



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de  
30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de la Energía

AUTOR/A: Sánchez Giménez, Carlos

Tutor/a: Vargas Salgado, Carlos Afranio

Cotutor/a: Alfonso Solar, David

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA**



# **DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 30KW PARA EMPRESA UBICADA EN ALZIRA, VALENCIA**

AUTOR: CARLOS SÁNCHEZ GIMÉNEZ

TUTOR: CARLOS AFRANIO VARGAS SALGADO



Curso Académico: 2021-22



# **AGRADECIMIENTOS**

Ante todo quiero aprovechar la ocasión para agradecer el apoyo de mis padres, sin su ayuda incondicional y motivación no habría sido posible llegar hasta este punto, y de mis compañeros tanto del Grado como de fuera del mismo, porque han sido un pilar fundamental en todo este proceso. Quiero agradecerles, sobretodo, la paciencia, el cariño y la ayuda que me han brindado a lo largo de estos años.

Por todo esto,

Gracias.

## **RESUMEN**

El proyecto consiste en el diseño de una instalación para autoconsumo en una empresa ubicada en Alzira, Valencia, con el objetivo de servir como cambio de modalidad de suministro a autoconsumo con excedentes acogida a compensación.

Acorde al ITC-BT 40, la instalación corresponderá a la clasificación de instalación de generación con punto de conexión a red de distribución BT. La fuente a utilizar es energía solar fotovoltaica, conformando la instalación mediante módulos fotovoltaicos de 540 Wp de potencia con su correspondiente inversor. Las características de la instalación son un inversor de 30kW de potencia nominal, y el tipo de instalación en cubierta metálica tipo sándiwch con paneles inclinados y coplanares, según las características físicas de la cubierta.

Se realizará un estudio de la cubierta, cálculos de sombras, así como el cálculo de las secciones de conductores a utilizar en los diferentes tramos del circuito eléctrico, según los criterios convenientes, los cálculos de las protecciones a utilizar, reflejados estos en su correspondiente esquema unifilar, así como también un breve análisis de la carga del proyecto sobre la cubierta, incluyendo además un estudio básico de seguridad y salud. Como resultados se ha obtenido que la instalación producirá 36,67611 MWh/año. La inversión inicial será de 31.793,29€, el payback de la instalación es de 5 años y la TIR es del 17%.

## **RESUM**

El projecte consisteix en el disseny d'una instal·lació per a autoconsum en una empresa ubicada a Alzira, València, amb l'objectiu de servir com a canvi de modalitat de subministrament a autoconsum amb excedents a collida a compensació.

Acord a l'ITC-BT 40, la instal·lació correspondrà a la classificació d'instal·lació de generació amb punt de connexió a xarxa de distribució BT. La font a utilitzar és energia solar fotovoltaica, conformant la instal·lació mitjançant mòduls fotovoltaics de 540 Wp de potència amb el corresponent inversor. Les característiques de la instal·lació són un inversor de 30kW de potència nominal, i el tipus d'instal·lació a coberta metàl·lica tipus sàndiwch amb panells inclinats i coplanars, segons les característiques físiques de la coberta.

Es realitzarà un estudi de la coberta, càlculs d'ombres, així com el càlcul de les seccions de cables a utilitzar en els diferents trams del circuit elèctric, segons els criteris convenients, els càlculs de les proteccions a utilitzar, reflectits aquests al seu corresponent esquema unifilar, així com també una breu anàlisi de la càrrega del projecte sobre la coberta, incloent-hi a més un estudi bàsic de seguretat i salut. Com a resultats s'ha obtingut que la instal·lació produirà 36,67611 MWh/any. La inversió inicial serà de 31.793,29€, el payback de la instal·lació és de 5 anys i la TIR és del 17%.

## **ABSTRACT**

The project consists of the design of an installation for self-consumption in a company located in Alzira, Valencia, with the aim of serving as a change of supply mode to self-consumption with surpluses received for compensation.

According to the ITC-BT 40, the installation will correspond to the classification of a generation installation with a connection point to the LV distribution network. The source to be used is photovoltaic solar energy, making up the installation through photovoltaic modules of 540 Wp of power with its corresponding inverter. The characteristics of the installation are an investor of 30kW of nominal power, and the type of installation on a sandwich-type metal roof with inclined and coplanar panels, depending on the physical characteristics of the roof.

A study of the roof, shadow calculations, as well as the calculation of the cables sections to be used in the different sections of the electrical circuit, according to the appropriate criteria, the calculations of the protections to be used, reflected in their corresponding scheme will be carried out. unifilar, as well as a brief analysis of the load of the project on the roof, also including a basic study of safety and health. As results, it has been obtained that the installation will produce 36.67611 MWh/year. The initial investment will be €31,793.29, the payback of the installation is 5 years and the IRR is 17%.

# ÍNDICE

## DOCUMENTOS CONTENIDOS

- I. Memoria
- II. Presupuesto
- III. Planos
- IV. Anexo

## ÍNDICE DE LA MEMORIA

### I. MEMORIA DESCRIPTIVA

1. MEMORIA.....	14
1.1. Introducción y objetivo del proyecto .....	15
1.2. Normativa .....	15
1.2.1 Marco normativo .....	15
1.3. Descripción de la instalación .....	17
1.3.1 Recurso solar .....	17
1.3.2 Paneles.....	19
1.3.3 Inversor .....	19
1.3.4 Optimizadores de potencia.....	20
1.3.5 Vatímetro.....	20
1.4. Descripción general de la estructura .....	21
1.5. Análisis de carga de la cubierta .....	25
1.6. Cálculo de sombras de paneles.....	27
1.7. Estudio de configuración de strings.....	29
1.8. Diseño de protecciones .....	31

1.8.1	Protección contra sobrecargas .....	32
1.8.2	Protección contra cortocircuitos .....	32
1.8.3	Protección diferencial .....	32
1.9.	Elementos de protecciones seleccionados .....	33
1.10.	Dimensionamiento de cableado .....	36
1.10.1	Conexión desde paneles DC hasta el inversor .....	36
1.10.1.1	Criterio térmico por string .....	36
1.10.1.2	Caída de tensión.....	36
1.10.1.3	Criterio de pérdidas de potencia.....	36
1.10.2	Conexión desde el inversor hasta el cuadro de superficie de AC .....	36
1.10.2.1	Criterio térmico.....	38
1.10.2.2	Caída de tensión.....	38
1.10.2.3	Criterio de pérdidas .....	38
1.10.2.4	Criterio de cortocircuito.....	38
1.10.3	Instalación cuadro de AC-Cuadro General.....	39
1.10.3.1	Criterio térmico.....	39
1.10.3.2	Caída de tensión.....	39
1.10.3.3	Criterio de pérdidas .....	40
1.10.3.4	Criterio de cortocircuito.....	40
1.11.	Instalación de puesta a tierra.....	41
1.12.	Estudio para la gestión de residuos en una instalación fotovoltaica .....	42
1.12.1	Identificación de Agentes Intervinientes .....	43
1.12.2	Estimación de la cantidad de residuos.....	43
1.12.3	Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto....	45
1.12.4	Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra .....	45
1.12.5	Medidas para la separación de los residuos en obra .....	46
1.12.6	Preinscripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición.....	46



1.12.7 Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición .....	46
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....	47
2.1. Compatibilidad del inversor .....	48
2.1.1 Paneles en serie .....	48
2.1.1.1 Paneles en serie máximos.....	48
2.1.1.2 Paneles en serie mínimos .....	48
2.1.2 Paneles en paralelo.....	49
2.2. Caídas de tensión (Guía-BT-Anexo 2) .....	50
2.3. Dimensionamiento cableado ante cortocircuitos .....	51
2.4. Cálculo de sombras.....	52
3. Estudio económico: Cálculo del VAN y la TIR .....	53
3.1. VAN.....	54
3.2. TIR.....	57
3.3. Análisis energético y emisiones.....	57
4. Conclusiones.....	60
5. Bibliografía .....	61

II. Presupuesto

III. Planos

IV. Anexos

## **ÍNDICE DE TABLAS**

1. Tabla 1 .....	15
2. Tabla 2 .....	17
3. Tabla 3 .....	18
4. Tabla 4 .....	22
5. Tabla 5 .....	25
6. Tabla 6 .....	28
7. Tabla 7 .....	28
8. Tabla 8 .....	28
9. Tabla 9 .....	29
10. Tabla 10 .....	29
11. Tabla 11 .....	44
12. Tabla 12 .....	44
13. Tabla 13 .....	44
14. Tabla 14 .....	45
15. Tabla 15 .....	50
16. Tabla 16 .....	50
17. Tabla 17 .....	54
18. Tabla 18 .....	55
19. Tabla 19 .....	55
20. Tabla 20 .....	57
21. Tabla 21 .....	57
22. Tabla 22 .....	58
23. Tabla 23 .....	59

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

1. Ilustración 1.....	16
2. Ilustración 2.....	20
3. Ilustración 3.....	23
4. Ilustración 4.....	23
5. Ilustración 5.....	24
6. Ilustración 6.....	25
7. Ilustración 7.....	26
8. Ilustración 8.....	27
9. Ilustración 9.....	34
10. Ilustración 10.....	34
11. Ilustración 11.....	35
12. Ilustración 12.....	37
13. Ilustración 13.....	51
14. Ilustración 14.....	52
15. Ilustración 15.....	56
16. Ilustración 16.....	59

ANEXO A: Estudio básico Seguridad y Salud

ANEXO B: Pliego de Condiciones

ANEXO C: Fichas Técnicas de los equipos



## I. MEMORIA DESCRIPTIVA

## **1. Memoria**

### **1.1 Objeto del proyecto**

El objetivo del presente documento es el diseño de una instalación fotovoltaica de 30 kW con la finalidad de obtener un diseño que sea técnicamente viable y rentable, además de incentivar el uso de energías renovables para la generación de energía.

La instalación fotovoltaica de potencia inferior 100kW seguirá el flujo general definido en RD 1699/2011 para su tramitación.

- Se presenta el siguiente proyecto a fin de describir, definir y justificar los aspectos de diseño, cálculo y construcción necesaria para una instalación fotovoltaica.

### **1.2 Normativa**

#### **1.2.1 Marco normativo**

##### Normativa

- RD 1699/2011 por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, Reglamento electrotécnico de baja tensión

- Real Decreto 3275/1982, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico,
- MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- REBT (Reglamento electrotécnico para baja tensión), el cual tiene por objetivo establecer el conjunto de garantías y condiciones técnicas que deben tener las instalaciones para garantizar la seguridad de los usuarios, así como el correcto funcionamiento de las instalaciones.



### 1.3 Descripción de la instalación

La instalación solar fotovoltaica tendrá las siguientes características generales:

<b>Potencia nominal del inversor</b>	30 kW
<b>Potencia pico máxima</b>	27,54 kWp
<b>Tipo de instalación</b>	Instalación en cubierta metálica tipo sándwich con-paneles a 11º y coplanares.

*Tabla 1: Características generales de la instalación*

#### 1.3.1 Recurso solar

Para analizar la viabilidad de esta ubicación para implementar la instalación, se ha llevado a cabo un estudio de la radiación solar del emplazamiento con la herramienta PVGIS. Esta plataforma tiene una red de datos de 566 estaciones meteorológicas repartidas por toda Europa. Esta herramienta permite determinar la radiación estimada que llega al emplazamiento y la producción

estimada de energía esperada de la instalación.

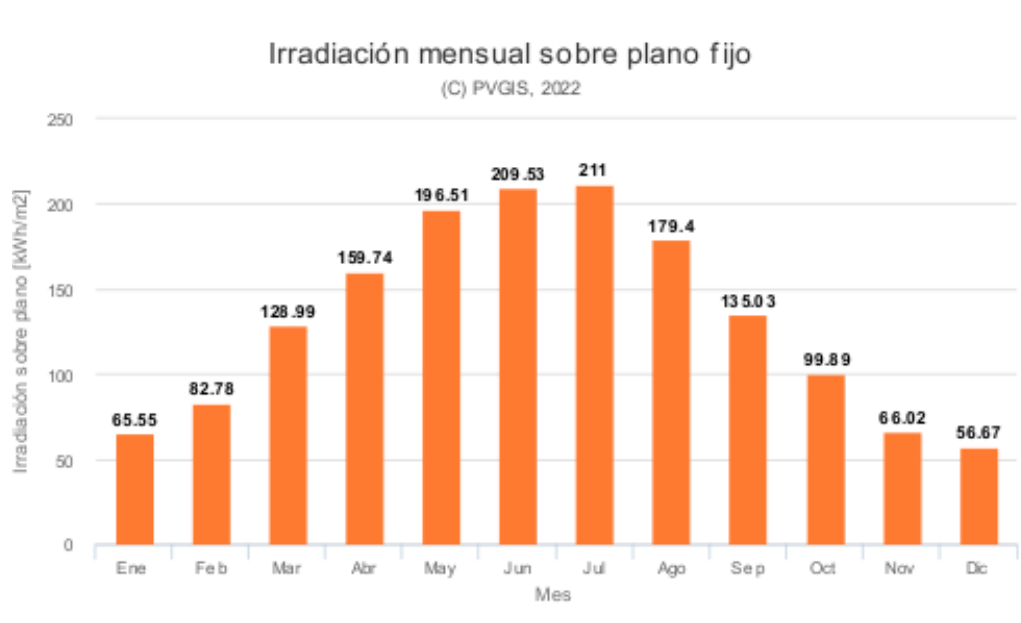


Ilustración 1: Irradiación mensual

Obteniendo una producción anual estimada de 36,67611MWh al año.

### 1.3.2 Paneles

Se determinó la elección de paneles JA Solar después de una comparación de otros 2 modelos equivalentes:

Modelo	Coste (€/kW)	Eficiencia (%)
Sunrise 540W	0.408	20.93
JA Solar 540W	0.37	20.9
Risen 540W	0.39	20.7

*Tabla 2: Comparación de módulos fotovoltaicos*

Dado que los tres modelos anteriores tienen unas calidades similares, se escogió el modelo de JA Solar por ser el más económico de los anteriores, además de tener una de las eficiencias más altas.

El tejado tiene una inclinación a dos aguas. Con un ángulo de azimut de 0º. Todos los paneles están orientados de manera paralela a las correas, y una inclinación de 9 paneles de 11º y 42 paneles a 4º (inclinación del tejado) para maximizar la captación de energía solar.

### 1.3.3 Inversor

De la misma manera que para la elección de los módulos fotovoltaicos, se realizó una comparación entre varios modelos, concretamente:

Modelo	Coste (€)	Eficiencia (%)
Salicru 30KTL	4.682,70	97,65
Huawei 30KTL	3.968,13	98.7
Growatt 30KTL	3.893,52	98.5

Tabla 3: Comparación inversores solares

El inversor escogido es el modelo Huawei SUN2000-30KTL- M3 de Huawei de 30KW, dado que es el más alto en lo que a eficiencia y calidad se refiere y es bastante económico a comparación del Salicru.

Se usará un Smart Logger para la comunicación con la aplicación de monitorización Fusion Solar y su puesta en marcha.

Por tanto, teniendo en cuenta la potencia nominal del inversor y la unitaria de cada panel, el campo solar estará compuesto por 4 strings, 3 de ellos con 13 paneles en serie y el restante con 12 paneles, por lo que hay un total de 51 paneles JA Solar.

El modelo de inversor cumple con los siguientes requisitos:

- RD 1699/2011 Art 11.2– Sin tensión de red, el inversor se debe apagar.
- RD 1699/2011 Art 12.3 – FP=0.98 a P>25% (Importante para el incremento de tensión).
- El generador deberá garantizar que la corriente continua inyectada a red no supere el 0,5 % de la corriente nominal, de acuerdo con la Nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en baja tensión (Sirve para cubrir el requisito alto nivel de RD 1699/2011 Art 15.1 y 15.3)
- RD 1699/2011 Art 14
  - o Mecanismo para la desconexión y conexión de la instalación generador en caso de anomalía de tensión o frecuencia
  - o Protecciones de la conexión max. y min. Frecuencia, max. y mínima tensión entre fases (Ver Nota)

- Procedimiento de operación para Islas Baleares (No peninsular) requiere que Las protecciones se ajusten a través de roles de acceso restringidos a instalador autorizado a frecuencia mínima de 47.5Hz y frecuencia máxima 51Hz.

Nota: En el RD 661/2007, (aplicable a cualquier instalación generadora del régimen especial, independientemente de la potencia) en el anexo XI, punto 10 establece que la temporización de 3 s de mínima frecuencia se refiere al tiempo mínimo a soportar para garantizar la operación del sistema eléctrico y no al tiempo máximo como indica la tabla 1 del RD 1699/2011 para la protección anti-isla de la instalación generadora. Por otro lado el PO 12.3 establece, para algunos tipos de generadores y potencias, la capacidad para soportar huecos de tensión que implica tiempos mínimos de actuación de dichas protecciones. Para cumplir con todas las condiciones anteriores se recomienda ajustar los tiempos de actuación a los valores exactos indicados en la tabla.

#### **1.3.4 Optimizador de potencia**

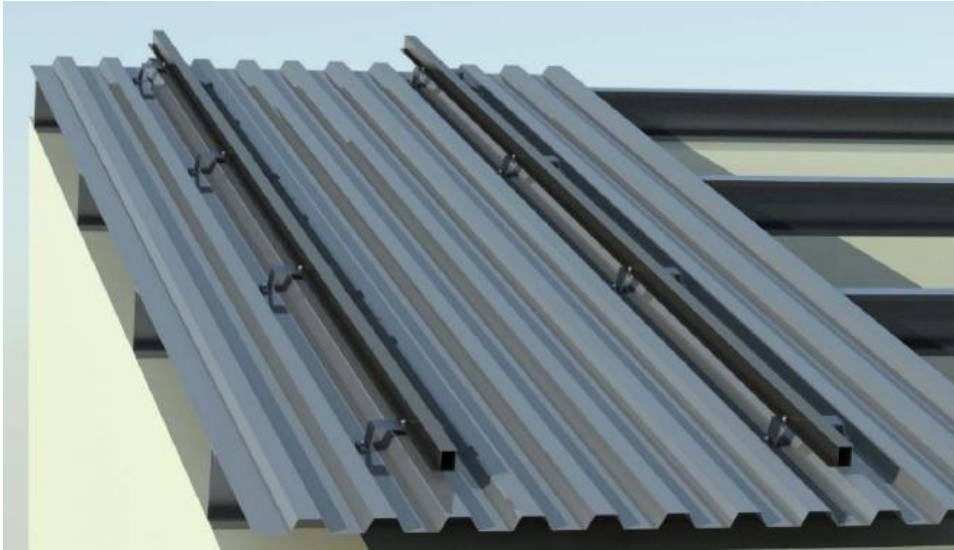
El optimizador TIGO TS4-A-O, además de la optimización, permite la monitorización a nivel de módulo, y el apagado rápido. De este modo, esta instalación llevará 6 optimizadores de 700W debido a que 6 paneles de la cubierta podrían recibir sombra parcial. Después de realizar el proyecto, se determinó que no serían necesarios, por lo que no se instalaron.

#### **1.3.5 Vatímetro**

El Socomec Countis E43 es un contador de energía eléctrica modular que muestra las energías (kWh, kVAh y kVA) y otras medidas directamente en su pantalla LCD retroiluminada. Se ha diseñado para la medida de carga trifásica con conexión vía CT y es adecuado para aplicaciones de hasta 12000 A.

#### 1.4 Descripción general de la estructura

Las estructuras que se plantean para esta instalación son de tipo: estructura de aluminio inclinada y coplanar. Habrán 3 mesas con un total de 42 paneles coplanares, y 1 mesa con un total de 9 paneles con bastidores a 15º, al poseer el tejado ya una inclinación de 4º, la inclinación de la estructura será de 11º.



*Ilustración 2: Instalación de la estructura*

En cuanto al tipo de estructura con inclinación, el montaje se realizará sobre la cubierta de chapa de manera paralela a las correas, sobre las que se fijarán los soportes con una -distancia indicada por el fabricante. Asimismo, sobre estos soportes se pondrán unos perfiles de aluminio de manera transversal a los cuales irán enganchados los paneles. Esta ilustración muestra más claramente cómo quedará la instalación final:

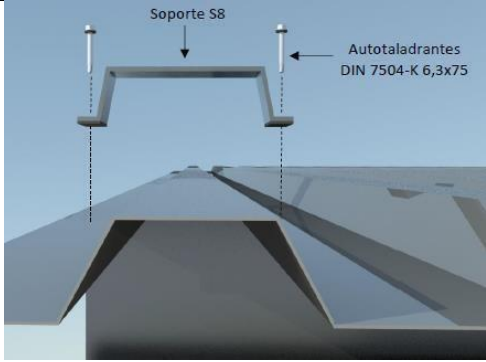
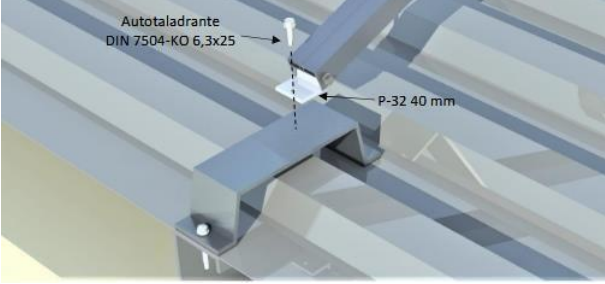
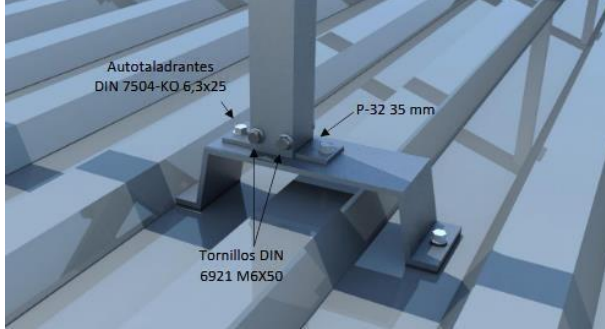
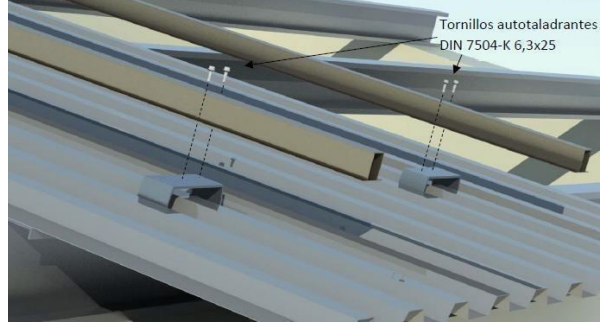
Entrando más en detalle en las características mecánicas de la estructura, se destaca que la fijación de los módulos a la cubierta de la nave se realizará a través de estructuras de perfiles en aluminio 6005 – T6 con tornillería de acero inoxidable.

El aluminio 6005 T6 es un aluminio estructural comúnmente empleado en este tipo de estructuras, con muy buena resistencia a la corrosión. El material una vez extrusionado recibe un tratamiento térmico, en este caso un templado, para mejorar sus características mecánicas. El temple empleado para la estructura es el T6, el mayor que se le puede proporcionar al aluminio de acuerdo con la norma UNE 38349.

Los distintos elementos se unirán entre sí con tornillos autotaladrantes. En esta tabla se muestra específicamente el uso de los distintos tornillos para cada

Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

fijación.

<p>Soporte S8 – Correas</p>		<p>Tornillo autotaladrante DIN 7504-K 6.3x32mm</p>
<p>S8 – Bastidor pie sur (perfil P32)</p>		<p>Tornillos autotaladrantes DIN7504-KO 6.3x25mm</p>
<p>S8 – Bastidor pie norte (perfil P32)</p>		<p>Tornillos autotaladrantes DIN7504-KO 6.3x25mm</p>
<p>S8- Perfil P26A</p>		<p>Tornillos autotaladrantes DIN7504-K 6.3x25mm</p>

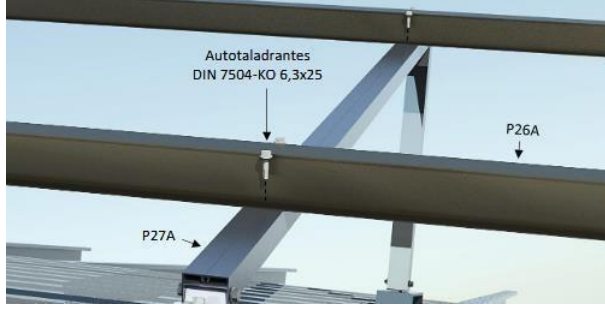
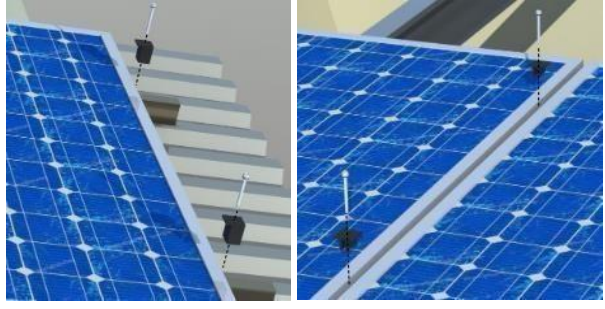
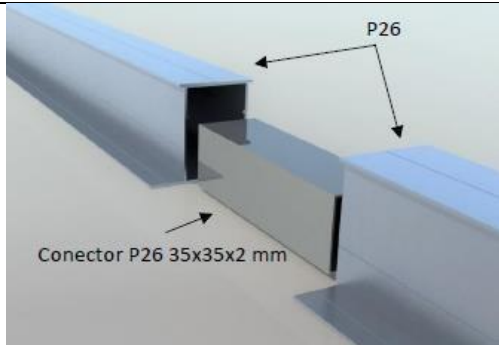
<p>Perfiles P26- sobre bastidores</p>		<p>Tornillos autotaladrantes DIN7504-KO 6.3x25mm</p>
<p>Perfiles P26- Módulos ( Grapa G7 y G6)</p>		<p>Tornillos autotaladrantes DIN7504-KO 6.3x75mm</p>
<p>Unión entre P26 (Conector pieza G 35x35x2mm)</p>		<p>Tornillos autotaladrantes DIN7504-KO 6.3x25mm</p>

Tabla 4: Uso de los tornillos en la instalación



El montaje de los bastidores con perfiles P27 y por el perfil P32 se hace mediante tornillería inoxidable DIN 6921 M6x50 y tuercas DIN 6923 M6.

Cabe destacar que aquellos elementos de la estructura que no tengan agujero de fábrica necesitan un par de apriete de 9-12 N/m y aquellos que lo tengan, necesitan un par de apriete menor, de 7-9 N/m.

El diseño de la estructura se valida con un cálculo de elementos finitos de acuerdo con el CTE.

Respecto a la estructura coplanar, los distintos elementos se unirán entre sí con tornillos autotaladrantes. Los anclajes de esta estructura irán directamente en la chapa de la cubierta. En las siguientes imágenes se muestra con más detalle el soporte, así como sus características y la situación final.



*Ilustración 3: Soporte coplanar*



*Ilustración 4: Soporte coplanar 2*

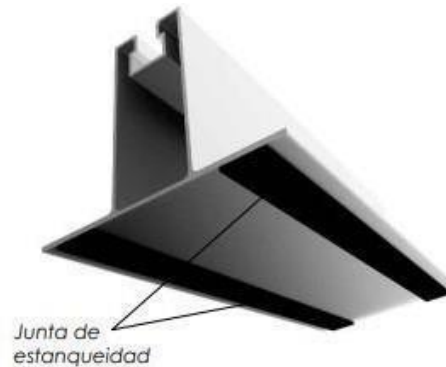


Ilustración 5: Soporte coplanar 3

Con un par de apriete: Tornillo Presor 7 Nm ; Tornillo M6.3 Hexagonal 10 Nm

### 1.5 Análisis de carga de la cubierta

Según el Código Técnico de la Edificación, las sobrecargas de uso máximas vienen dadas por la siguiente tabla de SE-AE Seguridad Estructural Básica.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4),(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

- (1) Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m<sup>2</sup> para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m<sup>2</sup> para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m<sup>2</sup> para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.
- (2) En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.
- (3) Para cubiertas con un inclinación entre 20° y 40°, el valor de q<sub>s</sub> se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.
- (4) El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.
- (5) Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m<sup>2</sup>.
- (6) Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m<sup>2</sup> y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.
- (7) Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

Ilustración 6: Tabla de sobrecargas para cubiertas del CTE

El primer valor hace referencia a la sobrecarga uniforme admisible (kN/m<sup>2</sup>). En el caso de esta instalación, hace referencia a cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado), por lo que el valor es de 0.4kN/m<sup>2</sup>, es decir 40.77kg/m<sup>2</sup>.

La siguiente tabla calcula el peso que tendrá que soportar la cubierta:

	Unidades o longitud (m)	Peso unitario (kg)	Peso total ( kg)
<b>Estructura pormódulo</b>	51	5	255
<b>Módulos</b>	51	29	1479
<b>Cableado string</b>	340	0,046	15,7
		<b>Total:</b>	<b>1749,7</b>

Tabla 5: Cálculo del peso a soportar por la cubierta

Para compararlo con el valor admisible del CTE, se calcula la superficie ocupada de la cubierta, equivalente a la superficie de paneles a instalar, por lo que resulta:

$$2,585 \frac{m^2}{\text{panel}} \cdot 51 \text{ paneles} = 131,84 m^2$$

$$\frac{1749.7 \text{ Kg}^2}{131.84 m^2} = 13.28 \text{ kg/m}^2$$

Tras este cálculo se concluye que la sobrecarga producida por la instalación fotovoltaica se encuentra un 67,44% por debajo del valor exigido por el Código Técnico de la edificación.

### 1.6 Cálculo de sombras de paneles

La cubierta del edificio tiene una inclinación en la cara norte, realizándose la instalación en lado norte y sur de la cubierta. Dicha cubierta posee un muro en la cara sur, el cual produce sombras a lo largo de la mañana hasta mediodía.

Por todas estas características mencionada anteriormente, esta instalación precisa de un cálculo de sombras.



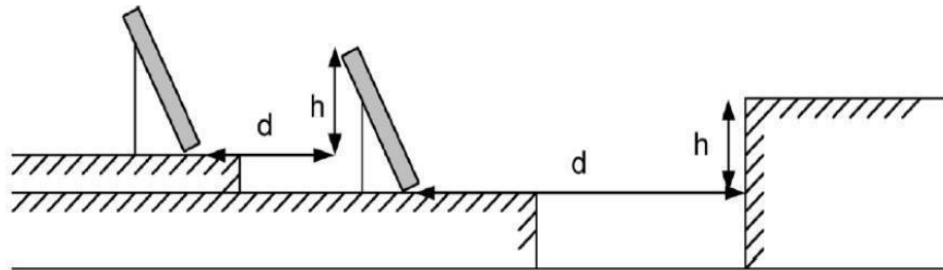
*Ilustración 7: Cubierta*

Tabla 1

Latitud	29º	37º	39º	41º	43º	45º
k	1,6	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Cálculo de la altura  $h$

Filas de placas solares: Cálculo de la distancia "d"



Expresión a utilizar para el cálculo de la distancia  $d$ :

$$d = \frac{h}{\tan(61 - \text{latitud})} = k * h$$

$d = k * h$

Donde:

$h$  es la altura máxima del obstáculo.

El coeficiente "k" sería=  $\frac{1}{\tan(61 - \text{latitud})}$

Ilustración 8: Cálculo de sombras

Datos de la instalación:

- Latitud de la instalación: Alzira (Valencia): 39º
- Altura muro sur: 2.5 m
- Altura del panel: 1.134 m.
- Inclinación de los módulos: 11º

Para la latitud del emplazamiento de 39º se tiene en cuenta una  $k = 2.475$ .

Sabiendo entonces que la distancia, d, al muro, para evitar la sombra debe ser superior a:  
 $h \cdot k = 2.5 \cdot 2.475 = 6.1875 < d$

Resultado:

		Medida	Distancias que respetar
Distancia Perimetral	Muro sur	2,5 m	6.2 m
	Inclinación de 11º	-	3 m
Distancia entre filas (como mínimo)	Coplanares	-	0,0 m

Tabla 6: Distancias a respetar en la instalación

### 1.7 Estudio de configuración de strings

Para la distribución de los paneles en serie y paralelo que se conectarán al inversor hay que tener en cuenta la tensión máxima y mínima que acepta el inversor. Para ello se debe tener en cuenta los datos del inversor, de los paneles y las temperaturas máximas y mínimas del emplazamiento de la instalación.

Datos

- Inversor:

Max input voltage ( $V_{MPPT}$ )	Max input current ( $I_{MPPT}$ )	Full power mppt voltage
1100 V	26 A	200–1000 V

Tabla 7: Datos del inversor

- Paneles:

$V_{MPPT}$ (V)	$I_{MPPT}$ (A)	$V_{OC}$ (V)	$I_{CC}$ (A)	$\beta$ (%/°C)	$\alpha$ (%/°C)	$G_{MAX}$ (W/m <sup>2</sup> )	NOTC (°C)
41,64	12,97	49,6	13,86	-0,275	0,045	1000	45

Tabla 8: Datos de los módulos

Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

- $T_{amb\_min}^a = -15^{\circ} C$
- $T_{amb\_max}^a = 40^{\circ} C$
- $T_{max\_panel}^a = 71,25^{\circ} C$

$$T_{max\_panel} = T_{amb\_max} + G_{max} \cdot \left( \frac{NOTC - 20^{\circ}C}{0.8} \right)$$

$V_{oc\_max}$ (V)	$V_{mppt\_min}$ (A)	Nº módulos máximo en serie	Nº módulo mínimo en serie
63,35	36,14	19,8	5,7

Tabla 9: Cálculo de módulos en serie

Asociando los paneles en conexiones serie–paralelo, resulta la siguiente distribución:

Módulos totales	51
Paneles enseriados	14/9
Nº de strings	3/1
Nº de paneles en paralelo por cada MPPT del inversor	2
Potencia pico de la instalación	27540 Wp
Potencia total de inversor	30000 W
Potencia pico instalada (W) $P_{PK}$	27540,0
Tensión PMP (V) (12 paneles) $V_{MPPT}$	530,9
Intensidad en el PMP (A) $I_{MPPT}$	51,9
Intensidad de cortocircuito(A) $I_{sc}$	55,4

Tabla 10: Distribución de la instalación

### 1.8 Diseño de protecciones

- Datos característicos de la instalación:
  - o Inversor: 30 kW
  - o Tensión trifásica: 400 V
  - o Corriente nominal:

$$Intensidad = \left( \frac{30000W}{\sqrt{3} \cdot 400V} \right) = 43.31A$$

$$I_{MAX} = 43.31 \cdot 1,25 = 54,13 A$$

- Resultado: Se observa que, si se tiene en cuenta la potencia que sale del inversor en vez de la tensión que indica la ficha técnica, se obtiene un valor distinto de corriente en la parte del cálculo del criterio térmico en alterna. Por tanto, para la selección de protecciones, se obtiene el valor más alto de ambos, que en este caso es  $I_{MAX} = 54,13 A$  por lo que la  $I_{fusible}$  tiene que ser la inmediatamente superior. Finalmente se seleccionan fusibles de 63 A por ser el valor más próximo al normalizado.

Nota 1: Requisito específico ITC-BT-40: 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

Como se quiere proteger contra cortocircuitos y la corriente de cortocircuito en el punto de conexión podría ser elevada poner 4 fusibles gG en vez de un interruptor magnetotérmico. La capacidad de seccionamiento y aislamiento la podremos dar con el diferencial una vez esté parado el inversor.



### 1.8.1 Protección contra sobrecargas

- La protección contra sobrecargas viene incluida en el inversor, el cual cuenta ya con protecciones para la parte de continua. Dicho modelo contiene protecciones contra islas, protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones, tanto en el lado de continua como para el lado de alterna, así como protecciones contra conexión inversa.

### 1.8.2 Protección contra cortocircuitos

- Para la protección contra cortocircuitos en la parte alterna, se ha seleccionado un interruptor magnetotérmico Schneider de 4P, con 40 A de intensidad nominal, 15 kA de poder de corte y curva C.
- Según el ITC-BT-22:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z$$

Para los fusibles del tipo gG, según indica el ITC-BT-22, la  $I_2$  (denominada  $I_f$  o intensidad de funcionamiento):

Siendo:

- $I_B$ : Máxima corriente que circula por el cable, que, en este caso, es la corriente de salida del inversor.
- $I_N$ : Corriente nominal de la protección a determinar.
- $I_Z$ : Corriente máxima admisible por el cable.
- $I_2$ : Corriente que asegura la actuación del dispositivo (A)

Sustituyendo valores, teniendo en cuenta que según la UNE EN 60898:  $I_2 = 1.45 \cdot I_N$ , se obtiene como resultado:

$$47.9 \leq I_N \leq 77$$

$$1.45 \cdot I_N \leq 1.45 \cdot 77$$

### 1.8.3 Protección diferencial

- Los requisitos que requiere nuestro sistema:
  - o  $I_{\text{diferencial}} = 63 \text{ A}$
  - o 300mA de sensibilidad
- Se selecciona una protección de diferencial de 63 A por ser el valor próximo normalizado y 300mA de sensibilidad. Para mayor seguridad en los strings, se ha seleccionado el fusible gG de dfElectric de 25 A de intensidad nominal, según el ITC-BT-22:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z$$

Para los fusibles del tipo gG, según indica el ITC-BT-22, la  $I_2$  (denominada  $I_F$  o intensidad de funcionamiento):

$$\begin{array}{l} I_F = 1.60 I_N \quad \text{si} \quad I_N \geq 16\text{A} \\ I_F = 1.90 I_N \quad \text{si} \quad 4\text{A} < I_N < 16\text{A} \\ I_F = 2,10 I_N \quad \text{si} \quad I_N \leq 4\text{A} \end{array}$$

Siendo:

- $I_B$ : Máxima corriente que circula por el cable, que, en este caso, es la corriente del módulo en el punto de máxima potencia.
- $I_N$ : Corriente nominal de la protección por determinar.
- $I_Z$ : Corriente máxima admisible por el cable.

Sustituyendo valores se obtiene como resultado:

$$12.97 \leq I_N \leq 27$$

$$1.90 I_N \leq 1.45 \cdot 27 \rightarrow I_N \geq 20.61\text{A}$$

Obteniéndose como resultado escoger un fusible gG de 25A.

### 1.9 Elementos de protecciones seleccionados

Partiendo de los cálculos anteriores, se han seleccionado estas protecciones para la instalación:

#### INTERRUPTOR DIFERENCIAL SCHNEIDER A9R84463 DE 4P, 63A Y 300MA DE SENSIBILIDAD.

Hoja de características del producto  
Características

A9R84463  
IID 4P 63A 300mA AC



*Ilustración 9: Interruptor diferencial*

#### INTERRUPTOR DIFERENCIAL SCHNEIDER A9F89440 DE 4P, 40A Y 15kA DE PODER DE CORTE.

Hoja de características del producto  
Características

A9F89440  
Magnetotérmico, Acti9 iC60H, 4P, 40 A, C curva, 10000 A (IEC 60898-1), 15 kA (IEC 60947-2)



especificaciones de los accesorios

*Ilustración 20: Interruptor automático*

**Fusible NEOZED FUSE LINK de 63 A y 50 kA de poder de corte y gG df Electric 25ª**



TAMAÑO	$U_n$ (V AC)	$I_n$ (A)	REFERENCIA
<b>NHC1</b>	800V	25	<b>385210</b>
		35	<b>385220</b>
		40	<b>385225</b>
		50	<b>385230</b>
		63	<b>385235</b>

Technical data:		
Color coding of the fuse link		copper
Current / for AC / rated value	A	63
Size of the fallback-system / acc. to DIN EN 60269-1		D02
Supply voltage		
• for AC / rated value	V	400
Switching capacity current / in accordance with IEC 60947-2 / rated value	kA	50
Ambient temperature		
• minimum	°C	-5
• maximum	°C	40

*Ilustración 31: Fusibles DF Electric y NEOZED FUSE LINK*

## 1.10 Dimensionamiento de cableado

El dimensionamiento del cableado se hace bajo las premisas de ITC-BT-19 y el ITC-BT-40.

### 1.10.1 Conexión desde paneles DC hasta el inversor

#### 1.11.1.1 Criterio térmico por string

- 3 strings de 14 paneles en serie de 540 Wp cada uno y 1 string de 9 paneles en serie de 540 Wp. 51 paneles en total.
- Corriente nominal: 13,86 A
- Método de instalación (ITC-BT-19):
  - o Tipo de cable: 2x4mm<sup>2</sup> unipolar con rango temperatura hasta 120°C
  - o  $I_{\max\_admisible} = 27$  A
  - o Método Instalación: Conductores aislados en tubos en montaje superficial (Tipo B1).
  - o Agrupación de circuitos: No presenta
- L=50 metros

#### 1.11.1.2 Caída de tensión

El reglamento no impone un límite de caída de tensión para la parte del cableado en continua. Vamos a considerar el criterio de pérdidas no impone un límite de caída de tensión.

#### 1.11.1.3 Criterio de pérdidas de potencia

- Resistividad del cobre a 70°C = 0.021  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
- L=100 metros
- $I_{\text{string}} = 13,86$  A

$$R_{Cu} = \frac{\text{Resistividad cable } (\Omega\text{mm}^2/\text{m}) \cdot (\text{m})}{\text{sección } (\text{mm}^2)} = \frac{0,021 \cdot 100}{4} = 0.525\Omega$$

$$P = R_{Cu} \cdot I^2 = (0,525) \cdot 13,86^2 = 100.85 \text{ W}$$

$$\% \text{Pérdidas Watts} = 4 \text{ strings} \cdot \frac{100,85}{30000\text{W}} \cdot 100 = 1,35\% < 1,5\% \quad \text{¡¡ CUMPLE!!}$$

## 1.10.2 Conexión desde el inversor hasta el cuadro de superficie de AC

### 1.11.2.1 Criterio térmico

- $I_{AC\_inversor} = 47,9 \text{ A} \rightarrow I_{salida} = 47,9 * 1,25 = 59,9 \text{ A}$  (ITC-BT-40)
- Inversor trifásico
- $L = 40\text{m}$

#### Resultado

- Instalación (ITC-BT-19):
  - o Tipo de cable:  $3 \times 25\text{mm}^2$  cables unipolares PVC 70°C.
    - $I_{max} = 77 \text{ A}$
  - o Se selecciona esta sección porque el cálculo de cortocircuito no admite una menor.
  - o Método Instalación: Tipo B1, conductores aislados en tubos en montaje superficial.

\*El manual de Huawei indica que la sección tiene que ser entre 16 y 50

2	Cable de salida de CA	Cable de cobre/aluminio para exteriores	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sección del conductor: Cable de cobre para exteriores de <math>16-50 \text{ mm}^2</math> o cable de aluminio para exteriores de <math>35-50 \text{ mm}^2</math></li> <li>● Diámetro externo del cable: 16-38 mm</li> </ul>
---	-----------------------	---	---

*Ilustración 42: Sección del cable del manual del inversor*

### 1.11.2.2 Caída de tensión

- Permitida por "GUIA-BT-40" en distribución, e=1,5%
- $\gamma = 48$  (Utilizamos cable PVC y llegamos a 70°C en condiciones régimen permanente)
- Longitud = 40 m

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\text{linea}} \cdot L}{\gamma \cdot U_{\text{linea}} \cdot 1,5\%} = \frac{\sqrt{3} \cdot 47,9 \cdot 40\text{m}}{448 \cdot 400 \cdot 1,5\%} = 11,53\text{mm}^2 \sim 25\text{mm}^2$$

- Resultado: Cable 3x25 mm<sup>2</sup> de cable unipolar de PVC según "GUIA-BT-19" ( $I_{\text{max}} = 77\text{A}$ )

### 1.11.2.3 Criterio de pérdidas

- Resistividad del cobre a 70°= 0,021  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$  PVC
- L=40m

$$R_{Cu} = \frac{\text{Resistividad cable } (\Omega\text{mm}^2/\text{m}) \cdot (\text{m})}{\text{sección } (\text{mm}^2)} = \frac{0,021 \cdot 40}{25} = 0,0336\Omega$$

$$P = R_{Cu} \cdot I^2 = (0,0336) \cdot 47,92 = 77,1 \text{ W}$$

$$\%Pérdidas \text{ Watts} = \frac{77,1}{30000\text{W}} \cdot 100 = 0,257\% < 1,5\% \quad \text{¡¡ CUMPLE!!}$$

### 1.11.2.4 Criterio de cortocircuito

- K= 115 por ser un cable de cobre y con aislante de PVC. (tabla ITC-BT-19)
- $I_{cc\_max}=15000 \text{ A}$ . Se toma este valor en ausencia de información de la distribuidora. Es un parámetro típico, pero se tendrá que recalcular cuando Iberdrola nos diga el dato exacto.
- Se considera un t=0.01 s como tiempo de actuación típico de un interruptor magnetotérmico

$$(I^2t)_{cable} \geq (I^2t)$$

$$(I^2t)_{cable} = k^2 \cdot S^2 \geq (I^2t) = I_{cc}^2 \cdot t$$

$$(I^2t)_{cable} = 115^2 \cdot 25^2 \geq (I^2t)_{ico} = 15000^2 \cdot 0,01$$

$$(I^2t)_{cable} = 8,27 \cdot 10^6 \geq (I^2t) = 2.25 \cdot 10^6 \text{ ¡¡CUMPLE!!}$$

### 1.10.3 Instalación cuadro de AC-Cuadro General

#### 1.11.3.1 Criterio térmico

- $I_{AC\_inversor} = 47,9 \text{ A} \rightarrow I_{salida} = 47,9 \cdot 1,25 = 59,9 \text{ A}$  (ITC-BT-40)
- Inversor trifásico
- $L = 5 \text{ m}$

#### Resultado

- Instalación (ITC-BT-19):
  - o Tipo de cable:  $3 \times 25 \text{ mm}^2$  cables unipolares PVC 70°C.
    - $I_{max} = 77 \text{ A}$
  - o Método Instalación: Tipo B1, conductores aislados en tubos en montaje superficial.

#### 1.11.3.2 Caída de tensión

- Permitida por "GUIA-BT-40" en distribución,  $e = 1,5\%$
- $\gamma = 48$  (Utilizamos cable PVC y llegamos a 70°C en condiciones régimen permanente)
- Longitud = 40 m

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{linea} \cdot L}{\gamma \cdot U_{linea} \cdot 1,5\%} = \frac{\sqrt{3} \cdot 47,9 \cdot 5 \text{ m}}{448 \cdot 400 \cdot 1,5\%} = 1,44 \text{ mm}^2 \sim 25 \text{ mm}^2$$

- Resultado: Cable  $3 \times 25 \text{ mm}^2$  de cable unipolar de PVC Según "GUIA-BT-19" ( $I_{max} = 77 \text{ A}$ )



### 1.11.3.3 Criterio de pérdidas

- Resistividad del cobre a 70º= 0,021  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$  PVC
- L=5m

$$R_{Cu} = \frac{\text{Resistividad cable } (\Omega\text{mm}^2/\text{m}) \cdot (\text{m})}{\text{sección } (\text{mm}^2)} = \frac{0,021 \cdot 5}{25} = 0.0252\Omega$$

$$P = R_{Cu} \cdot I^2 = (0,0252) \cdot 47,92 = 57,82 \text{ W}$$

$$\%P\acute{e}rdidas \text{ Watts} = \frac{57,82}{30000\text{W}} \cdot 100 = 0,193\% < 1,5\% \text{ ¡¡ CUMPLE!!}$$

### 1.11.3.4 Criterio de cortocircuito

- K= 115 por ser un cable de cobre y con aislante de PVC. (tabla ITC-BT-19)
- $I_{cc\_max}$ =15000 A. Se toma este valor en ausencia de información de la distribuidora. Es un parámetro típico, pero se tendrá que recalcular cuando Iberdrola nos diga el dato exacto.
- Se considera un t=0.01 s como tiempo de actuación típico de un interruptor magnetotérmico

$$(I^2t)_{cable} \geq (I^2t)$$

$$(I^2t)_{cable} = k^2 \cdot S^2 \geq (I^2t) = I_{cc}^2 \cdot t$$

$$(I^2t)_{cable} = 115^2 \cdot 25^2 \geq (I^2t)_{ico} = 15000^2 \cdot 0,01$$

$$(I^2t)_{cable} = 8,27 \cdot 10^6 \geq (I^2t) = 2.25 \cdot 10^6 \text{ ¡¡ CUMPLE!!}$$

### **1.11 Instalación de puesta a tierra**

Requisitos adicionales para instalación de puesta a tierra por lo que respecta a ITC-BT-40 y RD 1699/2011 es:

- La independencia de las tierras entre la red distribución pública y la red interior. (RD 1699/2011 artículo 15.3 GUIA-BT 18, en su apartado 11, detalla las medidas a considerar para garantizar la adecuada independencia entre redes de tierra. En caso de no poder garantizar la adecuada independencia entre redes de tierra, se asegurará que las tensiones que puedan presentar en las masas de utilización (edificio) no superen el MIE-RAT-13 ante defectos en AT (Fase-tierra) cuya máxima corriente de defecto ( $I_d$ ) es un valor que generalmente proporcionan las compañías eléctricas (por ejemplo, 500A a 25kV; 650A a 11kV; 25 A por kV; etc.).

En instalaciones generadoras interconectadas, conectadas a instalaciones receptoras que pueden ser alimentadas, de forma simultánea o independiente, por dichos grupos o por la red de distribución pública, se establece que:

- El esquema de puesta a tierra será TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la red de distribución pública.
- La transferencia de defectos entre la red y la instalación generadora se considera resuelta, independientemente del convertidor utilizado, siempre que se cumpla el siguiente esquema aplicado por separado a las distintas partes de la instalación, básicamente convertidor y elementos del generador (por ejemplo, en el caso de generación fotovoltaica, inversores y cada uno de los paneles fotovoltaicos), a menos que estén juntas

#### **1.12 Estudio para la gestión de residuos en una instalación fotovoltaica**

Se entiende como residuo, cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

En el proyecto que nos aplica se generaran “residuos industriales”, que son los residuos resultantes de los procesos de fabricación, transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o mantenimiento generados por la actividad industrial.

El siguiente estudio de gestión de residuos tiene como objetivo establecer el protocolo de actuación, para dar cumplimiento al RD 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición (RCDs).

El presente Estudio realiza una estimación de los residuos que se prevé generar en los trabajos de ejecución de la obra y servirá de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte de la empresa contratista.

Será de aplicación el conjunto de normativa estatal y autonómica relativa a la gestión de residuos.

- Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados
- Orden MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y lista europea de residuos.
- Ordenanza municipal para la gestión de residuos y limpieza varia, Alzira (Valencia).

#### **1.12.1 Identificación de Agentes Intervinientes**

El poseedor de los residuos será la empresa encargada de ejecutar la obra, quien a su vez será el generador de residuos (instalador).

Este agente asumirá las responsabilidades y obligaciones de acuerdo a la normativa vigente, siendo el encargado de gestionar los RCDs hasta su entrega al gestor de los residuos autorizado (público o privado).

#### **1.12.2 Identificación de Agentes Intervinientes**

Durante la ejecución de la instalación, se generarán los siguientes residuos no peligrosos, clasificados de acuerdo a la orden MAM/304/2002, e identificados con el código LER.

##### Residuos de envases: Envases

- 15 01 01 Envases de papel y cartón
- 15 01 02 Plástico
- 15 01 03 Envases de madera

##### Residuos de envases: Envases

- 17 02 03 Plástico

- 17 04 11 Cables

Para la estimación de la cantidad de residuos de envases, se calcula a razón del número de elementos a recibir en la obra.

MATERIAL	Peso unitario (kg)	Cantidad	Peso residuo (kg)
Envases de plástico	0,3	50	15
Envases de papel y cartón	2	400	800
Envases de madera	25	15	375

Tabla 11: Pesos totales de los residuos de envases

Sobre los RCD de naturaleza no pétreo, la cantidad total y % de residuo estimado a generar en la obra es:

MATERIAL	Peso Total (kg)	% residuos	Peso residuo (kg)
Cables	324 kg	3%	9,7
Plástico	800 kg	5%	40

Tabla 12: Pesos totales de los residuos de naturaleza no pétreo

Para realizar el cálculo de los volúmenes, se utilizarán las siguientes densidades

Residuo	Densidad
Cartón	0,9
Madera	0,6
Plástico	0,9
Metales	1,5

Tabla 13: Densidades de materiales

Según las tablas antes descritas, se ha procedido a la obtención de los valores estimados para los residuos generados en la obra que se resumen en la tabla siguiente. A partir de estas estimaciones, tanto en peso como volumen, se realizará la valoración del coste del tratamiento de dichos residuos.

Residuo	Peso(Tn)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cartón	0,8	0,89
Madera	0,375	0,62
Plástico	0,055	0,06
Metales	0.009	0,006

Tabla 14: Densidades de materiales

### 1.12.3 Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto

Todos los residuos que se generan en la obra son de naturaleza no peligrosa.

El tratamiento del residuo se realizará sin poner en peligro la salud de las personas y sin dañar al medio ambiente.

Los residuos se mantendrán almacenados en condiciones adecuadas de higiene y seguridad.

Se entregará al gestor los residuos generados y se tramitará el proceso necesario de tratamiento de estos.

Se llevará un control documental y registral sobre la cantidad y tipo de residuo que se entregará al gestor.

El gestor de residuos emitirá un informe sobre los residuos depositados, que se entregará a la dirección facultativa.

Una vez terminada la obra, se deberá de retirar todo tipo de residuo generado.

### 1.12.4 Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra

No se prevé la posibilidad de realizar en obra ninguna de las operaciones de reutilización, valoración ni eliminación. Por lo tanto, se propone la contratación de Gestores de Residuos autorizados, para la correspondiente retirada y posterior tratamiento.

#### **1.12.5 Medidas para la separación de los residuos en obra**

La recogida selectiva de los residuos es útil tanto para facilitar su valorización como para mejorar su gestión.

Se realizará la recogida diferenciada de metales, maderas, plásticos, papel, cartón, etc. de forma que se les dé un destino diferente del vertido, consiguiendo la valorización de los residuos

#### **1.12.6 Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición**

Los residuos de la misma naturaleza o similares deben ser almacenados en los mismos contenedores, ya que de esta forma se aprovecha mejor el espacio y se facilita su posterior valorización.

#### **1.12.7 Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición**

Teniendo en cuenta las tarifas actuales para los residuos identificados el presupuesto para su gestión en vertedero/gestor de residuos, incluido transporte se estima en 150€.

## 2. Cálculos justificativos

### 2.1 Compatibilidad del inversor

Para calcular los paneles en serie y paralelo que admite el inversor escogido para la instalación, es necesario hacer los cálculos que se mostrarán en este apartado del proyecto.

#### 2.1.1 Paneles en serie

##### 2.1.1.1 Paneles en serie máximos

$$N_{s\_max} \leq \frac{V_{DC\_max}}{V_{MODoc}(G_{STC}, T_{min})}$$

$$V_{MODoc}(G_{STC}, T_{min}) = V_{MODoc-STC} + (T_{min} - 25^{\circ}C) \cdot \beta_{v/c}$$

$$\beta_{v/c} = (\%/^{\circ}C) \cdot V_{oc}$$

Siendo:

- $N_{s\_}$ : número máximo de módulos en serie.
- $V_{DC\_}$ : tensión máxima de entrada al inversor.
- $V_{MOD}(G_{STC}, T_{min})$ : es la máxima tensión que puede darse en el módulo fotovoltaico. Esta tensión se corresponde con la tensión de circuito abierto en condiciones de radiación estándar, 1000 W/m<sup>2</sup> y de mínima temperatura de operación  $T_{amb}$ .

El resultado de este apartado se encuentra en el punto 1.7.

##### 2.1.1.2 Paneles en serie mínimos

$$N_{s\_min} \geq \frac{V_{DC\_min}}{V_{MOD\_min}(G_{STC}, T_{max})}$$

$$V_{MOD\_}(G_{STC}, T_{max}) = V_{MODoc-PMP} + (T_{max} - 25^{\circ}C) \cdot \beta_{v/c}$$

$$T_{max} = T_{amb\_max} + G_{max} \cdot \left( \frac{NOTC - 20^{\circ}C}{0.8} \right)$$

$$\beta_{v/c} = (\%/^{\circ}C) \cdot V_{oc}$$

Siendo:

- $N_{s\_}$ : número mínimo de módulos en serie.
- $V_{DC\_}$ : tensión mínima de entrada al inversor.



- $V_{MOD\_m}(G_{STC}, T_{max})$ : es la mínima tensión que puede darse en el módulo fotovoltaico. Esta tensión se corresponde con la tensión del módulo en el punto de máxima potencia, corregida por las condiciones de radiación estándar, 1000 W/m<sup>2</sup> y de máxima temperatura de operación  $T_{amb\_}$ .

El resultado de este apartado se encuentra en el punto 1.7.

### 2.1.2 Paneles en paralelo

El número máximo que se conectan en paralelo por cada seguidor de máxima potencia (MPPT) en paralelo está limitado por el requisito de que la máxima corriente del campo fotovoltaico sea inferior a la corriente de entrada máxima admitida por el inversor. Debe cumplirse la siguiente expresión:

$$N_p \leq \frac{I_{DC\ max}}{I_{MOD\_sc}(T_{max})}$$

$$I_{MOD\_sc}(T_{max}) = I_{MOD\_sc\_STC} + \alpha_{A/c} \cdot (T_{max} - 25^{\circ}C)$$

$$\alpha_{A/c} = (\%/^{\circ}C) \cdot I_{MOD\_sc}$$

Siendo:

- $I_{DC\_}$ : la corriente máxima de entrada al inversor.
- $I_{MOD\_sc}(T_{max})$ : es la máxima corriente que puede entregar el módulo. Esta corriente corresponde a la corriente de cortocircuito en condiciones de temperatura máxima  $T_{max}$
- $\alpha_{A/c}$ : coeficiente de corrección de la corriente, para el módulo seleccionado.

El resultado de este apartado se encuentra en el punto 1.7.

## 2.2 Caídas de tensión (Guía-BT-Anexo 2)

Instalaciones receptoras monofásicas:

$$e = \rho \frac{2PL}{SU}$$

Instalaciones receptoras trifásicas:

$$e = \rho \frac{PL}{SU}$$

Siendo:

- e: caída de tensión máxima
- P: Potencia activa en vatios.
- L: longitud de la línea en metros
- $\rho$ : Resistividad  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$

Nota 1: Valores aproximadas de reactancia

En ausencia de datos se puede estimar el valor de la reactancia inductiva como  $0.1\Omega/\text{km}$  o bien como un incremento adicional de la resistencia:

Sección	Reactancia inductiva (X)
$S \leq 120 \text{ mm}^2$	$X \sim 0$
$S = 150 \text{ mm}^2$	$X \sim 0,15 \text{ R}$
$S = 185 \text{ mm}^2$	$X \sim 0,20 \text{ R}$
$S = 240 \text{ mm}^2$	$X \sim 0,25 \text{ R}$

Tabla 15: Reactancia según sección

Nota 2: Valores de conductividad para cobre y aluminio a distintas temperatura:

Material	20	70	90
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 16: Conductividad del Cu y Al a diferentes temperaturas

El resultado de este apartado se encuentra en el punto 1.10.

### 2.3 Dimensionamiento cableado ante cortocircuitos

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

Este criterio, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

El criterio es el siguiente:

$$(I^2t)_{cable} = k^2 * S^2 \geq (I^2t)$$

	Aislamiento de los conductores							
	PVC 70°C ≤ 300 mm <sup>2</sup>	PVC 70°C > 300 mm <sup>2</sup>	PVC 90°C ≤ 300 mm <sup>2</sup>	PVC 90°C > 300 mm <sup>2</sup>	PR/EPR	Goma 60 °C	Mineral Con PVC	Mineral Desnudo
Temperatura inicial °C	70	70	90	90	90	60	70	105
Temperatura final °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Material del conductor								
Cobre	115	103	100	86	143	141	115 <sup>*)</sup>	135
Aluminio	76	68	66	57	94	93	-	-
Conexiones soldadas con estaño para conductores de cobre	115	-	-	-	-	-	-	-
<sup>*)</sup> Este valor se debe utilizar para cables desnudos expuestos al contacto. NOTA 1 Para duraciones muy cortas (< 0,1 s) donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de la intensidad, k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> debe ser superior a la energía (I <sup>2</sup> t) que deja pasar el dispositivo de protección, indicada por el fabricante. NOTA 2 Otros valores de k están en estudio para: - los conductores de pequeña sección (especialmente para secciones inferiores a 10mm <sup>2</sup> ); - las duraciones de cortocircuitos superiores a 5s; - otros tipos de conexiones en los conductores; - los conductores desnudos. NOTA 3 La corriente nominal del dispositivo de protección contra los cortocircuitos puede ser superior a la corriente admisible de los conductores del circuito. NOTA 4 Los valores de esta tabla están basados en la norma UNE 211003-1.								

*Ilustración 53: Aislamiento de conductores*

El resultado de este apartado se encuentra en el punto 1.10.

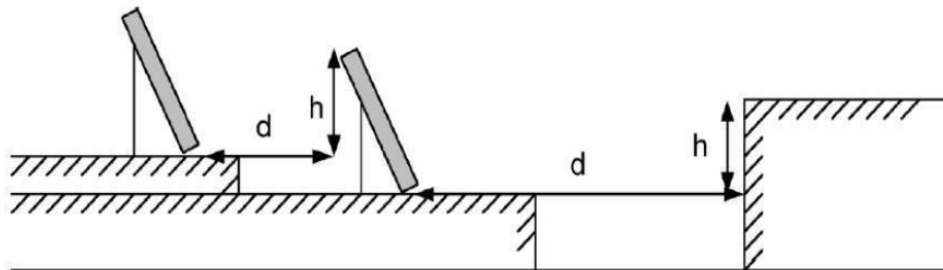
## 2.4 Cálculo de sombras

Latitud	29º	37º	39º	41º	43º	45º
k	1,6	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 1

Cálculo de la altura  $h$

Filas de placas solares: Cálculo de la distancia "d"



Expresión a utilizar para el cálculo de la distancia  $d$ :

$$d = \frac{h}{\tan(61 - \text{latitud})} = k * h$$

$d = k * h$

Donde:

$h$  es la altura máxima del obstáculo.

El coeficiente "k" sería=  $\frac{1}{\tan(61 - \text{latitud})}$

Ilustración 64: Cálculo de sombras

El resultado de este apartado se encuentra en el punto 1.6.

### 3. Estudio económico: Cálculo del VAN y la TIR

Para determinar la rentabilidad de la instalación, analizaremos la inversión, así como calcular el valor actual neto y la tasa interna de retorno.

Para hacer un balance económico del proyecto, se procederá a calcular el Valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) para saber si es un proyecto viable económicamente.

#### 3.1 VAN

Siendo:

- **VAN:** Criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para saber cuánto se va a ganar o perder con esa inversión.

$$VAN = \sum \frac{\text{Flujo Caja}}{(1+K)^n}$$

- **Flujos de caja:** diferencia entre fondos generados e inversión.
- **n:** Año del proyecto para el que se realiza el cálculo.
- **K:** tipo de interés (se utilizará  $K = 5\%$ , el cual es un valor típico para instalaciones fotovoltaicas de esta magnitud).

Considerando:

- **IVA:** 21%
- **Precio actual de la luz:** 0,2€/kWh
- **Producción anual:** 36.676,11kWh/año

Por tanto, se obtienen unos ingresos anuales de:

$$0,2\text{€/kWh} \cdot 36.676,11\text{kWh/año} = 7.335,22\text{€/año}$$

Con reducción por el IVA:  $7.335,22 - 7.335,22 \cdot 0,21 = 5.794,83\text{€}$

En la tabla a continuación se observa la distribución en varias columnas:

- En la primera columna se tienen los años de vida de la instalación.
- En la segunda columna tenemos el desembolso inicial, así como los gastos de mantenimiento.
- En la tercera columna se tienen los ingresos anuales, obtenidos por la venta de energía.
- En la última columna se tienen los flujos de caja.

Años	Desembolso	Ingresos	Flujos de caja
0	31.793,29	-	-31793,29
1	1.000	5.794,83	-25998,46
2	1.000	5.794,83	-20203,63
3	1.000	5.794,83	-14408,8
4	1.000	5.794,83	-8613,97
5	1.000	5.794,83	-2819,14
6	1.000	5.794,83	2975,69
7	1.000	5.794,83	8770,52
8	1.000	5.794,83	14565,35
9	1.000	5.794,83	20360,18
10	1.000	5.794,83	26155,01
11	1.000	5.794,83	31949,84
12	1.000	5.794,83	37744,67
13	1.000	5.794,83	43539,5
14	1.000	5.794,83	49334,33
15	1.000	5.794,83	55129,16
16	1.000	5.794,83	60923,99
17	1.000	5.794,83	66718,82
18	1.000	5.794,83	72513,65
19	1.000	5.794,83	78308,48
20	1.000	5.794,83	84103,31
21	1.000	5.794,83	89898,14
22	1.000	5.794,83	95692,97
23	1.000	5.794,83	101487,8
24	1.000	5.794,83	107282,63
25	1.000	5.794,83	113077,46
<b>Total</b>	56.793,29	144.870,75	572.663,47

Tabla 17: Flujos de caja

Y sabiendo:

VAN	>	0	→	Se generarán beneficios
VAN	=	0	→	No se generarán beneficios
VAN	<	0	→	Se generarán pérdidas

### 3.2 TIR

Siendo:

- **TIR:** valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero para un proyecto de inversión dado.

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

Y sabiendo:

TIR	>	0	→	Se acepta el proyecto.
TIR	=	0	→	Se puede o no aceptar.
TIR	<	0	→	Se rechaza el proyecto.

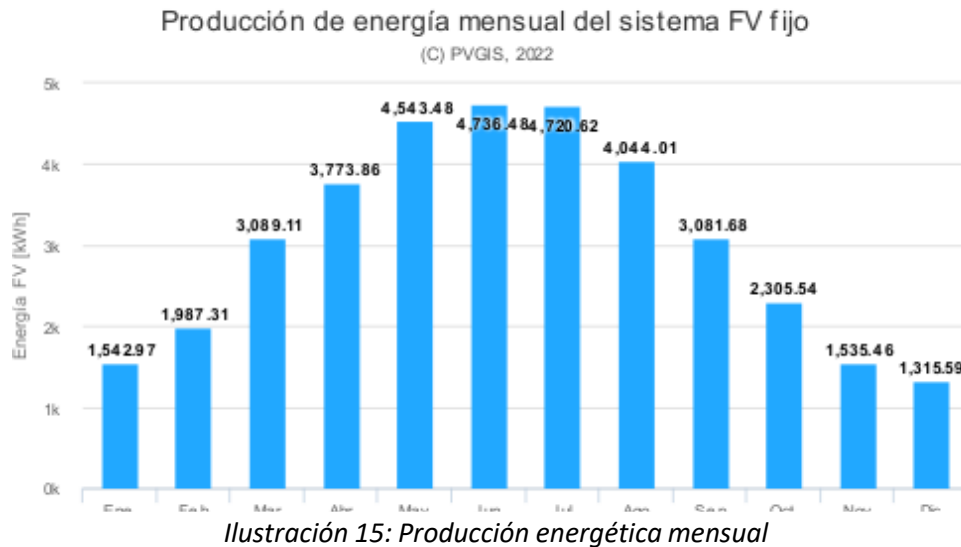
Quedando entonces:

VAN	TIR
572.663,47	17%

Tabla 18: VAN y TIR

### 3.3 Análisis energético y emisiones

Para analizar la viabilidad de esta ubicación para implementar la instalación, se ha llevado a cabo un estudio de la producción de energía del emplazamiento con la herramienta PVGIS.



Obteniendo una producción anual estimada de 36,676.11MWh al año.

Mes	Producción kWh
Enero	1542.97
Febrero	1987.31
Marzo	3089.11
Abril	3773.86
Mayo	4543.48
Junio	4736.48
Julio	4720.62
Agosto	4044.01
Septiembre	3081.68
Octubre	2305.54
Noviembre	1535.46
Diciembre	1315.59
<b>Total</b>	<b>36676.11</b>

*Tabla 19: Producción mensual*



Sabiendo lo que produciría nuestra instalación fotovoltaica, a continuación se observa el consumo anual de la empresa:

Mes	Consumo kWh
Enero	5649.00
Febrero	3449.00
Marzo	3226.00
Abril	2942.00
Mayo	1655.00
Junio	2131.00
Julio	3363.00
Agosto	3024.00
Septiembre	3766.00
Octubre	2969.00
Noviembre	4472.00
Diciembre	5307.00
<b>Total</b>	<b>41953.00</b>

*Tabla 20: Consumo anual por mes*

Realizando una tabla comparativa donde veamos los excedentes que se generan:

Mes	Producción	Consumo	Excedentes
Enero	1542,97	5649	-4106,03
Febrero	1987,31	3449	-1461,69
Marzo	3089,11	3226	-136,89
Abril	3773,86	2942	831,86
Mayo	4543,48	1655	2888,48
Junio	4736,48	2131	2605,48
Julio	4720,62	3363	1357,62
Agosto	4044,01	3024	1020,01
Septiembre	3081,68	3766	-684,32
Octubre	2305,54	2969	-663,46
Noviembre	1535,46	4472	-2936,54
Diciembre	1315,59	5307	-3991,41

*Tabla 21: Excedentes producidos*

Como se puede observar, nuestra instalación no podría cubrir la demanda del período comprendido entre Septiembre y Marzo, pero, dicha instalación se trata de una ampliación de otra ya existente de 60kW, por tanto, si unificásemos la producción de ambas instalaciones obtenemos:

Mes	Producción 60 kW + 30 kW	Consumo	Excedentes (kWh)	Factura € (sin excedentes)	Precio kWh (€)	Excedentes (€)	Término de energía a pagar a comercializa dora
Enero	5216,90	5649	0	1666,64	0,024	0	1.666,64
Febrero	6355,80	3449	2906,80	703,72	0,05	145,34	558,38
Marzo	9397,50	3226	6171,50	656,87	0,048	296,232	360,63
Abril	11127,60	2942	8185,60	610,12	0,048	392,9088	217,21
Mayo	13656,50	1655	12001,50	568,49	0,051	612,0765	0,00
Junio	14329,90	2131	12198,90	439,60	0,051	622,1439	0,00
Julio	14637,30	3363	11274,30	787,79	0,051	574,9893	212,80
Agosto	12778,10	3024	9754,10	639,93	0,066	643,7706	0,00
Septiembre	9895,10	3766	6129,10	629,43	0,066	404,5206	224,91
Octubre	7591,90	2969	4622,90	531,60	0,106	490,0274	41,57
Noviembre	5278,90	4472	806,90	973,24	0,106	85,5314	887,70
Diciembre	4600,60	5307	0	1319,67	0,106	0	1.319,67
<b>Total</b>	-	-	-	<b>9527,09</b>			<b>5489,52</b>

*Tabla 22: Excedentes conjuntos*

Por tanto, con el conjunto de la instalación se obtiene un ahorro anual de 4037,57€.

Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

Para determinar la cantidad de CO<sub>2</sub> que se evita emitir al medio ambiente, es necesario

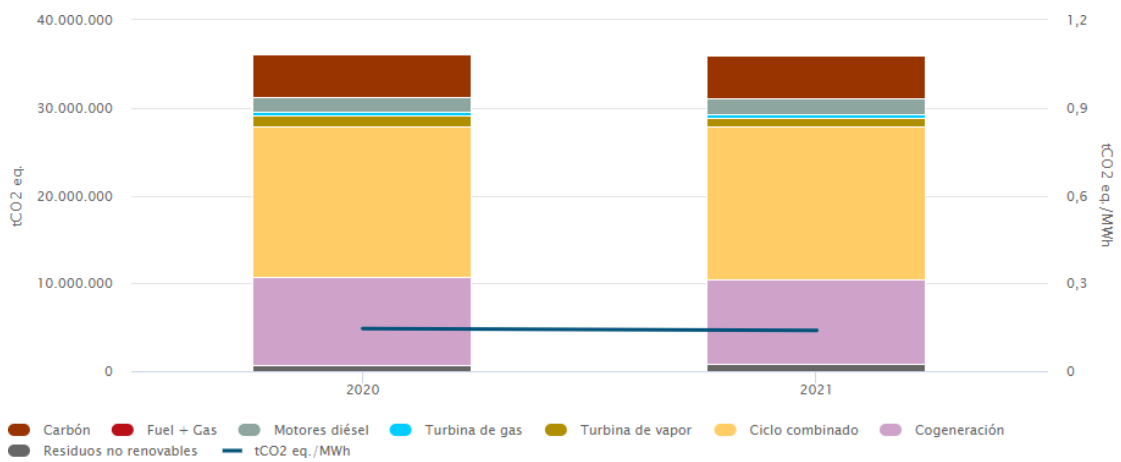


Ilustración 15: Emisiones CO<sub>2</sub> de la red eléctrica Española

Según el gráfico, se emiten 0,14 tCO<sub>2</sub> por cada MWh, entonces para nuestra instalación (únicamente la de 30kW):

Producción (MWh)	Emisiones evitadas (ton CO <sub>2</sub> )
36,67611	5,14

Tabla 23: Emisiones evitadas

#### **4. Conclusiones**

Como conclusión, se puede decir que el proyecto resulta rentable, ya que la inversión empezaría a recuperarse a partir del año 5 de la instalación, obteniendo un beneficio de 572.663,47€ al final de la vida útil de la instalación, lo que resulta en un balance positivo, procedente de una fuente de energía renovable.

Ello resulta en una instalación conformada por un total de 51 módulos con potencia unitaria de 540W e inversor de 30kW, generando anualmente una potencia de 36,67611MWh, con un Payback de 5 años, y valores de VAN de 572.663,47 y TIR de 17%, teniendo un coste total de 31.793,29€.

Debe de tenerse en cuenta que el precio de la luz va cambiando, por lo que podría producirse un cambio en la rentabilidad del proyecto, y este podría verse afectado negativamente.

## 5. Bibliografía

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. [<https://www.boe.es/buscar/pdf/2001/BOE-A-2001-11881-consolidado.pdf>]

Real Decreto 842/2022, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. [<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099>]

Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación. [<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1982-31526>]

Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. [<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-16478>]

Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. [<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2019-5089>]

Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. [<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2011-19242>]

Instrucción técnica complementaria MIE-RAT 13  
[[https://www.webaero.net/ingenieria/especificaciones\\_y\\_normas/NB/reglamentos\\_tecnicos\\_oficiales/mierat/mierat13.pdf](https://www.webaero.net/ingenieria/especificaciones_y_normas/NB/reglamentos_tecnicos_oficiales/mierat/mierat13.pdf)]

ITC-BT-40 [[https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/bt/Guia\\_bt\\_40\\_sep13R1.pdf](https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/bt/Guia_bt_40_sep13R1.pdf)]

[https://www.boe.es/biblioteca\\_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326\\_Reglamento\\_electrotecnico\\_para\\_baja\\_tension\\_e\\_ITC](https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC)

[https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP)

[www.ree.es](http://www.ree.es)

[https://www.tuveras.com/reglamentos/guiatecnica/guia\\_bt\\_22\\_oct05R1.pdf](https://www.tuveras.com/reglamentos/guiatecnica/guia_bt_22_oct05R1.pdf)

## II. PRESUPUESTO

Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en  
Alzira, Valencia

---

CÓDIGO	CONCEPTO	PRECIO	UNIDADES	SUBTOTAL
PSM006	Panel Solar Monocristalino de 540w Panel Solar Tier 1 de JA Solar, Risen o equivalente. Garantía 12 años de producto. 25 años de prestaciones.	218,79€	51 Unidades	11.016,00€
EST004	Estructura de aluminio coplanar sobre cubierta metálica Estructura para cubierta metálica fabricada en aluminio contornillería en acero inoxidable. Garantía de 10 años proporcionada por el fabricante.	50,00€	60 Unidades	3.000,00€
EST002	Estructura de aluminio Estructura para superficie plana fabricada en aluminio con tornillería en acero inoxidable. Va por paquetes, cada uno sirve para 5 paneles.	75,00€	6 Unidades	450,00€
OPT001	Optimizador Huawei SUN2000-450w Máxima eficiencia de cada panel (99.5%). Aumenta la flexibilidad de la instalación ya que permite colocar los módulos en diferentes inclinaciones y direcciones. El optimizador de paneles Huawei evita la pérdida de rendimiento del sistema que provocaría la proyección de sombras sobre la instalación.	50,00€	6 Unidades	300,00€
CAB001	Cableado Solar 4mm2 Cable solar con certificado TUV y EN apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Se trata de un cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor.	1,68€	340 Metros	571,20€
CPT003	Armario protecciones AC Trifásico Incluye diferencial y térmico	250,00€	1 Unidades	250,00€
INV011	Huawei SUN2000-30KTL- M3 Garantía de 10 años proporcionada por el fabricante	2.584,37€	1 Unidades	2.584,37€
	Montaje y puesta en marcha de IF mayor de 10kW Incluye material menor. Garantía en la ejecución de los trabajos de 2 años desde la puesta en marcha de la instalación.	103,88€	67 Unidades	6.960,26€
	Elevador electrico 14m Plataforma tijera eléctrica de 14 m, modelo JLG 4054R. Alzira	106,87€	3 Días	320,61€

Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en  
Alzira, Valencia

---

Legalización Instalación Fotovoltáica llave en mano con Potencia entre 10kW y 100kW	3.600,00€	1 Unidades	3.600,00€
---	-----------	------------	-----------

- Redacción Proyecto técnico + Visados (1500€)
- Redacción Plan de Seguridad (500€)
- Certificado de instalación y puesta en marcha (300€)
- Dirección de Obra + Visados (1000€)
- Tramitación con distribuidora para la compensación de excedentes (300€).

Nota: Incluye tramitación de subvención

Nota2: Incluye tasa de tramitación instalación autoconsumo ante industria.

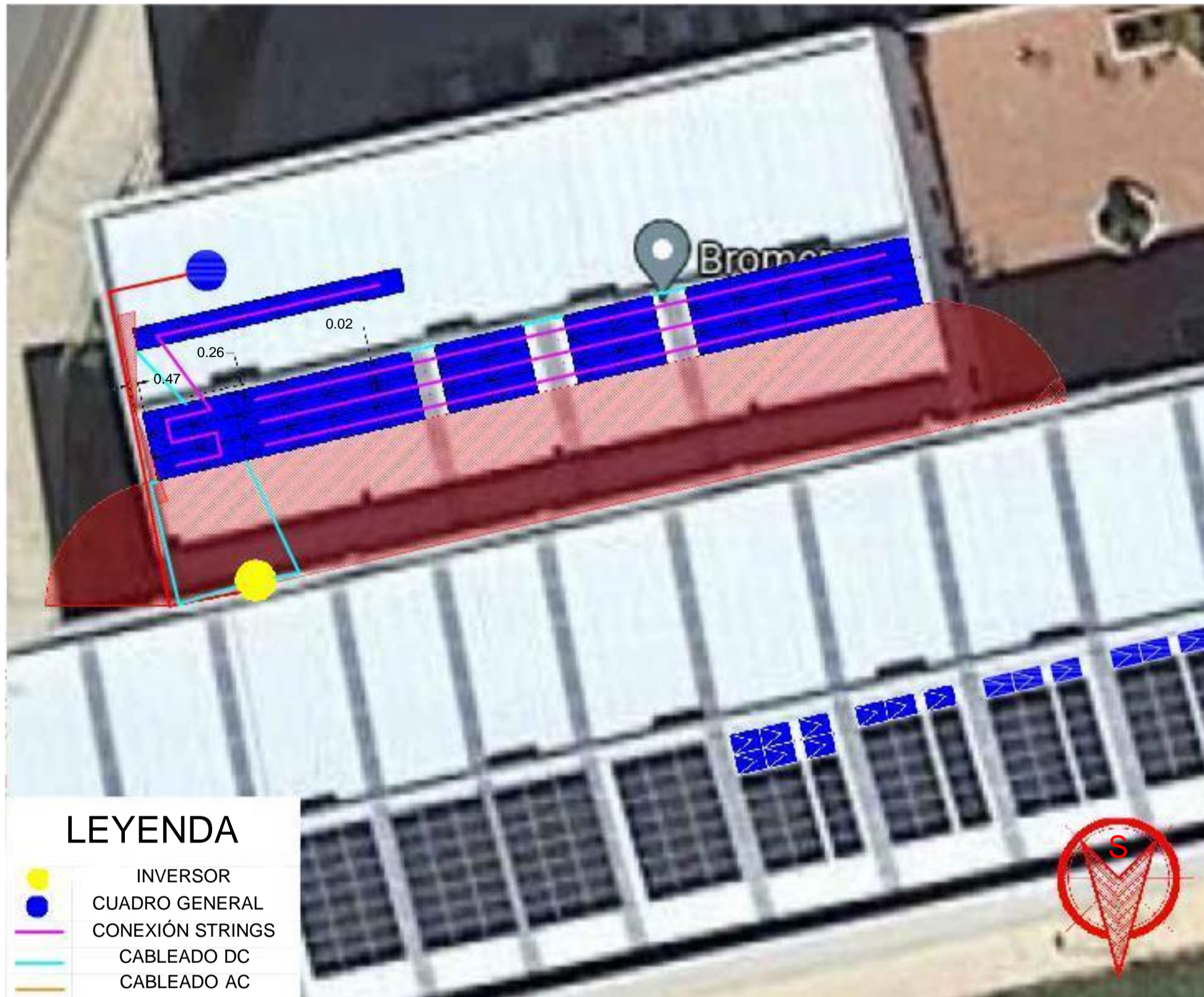
Nota3: Coordinación de seguridad integrada en la dirección facultativa.

DESCUENTO 10 %	2.919,49€
BASE IMPONIBLE	26.275,44€
IVA 21%	5.517,85€
<b>TOTAL</b>	<b>31.793,29€</b>

- Usaremos el vatímetro que incluye la instalación existente.



### III. PLANOS



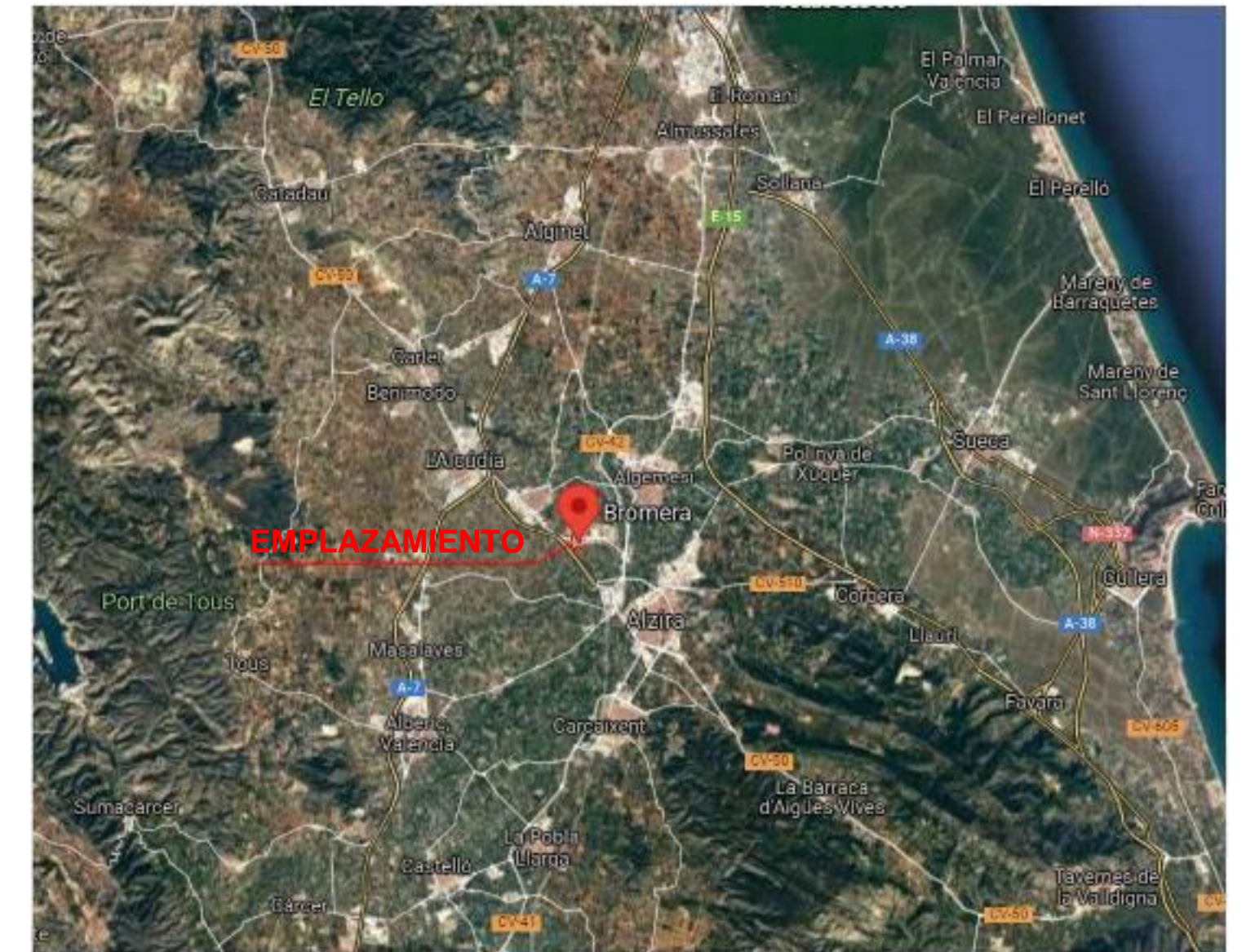
## LEYENDA

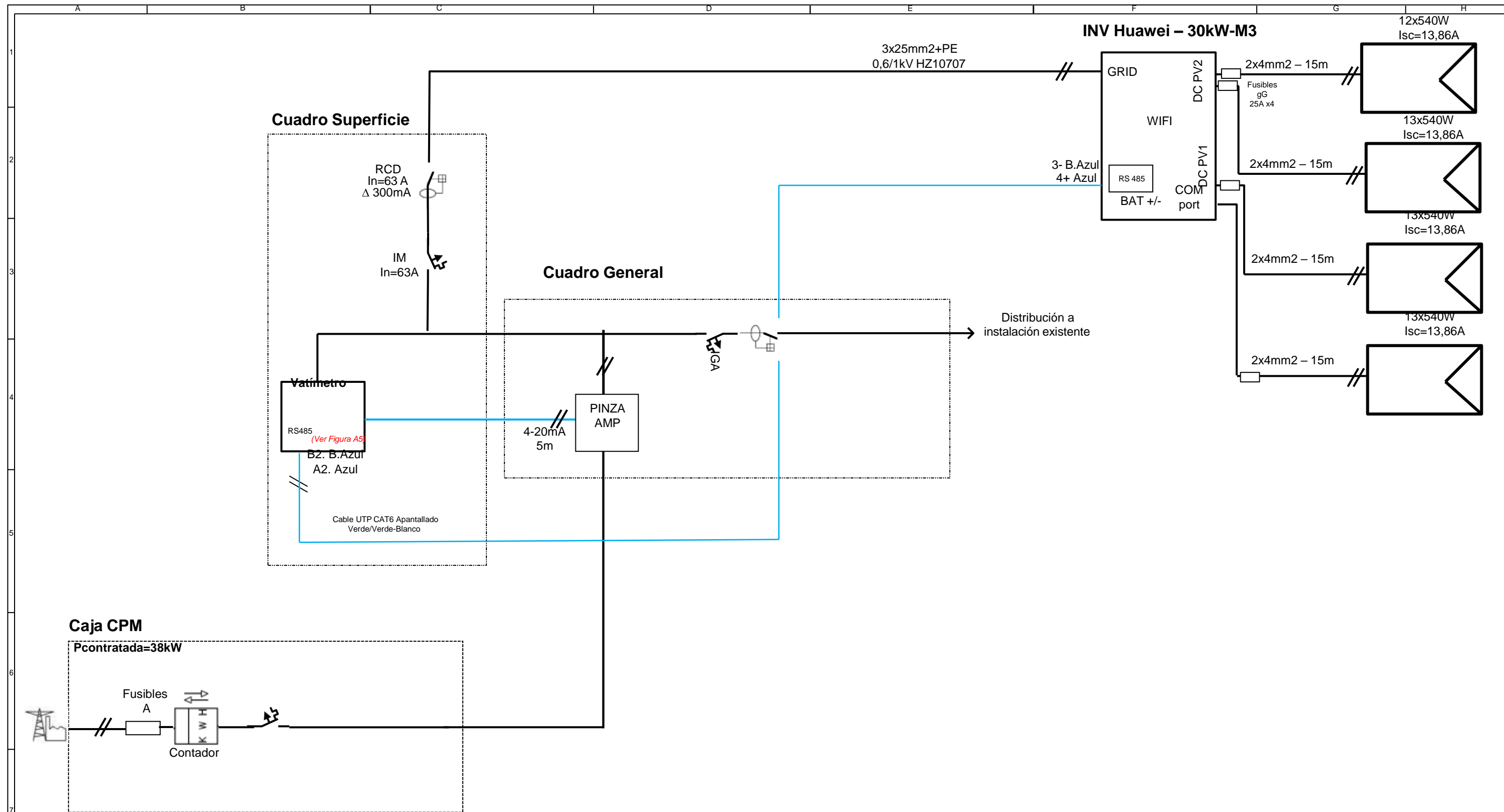
- INVERSOR
- CUADRO GENERAL
- CONEXIÓN STRINGS
- CABLEADO DC
- CABLEADO AC



### NOTAS:

1. LOS MÓDULOS ESTARÁN EN UNA ESTRUCTURA COPLANAR.
2. PARA EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA VER EL MANUAL DE MONTAJE DEL FABRICANTE.
3. PONER MALLAS METÁLICAS EN LOS TRAGALUZ.
4. HAY 3 STRINGS DE 13 PANELES (LOS DE LA DERECHA) Y 1 STRING DE 12 (EL DE LA IZQUIERDA QUE HACE UNA "S"). EN TOTAL 4 STRINGS AL INVERSOR.





**Notas del esquema**

(\*) Instalación fotovoltaica sin dispositivo de no vertido a red. Por lo tanto, acorde al RDL 244/2019, es una instalación con compensación de excedentes. Hay un medidor de a la entrada del cuadro general para monitorizar la energía consumida, generada por el inversor y la vertida a la red.

(\*\*) → Vatímetro salida RS485

- Salida A y B trenzadas entre sí para que funcionamiento correcto
- Utilizar cable bipolar trenzado apantallado UTP CAT6

## IV. ANEXOS

ANEXO A: Estudio básico Seguridad y Salud

# Instalación fotovoltaica

## **ANEXO A: Estudio Básico de Seguridad y Salud**

## **Índice**

### **1. Introducción y datos generales**

- 1.1. Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud
- 1.2. Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud

### **2. Equipos principales que van a ser instalados durante los trabajos**

- 2.1. Panel solar monocristalino
- 2.2. Inversor y cuadros eléctricos
- 2.3. Equipos y máquinas previstos a utilizar

### **3. Riesgos laborales**

- 3.1. Identificación de los riesgos laborales
- 3.2. Riesgos específicos por máquinas, herramientas, protecciones, etc.

## **1. INTRODUCCIÓN Y DATOS GENERALES**

### **1.1. Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, en adelante EBSS, se ha realizado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las 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 6 *Estudio Básico de Seguridad y Salud* del RD 1627/1997, precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Debe contemplar la identificación de los riesgos laborales que pueden ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se pongan medidas alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios apartados del anexo II de dicho RD (ANEXO II Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores). Además, en el EBSS se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles paraefctuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

De acuerdo con el artículo 3 *Designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud* del RD 1627/1997, si en la ejecución de la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos, el promotor, deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

El EBSS es un documento exclusivamente descriptivo. De acuerdo con el artículo 7 *Plan de Seguridad y Salud en el trabajo* del RD del 1627/1997, la elaboración de un EBSS servirá como base para que cada contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

### **1.2. Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud**

El RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el artículo 4 *Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras*, algunos de los supuestos siguientes para la edición de un estudio de seguridad y salud:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 euros.
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

**En el presente proyecto NO se da ninguno de los supuestos casos anteriores, por lo que se procede realizar un EBSS.**



## **2. EQUIPOS PRINCIPALES QUE VAN A SER INSTALADOS DURANTE LOS TRABAJOS**

Los equipos a instalar durante los trabajos son los siguientes:

### **2.1. Panel solar**

Se prevé instalar paneles solares repartidos en la **cubierta** del edificio.

La dimensión de cada panel es de 2,28x1,134 y su peso es de 29 kg (aproximados).

### **2.2. Inversor y cuadros eléctricos**

El modelo de inversor es de 30 kW y con una tensión 230/400V. Tiene una unidad primaria y otra secundaria.

El inversor mide 640 x 530 x 270 mm y su peso es de 43 kg.

### **2.3. Equipos y máquinas previstos a utilizar**

Los equipos y máquinas previstos a utilizar durante el desarrollo de los trabajos se listan a continuación.

- Atornillador
- Taladro
- Escalera manual de apoyo
- Escalera manual de tijera
- Herramientas manuales: golpe, corte, torsión, medición.

Todos los equipos que aquí no se nombren deberán estar considerados y evaluados en el Plan de Seguridad y Salud correspondiente.



## **3. RIESGOS LABORALES**

### **3.1. Identificación de los riesgos laborales**





En este apartado se detalla una relación de riesgos laborales identificados en los trabajos a desempeñar, que pueden ser continuos durante toda la ejecución de los trabajos o puntuales.








Los riesgos considerados en el presente EBSS son identificados a partir de la lista que ofrece la *Clasificación de riesgos laborales del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INHST) – Guía de evaluación para pymes*. Así como, también a partir del *Anuario de Estadística de Accidentes de Trabajo de la Secretaría General Técnica de la Subdirección General de Estadísticas Sociales y Laborales del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales*.


Es muy importante la coordinación de los trabajos para evitar el máximo el grado de exposición a los riesgos directos e indirectos.

A continuación, se detallan:














- Relación de identificación y medidas preventivas de los riesgos laborales en los trabajos previstos

Ref.	Imagen	Riesgo	Medidas preventivas y protecciones técnicas
01		Caída de personas a distinto nivel.	<p>Uso obligatorio de arnés de seguridad (sistemas anticaídas) además de los EPI's generales indicados en el siguiente punto. Para la elección del sistema anticaídas adecuado han de considerarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sus características de diseño y de comportamiento en caso de caída.</li> <li>- La presencia de obstáculos en las proximidades.</li> <li>- La libertad de movimiento requerida para la ejecución de la tarea.</li> <li>- La situación del punto de anclaje (siempre que sea posible, el dispositivo de anclaje debe instalarse por encima de la cintura del trabajador y, preferentemente, por encima de la cabeza).</li> </ul> <p>Señalización del riesgo de caídas de personas a distinto nivel.</p>
02		Caída de personas al mismo nivel.	<p>El riesgo de caída de personas al mismo nivel tiene su origen en superficies irregulares, deslizantes, derrames, escombros, acopio de material incorrecto, pequeños desniveles, etc. Es un riesgo que puede desempeñar otros riesgos si ocurre en zonas de riesgo especial (como en las cubiertas).</p> <p>Para minimizarlo y controlarlo es necesario mantener un orden y limpieza durante todo momento del desarrollo de los trabajos y adecuación de las superficies y zonas de tránsito irregulares o deslizantes. Además de uso de los EPI's (como los zapatos antideslizantes) indicados en el siguiente punto.</p>
03		Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.	<p>Asegurar y garantizar que las cubiertas son <b>transitables</b>. En caso de que no lo sean, debe indicarse las zonas en las que no lo son y reforzar las zonas en las que deba tenerse acceso.</p> <p>Es necesario asegurar que dicha cubierta cumple con las garantías estructurales para ser transitada, saber el peso máximo permitido y poder realizar los trabajos previstos sobre éstas.</p> <p>Es necesario:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planificar trabajos y acopios para evitar sobrecargas en la estructura.</li> <li>2. En el proceso de elevación de cargas o elementos pesados, procurar no golpear estructuras. Grandes cargas guiadas.</li> <li>3. Suspensión de trabajos con condiciones meteorológicas adversas.</li> <li>4. No abandonar trabajos sin dejar fijos los elementos ni en condiciones seguras.</li> </ol> <p>No acceder a la zona de trabajos sin previa autorización y sin comprobar que se han tomado las medidas oportunas para el control de los riesgos.</p>
04		Caída de objetos por manipulación.	<p>En trabajos en altura, en ocasiones es fácil que herramientas y/o equipos de trabajo puedan caer y desprenderse en altura, así como residuos. Para ello, se propone:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asegurar todas las herramientas. Por ejemplo, uso de cinturones para herramientas.</li> <li>2. Orden y limpieza en la zona de trabajo.</li> <li>3. Balizar las zonas de acceso de material a las cubiertas.</li> <li>4. Objetos ordenados, estables y alejados de los bordes.</li> <li>5. Determinar áreas específicas para ubicar equipos de trabajo, acopios, etc. para no interferir en los trabajos.</li> <li>6. Se prohíbe la permanencia y el paso de trabajadores / personal bajo la trayectoria de los materiales / cargas suspendidas.</li> </ol>

05		Pisadas sobre objetos.	Ver riesgo 02 Además, de asegurar el uso de calzado de seguridad anti-perforaciones.
06		Choques contra objetos inmóviles.	Señalizar, acotar los salientes de los objetos. El nivel de iluminación siempre deberá ser el adecuado a las tareas a realizar.
07		Choques contra objetos móviles.	Señalizar, acotar los salientes de los objetos. El nivel de iluminación siempre deberá ser el adecuado a las tareas a realizar.
08		Golpe y corte por objetos o herramientas.	Disponer de máquinas con <b>Resguardos o Protecciones</b> : Se debe impedir el acceso a zonas peligrosas o la ejecución de maniobras inadecuadas antes de que se produzca el acceso a dichas zonas. No alterar los resguardos de las máquinas y equipos de trabajo. Uso de las herramientas tal y como se indica en sus hojas técnicas del fabricante.
09		Proyección de fragmentos o partículas.	Disponer de máquinas con <b>Resguardos o Protecciones</b> : Se debe impedir el acceso a zonas peligrosas o la ejecución de maniobras inadecuadas antes de que se produzca el acceso a dichas zonas. No alterar los resguardos de las máquinas y equipos de trabajo. Uso de las herramientas tal y como se indica en sus hojas técnicas del fabricante.
10		Sobreesfuerzos.	<p>Siempre que sea posible, se evitarán las tareas que conlleven la manipulación manual de cargas mediante la automatización o la mecanización de las tareas.</p> <p>Siempre que sea posible, se planificarán la reducción y el rediseño de la carga.</p> <p>Los trabajadores deben estar formados tanto sobre los riesgos derivados de la manipulación manual de cargas como sobre las medidas de prevención y protección que hay que adoptar.</p> <p>Para levantar una carga, flexionar las rodillas, mantener la espalda lo más recta posible y hacer la fuerza con los músculos de las piernas. Si dicha carga resulta muy pesada o voluminosa, solicitar ayuda y en lo posible, utilizar medios mecánicos tales como: carretillas o transpaletas. Tomar pausas para estirar los músculos que han estado en tensión.</p> <p>Cuidar la espalda mediante la realización de ejercicio físico y estiramientos.</p> <p>Seguir la información descrita en el RD 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.</p>
14		Contactos eléctricos directos / indirectos.	<p>Este es uno de los riesgos principales a los que están expuestos los trabajadores en la instalación de los paneles solares y la conexión de los inversores, y cuadros eléctricos. El origen del riesgo puede ser por un mal uso, estado defectuoso, cables sin protección, trabajos realizados sin retirar tensión y sin asegurarse de ello, empalmes, cables sobre elementos punzantes, componentes en mal estado, personal no formado ni capacitado, etc.</p> <p>Es necesario seguir las disposiciones mínimas que se establecen en el RD 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 y sus anexos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustituir los componentes que presenten mal estado.</li> <li>- No hacer un mal uso de las instalaciones eléctricas. Uso correcto de instalaciones y equipos eléctricos</li> <li>- Comunicar cualquier situación anómala al responsable.</li> <li>- No realizar empalmes</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- No trabajar con cables sin protección</li> <li>- No situar cables sobre elementos punzantes</li> </ul> <p>Previo a los trabajos a realizar, garantizar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalador autorizado por la Dirección General de Industria (DGI) de Baleares.</li> <li>- Uso de EPIs adecuado.</li> <li>- Comprobar y asegurar que no hay tensión en la red, en los trabajos que los requieran. Todos los trabajos deben realizarse <b>retirando la tensión</b> y asegurándose de ello mediante una medición.</li> <li>- Coordinación de los trabajos con el personal interno que estará trabajando en la empresa, para evitar interferencias entre actividades y exposición a riesgos innecesaria.</li> <li>- Disponer de extintores de polvo durante la ejecución de los trabajos.</li> <li>- Mantener una correcta orden y limpieza</li> <li>- Zona ventilada, para no incrementar la temperatura.</li> <li>- Evitar situar y almacenar productos inflamables en la zona de la ejecución de los trabajos.</li> <li>- Restringir el acceso al personal autorizado. <b>No manipular las instalaciones eléctricas. Sólo por personal electricista autorizado</b></li> <li>- Distribución idónea de los cuadros eléctricos, asegurar distancias mínimas de trabajo y salidas de evacuación disponibles.</li> <li>- Trabajos supervisados en todo momento.</li> </ul> <p>Materiales, herramientas, equipos, máquinas, etc. homologados y seguir las indicaciones del manual de instrucciones del fabricante.</p> <p>Es muy importante, tener presente que, debido a la tecnología que presentan los paneles fotovoltaicos puede haber tensión, aunque estén desconectados de la red. Para ello, es necesario que los trabajadores implicados conozcan las siguientes indicaciones detalladas en el punto 3.3.2. <i>Medidas preventivas generales.</i></p> <p>Una vez se finalicen los trabajos, es necesario disponer de la documentación necesaria para la puesta en servicio de la instalación, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Certificado de instalador en baja tensión (modelo DGI Baleares).</li> <li>- Certificado final de obra por un técnico competente (modelo DGI Baleares).</li> <li>- Autorización de puesta en servicio de Baja Tensión por la DGI Baleares.</li> <li>- En caso de que sea necesario, actualizar la evaluación de riesgos de la empresa y el plan de autoprotección.</li> <li>- Asegurarse que todo riesgo eléctrico queda señalizado y los cuadros eléctricos limpios y cerrados:</li> </ul>
21		<p>Exposición a agentes psicossociales. Fatiga mental (Recepción de la información, Tratamiento de la información,)</p>	<p>Para trabajar el riesgo psicossocial, se recomienda lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prevenir el estrés, realizando una buena programación de las tareas. Facilitar canales de comunicación interempresa.</li> <li>- Motivar el desarrollo de un buen estado físico para el trabajador.</li> <li>- Dieta adecuada</li> <li>- Apoyo social</li> <li>- Fomentar el buen humor</li> </ul> <p>Acorde con la NTP 349: Prevención del estrés: intervención sobre el individuo.</p>

### 3.2. Riesgos específicos por máquinas, herramientas, protecciones, etc.

Atornillador y taladros					
<p><b>Normas de uso</b></p> <p>Durante la realización de operaciones en las que la máquina pueda entrar en contacto con cables ocultos, se mantendrá sujeta exclusivamente por la superficie de agarre aislada.</p>					
Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar			
	Caída de objetos por manipulación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ No se realizarán movimientos bruscos durante su manipulación.</li> </ul>			
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ No se transportarán ni en las manos ni en los bolsillos.</li> </ul>			
	Choque contra objetos móviles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se colocarán y se mantendrán en buen estado las protecciones de los elementos móviles de la maquinaria.</li> </ul>			
	Sobreesfuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas.</li> <li>■ Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible.</li> <li>■ Se realizarán pausas durante la actividad.</li> </ul>			
	Proyección de fragmentos o partículas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se verificará la ausencia de personas en el radio de alcance de los fragmentos o partículas que se desprenden.</li> </ul>			
	Exposición a sustancias nocivas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se prohibirá la preparación y el consumo de alimentos y bebidas en las áreas de trabajo donde haya exposición al polvo.</li> </ul>			
	Exposición a agentes físicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se utilizarán elementos aislantes y amortiguadores en las máquinas.</li> <li>■ No se utilizará la máquina de forma continuada por el mismo operario durante largos periodos de tiempo.</li> </ul>			
<p><b>Equipos de protección individual (EPI):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Casco de protección.</li> <li>■ Par de guantes contra riesgos mecánicos.</li> <li>■ Gafas de protección</li> </ul>					
Escalera manual de apoyo.					

### Condiciones técnicas







Su utilización quedará restringida a los casos en que no sea posible utilizar una plataforma de trabajo u otro equipo de trabajo más seguro.

No se utilizará para salvar alturas superiores a 5 m.

El sistema de apoyo en el suelo será mediante zapatas antideslizantes.

La superficie de apoyo será plana, horizontal, resistente y antideslizante.

### IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL USO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ No se utilizarán en trabajos cercanos a huecos de ascensor, a ventanas o a cualquier otro hueco.</li><li>■ Se colocarán formando un ángulo de 75° con la superficie de apoyo.</li><li>■ La escalera sobresaldrá al menos 1 m del punto de apoyo superior.</li></ul>
	Caída de personas al mismo nivel.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Tanto el calzado del operario como los peldaños de la escalera permanecerán siempre limpios de grasa, barro, hormigón y obstáculos.</li></ul>
	Caída de objetos por manipulación.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ El trabajador no transportará ni manipulará materiales o herramientas, cuando por su peso o dimensiones comprometan su seguridad durante el uso de la escalera.</li></ul>
	Caída de objetos desprendidos.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Se prohibirá el paso de trabajadores por debajo de las escaleras.</li><li>■ Los materiales o las herramientas que se estén utilizando no se dejarán sobre los peldaños.</li></ul>
	Choque contra objetos inmóviles.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Se transportarán con la parte delantera hacia abajo, nunca horizontalmente.</li></ul>
	Sobreesfuerzo.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas.</li><li>■ No se transportarán las escaleras manualmente si su peso supera los 55 kg.</li></ul>

### Equipos de protección individual (EPI):

- Casco de protección.
- Par de guantes contra riesgos mecánicos.

Herramientas manuales de corte: tenazas, alicates, tijeras, cuchillos, cuchillas retráctiles, serruchos, cizallas, garlopas y llaves de grifa.



### Normas de uso

Los cuchillos se utilizarán de forma que el recorrido de corte sea en dirección contraria al cuerpo.

No se dejarán los cuchillos ni debajo de papeles o trapos ni entre otras herramientas.

Los cuchillos no se utilizarán como destornillador o palanca.

Los alicates no se utilizarán para soltar o apretar tuercas o tornillos.

No se colocarán los dedos entre los mangos de los alicates ni entre los de las tenazas.





Ni los alicates ni las tenazas se utilizarán para golpear piezas ni objetos.

Las tijeras no se utilizarán como punzón.

Las tenazas no se utilizarán para cortar materiales más duros que las quijadas.

Se engrasará periódicamente el pasador de la articulación de las tenazas.

No se permitirá que el filo de la parte cortante de las tenazas esté mellado.

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de objetos por manipulación.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ No se realizarán movimientos bruscos durante su manipulación.</li></ul>
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ No se transportarán ni en las manos ni en los bolsillos.</li></ul>
	Proyección de fragmentos o partículas.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Se verificará la ausencia de personas en el radio de alcance de los fragmentos o partículas que se desprenden.</li></ul>
	Sobreesfuerzo.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas.</li><li>■ Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible.</li><li>■ Se realizarán pausas durante la actividad.</li></ul>

### Equipos de protección individual (EPI):

- Casco de protección.
- Par de guantes contra riesgos mecánicos.
- Gafas de protección

Herramientas manuales de torsión: destornilladores y llaves.









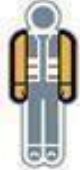



### Normas de uso

La pieza de trabajo no se sujetará con las manos.

Las llaves no se utilizarán como martillo o palanca.

Los destornilladores no se utilizarán como cincel o palanca.

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de objetos por manipulación.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ No se realizarán movimientos bruscos durante su manipulación.</li></ul>
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ No se transportarán ni en las manos ni en los bolsillos.</li></ul>

	Proyección de fragmentos o partículas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se verificará la ausencia de personas en el radio de alcance de los fragmentos o partículas que se desprenden.</li> </ul>		
	Sobreesfuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas.</li> <li>Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible.</li> <li>Se realizarán pausas durante la actividad.</li> </ul>		
<b>Equipos de protección individual (EPI):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Casco de protección.</li> <li>Par de guantes contra riesgos mecánicos.</li> <li>Gafas de protección</li> </ul>				
<b>Para las manos y los brazos</b>			 <b>CATEGORÍA II</b>	
Par de guantes contra riesgos mecánicos.				
<b>Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992</b> Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado. Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante. Folleto informativo del fabricante.				
<b>Normativa aplicable</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UNE-EN 388. Guantes de protección contra riesgos mecánicos</li> <li>UNE-EN 420. Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo</li> </ul>				
<b>Identificación del producto</b> Se evitará su utilización en ausencia de marcado CE, visible y legible, con la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de la norma europea: EN 388.</li> <li>Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.</li> <li>Denominación del modelo según el fabricante.</li> <li>Talla.</li> <li>Fecha de caducidad.</li> <li>Pictograma de protección contra riesgos mecánicos.</li> </ul>				
<b>Para los pies y las piernas</b>			 <b>CATEGORÍA III</b>	
Par de botas de media caña de trabajo, con puntera resistente a impactos, con resistencia al deslizamiento, zona del tacón cerrada, resistente a la penetración y absorción de agua.				
<b>Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992</b> Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado. Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante. Folleto informativo del fabricante.				
<b>Normativa aplicable</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UNE-EN ISO 20344. Equipos de protección personal. Métodos de ensayo para calzado</li> <li>UNE-EN ISO 20347. Equipos de protección personal. Calzado de trabajo</li> </ul>				







ANEXO B: Pliego de Condiciones

# Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

---

El presente Pliego General de Bases del Proyecto constituye el conjunto de las normas que deben regir en la ejecución de las obras o instalaciones de equipos.

Las condiciones de este pliego, juntamente con las Instrucciones y Normas Generales detalladas en el artículo 1.4., definen los requisitos de las obras objeto de este.

## **3.1 Condiciones administrativas**

### **3.1.1 Presencia del contratista**

El Contratista, por sí o por medio de su encargado, estará en las obras durante la jornada de trabajo y acompañará al Ingeniero Director como su ayudante en las visitas que efectúe en ellas, poniéndose a su disposición para las prácticas de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos que se precisen.

El Ingeniero comunicará por escrito el día y fecha en que se efectuará la visita oficial, teniendo que estar presente el Contratista o persona titulada y reconocida por la Dirección para recibir órdenes generales, no estando soslayado este punto con la presencia del Encargado de la obra.

En ausencia de ellos se considerarán válidas todas las notificaciones que se inscriban en el libro de órdenes y de las depositadas en su residencia oficial aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la contrata.

### **3.1.2 Libro de condiciones**

El Contratista pondrá a disposición de la Dirección un libro de órdenes con sus hojas foliadas por duplicado y cuadruplicado en el que se relatarán las medidas precisas que crea oportuno dar a cualquiera de los Contratistas de la obra para el mejor desarrollo de los trabajos.

Cada orden deberá ser extendida y firmada, y el "enterado" suscrito con la firma del contratista o su representante autorizado. La copia de cada orden extendida en el folio duplicado quedará en poder del Ingeniero Director, a cuyo efecto los folios duplicados irán trepanados.

El hecho de que en el citado libro no figuren redactadas las órdenes que, ya preceptivamente, tiene la obligación de cumplimentar el Contratista, de acuerdo con el Pliego de Condiciones, no supone eximente ni atenuante alguna para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

### **3.1.3 Replanteo**

El Contratista efectuará el replanteo que se hará a su cuenta. Una vez efectuado éste, lo comunicará al Ingeniero Director para que por sí mismo o por medio de su ayudante se compruebe, el cual presentará todos los medios auxiliares que aquél estime necesarios para el mismo.

Una vez ejecutado el replanteo, se levantará acta de este por la Dirección.

De cualquier modificación posterior y faltas contra aquél, el Contratista será el único responsable y vendrá obligado a demoler toda la obra realizada en estas condiciones.

### **3.1.4 Responsabilidad civil del contratista**

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes indiquen para evitar en lo posible accidentes en todos los lugares peligrosos a juicio de la Dirección. De los accidentes y perjuicios de todo género que, por no cumplirse por el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran suceder, será el único responsable ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones.

Además, será responsable el Contratista de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de obras.

El Contratista cumplirá cuantos requisitos prescriben las disposiciones vigentes, debiendo exhibir cuando ello fuese requerido el justificante de tal cumplimiento.

Queda obligado por tanto al cumplimiento de lo dispuesto en la actual legislación sobre accidentes de trabajo, seguro, cargas sociales y demás disposiciones vigentes de carácter social e incluso a las que en lo sucesivo se pongan en vigor; no siendo responsable el propietario de incumplimiento de dichas disposiciones, ni de las que dicten sobre el particular las autoridades competentes.

### **3.1.5 Defectos de obra – recepción definitiva**

Si la Dirección tiene fundadas razones para sospechar de la existencia de vicios ocultos en las obras efectuadas, ordenará en cualquier momento, antes de la recepción definitiva, la demolición de las que sean necesarias para reconocer las que suponga defectuosas.

## Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

---

Los gastos de demolición y construcción que se ocasionen serán de cuenta del Contratista siempre que los vicios existan realmente y, en caso contrario, correrán a cargo del propietario. Finalizado el plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva. Si las obras se encuentran en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente quedará el Contrato relevado de toda responsabilidad legal que le pudiera alcanzar, derivada de la posible existencia de vicios ocultos.

En caso contrario, se procederá de idéntica manera a la señalada para la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a percibir cantidad alguna en concepto de ampliación de plazo de garantía y siendo obligación suya el hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

### **3.1.6 Dirección de obra**

Además de todas las facultades que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en estos artículos, es misión específica suya la vigilancia y dirección de los trabajos en las obras realizadas bien por sí o por medio del ayudante o representante técnico nombrados al efecto, y ello con autorización técnica legal completa e indiscutible, incluso con todo lo previsto específicamente en el Pliego de Condiciones de la Obra, sobre las personas o cosas situadas en la misma, y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios u obras anexas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, rescindir la contrata si considera que el adoptar esta resolución contra el Contratista es útil y necesaria para la buena marcha de la obra.

### **3.1.7 Modificaciones del proyecto**

Las posibles modificaciones del proyecto que puedan surgir durante la ejecución de la obra, se llevarán a cabo previo acuerdo entre el director de la obra y el autor del presente proyecto, quedando todas ellas reflejadas en el certificado final de obra.

### **3.1.8 Mantenimiento**

Obligación del titular instalación acorde al RD 1699/2011 art. 10

- Mantener perfectas condiciones los aparatos de proyección y conexión
- Medidas de calidad de tensión y armónicos.

## Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

---

- Las instalaciones de producción deberán ser revisadas, al menos cada tres años, por técnicos titulados, libremente designados por el titular de la instalación. Los profesionales que las revisen estarán obligados a elaborar un informe en el que se consigne y certifique expresamente los datos de los reconocimientos. En ellos, además, se especificará el cumplimiento de las condiciones reglamentarias o, alternativamente, la propuesta de las medidas correctoras necesarias.
- Los citados informes se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Administración competente.

### **3.2 RD 1699/2011 Art. 17**

Cuando la empresa distribuidora deba efectuar trabajos en la red, lo comunicará con al menos 15 días de antelación al titular de la instalación. En este caso, la empresa distribuidora intervendrá en el punto frontera de la instalación de generación, aun cuando esto pudiera imposibilitar o condicionar el suministro de energía al consumidor conectado en dicho punto.

#### **3.2.1 Generalidades**

Todos los materiales utilizados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, utilizándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación.

- Los módulos solares serán del fabricante JA SOLAR, RISEN o similar, dependiendo de la disponibilidad del mercado en el momento de su obtención.
- La potencia podrá variar +-50W dependiendo del tipo de módulos solares a instalar.
- Como principio general se asegurará, como mínimo, un

## Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

---

grado de aislamiento eléctrico tipo básico clase I en lo que afecta a equipos (módulos e inversores), como materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua que será de doble aislamiento.

- Los materiales situados a la intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.
- Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección contra contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, ...

Se adherirá una placa, letrero o pegatina duradera con el contenido de la figura abajo a los siguientes equipos: equipo de medida, interruptor general, en el cuadro general y subcuadros hasta la instalación generadora.

### **3.2.2 Generadores fotovoltaicos**

Todos los módulos deberán de tener marcado CE.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie.

Los módulos deberán llevar diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y deberán tener un grado de protección IP65.

Para que un módulo sea aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del + - 10% de sus correspondientes valores nominales de catálogo.

Se rechazará cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos esto como falta de alineación en las células o burbujas del encapsulado.



## Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

---

La estructura del generador se conectará a tierra. La sección del conductor de protección será igual o superior a la sección de los conductores de potencia de los paneles.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores,...) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Acorde al RD 1699/2011 Art 13.1 el cuadro protecciones AC del generador fotovoltaico estarán a una distancia no superior a 3 metros del cuadro general de protección. El cuadro AC del generador fotovoltaica deberá ser precintable acorde al RD 1699/2011 Art. 14.3.

### **3.2.3 Inversor**

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Auto conmutados.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes,

## Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

---

pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

- Protecciones contra sobretensiones mediante varistores o similares. Podrán ser externas al inversor.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

### **3.2.4 Estructura de soportes**

La estructura de soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación. Se calculará según la norma UNE-EN-1991-1-4 y UNE-EN-1991-1-2, para soportar cargas extremas debidas a viento, nieve.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de los módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción por el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en

## Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

---

los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo del módulo.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales.

La tornillería será realizada en acero inoxidable.

Los topes de sujeción de los módulos y la propia estructura no proyectarán sombras sobre los módulos.

### **3.2.5 Cableado y puesta a tierra**

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Este suelo será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión, ITC BT 18.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas.

Naturaleza y secciones mínimas. Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán aquellos que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm<sup>2</sup> si disponen de

## Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

---

Protección mecánica y de 4 mm<sup>2</sup> si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidos en la Instrucción ITC-BT-18. Tendido de los conductores. Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se consideran que forman parte del electrodo. El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico. Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos. Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán hacerse mediante piezas de acoplamiento adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva mediante tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe la utilización de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc. Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualesquiera. La conexión de las masas y los elementos metálicos en el circuito de puesta a tierra se efectuará siempre mediante una borna de puesta a tierra. Los contactos se dispondrán limpios, sin humedad y de forma que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas. Se deberá prever la instalación de una borna principal de tierra, a la que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en el caso de que fueran necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra. Se prohíbe intercalar en los circuitos de tierra seccionadores, fusibles o

## Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

---

interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de conexión a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la puesta a tierra.

Fijación de los tubos de distribución deberá de evitar la perforación de la cubierta. La distancia entre fijaciones de los tubos (canalización) no será superior a 1 metro.

Las instalaciones situadas a la intemperie deberán cumplir los requisitos de la ITC-BT- 30. (Tubos, cableado exterior y paneles).

### 3.2.6 Recepción y prueba

Las pruebas para realizar por el instalador serán como mínimo las siguientes:

- Puesta en funcionamiento de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en diferentes instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

La instalación de puesta a tierra será comprobada por el instalador autorizado en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de conexión a tierra accesible para poder realizar la medición de la conexión a tierra.

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, al menos igual a  $1000 \times U$ , siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios. El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000  $\Omega$ .

Terminadas las pruebas y la puesta en funcionamiento se pasarán a la fase de la recepción provisional de la instalación. Sin embargo, el acta de recepción provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por error del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

## Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 30kW para empresa ubicada en Alzira, Valencia

---

- Entrega de toda la documentación.
- Retirada de la obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos ante defectos de fabricación, instalación o diseño para una garantía de 2 años, excepto para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 10 años.

El instalador realizará las verificaciones indicadas en el anexo 3 de la DGECC del 12 diciembre 2018 para así quedar exento de la verificación indicada en el art. 8.2 RD 1699/2011.

ANEXO C: Fichas Técnicas de los equipos

## DEEP BLUE 3.0

**Mono**

550W MBB Half-cell Module  
JAM72S30 525-550/MR Series

### Introduction

Assembled with 11BB PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

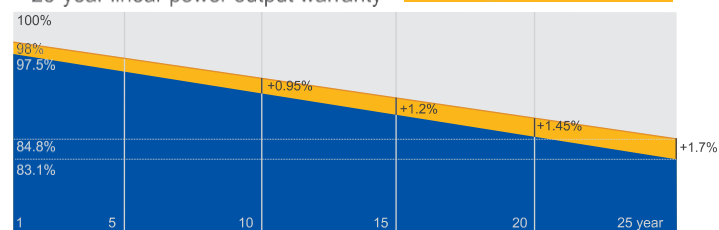


Better mechanical loading tolerance

### Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation  
Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

### Comprehensive Certificates

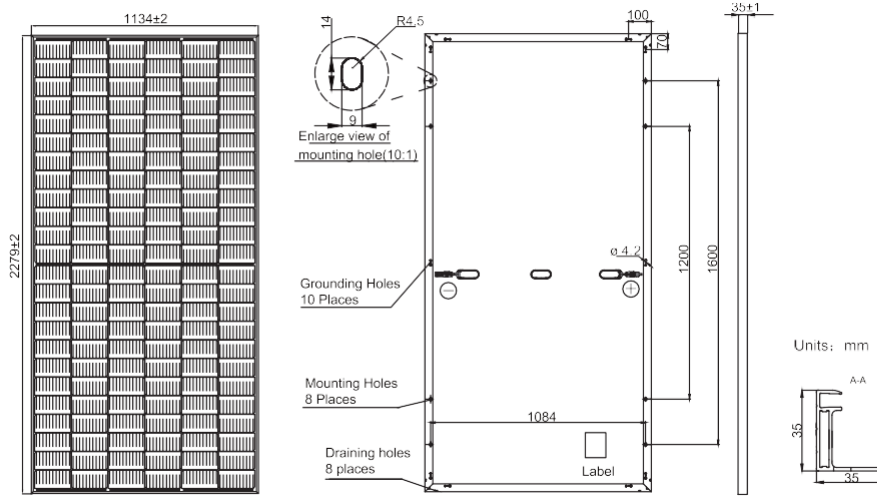
- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval





**MECHANICAL DIAGRAMS**

**SPECIFICATIONS**



Cell	Mono
Weight	28.6kg±3%
Dimensions	2279±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 620pcs/40ft Container

Remark: customized frame color and cable length available upon request

**ELECTRICAL PARAMETERS AT STC**

TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.15	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.15	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> )	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

**ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT**

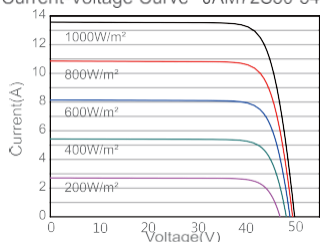
**OPERATING CONDITIONS**

TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	397	401	405	408	412	416
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.05	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.36	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.97	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17
Max Power Current(Imp) [A]	10.35	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					

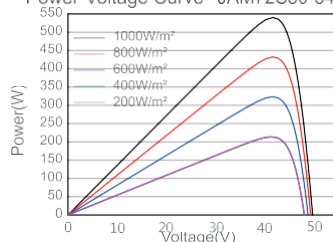
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	25A
Maximum Static Load, Front*	5400Pa(112lb/ft <sup>2</sup> )
Maximum Static Load, Back*	2400Pa(50lb/ft <sup>2</sup> )
NOCT	45±2 C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

**CHARACTERISTICS**

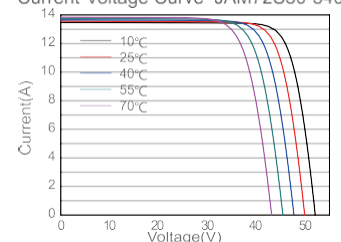
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



# SUN2000-30/36/40KTL-M3 Smart PV Controller



## Inteligente

Monitorización a nivel de string



## Eficiente

Eficiencia máxima del 98.7%



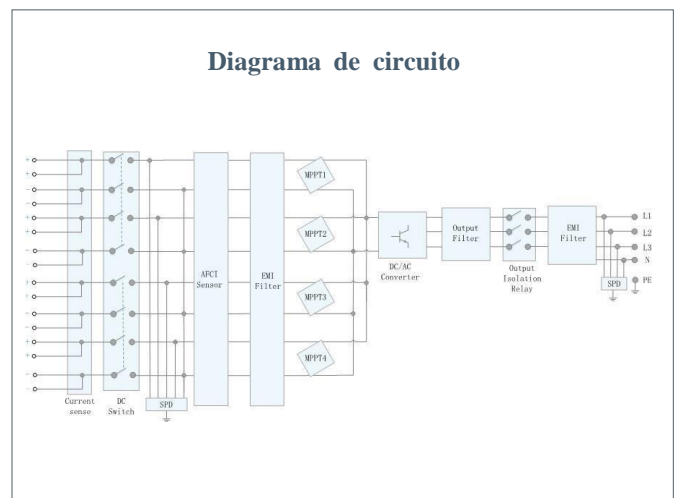
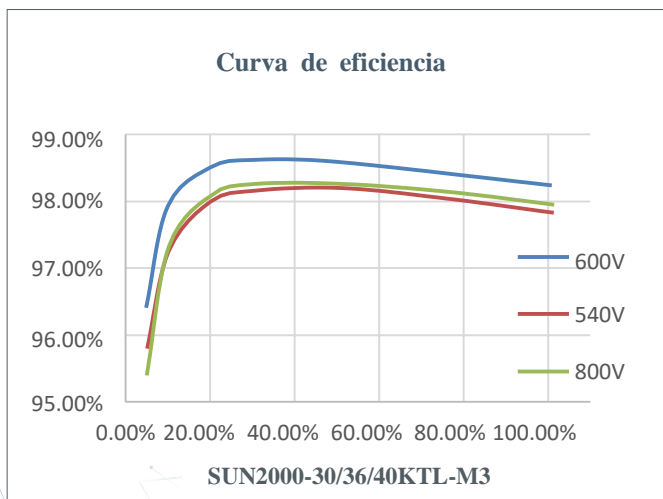
## Seguro

Diseño sin fusibles



## Confiable

Descargadores de sobretensión tipo II de CC y CA



SUN2000-30/36/40KTL-M3  
**Especificaciones técnicas**

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
---------------------------	------------------	------------------	------------------

**Eficiencia**

Máxima eficiencia	98.7%
Eficiencia europea ponderada	98.4%

**Entrada**

Tensión máxima de entrada <sup>1</sup>	1,100 V
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A
Tensión de arranque	200 V
Rango de tensión de operación <sup>2</sup>	200 V ~ 1000 V
Tensión nominal de entrada	600 V
Cantidad de entradas	8
Cantidad de MPPTs	4

**Salida**

Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida	230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE		
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz		
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG .....0.8 LD		
Máx. distorsión armónica total	< 3%		

**Características y protecciones**

Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobretensión de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Sí
Descargador de sobretensiones de CA	Sí
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Protección ante fallo por arco eléctrico	Sí
Control del receptor Ripple	Sí
Recuperación PID integrada <sup>3</sup>	Sí

**Comunicación**

Display	Indicadores LED, WLAN Integrado + FusionSolar APP
RS485	Sí
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional)
Monitoring BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)

**Especificaciones generales**

Dimensiones (Ancho x Profundo x Alto)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Peso (Kit de herramientas para soporte de suelo incluido)	43 kg (94.8 lb)
Nivel de Ruido	< 46 dB
Rango de temperaturas en operación	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Ventilación	Convección natural
Max. Altitud de operación	0 - 4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0% RH ~ 100% RH
Conector de CC	Staubli MC4
Conector de CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT
Grado de Protección	IP 66
Tipología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	≤ 5.5W

**Compatibilidad con optimizador**

Optimizador compatible con DC MBUS	SUN2000-450W-P
------------------------------------	----------------

**Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)**

Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Estándares de conexión a red eléctrica	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7,NRS 097-2-1, AS/NZS 4777.2, DEWA

1. El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.  
 2. Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.  
 3. SUN2000-30-40KTL-M3 aumenta por encima de cero la tensión entre la FV- y tierra a través de la función de recuperación PID, con el fin de recuperar la degradación del módulo debido al efecto PID. Compatible con módulos tipo-P (mono, poli), tipo-N (nPERT, HIT)  
 SOLAR.HUAWEL COM/ES/



# COUNTIS E4x

Active energy meters

three-phase - via CT up to 6000 A

Single-circuit metering,  
measurement &  
analysis



COUNTIS E44 - MID - (3000 A MID - 6000 A not MID)

## Function

The COUNTIS E4x is a modular active and reactive electrical energy meter displaying the energies and active power consumed (kWh, kVArh and kW) directly on its backlit LCD display. It is designed for three-phase load metering with connection via CT and is suitable for applications of up to 6000 A (3000 A for MID).

COUNTIS E42, E44 and E46 are MID certified.

## Common characteristics

- Measurement accuracy: 1 % / 0,5%(MID).
- Backlit LCD display.
- Detects connection errors.

## Advantages

RS485 communication (MODBUS or M-BUS) or pulse output

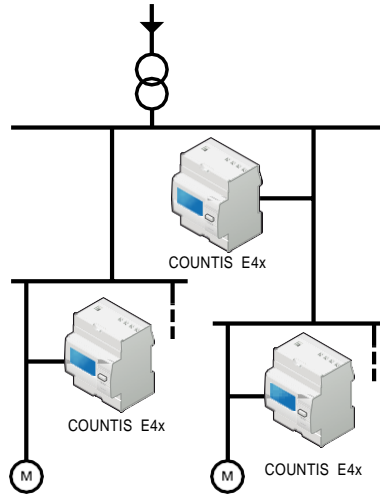
To enable the remote reporting of energy consumption, COUNTIS E4x are provided with either a pulse output or an RS485 communication output, with MODBUS or M-BUS protocol.

In addition to their reporting functions, COUNTIS E4x with RS485 can be configured remotely and enable access to multi-measurement values.

### Detection of connection errors

The product is protected against phase/neutral inversion and detects wiring errors. This simplifies the installation and commissioning, thereby reducing associated costs, and ensures that the device operates correctly.

## Principle diagram



### MID certified B+D module

COUNTIS E products with MID certification provide the guaranteed accuracy required for applications in which sub-billing of the electrical energy consumed is necessary. "Module B+D" certification guarantees that the design and manufacturing process of products are approved by an accredited laboratory.

### Bi-directional metering (available on E43 and E45)

This function is for metering energy production or energy consumption.

### Multi-measurement and load curve

Display of electrical values (I, U, V, P, Q, S, PF) and load curve over a 7 day period via communication.

## The solution for

- > Industry
- > Infrastructure
- > Data centres



## Strong points

- > RS485 communication (MODBUS or M-BUS) or pulse output
- > Detection of connection errors
- > MID certified B+D module
- > Bi-directional metering
- > Multi-measurement and load curve

## MID certification

- > COUNTIS E comply with the MID directive, guaranteeing accuracy and reliability when metering, an indispensable function for energy billing applications.
- > COUNTIS E MID feature tamper-proof components to prevent fraud.



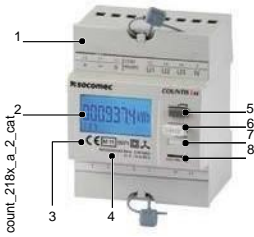
## Conformity to standards

- > IEC 62053-21 class 1
- > IEC 62053-23 class 2
- > IEC 62053-31
- > IEC 62053-11
- > EN 50470-1
- > EN 50470-3



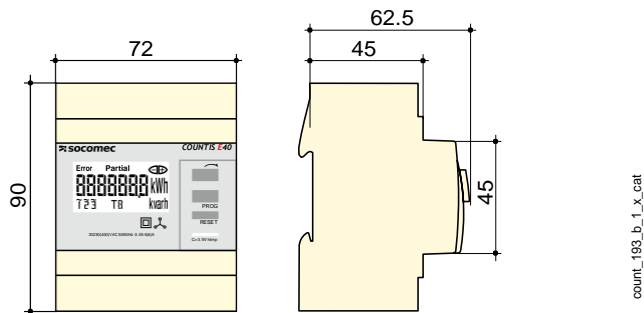
Models	Key functions
E40	Pulse output
E41	Dual tariff (2 partial counters) + Pulse output
E42	Dual tariff + MID (Reset impossible) + Pulse output
E43	Dual tariff + RS485 MODBUS communication
E44	Dual tariff + RS485 MODBUS communication + MID (Reset impossible)
E45	Dual tariff + M-BUS communication
E46	Dual tariff + M-BUS communication + MID (Reset impossible)

## Front panel



1. Terminal shrouds (COUNTIS E42, E44 and E46).
2. Backlit LCD display.
3. MID marking (COUNTIS E42, E44 and E46).
4. Serial number (COUNTIS E42, E44 and E46).
5. Navigation key.
6. Reset key.
7. Metrological LED.
8. Programming key.

## Case



Type	modular
Number of modules	4
Dimensions W x H x D	73 x 90 x 62.5 mm
Case degree of protection	IP20
Front degree of protection	IP51
Display type	backlit LCD display
Rigid cable cross-section	1.5 to 10 mm <sup>2</sup>
Flexible cable cross-section	1 to 6 mm <sup>2</sup>
Weight	230 g

## Electrical characteristics

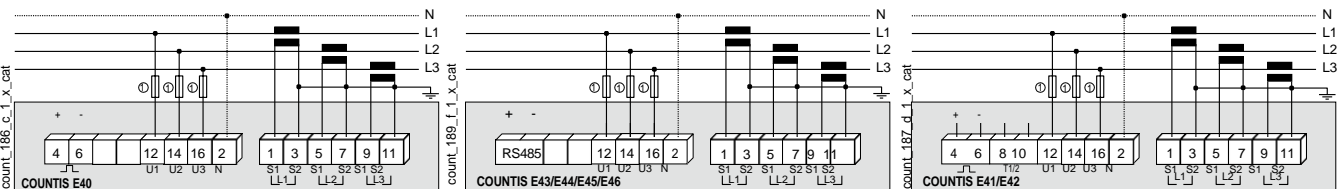
Current measurement		
Type	three-phase on CT/5A up to 6000 A (3000 A for MID products)	
Input consumption	0.2 VA per phase	
Startup current (I <sub>st</sub> )	10 mA	
Minimum current (I <sub>min</sub> )	50 mA <sup>(1)</sup>	
Transition current (I <sub>tr</sub> )	250 mA <sup>(2)</sup>	
Reference current (I <sub>ref</sub> )	5 A <sup>(3)</sup>	
Permanent overload (I <sub>max</sub> )	6 A	
Intermittent overload	120 A for 0.5 s	
Voltage measurement		
Range of measurement	230 .. 400 V +/- 20 %	
Consumption (VA)	2 VA	
Permanent overload	280 V phase-neutral / 480 V phase-phase	
Energy accuracy		
Active (according to IEC 62053-21)	Class 0,5s	
Active (according to EN 50470)	Class C (E42/44/E46)	
Power supply		
Self-supplied	yes	
Frequency	50 / 60 Hz	
Output (pulsed) (E40/E41/E42)		
Number	1	
Type of optocoupler	IEC 62053-31 Class A (20 ... 30 VDC)	
Pulse weight	100 Wh, 1 kWh, 10 kWh, 100 kWh	
Pulse duration	50 ms, 100 ms, 200 ms, 400 ms, 800 ms, 1000 ms, 1500 ms	
Operating conditions		
Operating temperature	-10 to 55 °C	
Storage temperature	-20 to 70 °C	
Relative humidity	85 %	
Communication		
	<b>E43/E44</b>	<b>E45/E46</b>
Link	RS485	Connection
Type	2 half duplex wires	2 half duplex wires
Protocol	MODBUS RTU	M-BUS
Speed	4800 ... 38400 bauds	300 ... 9600 bauds

(1)  $I_{min} \leq 0.5 \cdot I_{tr}$   
 (2) The accuracy class is guaranteed between  $I_{tr}$  and  $I_{max}$ .  
 (3)  $I_{ref} = I_{(b)}$  (base current) =  $10 \cdot I_{(n)}$  for direct connection COUNTIS.

## Connection

### Recommendation:

- For IT earthing systems, it is recommended that the CT secondary is not connected to earth.
- When disconnecting the COUNTIS, the secondary of each current transformer must be short-circuited. This operation can be carried out automatically by a SOCOMEC PTI, an accessory which is included in this catalogue. Please consult us.



1. Fuses 0.5 A gG / 0.5 A class CC.

## References

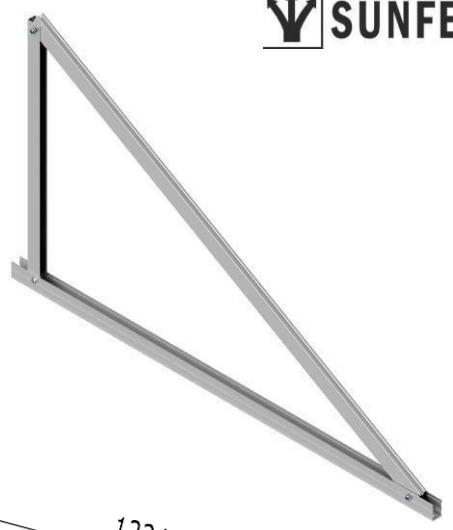
Type	COUNTIS E40 Reference	COUNTIS E41 Reference	COUNTIS E42 Reference	COUNTIS E43 Reference	COUNTIS E44 Reference	COUNTIS E45 Reference	COUNTIS E46 Reference
Via CT	4850 3008						
Via CT - Dual tariff		4850 3009					
Via CT - Dual tariff - MID			4850 3015				
Via CT - Dual tariff with RS485 MODBUS com. <sup>(1)</sup>				4850 3017			
Via CT - Dual tariff with RS485 MODBUS com. - MID <sup>(1)</sup>					4850 3014		
Via CT - Dual tariff with M-BUS com. <sup>(1)</sup>						4850 3027	
Via CT - Dual tariff with M-BUS com. - MID <sup>(1)</sup>							4850 3028
Management software for COUNTIS	See page 142						

(1) 4 tariffs through RS485 communication.

# Ficha técnica

## Soporte inclinado cerrado para cubierta metálica

# 11H

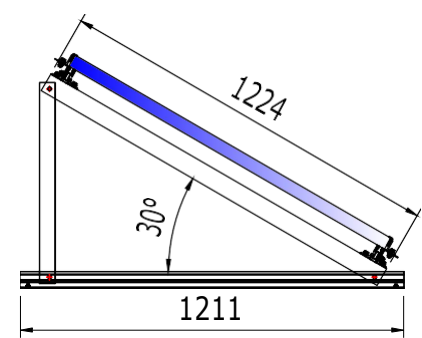
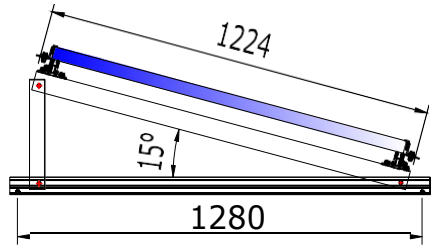


- Soporte inclinado para cubierta de chapa metálica o subestructura.
- Anclaje a correas
- Soporte premontado.
- Disposición de los módulos: Horizontal.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Tornillería de anclaje no incluida.
- Kits disponibles de 1 hasta 3 módulos.
- Inclinación estándar 15° y 30°.

**Viento:** Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)

**Materiales:** Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6  
Tornillería de acero inoxidable A2-70

*Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.  
Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.*



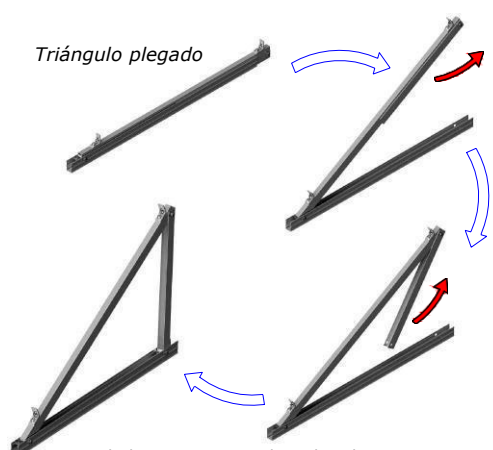
Para módulos de hasta **2279x1150** - Sistema Kit

Carga de nieve: 40 kg/m<sup>2</sup>

Perfil compatible G1



Detalle fijación G1 a triángulo  
(Son necesarios 2 fijaciones por perfil, 1 por cada lado)



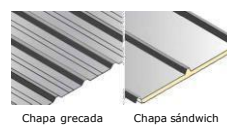
Apriete de las uniones y anclaje al suelo mediante tornillo de hasta M10

**Par de apriete:**  
Tornillo Presor 7 Nm  
Tornillo M8 Hexagonal 20 Nm  
Tornillo M10 Hexagonal 40 Nm  
Tornillo M6.3 Hexagonal 10 Nm

Herramientas necesarias:



Seguridad:



Marcado CE  
ES19/86524

Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

# Velocidades de viento

Soporte inclinado cerrado para cubierta metálica

# 11H

Sistema kit

 SUNFER



- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"



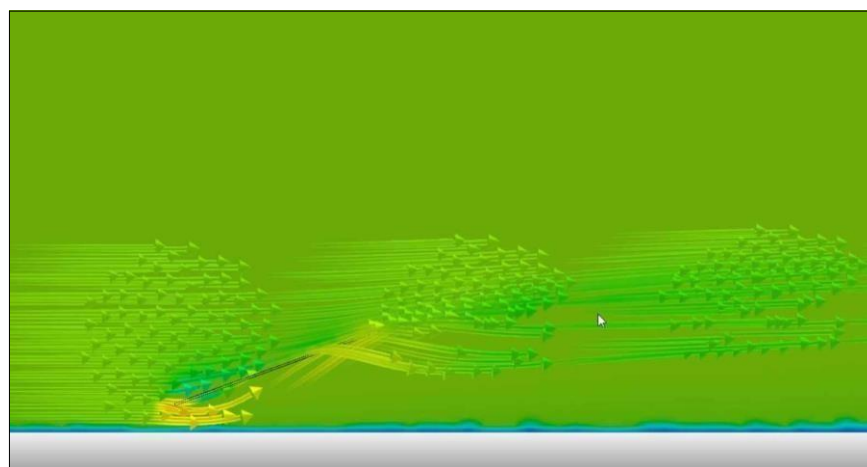
 Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento					
Tamaño del módulo 	1	2	3	nº de módulos	
2000x1000	150	150	150	Velocidad de viento km/h	
2279x1150	150	150	150		

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados y utilizar el lastre indicado por el fabricante para cada situación.



Flujo viento - En estructura inclinada.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje.  
Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

**Nota:**

- Comprobar el buen estado de la chapa y la capacidad portante de la misma
- Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada

# Soporte coplanar microrail para cubierta metálica chapa sándwich. Horizontal.

# 07H

SUNFER

### 1 Anclaje de la fijación a la cubierta

Comprobar ancho greca

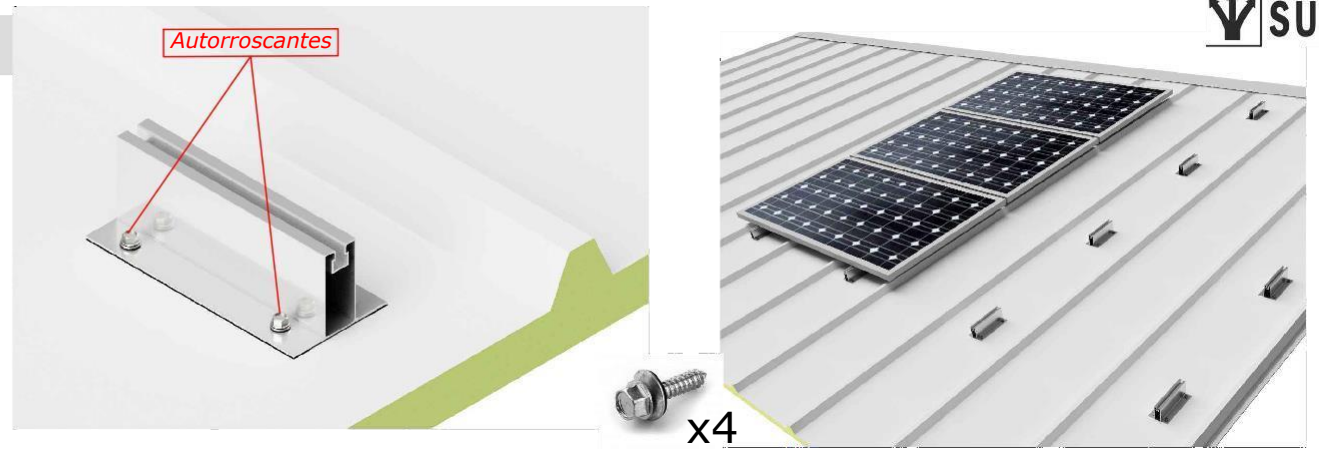
Junta de estanqueidad

Montaje correcto

Poco apretado

Demasiado apretado

Inclinado



El perfil se fija a la chapa sandwich mediante 4 tornillos autorroscantes (2 a cada lado)

### 2 Fijación de los módulos con los presores centrales y laterales

Presor lateral

- 1) Alinear presor con el perfil
- 2) Introducir en la ranura
- 3) roscar el tornillo.

Presor central

- 1) Alinear presor con el perfil
- 2) bajar hasta hacer clic
- 3) roscar el tornillo.

**Par de apriete:**

Tornillo Presor 7 Nm

Tornillo M6.3 Hexagonal 10 Nm

PRESOR

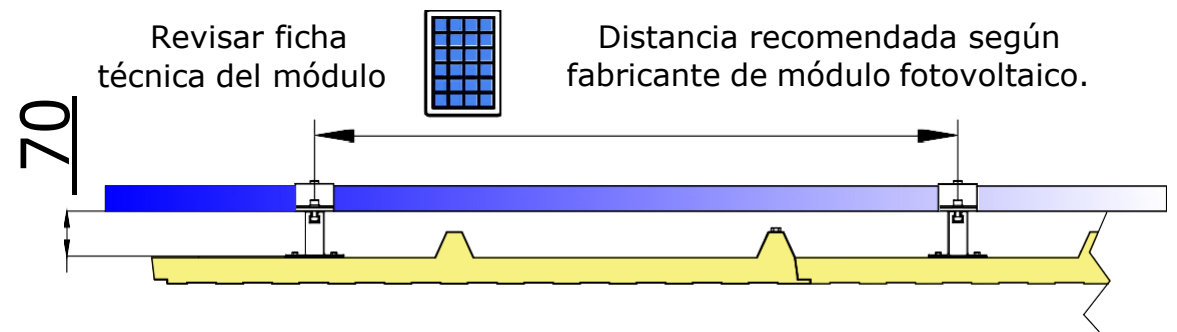
1)

2)

3)

Fijación + Kit presor Lateral regulable

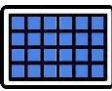
Fijación + Kit presor Central



07H1	4	4	0
07H2	6	4	2
07H3	8	4	4
07H4	10	4	6
07H5	12	4	8
07H6	14	4	10
07H7	16	4	12
07H8	18	4	14

PLANO DE MONTAJE

Todos los tamaños



Markado ES19/86524 CE

1/1





## TS4-A-O

### Module-level PV Optimizer

The TS4-A-O (Optimization) is the advanced add-on optimization solution that brings smart module functionality to standard PV modules for higher reliability. Improve energy efficiency by upgrading underperforming PV systems or adding smart features to new installations.

Complies with 2017 and 2020 NEC rapid shutdown requirements.

The TS4-A-O add-on supports PV modules up to 700W.

#### Included Features



Module-level **optimization** for increased energy yield and greater design flexibility



Manual or automatic module-level **shutdown**. Complies with NEC 2017 and 2020.



Module-level **monitoring** for energy production tracking and system management

#### Easy Installation

Snap to standard module frame or remove brackets for rack mounting

#### Smart Commissioning

Configure and commission with your Android or iOS mobile device



# TS4-A-O SPECIFICATIONS

## Environmental

Operating Temperature Range -40°C to +70°C (-40°F to +158°F)

Outdoor Rating IP68, NEMA 3R

Maximum Elevation 2000m

## Mechanical

Dimensions W=138.4mm, L= 139.7mm, H= 22.9mm

Weight 520g

## Electrical

Max Input Voltage (Voc @ Lowest Temperature) 80V

Input Voltage Range 16 - 80V\*

Maximum Current 15A

Maximum Power 700W

Cable Length (in/out) 0.12/1.2m (standard), 0.62/1.2m (optional)

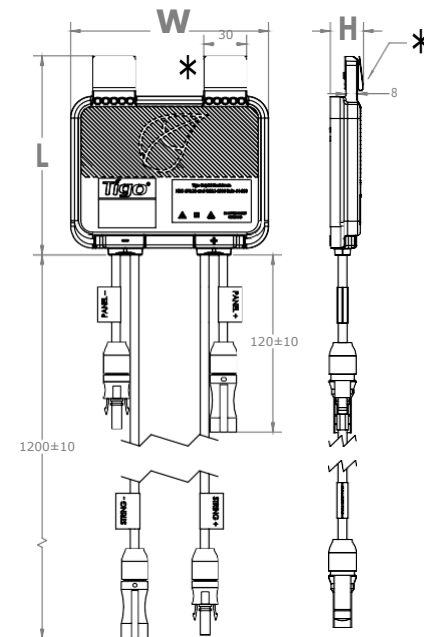
Connectors MC4 (standard), EVO2 (optional)

Communication Type Wireless

Recommended Fuse Rating 30A

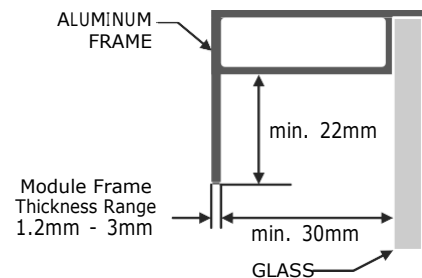
TAP required for module-level shutdown and CCA required for monitoring with TS4-A-O.

\*Maximum output voltage of the TS4 is dependent on the PV module voltage. Refer to PV modules nameplate.



\*Clips can be removed for rack mounting

Module frame specifications for mounting TS4-A



## ORDERING INFORMATION

### Standard Description

461-00252-32 1500V UL / 1000V IEC, 0.12/1.2m cable, MC4

### Options Description

461-00252-62 1500V UL / 1000V IEC, 0.62/1.2m, MC4

461-00261-62 1500V UL / IEC, 0.62/1.2m, EVO2

461-00261-32 1500V UL / IEC, 0.12/1.2m cable, EVO2

**For sales info:**

[sales@tigoenergy.com](mailto:sales@tigoenergy.com)

**For product info:**

Visit [tigoenergy.com/products](http://tigoenergy.com/products)

**For technical info:**

Visit [support.tigoenergy.com](http://support.tigoenergy.com)

For additional info and product selection assistance, use Tigo's online design tool at [tigoenergy.com/design](http://tigoenergy.com/design)

