige el uso de recoger pinzas.

- Se prohíbe tender las mangueras o cables eléctricos de forma desordenada. Siempre que sea posible se colgará de los "pies derechos", pilares o paramentos verticales.

- Las botellas de gases en uso en la obra permanecerán siempre en el interior del carro porta botellas correspondientes.

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

- Para soldar sobre tajos de otros operarios se tenderán "tejadillos", viseras, protectores en chapa.

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

- Las operaciones de soldadura de jácenas se realizarán desde andamios metálicos tubulares provistos de plataformas de trabajo de 60 cm de anchura, y de barandilla perimetral de 90 cm compuesta de pasamanos, barra intermedia y rodapié.

- El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca y la delimitación de las zonas peatonales por donde pueda haber caídas de objetos para evitar accidentes.

- Se paralizarán los trabajos sobre la cubierta bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h., (lluvia, heladas y nieve).

- Todos los huecos de la cubierta permanecerán tapados.

- El ascenso a la cubierta se realizara mediante una tijera en todo momento.

- Cuando se suban los materiales al tejado se distribuirán por toda la superficie para evitar sobrecargar una zona en concreto.

- **Protecciones personales**

  - Casco de seguridad.

  - Cinturón de seguridad.

  - Botas de seguridad con suela aislante.

  - Guantes de cuero impermeabilizados.

  - Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.

  - Ropa de trabajo.

  - Manoplas de soldador.

  - Mandil de soldador.

  - Polainas de soldador.

  - Yelmo de soldador.

  - Pantalla de mano para soldadura.

  - Gafas de soldador.

  - Gafas de seguridad anti-proyecciones.

  - Trajes para tiempo lluvioso.

- **Protecciones colectivas**

  - Protecciones para trabajos eléctricos.

  - Protecciones para trabajos en altura.

  - Protecciones mecánicas.

- Extintor de polvo polivalente.

- Señal normalizada de punto de extintor.

- Formación e información de los trabajos.

- Personal especializado

- Señal prohibiendo el paso a toda persona ajena a la obra

**Movimiento de cargas**

- **Descripción de los trabajos**

Será suficiente la utilización de medios mecánicos menores y solo se prevé la utilización de medios grúa para movimientos de material de peso medio.

- **Riesgos más frecuentes**

- Golpes y atrapamientos con la carga y las eslingas.

- Caída de la carga sobre personas.

- Caída de personas.

- **Normas básicas de seguridad**

- Usar guantes de cuero y lona (usuales).

- Utilizar eslingas adecuadas al peso de la carga, eventualmente cables.

- Sujetar por dos puntos las cargas, para evitar que balanceen y puedan golpear a alguien. Guiarlo con una cuerda si es necesario.

- Situar el gancho y los cables centrados sobre la carga.

- No levantar cargas con las eslingas enredadas o con nudos o sobre aristas lisas y cortantes.

- Apartar las manos para que no sean atrapadas entre las eslingas y alejarse a un lugar seguro donde no pueda ser golpeado por la carga o lanzado al vacío (no situarse en el borde de cubierta o forjado).

- No permanecer bajo cargas suspendidas.

- **Protecciones personales**

- Guantes de cuero y lona.

- Mono de trabajo.

- Casco de seguridad homologado.

- Calzado homologado.

- Protecciones colectivas

- Señalización de la zona de trabajo.

**Instalaciones mecánicas: Equipos y Canalizaciones**

- **Descripción de los trabajos**

La obra comprende trabajos de montaje de los equipos descritos anteriormente.

- **Riesgos más frecuentes**

Los riesgos más frecuentes son:

- Desprendimientos de cargas suspendidas.

- Caídas de personal que intervienen en los trabajos, al no usar los medios de protección y amarre adecuados.

- Golpes y heridas con objetos metálicos.

- Caídas de materiales

- Caídas al vacío.

- Atrapamientos por objetos.

- Caídas al mismo nivel.

- Partículas en los ojos.

- Contactos con la corriente eléctrica.

- Electrocuciones, interferencia con redes eléctricas.

- **Normas básicas de seguridad**

- Se habilitarán espacios para el acopio de equipos.

- Los equipos se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera.

- Las maniobras de ubicación "in situ" de piezas pesadas, si fuera el caso, serán gobernados por tres operarios, dos de ellos guiarán mediante sogas atadas a sus extremos y la tercera dirigirá la maniobra.

- Durante el montaje de cada pieza la empresa encargada del montaje señalizará la zona de trabajo impidiendo el tránsito y la estancia de personas ajenas al montaje.

- Se prohíbe tender las mangueras o cables eléctricos de forma desordenada, se colgarán de pie derechos, pilares o paramentos verticales.

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

- Las escaleras estarán provistas de mecanismo antideslizante en su pie y ganchos de sujeción en su parte superior.

- El contratista de obra civil será el responsable de acondicionar los caminos por los que vayan a circular los medios auxiliares de elevación de las distintas piezas a montar.

- **Protecciones personales**

- Guantes de seguridad.

- Casco de seguridad homologado.

- Cinturones de seguridad y arneses homologados del tipo de sujeción, empleándose éstos solamente en el caso excepcional de que los medios de protección colectiva no sean posibles, estando anclados a elementos resistentes.

- Calzado homologado provisto de suelas antideslizantes.

- Mono de trabajo con perneras y mangas perfectamente ajustadas.

- **Protecciones colectivas**

- Puntos fijos de amarre para cuerdas auxiliares y cinturones de seguridad.

- Las escaleras y/o plataformas usadas en la instalación, estarán en perfectas condiciones teniendo barandillas resistentes y rodapiés.

- Zona de trabajo limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.

- Escaleras de tijera provistas de tirantes para así delimitar su apertura.

- Escaleras manuales con tacos antideslizantes.

- Señalización adecuada de las zonas donde se esté trabajando.

- Señalización adecuada de cuadros eléctricos.

- Protecciones para cubrir las caídas desde altura en situaciones de montaje de maquinaria y equipos, empleando barandillas metálicas desmontables por su fácil colocación y adaptación a diferentes tipos de huecos, constando éstas de dos pies derechos metálicos anclados al suelo con barandillas de 90 cm de altura, provistas de rodapié de 15 cm.

**Instalación Eléctrica**

- **Descripción de los trabajos**

Los trabajos consistirán en el montaje de equipos eléctricos, cableado y pruebas de funcionamiento. Cuando los trabajos se realicen en altura, se adoptarán las mismas protecciones individuales y colectivas que para trabajos mecánicos en altura.

- **Riesgos más frecuentes**

  - Caídas y golpes contra objetos.

  - Cortes o heridas por manejo de herramientas manuales.

  - Caídas de personal que intervienen en los trabajos, al no usar los medios de protección y amarre adecuados.

  - Golpes y heridas con objetos metálicos o punzantes.

  - Caídas de materiales

  - Quemaduras.

  - Electrocuciones.

  - Los derivados de instalación eléctrica por sobrecarga (abuso o incorrecto cálculo de la instalación).

  - Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección eléctrica.

  - Mal comportamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación, picas que anulan los sistemas de protección del cuadro general).

- **Normas básicas de seguridad**

  - El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, seccionadores, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal cualificado.

  - Se comprobará el estado general de las herramientas manuales para evitar golpes y cortes.

  - Las conexiones se realizarán siempre sin tensión. Cualquier parte de la instalación se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.

  - Las pruebas que se tengan que realizar con tensión se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica. 52

  - La instalación de la iluminación en los tajos no será inferior a los 100 lux, medidos a 2 m del suelo.

  - Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra sin el empleo de clavijas macho hembra.

- Los cables estarán en buenas condiciones sin grietas, cortes o raspaduras. Serán homologados para obras (tipo antihumedad).

- No se permiten conexiones o derivaciones sin clavija (con los cables pelados). Utilizar clavijas antihumedad (homologadas).

- Para desenchufar una instalación tirar de la clavija, nunca del cable.

- Montar un cuadro auxiliar con diferencial de 30 mA e interruptores magnetotérmicos, para instalación de máquinas, en la cubierta o piso de trabajo, lo más cerca posible de los equipos.

- Evitar los cables excesivamente largos.

- Instalar el cuadro auxiliar en posición vertical, a ser posible, y sobre madera. Comprobar el funcionamiento del botón de PRUEBA del interruptor de seguridad diariamente.

- No se permite manipular en el interior de los cuadros eléctricos o armarios de conexiones en tensión, ni alterar los dispositivos de protección.

- No “bricolear” las instalaciones eléctricas estropeadas si no se tienen los conocimientos y el material preciso.

- No utilizar aparatos eléctricos sin protección especial, que estén mojados o cuando se tengan las manos o los pies en zona muy húmeda.

- No utilizar una herramienta que haya sufrido un fuerte golpe, desprenda humo o vibre excesivamente, aparezcan chispas, provoque hormigueo, se caliente excesivamente, tenga la carcasa rota, no funcione bien el interruptor, tenga los cables estropeados o falle en su funcionamiento, etc.

- En todos los cuadros eléctricos y en las tapas de los motores o cuadros de mando, existirá una señal de riesgo eléctrico.

- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera fijados a los parámetros verticales.

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

- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas.

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

- Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico.

- Los circuitos generales estarán también protegidos con interruptores. Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un

fallo, momento en el que se la declarará “fuera de servicio” mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.

- La maquinaria eléctrica será revisada por el personal especializado en cada tipo de máquina.

- No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.). Hay que utilizar “piezas fusibles normalizadas” adecuadas a cada caso.

- Se conectarán a tierra las carcasas de los motores o máquinas (si no están dotados de doble aislamiento), o aislantes por propio material constitutivo.

- Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos y adecuadamente señalados.

- Compruebe periódicamente el buen estado de los disyuntores diferenciales, durante la jornada, accionando el botón de prueba.

- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear, serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.

- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.

- Estas derivaciones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.

- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,50 m del piso o suelo; las que pueden alcanzarse con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.

- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

- **Protecciones personales:**

  - Mono de trabajo.

  - Casco de seguridad homologado.

  - Botas aislantes de la electricidad o calzado de seguridad.

  - Gafas y ropa adecuada.

  - Guantes de goma aislante homologados

  - Empleo de herramientas con aislamiento.

- **Protecciones colectivas:**

- Las escaleras y plataformas usadas en la instalación estarán en perfectas condiciones teniendo barandillas resistentes y rodapiés.

- La zona de trabajo estará siempre limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.

- Escaleras de tijera provistas de tirantes para así delimitar su apertura. Escaleras manuales con tacos antideslizantes.

- Señalización adecuada de las zonas donde se esté trabajando.

- Señalización adecuada de cuadros eléctricos

**MEDIOS AUXILIARES**

**Plataforma elevadora**

Se denomina plataforma elevadora móvil de personal, plataforma elevadora o plataforma aérea autopropulsada a cualquier máquina móvil destinada a desplazar personas hasta una posición de trabajo, constituida como mínimo por una plataforma de trabajo con órganos de servicio, una estructura extensible y un chasis.

Existen plataformas sobre camión articuladas y telescópicas, autopropulsadas de tijera, autopropulsadas articuladas o telescópicas y plataformas especiales remolcables entre otras.

Los trabajos en el tejado se realizarán con una tijera, ya que se trata de un tejado inaccesible de ninguna otra manera.

- **Riesgos más frecuentes:**

  -Caídas (a distinto nivel, al vacío o al mismo nivel).

  -Caída de objetos (por desplome o derrumbamiento; en manipulación o desprendidos).

  -Golpes, choques o atrapamientos del operario o de la propia plataforma contra objetos fijos o móviles.

  -Atrapamientos entre alguna de las partes móviles de la estructura y entre ésta y el chasis.

  -Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.

  -Contactos eléctricos directos o indirectos.

  -Incendio o explosión.

- **Medidas preventivas**

  -Al comienzo de cada jornada hay que comprobar que la plataforma elevadora y los mandos de esta se encuentren en buen estado.

  -Revisar el estado de la cesta de la plataforma.

-Manejo exclusivamente por personal autorizado.

--Utilización de arnés anticaídas anclado en todo momento a la estructura de la plataforma.

Antes de mover la plataforma, comprobar que no existen obstáculos con los que se pueda tropezar.

-No modificar ni anular ningún elemento de la plataforma.

-Nunca utilizar tablones o escaleras para aumentar la altura de trabajo, ni situarse sobre el rodapié, el listón intermedio o el pasamanos de la propia máquina.

-Señalizar y acotar las zonas de trabajo.

-Asegurarse de que no hay nadie bajo la plataforma ni al alcance de la misma.

-Apagar el motor durante las pausas en la utilización de la plataforma, aunque sean breves.

-Mantener la cesta limpia de sustancias resbaladizas, trapos, herramientas, trozos de materiales, etc.

-Respetar las distancias de seguridad respecto de líneas eléctricas.

-Evitar sobrecargas. Distribuir las cargas para elevar la cesta.

- **Acceso**

-Subir y bajar solamente cuando la cesta esté en el suelo.

-No subir o bajar con la plataforma en movimiento.

-No subir o bajar por los brazos de la misma.

-Antes de arrancar una plataforma diésel en lugares cerrados, comprobar que haya suficiente ventilación.

-No utilizar la plataforma para empujar o tirar de cargas.

-No utilizar los mandos del suelo cuando haya personas en la cesta.

-Realizar todas las operaciones despacio, no realizar movimientos bruscos, evitar frenazos repentinos.

-No remolcar plataformas elevadoras.

- **Otras medidas preventivas:**

-Estacionamiento

-Elegir un lugar en el cual no se estorbe al tráfico.

-Revisar que todas las puertas estén cerradas.

-Replegar todas las plumas.

-Sacar las llaves de los interruptores (para garantizar que ninguna persona no autorizada pueda utilizarla).

-Dejar los mandos en posición neutral.

-Estacionar en llano. Si no es posible, utilizar calzos.

-Recomendable que la zona de estacionamiento esté limpia (ayuda para identificación de posibles fugas).

**Escaleras de mano**

- **Descripción:**

Serán de dos tipos: metálicas y/o de madera, para trabajos en pequeñas alturas, 3 metros y de poco tiempo, o bien para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.

- **Riesgos más frecuentes:**

-Caídas a niveles inferiores, debida a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.

-Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

- **Normas básicas de seguridad**

- Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.

- Estarán fuera de las zonas de paso.

- Los largueros serán de una sola pieza, con los peldaños ensamblados.

- El apoyo inferior se realizará sobre superficies planas, llevando en el pie elementos que impidan el desplazamiento.

- El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y planos.

- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.

- Se prohíbe manejar en las escaleras pesos superiores a 25 Kg.

- Nunca se efectuarán trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos.

- Las escaleras dobles o de tijera estarán provistas de cadenas o cables que impidan que éstas se abran al utilizarlas.

- La inclinación de las escaleras será aproximadamente 75°, que equivale a estar separada de la vertical la cuarta parte de su longitud entre los apoyos.

- **Protecciones personales individuales**

- Mono de trabajo.

- Casco de seguridad

- Zapatos con suela antideslizante.

- **Protecciones colectivas**

- Se delimitará la zona de trabajo en los andamios colgados, evitando el paso del personal por debajo de éstos, así como que éste coincida con zonas de acopio de materiales.

- Se colocarán viseras o marquesinas de protección debajo de las zonas de trabajo, principalmente cuando se está trabajando con los andamios en los cerramientos de fachada.

- Se balizará la zona de influencia mientras duran las operaciones de montaje y desmontaje de los andamios.

**NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS**

- Todas las obras de construcción están sujetas al riesgo de incendio, por lo que se establecen las siguientes normas de obligado cumplimiento como medidas preventivas:

- Mantener el estado de orden y limpieza general de la zona de trabajo.

- Queda prohibido la realización de hogueras, la utilización de mecheros, realización de soldaduras y asimilables en presencia de materiales inflamables, si antes no se dispone del extintor idóneo para la extinción del posible incendio.

- Almacenar en la obra la cantidad mínima de disolventes, pinturas, desencofrantes y gasoil, siempre por separado en lugar ventilado y a cubierto del sol y humedad intensa disponiendo un extintor cerca de la zona de almacenaje

- Se instalarán extintores de incendio en los siguientes puntos de la obra:

- Los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar, de 6 kg. de peso, de polvo ABC. Serán revisados y retimbrados según el mantenimiento exigido legal mente mediante concierto con una empresa autorizada.

- Avisar inmediatamente al Jefe de Obra y a los bomberos, desalojar la zona del incendio.

- Impedir que otros accedan a la zona a buscar herramientas u objetos personales.

- No fumar durante el abastecimiento de combustible a las máquinas ni cuando se preparen pinturas con disolventes.

Normas de seguridad para la instalación y uso de los extintores de incendios:

- Se instalarán sobre patillas de cuelgue o sobre carro.

- En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor en tamaño grande, se instalará una señal normalizada con el oportuno pictograma y la palabra

**EXTINTOR**

- Al lado de cada extintor, existirá un rótulo grande formado por caracteres negros sobre fondo amarillo, que recogerá la siguiente leyenda:

NORMAS PARA EL USO DEL EXTINTOR:

En caso de incendio, descuelgue el extintor. Retire el pasador de la cabeza que inmoviliza el mando de accionamiento. Póngase a sotavento; evite que las llamas o el humo vayan hacia usted. Accione el extintor dirigiendo el chorro a la base de las llamas, hasta apagarlo o agotar el contenido. Si observa que no puede dominar el incendio, pida que alguien avise al Servicio Municipal de Bomberos lo más rápidamente posible.

## INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

La empresa contratista dispondrá de estas instalaciones ubicadas en la propia instalación, por lo que no es necesario contemplar este apartado en el Estudio de Seguridad y Salud.

CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se deberá reponer independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

- **Protecciones personales**

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74, B.O.E. 29-5-74) siempre que exista en el mercado. En los casos en que no exista Norma de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

- **Protecciones colectivas**

Vallas autónomas de limitación y protección

Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas basándose en tubos metálicos.

.

- **Cables de sujeción de cinturones de seguridad y sus anclajes**

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos, de acuerdo con su función protectora.

Como se trabajara con una línea de vida serán necesarios cinturones y arneses anticaída, especialmente diseñados para trabajos en altura.

- **Plataformas de trabajo**

Tendrán como mínimo 60 cm. de ancho y las situadas a más de 2,00 m del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm. de altura, listón intermedio y rodapié.

- **Escalera de mano**

Deberán ir previstas de zapatas antideslizantes.

- **Extintores**

Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente.

- **Servicios de prevención**

Servicio técnico de seguridad e higiene

La empresa constructora(s) deberá disponer de asesoramiento en seguridad y salud.

- **Servicios médicos**

Reconocimientos la empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado. Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento previo al trabajo.

- **Botiquín**

Se dispondrá de un botiquín conteniendo como mínimo el material especificado en el R.D. 486/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud de los lugares de trabajo.

El botiquín se revisará periódicamente y se repondrá inmediatamente lo consumido.

- **Plan de Seguridad y Salud**

El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud, valorando riesgos y adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución. Se adjuntarán las Normas Generales de Obligado Cumplimiento para todo personal de contrata dentro del recinto, comprometiéndose ésta a cumplirlas e informar de ellas y hacerlas cumplir a todo su personal, así como al personal de los posibles gremios o empresas subcontratados por ella, disponiendo en las oficinas de obra de una copia de estos documentos.

Antes del inicio de las obras, la contrata(s) comunicará por escrito a la Dirección Facultativa el nombre de la persona responsable del personal que esté habitualmente en obra, quien tendrá en su poder una copia del Plan de Seguridad y Salud que se elabore.

- En el Plan de Seguridad presentado a la Dirección facultativa de la obra, debe de incluir un Plan de emergencia, compuesto por un folio se especifiquen las actuaciones que se deben realizar en caso de un accidente o incendio, en el que deberá de constar como mínimo:

- Nombre y número de teléfono de la entidad que cubre las contingencias de accidentes y enfermedades profesionales.

- Nombre, teléfono y dirección donde deben ir normalmente los accidentes.

- Teléfono de paradas de taxis próximas.

- Teléfono de cuerpos de bomberos próximos.

- Teléfono de ambulancias próximas.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia facultativa, por leve que sea, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el jefe de obra de la contrata principal realizará una investigación del mismo y realizará los trámites oficialmente establecidos, pasando un informe a la Dirección facultativa de la obra, en el que se especificará:

- Nombre del accidentado.

- Hora, día y lugar del accidente.

- Descripción del mismo.

- Causas del accidente.

- Medidas preventivas para evitar su repetición.

- Fechas topes de realización de las medidas preventivas.

Este informe se facilitará a la Dirección facultativa en un plazo máximo de un día después del accidente. La Dirección facultativa de la obra podrá aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el informe.

Para cualquier modificación del Plan de Seguridad y Salud que fuera preciso realizar, será preciso recabar previamente la aprobación de la Dirección facultativa. El responsable en obra de la contrata deberá dar una relación nominal de los operarios que han de trabajar en el recinto, contando cada operario con el oportuno permiso de entrada, que serán recogidos al finalizar la obra; para mantener actualizadas las listas del personal de la contrata, comunicando las altas y bajas inmediatamente de producirse.

Antes de comenzar el trabajo la contrata enviará a la Dirección facultativa fotocopia de los abonos de la Seguridad Social juntamente con los siguientes documentos:

- Relación sencilla de trabajadores, mandos intermedios, jefes de equipo y empleados del contratista, que incluyan: nombre y dos apellidos, oficio, categoría, domicilio de los interesados, número de la Seguridad Social y número del D.N.I.

- Alta individual en la Seguridad Social, documento A2, para quienes aún no figuren en el último TC2 cotizado y abonado.

- Relación nominal y mensual de cotización en seguros sociales, documento TC2, último abono, en la que figuren los nombres de los trabajadores que hayan de prestar servicios activos.

- El jefe de obra suministrará las normas específicas de trabajo a cada operario de los distintos gremios, asegurándose de su comprensión y entendimiento.

El reconocimiento médico periódico del personal deberá estar vigente y apto para los trabajos a ejercer, en cuanto al personal de nuevo ingreso en la contrata(s), aunque sea eventual, debe pasar el reconocimiento médico preceptivo antes de iniciar su trabajo.

**RECOMENDACIONES FINALES**

Durante la fase de montaje se habilitará una línea de vida, así como cinturones y arneses anticaídas para evitar accidentes y trabajar con toda la seguridad. Además, se delimitaran las zonas donde puedan pasar viandantes para evitar accidentes

**PRESUPUESTO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD**

El presupuesto del Estudio Básico de Seguridad y Salud se incorpora en el presupuesto de proyecto.

# VI. PRESUPUESTO

| RESUMEN ACTUACIONES ELEGIBLES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Código de la partida de obra | | Nombre de la partida de obra | Cantidad | Precio unitario (€) | Total partida de obra (€) |
| CAPÍTULO 01 | | | | | |
| 01.01 | Módulo solar fotovoltaico | Suministro e instalación de Módulo solar fotovoltaico.<br>Modelo SunPower SPR-P3-415-COM-1500, monocristalino PERC 156 células dual cell, potencia máxima (Wp) 415 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 45,00V, intensidad a máxima potencia (Imp) 9,22 A, tensión en circuito abierto (Voc) 54,10 V, intensidad de cortocircuito (Isc)<br>9,90 A, eficiencia 20,1%, vidrio exterior templado, marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2066x998x40mm, peso 22,3kg, cables y conectores.<br>Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. | 42 | 210,50 | 8.840,98 |
| 01.02 | Estructura de sporte | Suministro e instalación de estructura soporte para la instalación en cubierta plana. Bloque hormigón (59) con inclinación 18º, incluyendo grapas de fijación para módulos, tornillería, puesto sobre camión en obra. Incluso accesorios de montaje y fijación.<br>Totalmente montado y probado garantizando en todo momento la impermeabilidad de la cubierta | 42 | 47,44 | 1.992,28 |
| 01.03 | Inversor | Suministro e instalación de Inversor Trifásico para conexión a red, HUAWEI SUN2000-5KTL-M1 de 6kW para instalaciones solares de Autoconsumo. 2 MPPTs con un ampligo rango de voltaje de entrada: 140 V ~ 980 V. 2 entradas de paneles solares independientes y eficiencia máxima de 97,7% | 1 | 1.094,73 | 1.094,73 |
| 01.04 | Protecciones, canalizaciones, cableado | Instalación elèctrica, cableado, quadro de protecciones de corriente continua y quadro de protecciones de corriente alterna, toma de tierra, circuito de corriente alterna, cableado de datos, dispositivo medidor bidireccional. Incluye los tubos, regletas, bandejas, accessorios necessarios, y todos los trabajos y ayudas necessarias, para dejar la instal·lación totalmente acabada y connectada. Incluye también los medios auxiliares para la elevación del material a cubierta y los trabajos en fachada. | 1 | 3.907,36 | 3.907,36 |
| **TOTAL CAPÍTULO 01** | | | | | **15.835,36** |
| CAPÍTULO 02 | | | | | |
| SEG_SALUD | | Seguridad y salud | 1 | 834,18 | 834,18 |
| **TOTAL CAPÍTULO 02** | | | | | **834,18** |
| | | | | **Presupuesto ejecución material** | **16.669,53** |
| | | | | Beneficio industrial (6%) | 1.000,17 |
| | | | | Gastos generales (13%) | 2.167,04 |
| | | | | **Total presupuesto licitación** | **19.836,75** |
| | | | | IVA (21%) | 4.165,72 |
| | | | | **TOTAL COSTE DE EJECUCIÓN IVA INCLUIDO** | **24.002,46** |
| | | | | **Redacción del proyecto ejecutivo** | **786,57** |
| | | | | IVA (21%) | 165,18 |
| | | | | **TOTAL COSTE DE PROYECTO IVA INCLUIDO** | **951,76** |
| | | | | **TOTAL COSTE ELEGIBLE** | **24.954,22** |

(*) Se añadirán a este cuadro tantas filas como se consideren necesarias, ordenando las partidas de obra que el solicitante considere elegibles por capítulo.

(**) En el presupuesto, el IVA y demás impuestos aplicables, se expresarán de forma desglosada.

# VII. INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO

## Objeto

El objeto del presente documento es establecer el protocolo de mantenimiento necesario para una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 15 kw compuesta por módulos fotovoltaicos, inversor y sus respectivas protecciones y conexionado.

## Programa de Mantenimiento

El mantenimiento de la instalación solar fotovoltaica, una vez terminada, incluirá todos los elementos de la misma, con las tareas de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes de los equipos.

Para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación y asegurar el correcto funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma, se definen dos tipos de actuaciones: preventivas y correctivas.

Todas las tareas de mantenimiento deberán realizarse por personal técnico cualificado bajo responsabilidad de la empresa mantenedora o instaladora.

**Mantenimiento preventivo:** El mantenimiento preventivo engloba las 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.

**Mantenimiento correctivo:** El mantenimiento correctivo engloba todas las operaciones de sustitución o reparación necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluyendo las visitas a la instalación cada vez que se detecte una avería grave en la misma.

**Libro de mantenimiento**: Se realizará un informe técnico de cada una de las visitas de mantenimiento, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas. Se registrarán las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro

de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento.

Este tipo de **mantenimiento de paneles solares**, al menos gran parte del mismo se puede llevar a cabo por personal no especializado. Es decir, incluso el propietario de la instalación de placas solares para vivienda puede hacer algunas tareas para mantener el buen funcionamiento de su panel solar.

Son una serie de actividades fundamentales que podemos resumir en las siguientes directrices:

Mantenimiento del sistema de generación:

Consiste en retirar, una vez al mes, cualquier tipo de objeto, suciedad, etc, que pueda afectar a la correcta producción de los paneles fotovoltaicos, es decir, excrementos de aves o nieve serían un ejemplo. Para ello, es fundamental que la instalación de los paneles se haya hecho correctamente para evitar, en la medida de lo posible, no tener que caminar sobre los paneles solares por sus consecuencias negativas.

El polvo acumulado o los restos de polución también deben ser eliminados en la medida de lo posible, ya que disminuirá la corriente eléctrica generada y si perduran en el tiempo podrían generar puntos calientes.

Inspección visual de posibles degradaciones en los paneles solares:

Se controlará que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas). Se comprobará que el marco del módulo se encuentra en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas). Es recomendable realizar la inspección cada 2 meses y siempre vigilar la calidad de los paneles solares.

Comprobación de la estructura soporte de los paneles:

La estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos suele estar fabricada íntegramente con perfiles de aluminio y tornillería de acero inoxidable, por lo que no requieren mantenimiento anticorrosivo.

El mantenimiento de las mismas se aconseja realizarla cada seis-doce meses y consistirá en:

-Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc.).

-Comprobación del estado de fijación de la estructura para placas solares a cubierta. Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par

de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.

-Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.

-Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura. Operación análoga a la fijación de la estructura soporte a la cubierta.

Comprobar la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica y la resistencia de paso al potencial de tierra.

Revisión del buen funcionamiento de los inversores:

Los inversores solares (como, por ejemplo, los modelos de inversor Fronius) son uno de los equipos más delicados de la planta fotovoltaica, por lo que requieren un mantenimiento fotovoltaico más exhaustivo.

Las pautas de mantenimiento que a continuación se enumeran son válidas para el emplazamiento en el interior de un inmueble sometido a rangos de temperatura normales (0-40ºC a la sombra).

Los trabajos de mantenimiento para cualquier tipo de inversor solar son los siguientes:

A realizar al menos una vez al mes:

-Lectura de los datos archivados y de la memoria de fallos.

A realizar al menos una vez cada seis meses:

-Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.

-Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

A realizar al menos una vez al año:

-Limpieza del disipador de calor del componente de potencia.

-Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos.

-Inspección de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución y del resistor EVR.

-Si es necesario, limpiar el inversor y tomar las medidas pertinentes.

-Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y, dado el caso, apretarlas.

-Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan decoloración o alteraciones de otro tipo.

-En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.

-Comprobar la temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 ºC, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.

-Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.

-Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.

-Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).

-Verificar el envejecimiento de los descargadores de sobretensión y, dado el caso, cambiarlos.

-Revisión de funcionamiento de la monitorización de aislamiento / GFDI Comprobar el funcionamiento y la señalización.

-Inspección visual de los fusibles y seccionadores existentes y, dado el caso, engrase de los contactos.

-Revisión de funcionamiento de los dispositivos de protección:

Interruptores de protección de la corriente de defecto.

Interruptores automáticos.

Interruptores de potencia.

Interruptores de protección de motores por accionamiento manual o mediante la tecla de control (si existe).

-Revisión de las tensiones de mando y auxiliares de 230 V y 24 V

-Comprobación de funcionamiento de la parada de emergencia

-Control de la función de sobre temperatura y revisar el funcionamiento del circuito de seguridad de esta función.

Mantenimiento NO Preventivo

Este mantenimiento en instalaciones de placas solares es recomendable que sea llevado a cabo por personal cualificado, como un instalador de placas solares, o al menos, con conocimientos amplios sobre sistemas eléctricos.

Pero lo más recomendable es que lo lleve a cabo alguien con experiencia en instalaciones fotovoltaicas.

Debido a que algunas de estas operaciones de mantenimiento pueden suponer la interrupción del suministro eléctrico, el usuario deberá ser informado con la suficiente antelación por parte del personal de mantenimiento.

Las comprobaciones, no preventivas, habituales que deben llevarse a cabo en instalaciones de placas solares son:

Mantenimiento del sistema de generación (paneles solares):

El mantenimiento de las placas solares se realizará, al menos, una vez al año cuando todos los módulos solares estén ya montados y conectados.

Se debe realizar durante las horas centrales del día para evitar sombras y para que la corriente producida sea lo suficientemente elevada.

Además de comprobar el estado y la estanqueidad de las cajas de conexión de los paneles, también debemos controlar la tensión a circuito abierto (Voc) y la corriente de cortocircuito (Isc).

-Medición de la tensión a circuito abierto: Se realizará a la salida del campo fotovoltaico, en la caja principal de conexiones mediante la utilización de un voltímetro. Si el sistema fotovoltaico está conectado a un regulador, antes de comenzar a medir la tensión, conviene comprobar que el campo está desconectado del regulador. La tensión a circuito abierto total (Voc-total) será: Voc-total = Nº Paneles x Voc-modulo.

-Medición de la corriente de cortocircuito: Se efectuará en la caja principal de conexiones del campo fotovoltaico. Sin embargo, en este caso, no será necesario que el sistema fotovoltaico esté desconectado del regulador. Para determinar la corriente de cortocircuito, correspondiente al nivel de intensidad incidente en los paneles, previamente habrá que verificar que se está recibiendo dicha intensidad, pues la corriente puede diferir enormemente dependiendo de la irradiación en cada momento.

La corriente de cortocircuito total (Isc-total) será: Isc-total = Nº Filas módulos en paralelo x Isc-modulo

Para medir la corriente de cortocircuito se nos pueden presentar dos situaciones:

Cuando la corriente de cortocircuito sea baja (de unos 10A), la medición se podrá hacer con un simple **polímetro,** colocando las sondas sobre los terminales de la caja principal de conexiones.

Cuando la corriente de cortocircuito es mayor que la capacidad del polímetro entonces habrá que usar una **pinza amperimétrica**.

En el caso 2, donde se hará necesario el uso de una pinza amperimétrica, podemos encontrarnos con:

En instalaciones con tensión a circuito abierto dentro del rango de seguridad, se conecta un cable de sección adecuada entre los terminales de la caja principal de conexiones y se coloca la pinza en este cable.

En instalaciones con elevado valor de tensión a circuito abierto y/o corrientes de cortocircuito, se colocará un interruptor entre los terminales de la caja de conexiones que deberá permanecer abierto en condiciones de funcionamiento. Cuando se vaya a medir se cerrará el interruptor y se colocará la pinza amperimétrica en uno de los cables conectados al interruptor.

Caídas de tensión en los distintos circuitos.

La comprobación de estas caídas de tensión es uno de los mejores indicadores del buen funcionamiento de la instalación fotovoltaica.

Esta comprobación deberá realizarse cuando por el circuito circule, aproximadamente, la máxima corriente de funcionamiento y debe estar dentro de los rangos calculados en el momento que se hizo el diseño de la instalación.

Los puntos de comprobación de cada uno de los circuitos son:

Circuito paneles-controlador de carga, o paneles-inversor. Los puntos de prueba serán los terminales de la caja principal de conexiones del campo FV y los terminales del regulador (si lo hubiera) o inversor.

Circuito controlador-batería. Los puntos de prueba serán los terminales correspondientes a este circuito y los terminales positivo y negativo de las baterías más alejadas eléctricamente del regulador de carga.

Circuito baterías-inversor. Los puntos de prueba serán los terminales de entrada del inversor y los terminales positivos y negativos de las baterías solares más alejadas eléctricamente del inversor.

Mantenimiento del cuadro general de distribución

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos indirectos y directos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protege.

Mantenimiento de la instalación interior:

Cada cinco años se comprobará el aislamiento de la instalación interior, que entre cada conductor de tierra y entre cada dos conductores, no deberá ser inferior de 250.000 Ohmios.

Mantenimiento de la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica:

Cada dos años y en la época en que el terreno esté más seco, se medirá la resistencia tierra y se comprobará que no sobrepase el valor prefijado, así mismo se comprobará, mediante inspección visual, el estado frente a la corrosión de la conexión de la barra de puesta a tierra, con la arqueta y la continuidad de la línea que las une.

Durante la fase de realización de la instalación fotovoltaica, así como durante el mantenimiento de la misma, los trabajos se deben realizar sin tensión en las líneas, verificándose esta circunstancia mediante un comprobador de tensión.

Es recomendable que en el lugar de trabajo se encuentren siempre un mínimo de dos operarios, utilizándose herramientas aisladas y guantes aislantes. Cuando sea preciso el uso de aparatos o herramientas eléctricas, éstas deberán de estar dotadas de aislamiento clase II (como mínimo).

Seguramente se podrían añadir más, pero estos son los puntos fundamentales para un buen mantenimiento fotovoltaico de una planta fotovoltaica.

**Presupuesto de Mantenimiento**

El mantenimiento citado se valora en un coste anual de 300€ aproximadamente.

# VIII. ANÁLISIS ECONÓMICO

## Introducción

Las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo se han convertido en una opción de interés para el ahorro económico. El aprovechamiento de los espacios de cubierta

disponibles para la instalación de módulos fotovoltaicos y así generar energía eléctrica de carácter renovables para el consumo directo de las instalaciones del edificio se traduce directamente en una disminución significativa del consumo eléctrico proporcionado por la compañía eléctrica y su coste respectivo.

Con el coste actual de las instalaciones fotovoltaicas y el precio medio del kWh las posibilidades de amortizar la instalación en un breve periodo de tiempo son reales y es posible obtener un beneficio notable durante la vida útil del sistema de generación fotovoltaico.

## Objeto

En este apartado se realizará una comparativa entre los costes de la instalación y los beneficios repercutidos en forma de ahorra con el fin de valorar la viabilidad económica del proyecto.

## Viabilidad Económica

Para el estudio de viabilidad económica se ha considera una reducción de la producción anual del 1% con respecto al año al anterior y una variación del coste del kWh del 2,5% debido a variaciones del IPC y de la propia fluctuación del mercado eléctrico.

Se estima un periodo de retorno de la inversión de 14 años, valorando que la instalación posee una vida útil de 25 años, se considera que la instalación de la planta fotovoltaica de generación eléctrica es una apuesta económicamente

| | PRODUCCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 | Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 |
| Enero | 1030,9 | 1020,6 | 1010,4 | 1000,3 | 990,3 | 980,4 | 970,6 | 960,9 | 951,3 | 941,7 | 932,3 | 923,0 | 913,8 | 904,6 | 895,6 | 886,6 | 877,8 | 869,0 | 860,3 | 851,7 |
| Febrero | 1224,4 | 1212,2 | 1200,0 | 1188,0 | 1176,2 | 1164,4 | 1152,7 | 1141,2 | 1129,8 | 1118,5 | 1107,3 | 1096,3 | 1085,3 | 1074,4 | 1063,7 | 1053,1 | 1042,5 | 1032,1 | 1021,8 | 1011,6 |
| Marzo | 1888,6 | 1869,7 | 1851,0 | 1832,5 | 1814,2 | 1796,0 | 1778,1 | 1760,3 | 1742,7 | 1725,3 | 1708,0 | 1690,9 | 1674,0 | 1657,3 | 1640,7 | 1624,3 | 1608,1 | 1592,0 | 1576,1 | 1560,3 |
| Abril | 2292,8 | 2269,9 | 2247,2 | 2224,7 | 2202,5 | 2180,4 | 2158,6 | 2137,0 | 2115,7 | 2094,5 | 2073,6 | 2052,8 | 2032,3 | 2012,0 | 1991,9 | 1971,9 | 1952,2 | 1932,7 | 1913,4 | 1894,2 |
| Mayo | 2693,2 | 2666,3 | 2639,6 | 2613,2 | 2587,1 | 2561,2 | 2535,6 | 2510,2 | 2485,1 | 2460,3 | 2435,7 | 2411,3 | 2387,2 | 2363,3 | 2339,7 | 2316,3 | 2293,1 | 2270,2 | 2247,5 | 2225,0 |
| Junio | 2706,2 | 2679,1 | 2652,3 | 2625,8 | 2599,6 | 2573,6 | 2547,8 | 2522,4 | 2497,1 | 2472,2 | 2447,4 | 2423,0 | 2398,7 | 2374,7 | 2351,0 | 2327,5 | 2304,2 | 2281,2 | 2258,4 | 2235,8 |
| Julio | 2970,3 | 2940,6 | 2911,2 | 2882,1 | 2853,3 | 2824,7 | 2796,5 | 2768,5 | 2740,8 | 2713,4 | 2686,3 | 2659,4 | 2632,8 | 2606,5 | 2580,4 | 2554,6 | 2529,1 | 2503,8 | 2478,8 | 2454,0 |
| Agosto | 2466,0 | 2441,3 | 2416,9 | 2392,8 | 2368,8 | 2345,1 | 2321,7 | 2298,5 | 2275,5 | 2252,7 | 2230,2 | 2207,9 | 2185,8 | 2164,0 | 2142,3 | 2120,9 | 2099,7 | 2078,7 | 2057,9 | 2037,3 |
| Septiembre | 1975,4 | 1955,6 | 1936,1 | 1916,7 | 1897,6 | 1878,6 | 1859,8 | 1841,2 | 1822,8 | 1804,6 | 1786,5 | 1768,7 | 1751,0 | 1733,5 | 1716,1 | 1699,0 | 1682,0 | 1665,1 | 1648,5 | 1632,0 |
| Octubre | 1528,1 | 1512,8 | 1497,7 | 1482,7 | 1467,9 | 1453,2 | 1438,7 | 1424,3 | 1410,0 | 1395,9 | 1382,0 | 1368,2 | 1354,5 | 1340,9 | 1327,5 | 1314,3 | 1301,1 | 1288,1 | 1275,2 | 1262,5 |
| Noviembre | 1077,3 | 1066,5 | 1055,9 | 1045,3 | 1034,9 | 1024,5 | 1014,3 | 1004,1 | 994,1 | 984,1 | 974,3 | 964,5 | 954,9 | 945,4 | 935,9 | 926,5 | 917,3 | 908,1 | 899,0 | 890,0 |
| Diciembre | 917,4 | 908,2 | 899,1 | 890,2 | 881,3 | 872,4 | 863,7 | 855,1 | 846,5 | 838,1 | 829,7 | 821,4 | 813,2 | 805,0 | 797,0 | 789,0 | 781,1 | 773,3 | 765,6 | 757,9 |

| | AHORRO DIRECTO AUTOCONSUMO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 | Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 |
| | | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% | 2,5% |
| Enero | 134,02 € | 135,99 € | 134,63 € | 133,29 € | 131,95 € | 130,64 € | 129,33 € | 128,04 € | 126,76 € | 125,49 € | 124,23 € | 122,99 € | 121,76 € | 120,54 € | 119,34 € | 118,14 € | 116,96 € | 115,79 € | 114,64 € | 113,49 € |
| Febrero | 159,17 € | 161,52 € | 159,90 € | 158,31 € | 156,72 € | 155,16 € | 153,60 € | 152,07 € | 150,55 € | 149,04 € | 147,55 € | 146,08 € | 144,61 € | 143,17 € | 141,74 € | 140,32 € | 138,92 € | 137,53 € | 136,15 € | 134,79 € |
| Marzo | 245,52 € | 249,14 € | 246,65 € | 244,18 € | 241,74 € | 239,32 € | 236,93 € | 234,56 € | 232,21 € | 229,89 € | 227,59 € | 225,32 € | 223,06 € | 220,83 € | 218,63 € | 216,44 € | 214,27 € | 212,13 € | 210,01 € | 207,91 € |
| Abril | 298,06 € | 302,46 € | 299,44 € | 296,44 € | 293,48 € | 290,54 € | 287,64 € | 284,76 € | 281,91 € | 279,09 € | 276,30 € | 273,54 € | 270,80 € | 268,10 € | 265,42 € | 262,76 € | 260,13 € | 257,53 € | 254,96 € | 252,41 € |
| Mayo | 350,12 € | 355,28 € | 351,73 € | 348,21 € | 344,73 € | 341,28 € | 337,87 € | 334,49 € | 331,14 € | 327,83 € | 324,55 € | 321,31 € | 318,10 € | 314,92 € | 311,77 € | 308,65 € | 305,56 € | 302,51 € | 299,48 € | 296,49 € |
| Junio | 351,81 € | 357,00 € | 353,43 € | 349,89 € | 346,39 € | 342,93 € | 339,50 € | 336,10 € | 332,74 € | 329,42 € | 326,12 € | 322,86 € | 319,63 € | 316,44 € | 313,27 € | 310,14 € | 307,04 € | 303,97 € | 300,93 € | 297,92 € |
| Julio | 386,14 € | 391,83 € | 387,92 € | 384,04 € | 380,20 € | 376,39 € | 372,63 € | 368,90 € | 365,22 € | 361,56 € | 357,95 € | 354,37 € | 350,82 € | 347,32 € | 343,84 € | 340,40 € | 337,00 € | 333,63 € | 330,29 € | 326,99 € |
| Agosto | 320,58 € | 325,31 € | 322,06 € | 318,83 € | 315,65 € | 312,49 € | 309,37 € | 306,27 € | 303,21 € | 300,18 € | 297,17 € | 294,20 € | 291,26 € | 288,35 € | 285,47 € | 282,61 € | 279,78 € | 276,99 € | 274,22 € | 271,47 € |
| Septiembre | 256,80 € | 260,59 € | 257,98 € | 255,40 € | 252,85 € | 250,32 € | 247,82 € | 245,34 € | 242,89 € | 240,46 € | 238,05 € | 235,67 € | 233,32 € | 230,98 € | 228,67 € | 226,39 € | 224,12 € | 221,88 € | 219,66 € | 217,47 € |
| Octubre | 198,65 € | 201,58 € | 199,57 € | 197,57 € | 195,60 € | 193,64 € | 191,70 € | 189,79 € | 187,89 € | 186,01 € | 184,15 € | 182,31 € | 180,49 € | 178,68 € | 176,89 € | 175,12 € | 173,37 € | 171,64 € | 169,92 € | 168,22 € |
| Noviembre | 140,05 € | 142,11 € | 140,69 € | 139,29 € | 137,89 € | 136,51 € | 135,15 € | 133,80 € | 132,46 € | 131,14 € | 129,82 € | 128,53 € | 127,24 € | 125,97 € | 124,71 € | 123,46 € | 122,23 € | 121,00 € | 119,79 € | 118,60 € |
| Diciembre | 119,26 € | 121,02 € | 119,81 € | 118,61 € | 117,43 € | 116,25 € | 115,09 € | 113,94 € | 112,80 € | 111,67 € | 110,55 € | 109,45 € | 108,35 € | 107,27 € | 106,20 € | 105,14 € | 104,09 € | 103,04 € | 102,01 € | 100,99 € |
| ANUAL | 2.960,18 € | 3.003,84 € | 2.973,80 € | 2.944,06 € | 2.914,62 € | 2.885,48 € | 2.856,62 € | 2.828,06 € | 2.799,78 € | 2.771,78 € | 2.744,06 € | 2.716,62 € | 2.689,45 € | 2.662,56 € | 2.635,93 € | 2.609,57 € | 2.583,48 € | 2.557,64 € | 2.532,07 € | 2.506,75 € |

| | COSTES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 | Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 |
| Instalación | 32.503,26 € | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento | | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € | 300 € |

| | RESULTADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | - 29.543,09 € | - 26.839,25 € | - 24.165,44 € | - 21.521,38 € | - 18.906,76 € | - 16.321,28 € | - 13.764,66 € | - 11.236,60 € | - 8.736,82 € | - 6.265,05 € | - 3.820,99 € | - 1.404,37 € | 985,09 € | 3.347,65 € | 5.683,58 € | 7.993,15 € | 10.276,63 € | 12.534,28 € | 14.766,34 € | 16.973,09 € |

SUNPOWER

FROM MAXEON SOLAR TECHNOLOGIES

# Garantía limitada de producto y potencia de módulos fotovoltaicos Performance

*La presente Garantía Limitada cubrirá exclusivamente los módulos fotovoltaicos Maxeon Solar vendido por Maxeon Solar en España, México, o Sudamerica que incluyan las siglas* SPR-P3 *en el número correspondiente al modelo de producto, y cuya fecha de venta sea posterior al 1 de Enero de 2021.*

## 1. Garantía limitada

Sujeto en todo momento a los términos y condiciones establecidos en esta Garantía Limitada, Maxeon Solar Pte. Ltd ("Maxeon Solar") garantiza que, durante veinticinco (25) años a contar desde la Fecha de Comienzo de la Garantía[1] (el "Periodo de Garantía"), los módulos fotovoltaicos especificados (los "Módulos FV") no tendrán defectos de fabricación ni de materiales en condiciones normales de aplicación, instalación, uso y servicio, así como que la potencia de los Módulos FV será como mínimo de un 98,0% de la Potencia Pico Mínima[2] durante el primer año, y que durante los 24 años siguientes la degradación anual no será superior a un 0,45%, de manera que la potencia de los Módulos FV al final del año 25º del Periodo de Garantía será como mínimo de un 87,2% de la Potencia Pico Mínima (la "Potencia Pico Garantizada").

## 2. Cobertura y Reclamaciones

En el caso de que algún Módulo FV no cumpla con la presente Garantía Limitada, y siempre y cuando Maxeon Solar determine (a su sola discreción) que no se debe a ninguno de los supuestos excluidos previstos en la Cláusula 4, Maxeon Solar reparará, sustituirá o rembolsará los Módulos FV defectuosos según lo dispuesto en la presente Garantía Limitada.

En caso de que usted considere justificado su derecho a interponer una reclamación cubierta por esta Garantía Limitada, deberá (a) notificarlo inmediatamente a un instalador autorizado de Maxeon Solar o (b) contactar directamente con Maxeon Solar directamente usando alguno los contactos que se muestran a continuación. Su instalador o Maxeon Solar gestionarán la reclamación, para lo cual requerirán, entre otros, el certificado de garantía, la factura correspondiente, y/o pruebas de la fecha de entrega de los Módulos FV, número de serie y producto de los módulos afectados, y pruebas de la reclamación. No se aceptará la devolución de ningún Módulo FV a menos que Maxeon Solar lo haya autorizado previamente por escrito

Al recibir una reclamación, Maxeon Solar puede requerir información adicional con respecto a la reclamación, la cual puede incluir, sin limitación, información de registro de garantía aplicable, prueba de compra y / o entrega, instalación, números de serie y modelo y evidencia con respecto a la base de la reclamación. Todas las obligaciones de garantía de Maxeon Solar en este acuerdo están expresamente sujetas a la provisión oportuna y completa de dicha información adicional. La devolución de cualquier Módulo FV no será aceptada a menos que Maxeon Solar haya autorizado previamente la autorización por escrito.

Para cualquier reclamación válida, Maxeon Solar, a su sola discreción, podrá: (a) reparar; B) sustituir; o (c) devolver el precio de compra original sujeto a las condiciones establecidas en este documento. En el caso de que Maxeon Solar elija reparar o reemplazar los Módulos FV, Maxeon Solar pagará por los costos razonables y habituales de transporte para: (i) la devolución de los Módulos FV desde el lugar donde Maxeon Solar originalmente entregó los Módulos FV afectados; (ii) el reenvío de cualquier módulo FV reparado o reemplazado al lugar donde el lugar donde Maxeon Solar originalmente entregó los Módulos FV afectados.

En caso de que Maxeon Solar elija reemplazar cualquier Módulo FV, Maxeon Solar será reemplazado dicho Módulo FV por un Módulo FV eléctrico y mecánicamente compatible (incluyendo un Módulo FV reacondicionado o remanufacturado) con una potencia nominal sustancialmente igual o mayor. Para cualquier reembolso el precio de compra original se prorratee.

## 3. Condiciones Generales para las reclamaciones de Garantía

a) Todas las reclamaciones de garantía deben presentarse dentro del Período de Garantía. Cualquier reclamación presentada fuera del Período de Garantía, incluyendo cualquier reclamo por un defecto latente o no descubierto, no es válida.
b) La Garantía Limitada para cualquier Módulo FV reparado o reemplazado no se extenderá más allá del Período de Garantía.
c) En caso de que los Módulos FV se utilicen en una plataforma movible de cualquier clase, como, por ejemplo, un vehículo, el Periodo de Garantía quedará limitado a doce (12) años.
d) Los Módulos FV sólo puede usar en un sistema de montaje flotante con la aprobación por escrito de Maxeon Solar.
e) En caso de sustitución de Módulos PV defectuosos, éstos últimos pasarán a ser propiedad de Maxeon Solar.

---

[1] *"Fecha de Comienzo de la Garantía" será la fecha más temprana de (i) fecha de conexión de la instalación y (ii) 6 meses después de la fecha de entrega por Maxeon Solar. Si la fecha de entrega no pudiera ser verificada, se tomará como referencia la fecha de fabricación.*

[2] *"Potencia Pico Mínima" se define como Potencia Pico menos la tolerancia de la potencia pico o la potencia nominal mínima, según lo establecido en la etiqueta. Se define Potencia Pico como el vatio pico en Condiciones de Test Estándar, según lo dispuesto en la norma IEC61215, medido de conformidad con la norma IEC60904, teniendo en cuenta las tolerancias previstas en la norma EN50380. Los módulos Maxeon Solar requerirán en todo caso una velocidad de barrido no inferior a 200ms para garantizar una medición de potencia precisa. Maxeon Solar puede proporcionar bajo previa solicitud un procedimiento de test detallado o una relación de agencias de test de reconocido prestigio.*



*© 2021 Maxeon Solar Pte. Ltd. Todos los derechos reservados. Vea la información de garantía, patente y marca registrada en maxeon.com/legal.*

## 4. Exclusiones y Limitaciones

La presente Garantía Limitada no cubrirá ninguna de las siguientes circunstancias:

a) Módulos fotovoltaicos sometidos a: (i) mal uso, abuso, negligencia o accidente; (ii) alteración o instalación incorrecta (la instalación incorrecta incluye, sin limitación, la instalación o el arreglo que no cumpla con todas las instrucciones de instalación de Maxeon Solar y las instrucciones de operación y mantenimiento de cualquier tipo (que puede ser enmendado y actualizado a la sola discreción de Maxeon Solar), Y todas las leyes, códigos, ordenanzas y reglamentos nacionales, estatales y locales); (iii) reparación o modificación por alguien que no sea un técnico de servicio autorizado de Maxeon Solar; (iv) condiciones que excedan las especificaciones de tensión, viento, carga de nieve y cualquier otra especificación operacional; (v) picos de corriente, rayos, inundaciones o incendios; (vi) daños causados por personas, actividad biológica o exposición a productos químicos industriales; (vii) rotura de vidrio por impacto u otros eventos fuera del control de Maxeon Solar.

b) Variaciones estéticas que procedan del desgaste natural de los materiales de los Módulos FV y otras variaciones cosméticas que no produzcan una menor potencia de la garantizada en la presente Garantía Limitada. Dicho desgaste natural de los materiales de los Módulos FV podrá incluir, entre otras variaciones estéticas, la decoloración del marco del Módulo FV, el desgaste de la capa de cristal o la aparición de zonas con decoloraciones alrededor o sobre las células fotovoltaicas o en cualquier parte del Módulo FV.

c) Módulos FV instalados en lugares que, a juicio de Maxeon Solar y sin perjuicio de cualquier norma imperativa aplicable, puedan estar expuestos al contacto directo con agua salada.

d) Módulos FV cuyas etiquetas identificativas del tipo o número de serie de producto hayan sido alteradas, arrancadas o sean ilegibles.

e) Módulos FV que hayan sido movidos de su lugar de instalación original, sin el consentimiento expreso y por escrito de Maxeon Solar.

Maxeon Solar en ningún caso será responsable frente al cliente o frente a cualquier tercero como consecuencia de un incumplimiento o cumplimiento tardío de cualesquiera términos y condiciones de venta, incluyendo la presente Garantía Limitada, en caso de Fuerza Mayor, guerra, disturbios, huelgas, incendios, inundaciones o cualquier otra causa o circunstancia más allá del control razonable de Maxeon Solar.

## 5. Asignación y Transferencia de Garantía

Esta Garantía Limitada es totalmente asignable y transferible siempre que el titular de la garantía notifique a Maxeon Solar a la dirección indicada a continuación dentro de los 90 días de la cesión o transferencia de la Garantía Limitada.

## 6. Limitación del ámbito de la Garantía

EN LA MEDIDA PERMITIDA POR LA LEGISLACIÓN IMPERATIVA APLICABLE, LA PRESENTE GARANTÍA LIMITADA EXPRESAMENTE SUSTITUYE Y EXCLUYE CUALQUIER OTRA GARANTÍA EXPLÍCITA O IMPLÍCITA. EXCEPTO LO QUE SE ENTREGA EN ESTA GARANTÍA LIMITADA, TODAS LAS GARANTÍAS DE CUALQUIER TIPO, INCLUIDAS PERO NO LIMITADAS A LA GARANTÍA DE COMERCIABILIDAD, APTITUD PARA UN DETERMINADO OBJETIVO, USO O APLICACIÓN, EXCLUYENDO ASIMISMO CUALQUIER OTRA OBLIGACIÓN O RESPONSABILIDAD DE MAXEON SOLAR, SALVO QUE TALES GARANTÍAS, OBLIGACIONES O RESPONSABILIDADES HAYAN SIDO EXPRESAMENTE ACEPTADAS POR ESCRITO, FIRMADAS Y APROBADAS POR MAXEON SOLAR. NO OBSTANTE CUALQUIER DISPOSICIÓN CONTRARIA, MAXEON SOLAR NO TENDRÁ RESPONSABILIDAD ALGUNA POR DAÑOS CAUSADOS A PERSONAS O PROPIEDADES O POR CUALESQUIERA PÉRDIDAS O DAÑOS QUE SE DERIVEN DE CUALQUIER CAUSA RELACIONADA CON LOS MÓDULOS PV, INCLUYENDO, SIN CARÁCTER LIMITATIVO, CUALQUIER DEFECTO EN LOS MÓDULOS PV O POR SU USO O INSTALACIÓN. EN LA MEDIDA PERMITIDA POR LA LEGISLACIÓN IMPERATIVA APLICABLE, MAXEON SOLAR NO SERÁ RESPONSABLE, BAJO NINGUNA CIRCUNSTANCIA, DE DAÑOS INCIDENTALES, CONSECUENCIALES O ESPECIALES, INDEPENDIENTEMENTE DE CÓMO SE ORIGINEN TALES DAÑOS. EN CONSECUENCIA, LA PÉRDIDA DE USO, EL LUCRO CESANTE, EL CESE DE PRODUCCIÓN O DE INGRESOS o BENEFICIOS, ENTRE OTROS, ESTÁN ESPECÍFICAMENTE EXCLUIDOS DEL ÁMBITO DE LA PRESENTE GARANTÍA LIMITADA. EN LA MEDIDA PERMITIDA POR LA LEGISLACIÓN IMPERATIVA APLICABLE, LA RESPONSABILIDAD TOTAL DE MAXEON SOLAR, DE EXISTIR, CON RESPETO A DAÑOS Y PERJUICIOS Y OTROS, NO EXCEDERÁ DEL PRECIO DE COMPRA PAGADO A MAXEON SOLAR POR EL CLIENTE POR LA UNIDAD DE PRODUCTO O SERVICIO PRESTADO O POR PRESTAR, SEGÚN EL CASO, QUE HAYA DADO LUGAR A LA RECLAMACIÓN DE GARANTÍA.

ALGUNOS PAÍSES NO ADMITEN CIERTAS LIMITACIONES de GARANTÍA NI LA EXCLUSIÓN DE DAÑOS y PERJUICIOS, POR LO QUE ALGUNA DE LAS LIMITACIONES O EXCLUSIONES ANTERIORES PODRÍAN NO SERLE DE APLICACIÓN. SI CUALQUIERA DE LAS CLÁUSULAS DE LA PRESENTE GARANTÍA LIMITADA FUERA DECLARADA INAPLICABLE O ILEGAL POR UN TRIBUNAL U ORGANISMO COMPETENTE, DICHA CLÁUSULA SERÁ MODIFICADA EN LA MEDIDA ESTRICTAMENTE NECESARIA PARA QUE EL RESTO DE LA PRESENTE GARANTÍA LIMITADA CONTINÚE EN PLENO VIGOR Y EFICACIA. EN CASO DE CONFLICTO ENTRE LAS VERSIONES DE AMBOS IDIOMAS, PREVALECERÁ LA REDACTADA EN INGLÉS.


*© 2021 Maxeon Solar Pte. Ltd. Todos los derechos reservados. Vea la información de garantía, patente y marca registrada en maxeon.com/legal.*

# HUAWEI Smart PV Products Warranty and Service Conditions

Data：2020-09-30

# 1. Applicable Products

The warranty and service conditions covered in this document are applicable for the following Huawei Smart PV Products.

| Products | Models | Photos for Illustration |
|---|---|---|
| Smart PV Inverters | Single-phase Smart PV Inverters:<br>➢ SUN2000-2/3/4/5KTL-L1 | |
| | Three-phase Smart PV Inverters:<br>➢ SUN2000-5/8/10KTL-M0<br>➢ SUN2000-5/8/10KTL-M1<br>➢ SUN2000-12/15/17/20KTL-M0<br>➢ SUN2000-12/15/17/20KTL-M2<br>➢ SUN2000-36KTL<br>➢ SUN2000-60KTL-M0<br>➢ SUN2000-90KTL-H2<br>➢ SUN2000-105KTL-H1<br>➢ SUN2000-100KTL-M1<br>➢ SUN 2000-185KTL-H1 | |
| SmartLogger | ➢ SmartLogger3000A<br>➢ SmartLogger3000B<br>➢ SmartModule1000A (Optional Add-On) | |
| Smart Dongle | ➢ Smart DongleA-05(WLAN-FE)<br>➢ Smart DongleA-03-EU(4G) | |
| SmartACU | ➢ SmartACU2000D | |

| | | |
|---|---|---|
| ACBox | ➢ ACBox-2/1-D-S<br>➢ ACBox-2/1-D-C | |
| Smart PV Optimizer | ➢ SUN2000-450W-P | |
| Smart Power Sensor | ➢ DDSU666-H<br>➢ DTSU666-H 250A/50mA | |
| UPS | ➢ 1.5kVA UPS | |

## 2. Warranty Period

The default warranty period of the Smart PV products is as below, which can be extended subject to Huawei's internal policy. The warranty and service conditions are also applicable to the warranty extension period.

| Products | Warranty Period | Warranty Commencement Date |
|---|---|---|
| Three-phase Smart PV Inverters | 5 Years | Warranty commences from the 180th day after the date of the product shipment from Huawei, or the date on which Huawei receives a formal service request for the product, whichever is earlier. |
| Single-phase Smart PV Inverters | 10 Years | |
| ACBox and UPS | 12 months | |
| SmartLogger, Smart Dongle, SmartACU | 24 months | |
| Smart PV Optimizer | 25 Years | |
| Smart Power Sensor | 12 months | |

# 3. Warranty Services

Huawei provides remote support and hardware support services for Huawei Smart PV Products.

| Warranty Services | | | |
|---|---|---|---|
| **Warranty Service** | **Service Classification** | **Service Content** | **Availability** |
| | Remote Support | Help Desk | http://e.huawei.com/en/service-hotline<br>E-mail: APSupport@huawei.com<br>09:00 to 18:00 Monday to Friday<br>(Business Days only) |
| | | Remote Technical Support | 09:00 to 18:00 Monday to Friday<br>(Respond within 30Min, excl. lunch hour) |
| | Hardware Support | Hardware Replacement | Ship out in 2 Business Days* |

* Huawei will use commercially reasonable efforts to ship out a replacement part within two (2) business days after an RMA** (Return Material Authorization) is issued. Actual delivery time may vary, depending on site locations.

** The RMA is the approval from Huawei to return defective or faulty units. The RMA number allows for tracking of the returned units.

## 3.1 Remote Support

Remote Support means that Huawei provides solutions for technical enquiries or problems related to the Smart PV products under warranty by telephone or e-mail, including Help Desk and Remote Technical support.

- **Help Desk** provides technical support to Huawei's customers for Smart PV Products through email or hotlines below.

  **Email:** APSupport@huawei.com;

**Hotlines:** Below is a list of hotlines for different APAC countries or regions.

| Country or Region | Hotline |
|---|---|
| Malaysia | 1800220036 (Local Toll Free)<br>0321686868 (For Landline) |
| Singapore | 8006011449 (Local Call)<br>+80021686868 (IDD Toll Free, For Singtel and M1) |
| Philippines | 1800-1888-6868<br>(For Landline, Smart and PLDT. Unavailable for Globe and TM) |
| Indonesia | 0078036015234<br>+80021686868 (IDD Toll Free, For Telkomsel)<br>00780021686868 (IDD Toll Free, For XL)☐ |
| Thailand | 0066-26542662 (Local call rate, for AIS, DTAC, True, TOT)<br>00180021686868 (IDD toll free, for landline and AIS) |
| Vietnam | 0060-3-21686868 |
| Sri Lanka | 0060-3-21686868 |
| Cambodia | 0060-3-21686868 |
| Laos | 0060-3-21686868 |
| Nepal | 0060-3-21686868 |
| Myanmar | 0060-3-21686868 |
| Bangladesh | 0060-3-21686868 |
| Hongkong, China | 00852-21210099<br>00180021686868 (For CSL, China Unicom Hong Kong) |

- **Remote Technical Support** includes technical enquiry and problem handling services. The technical enquiry service provides consultation services in respect of Huawei Smart PV Products. The problem handling service is to provide solutions to customers for Smart PV Products-related problems.

## 3.2 Hardware Support

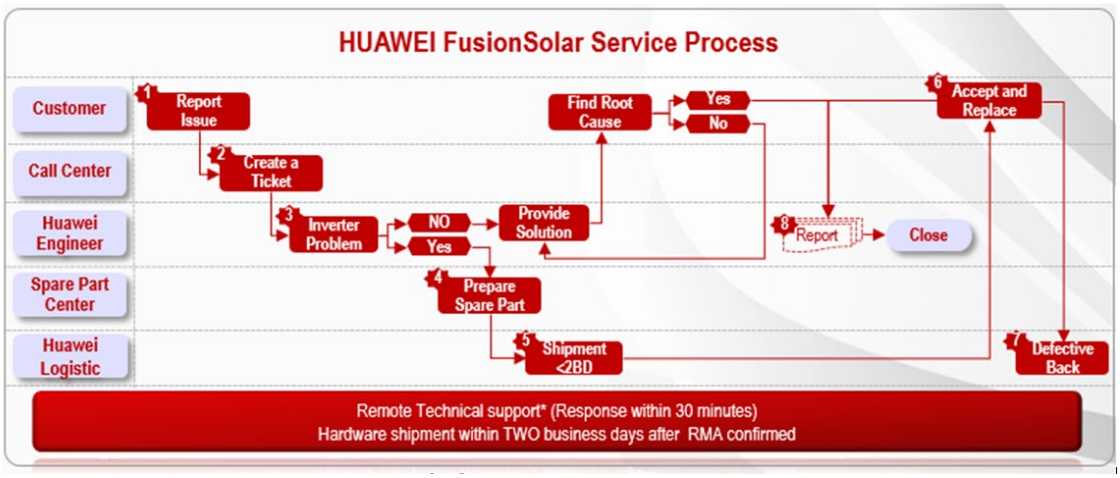
During the applicable Warranty Period, Huawei guarantees that all Smart PV Products purchased shall be free from defects in material, fabrication and workmanship.

- Huawei Smart PV products that are defective in material, fabrication or workmanship or do not meet the published specifications shall be replaced free of charge.
- If the delivery site is located outside the capital city, customer is responsible for picking up the replacement product from Huawei local warehouse. Customer is also responsible for preparing the defective product (packed in the package from the replacement product) and returning defective product to Huawei local warehouse in 15 days. Additional charges may be incurred if the defective product is not returned in 15 Business Days after the replacement product is received by customer.
- If the delivery site is located in the capital city, Huawei is responsible for delivering the replacement product to a location that is agreed by Huawei and the customer. After receiving the replacement product, customer shall prepare the defective product (packed in the package from the replacement product) within 15 Business Days. Huawei is responsible for picking up the packed defective product from a location that is agreed by Huawei and the customer. Additional charges may be incurred if the defective product is not packed and prepared in 15 Business Days.
- The original product model, if no longer available, may be replaced with a similar product model. The replacement product provided by Huawei will be functionally equivalent to the customer’s defective product in terms of features, functions, and compatibility. The software version shall be by default.
- The warranty period of the replacement product shall follow the remainder of the original product warranty period.

# 4. Disclaimer

All above mentioned warranty and services only apply to Huawei Smart PV products, including inverters, SmartLoggers, Smart Dongles, SmartACU, ACBOX, Smart PV Optimizer, Smart Power Sensor and UPS.

- Other accessories and consumable parts, including but not limited to cables and connectors, are not covered by the warranty and services as above-mentioned.
- If Huawei is unable to fulfill the service commitments within the committed period of time due to non-Huawei causes, Huawei shall be exempted from responsibilities and related compensations.
- Warranties and service conditions shall not apply to the following circumstances:
  - Damage as a result of force majeure (natural disasters, fires and wars, etc.);
  - Damage as a result of natural wear and tear;
  - Direct damage caused by failure to meet system requirements, including but not limited to ambient environment or external electricity parameter settings, as stated in any written formats provided by Huawei;
  - Damage due to improper system design, including insufficient lightning protection;
  - Damage to hardware or data due to customer's negligence, inappropriate operation or intentional damage;
  - Damage caused by non-compliance to the operation manual of the product;
  - System damage caused by customers' or third parties' non-compliance to Huawei's requirements or instructions during installation or relocation of the system;
  - Damage caused by adjustment, change or removal of identification marks not complied with Huawei's requirements or instructions;
  - Damage directly caused by non-Huawei related problems in customer's premises.

# 5. Huawei Service Organization

Huawei has built up excellent service teams worldwide. To support the warranty and services related to Smart PV products, Huawei has a support organization and the process is described below.