

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO  
INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES CON  
UNA POTENCIA A INSTALAR DE 100 kW<sub>n</sub>

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio -2022

AUTOR: Carlos López Juan

DIRECTOR/ES: Miguel Ángel Oliva Meyer

# INDICE

1. MEMORIA .....	1
1.1. Objeto.....	1
1.2. Antecedentes .....	1
1.3. Datos de la instalación .....	1
1.4. Emplazamiento .....	2
1.4.1. Calificación del suelo y uso principal.....	2
1.4.2. Titular del Emplazamiento .....	2
1.4.3. Definición de actividad.....	2
1.5. Normativa aplicable .....	2
1.6. Descripción de la Instalación .....	4
1.6.1. Características de la instalación.....	4
1.6.2. Descripción de funcionamiento .....	4
1.6.3. Clasificación de la Instalación.....	5
1.6.4. Tipo de local .....	6
1.6.5. Instalaciones generadoras de baja tensión .....	6
1.7. Medida .....	6
1.8. Contadores .....	7
1.9. Sistema antivertido .....	7
1.10. Descripción de los Equipos .....	7
1.10.1. Módulos Fotovoltaicos .....	7
1.10.2. Inversores.....	8
1.11. Estructura soporte.....	9
1.12. Estructura principal del edificio .....	9
1.13. Integración arquitectónica .....	9
1.14. Instalación eléctrica.....	10
1.14.1. Cableado eléctrico.....	10
1.14.2. Canalizaciones .....	11
1.14.3. Puesta a tierra.....	11
1.14.4. Armónicos y compatibilidad electromagnética .....	12
1.14.5. Protecciones .....	12
1.14.6. Protecciones inversor-red eléctrica .....	14
1.15. Incidencia de la actividad.....	15
1.15.1. Incidencia sobre el medio físico .....	15
1.15.2. Incidencia sobre el medio socioeconómico .....	15
1.16. Personal, necesidades de abastecimiento y gestión de residuos.....	15

1.17.	Valoración motivada de la actividad .....	16
1.18.	Programa de ejecución de la instalación .....	16
1.19.	Puesta en marcha y funcionamiento .....	16
2.	CALCULOS .....	18
2.1.	Cálculo de la producción anual estimada .....	18
2.2.	Cálculo del consumo y producción mes a mes .....	21
2.3.	Cálculos eléctricos .....	22
2.3.1.	Métodos de instalación del cableado .....	22
2.3.2.	Cálculo de Strings.....	22
2.3.3.	Caída de tensión .....	23
2.3.4.	Corriente máxima admisible por el cable .....	25
2.3.5.	Dimensionamiento protecciones DC .....	27
2.3.6.	Dimensionamiento protecciones AC .....	27
2.3.7.	Cálculo puesta a Tierra .....	28
2.4.	Distancia mínima entre placas .....	30
3.	MANTENIMIENTO .....	31
4.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	32
4.1.	Garantías .....	32
4.2.	Presupuesto .....	32
4.3.	Amortización .....	33
4.4.	Retorno de la inversión .....	34

## ANEXO A

### PLANOS

## ANEXO B

### ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

## ANEXO C

### FICHAS TÉCNICAS DE COMPONENTES

## ANEXO D

### PLIEGO DE CONDICIONES

## ANEXO E

### GESTION DE RESIDUOS

## CONTEXTO

La principal ventaja de la instalación de placas solares en la nave de productos químicos MOPASA S.L es que producirá energía limpia y más económica que la eléctrica. Va a extraer un gran rendimiento de la luz del sol.

Debido al incremento del precio de la luz, la empresa que se dedica a la elaboración de productos químicos como son la fabricación de pinturas, barnices, adhesivos etc. Ha tomado cartas en el asunto y ha encontrado una manera en la que el precio de las facturas se verá reducido.

Estudiando las facturas eléctricas durante un periodo de un año, se ha calculado que el consumo anual es de 245.575 kWh.

A través de la instalación de los 200 módulos solares de 540W cada uno, obtenemos una producción anual de 165.089 kWh de los cuales el 97% será directamente para autoconsumo y un 3% vertido a la red eléctrica el cual la comercializadora pagará y generará un descuento en la factura eléctrica.

Mes	Autoconsumo (kWh)	Consumo a Red (kWh)	Excedentes (kWh)
ENERO	9.475	10.507	0
FEBRERO	9.979	11.218	0
MARZO	13.928	10.981	0
ABRIL	15.649	5.891	0
MAYO	17.677	9.541	0
JUNIO	18.306	6.133	0
JULIO	18.916	6.247	0
AGOSTO	11.750	0	5.760
SEPTIEMBRE	14.321	3.206	0
OCTUBRE	11.718	6.515	0
NOVIEMBRE	9.072	9.316	0
DICIEMBRE	8.537	6.692	0
<b>Total</b>	<b>159.329</b>	<b>86.246</b>	<b>5.760</b>

Traduciendo estas cifras en gasto-ahorro, llegamos a la conclusión de que anualmente se va a realizar un ahorro anual medio de 21.488€.



# 1. MEMORIA

## 1.1. Objeto

El presente documento consiste en el proyecto para una instalación Generadora de Energía Solar Fotovoltaica de Autoconsumo Individual sin Excedentes de 100 kWn de potencia conectada a red.

Con la construcción del Generador solar, se pretende alcanzar dos objetivos bien definidos:

- Fomentar la energía solar fotovoltaica como fuente alternativa de producción de energía.
- Contribuir a erradicar la imagen de abandono de los huertos rurales y cubiertas de naves.

Este proyecto ha sido redactado teniendo en cuenta las normativas y disposiciones que rigen este tipo de instalación, así como las normas complementarias que exige la Compañía Distribuidora de electricidad propietaria de la red eléctrica a la cual va conectada la instalación generadora Fotovoltaica. Así mismo, cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias MIE BT.

## 1.2. Antecedentes

El desarrollo de la energía solar fotovoltaica implica la captación de nuevas oportunidades y productos fotovoltaicos y, más concretamente, todas aquellas aplicaciones en proceso de demostración o simplemente emergentes en el mercado como una futura o posible opción tecnológica.

Los sistemas fotovoltaicos integrados en las construcciones, como pueden ser pérgolas, marquesinas, voladizos, etc., tienen el potencial de ser atractivos arquitectónicamente, y además, los materiales fotovoltaicos sustituyen a otros materiales de construcción convencionales. Debido a las mejoras estéticas y todos los beneficios derivados de la generación distribuida, los sistemas fotovoltaicos integrados en edificios y otras construcciones, pueden convertirse en una opción de futuro atractiva.

## 1.3. Datos de la instalación

### **PROMOTOR**

Nombre: Productos Químicos Mopasa S.L.  
Domicilio social: Poligon el Pla, 36 E. 46290 Alcàsser

### **TITULAR INSTALACIÓN**

Nombre: Productos Quimicos Mopasa S.L.  
Domicilio social: Poligon el Pla, 36 E. 46290 Alcàsser

### **PROPIETARIO**

Nombre: Productos Quimicos Mopasa S.L.  
Domicilio social: Poligon el Pla, 36 E. 46290 Alcàsser

## **1.4. Emplazamiento**

La instalación fotovoltaica se realizará en Poligon el Pla, 36 E. 46290 Alcàsser.

- Referencia Catastral: 9923120YJ169250001IX
- Coordenadas UTM Huso 30 ETRS89: 719800 4362350

### **1.4.1. Calificación del suelo y uso principal**

En el plan general de ordenación urbana de Alcasser, el suelo del emplazamiento tiene como uso principal: Residencial

### **1.4.2. Titular del Emplazamiento**

Nombre: Productos Quimicos Mopasa S.L.  
Domicilio social: Poligon el Pla, 36 E. 46290 Alcàsser

### **1.4.3. Definición de actividad**

La instalación solar fotovoltaica produce energía eléctrica renovable, la cual se autoconsume y está acoplada a la red eléctrica de la Compañía Distribuidora.

La actividad asociada a la instalación fotovoltaica, se define como INOCUA, por lo que no se encuentra sometida al Reglamento de actividades calificadas Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.

## **1.5. Normativa aplicable**

- Real Decreto 244/2019, del 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002) y Normas UNE indicadas en el mismo.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Norma UNE HD 60364-7-712:2017, de abril de 2016, sobre requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales-Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).



## 1.6. Descripción de la Instalación

La potencia del campo fotovoltaico viene referida a la potencia pico y a la nominal de la instalación y se mide en unidades de kWp y kWn. La potencia pico viene determinada por el número total de paneles fotovoltaicos instalados y a la suma de la potencia máxima del panel en condiciones estándar de medida y su significado se establece como la potencia máxima que puede proporcionar la instalación. La potencia nominal viene determinada por la suma de las potencias de los inversores de la instalación solar y su significado se establece como la potencia que proporciona el campo fotovoltaico en condiciones nominales de funcionamiento.

En cuanto a la superficie necesaria para la caracterización del tamaño del proyecto, se establece por el número de paneles fotovoltaicos y la superficie útil del panel (superficie en planta que ocupa el panel inclinado con un determinado ángulo sobre la horizontal)

- Potencia pico total del campo fotovoltaico: **108 kWp**
- Potencia nominal total del campo fotovoltaico: **100 kWn**
- Superficie total de módulos fotovoltaicos: **517 m<sup>2</sup>**

### 1.6.1. Características de la instalación

El generador fotovoltaico se ubicará en cubierta plana sobre estructura metálica triangular, con una inclinación de 15° y una orientación 5° S. Se dejará una distancia mínima de 2 metros entre filas para evitar la generación de sombras entre paneles. Constará de 200 módulos de 540 W distribuidos de la siguiente manera:

- 1 inversor de 100 kW, cuya configuración la llamaremos a partir de ahora como “**Campo Generador 1**”, cuya distribución de módulos es la siguiente:
  - 10 strings independientes de 20 módulos conexiónados cada string a un MPPT.

El Inversor transformará la energía continua de los módulos fotovoltaicos en energía alterna trifásica a 400 V. Se realizará una conexión trifásica a cuadro de protección y medida.

### 1.6.2. Descripción de funcionamiento

En primer paso, se convierte la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica a través de una serie de módulos solares. A este conjunto de módulos solares se le denomina generador fotovoltaico.

Seguidamente, la corriente continua producida en el generador fotovoltaico se convierte en corriente alterna a la misma frecuencia y tensión que la red eléctrica mediante inversores. Posteriormente, se puede hacer uso de esa energía y verter la energía sobrante a la red de distribución de baja tensión.

La instalación incorporará todos los elementos necesarios para garantizar, en todo momento, la protección física de la persona, la seguridad de la instalación eléctrica, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.



### 1.6.3. Clasificación de la Instalación

El Real Decreto 244/2019, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica; clasifica el autoconsumo en distintas modalidades:

- a) **Modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes.** Corresponde a las modalidades definidas en el artículo 9.1.a) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre. En estas modalidades se deberá instalar un mecanismo antivertido que impida la inyección de energía excedentaria a la red de transporte o de distribución. En este caso existirá un único tipo de sujeto de los previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que será el sujeto consumidor.

La instalación va a estar dentro de esta modalidad ya que se va a proceder un sistema antivertido, llamado Janitza, con el cual regularemos la potencia para el autoconsumo.

El motivo por el cual se recurre a esta modalidad, es debido a los largos tiempos de espera que acarrea tramitar el vertido con Iberdrola. Adoptamos esta medida para que el cliente pueda tener funcionando la planta solar fotovoltaica mientras se realizan los trámites pertinentes para la aprobación del vertido eléctrico.

- b) **Modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes.** Corresponde a las modalidades definidas en el artículo 9.1.b) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre. En estas modalidades las instalaciones de producción próximas y asociadas a las de consumo podrán, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que serán el sujeto consumidor y el productor

El autoconsumo con excedentes se divide a su vez en dos modalidades:

- a) **Modalidad con excedentes acogida a compensación:** Pertenecerán a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en los que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:
- I. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.
  - II. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.
  - III. Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del presente real decreto.
  - IV. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.

V. La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.

- b) **Modalidad con excedentes no acogida a compensación:** Pertenece a esta modalidad, todos aquellos casos de autoconsumo con excedentes que no cumplan con alguno de los requisitos para pertenecer a la modalidad con excedentes acogida a compensación o que voluntariamente opten por no acogerse a dicha modalidad.

La presente instalación fotovoltaica estará clasificada e inscrita en la **Modalidad de suministro con autoconsumo individual sin excedentes**.

#### 1.6.4. Tipo de local

Se consideran como locales mojados toda instalación a la intemperie, en este caso toda la instalación del campo generador.

Cumplirán con las prescripciones indicadas en la ITC-BT-30, apartado 2 del R.E.B.T.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección IP55 o superior.

#### 1.6.5. Instalaciones generadoras de baja tensión

La central fotovoltaica es una instalación generadora interconectada a la red interior de la instalación de baja tensión del titular.

Por lo tanto, deberá cumplir con todo lo establecido en la ITC-BT-40, apartado 4.3. Instalaciones interconectadas.

### 1.7. Medida

Según el artículo 10 del RD 244/2019, los consumidores acogidos a cualquier modalidad de autoconsumo deberán disponer de un equipo de medida bidireccional en el punto frontera

Adicionalmente, las instalaciones de generación deberán disponer de un equipo de medida que registre la generación neta en cualquiera de los siguientes casos:

1. Se realice autoconsumo colectivo.
2. La instalación de generación sea una instalación próxima a través de red.
3. La tecnología de generación no sea renovable, cogeneración o residuos.
4. En autoconsumo con excedentes no acogida a compensación, si no se dispone de un único contrato de suministro según lo dispuesto en el artículo 9.2.
5. Instalaciones de generación de potencia aparente nominal igual o superior a 12 MVA

No obstante, lo recogido en los párrafos anteriores, los sujetos acogidos a la modalidad de autoconsumo individual con excedentes no acogida a compensación, podrán acogerse a la siguiente configuración de medida, siempre que se garantice lo dispuesto en el apartado primero y permita el acceso a los equipos de medida por parte del encargado de la lectura:

1. Un equipo de medida bidireccional que mida la energía horaria neta generada.

2. Un equipo de medida que registre la energía consumida total por el consumidor asociado.

**Para la modalidad de autoconsumo sin excedentes, dispondremos de un equipo de medida bidireccional en el punto de frontera.**

### 1.8. Contadores

Cumplirán todo lo recogido en la ITC-BT-16. Su precisión deberá ser como mínimo la correspondiente a la de clase de precisión 2, regulada por el RD 875/1984, de 28 de marzo.

Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50 por 100 de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo. En el caso en estudio:

$$0,5 I \text{ nominal de precisión} < \text{nominal FV} < I \text{ máx. de precisión}$$

Los contadores serán seleccionados entre las marcas homologadas por la compañía eléctrica distribuidora, siendo, además, certificados por la misma; cumplirán con toda la normativa actual.

### 1.9. Sistema antivertido

Se instalará el regulador de potencia para el autoconsumo PRISMA 310A, el cual cumple con los criterios de la UNE 217001-IN para poder realizar la función de antivertido.

### 1.10. Descripción de los Equipos

#### 1.10.1. Módulos Fotovoltaicos

Para la realización de este proyecto se propone la utilización de módulos fabricados con células de silicio monocristalino de elevado rendimiento. Interesa insistir en que la tecnología de fabricación de estos módulos ha superado unas pruebas de homologación muy estrictas que permiten garantizar, por un lado, una gran resistencia a la intemperie y, por otro lado, un elevado aislamiento entre sus partes eléctricamente activas y accesibles externamente.

La instalación constará de 200 módulos fotovoltaicos de 540 W de la marca JA SOLAR, suministrando una potencia total de 108 kWp en condiciones estándar (STC).

Características generales	
Fabricante	JA SOLAR
Modelo	JAM72S30-540/MR
Potencia máxima (Pmax)	540 W
Tipo de panel	Monocristalino
Periodo de garantía del producto	12 años
Periodo de garantía de potencia	25 años
Dimensiones	2,279*1,134 m

Tabla 1-1: Características generales módulos fotovoltaicos

Características técnicas	
Tensión a circuito abierto (Voc)	49,60 V
Intensidad de cortocircuito (Isc)	13,86 A
Tensión a potencia máxima (V <sub>mp</sub> )	41,64 V
Corriente a potencia máxima (I <sub>mp</sub> )	12,97 A

Tabla 1-2: Características técnicas módulos fotovoltaicos

### 1.10.2. Inversores

El fabricante garantiza que el inversor genera una curva senoidal con una mínima distorsión. La electrónica empleada garantiza además de un funcionamiento automático completo, el seguimiento del punto de máxima potencia y evita las posibles pérdidas durante períodos de reposo.

Así, son capaces de transformar en corriente alterna y entregar a la red toda la potencia que el generador fotovoltaico genera en cada instante, funcionando a partir de un umbral mínimo de radiación solar.

Además, permite la desconexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, evitando el funcionamiento en isla, garantía de seguridad para los operarios de mantenimiento de la compañía eléctrica distribuidora.

Para la presente instalación se dotará de 1 inversor de 100 kW de potencia nominal de la marca Huawei.

Características generales	
Fabricante	Huawei
Modelo	SUN2000-100KTL-M1
Peso	90 kg
Dimensiones (altura * anchura * profundidad)	1,035*0,700*0,365 m
Periodo de garantía del producto	5 años

Tabla 1-3: Características generales inversor

Características técnicas	
Potencia AC, P <sub>n</sub>	100 kW
Tensión de salida AC	400 V
Corriente de salida AC	144,4 A
V <sub>cc</sub> máxima	1100 V
V <sub>cc</sub> mínima	200 V
Conexión RN, SN, TN o Trifásica	trifásica
Protección contra Vac baja	340
Protección contra Vac alta	440
Protección contra frecuencia baja	48
Protección contra frecuencia alta	50.5
Protección contra funcionamiento en isla	Si

### 1.11. Estructura soporte

La estructura tendrá que soportar las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con DB SE-AE: Acciones en la edificación.

El diseño y la construcción de la estructura y fijaciones de los módulos permiten las dilataciones térmicas que puedan afectar a la integridad de los módulos. Los puntos de sujeción de las placas son suficientes en número, de manera que no se producen flexiones superiores a las permitidas por el fabricante.

La estructura se realiza para la orientación y el ángulo de inclinación según cálculos, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, así como la posibilidad de sustitución de elementos.

Perfil fabricado en Aluminio 6005-T6 con tornillería en acero inoxidable y grapas fabricadas en aluminio 6005 T6 anodizado. La estructura está diseñada bajo el criterio del CTE.

### 1.12. Estructura principal del edificio

La sobrecarga que puede producir la estructura empleada en conjunto con los módulos fotovoltaicos es soportada por la estructura principal y secundaria de la cubierta del emplazamiento; no afectando negativamente a la solidez de la estructura

### 1.13. Integración arquitectónica

Se puede hablar de integración arquitectónica ya que el generador fotovoltaico no incumple las normativas de Impacto Ambiental e Impacto Visual.

La gran ventaja de los sistemas fotovoltaicos respecto a otros sistemas de generación eléctrica es que no necesitan ocupar necesariamente un espacio adicional al ya ocupado por los edificios u otras construcciones. El campo fotovoltaico puede integrarse encima de superficies construidas o incluso ejercer la función de elemento de construcción.

Por ello, los módulos solares han pasado de ser unos simples equipos de producción de energía a ser al mismo tiempo un elemento constructivo capaz de sustituir elementos tradicionales, o bien ofrecer otras prestaciones adicionales a la de generación eléctrica. Los mismos fabricantes de placas fotovoltaicas han empezado a diseñar modelos que facilitan su integración o su función constructiva en fachadas o tejados.

La situación del campo fotovoltaico en una cubierta es la más usual, ya que se suelen dar unas condiciones más favorables que en las fachadas:

- Las inclinaciones habituales de las cubiertas están en el rango de máxima producción eléctrica anual (más planas en latitudes bajas y con más pendiente en latitudes más altas).
- La orientación de la cubierta inclinada no es tan decisiva a pequeñas inclinaciones como en el caso de las fachadas.
- En las cubiertas planas se puede situar el campo fotovoltaico en la orientación e inclinación más favorable, independientemente de la orientación del edificio.
- Las placas fotovoltaicas se pueden superponer al sistema de impermeabilización existente o, en algunos casos, podrían llegar a sustituirlo.
- No interfiere en el plan arquitectónico de los edificios y, mínimamente en su aspecto final.

## 1.14. Instalación eléctrica

### 1.14.1. Cableado eléctrico

Los conductores serán de cobre y tendrán una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de continua, han de tener la sección suficiente para evitar que la caída de tensión sea superior al 1,5%, y los conductores de la parte de alterna, han de tener una sección adecuada para que la caída de tensión sea inferior al 1,5%, teniendo en cuenta en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones; esta referencia de caída de tensión admisible está recogida en el ITC-BT40.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente. Todo el cableado en continua será adecuado para su uso a la intemperie según la norma UNE 21123.

#### **CAMPO GENERADOR 1:**

El cable empleado para DC para la conexión entre los Strings y la caja de protecciones de continua será H1Z2Z2 de 6 mm<sup>2</sup>. El método de instalación a emplear es el B1 según norma UNE 60364-5-52:2014. La intensidad admisible por el cable para las condiciones de instalación es de 49 A. El cableado de esta sección de DC tendrá una longitud total de 120 m teniendo una caída de tensión de 1,42 %

El cable empleado para DC para la conexión entre la caja de protecciones de continua y los inversores será H1Z2Z2 de 6 mm<sup>2</sup>. El método de instalación a emplear es el B1 según norma UNE 60364-5-52:2014. La intensidad admisible por el cable para las condiciones de instalación es de 49 A. El cableado de esta sección de DC tendrá una longitud total de 5 m teniendo una caída de tensión de 0,06 %

El cable empleado para AC para la conexión entre los inversores y el cuadro de protecciones de alterna será H07Z1-K de 70 mm<sup>2</sup>. El método de instalación a emplear es el B1 según norma UNE 60364-5-52:2014. La intensidad admisible por el cable para las condiciones de instalación es de 193 A. El cableado de esta sección de AC tendrá una longitud total de 5 m teniendo una caída de tensión de 0,11 %

El cable empleado para AC para la conexión entre el cuadro de protecciones de alterna con Red Eléctrica será H07Z1-K de 70 mm<sup>2</sup>. El método de instalación a emplear es el B1 según norma UNE 60364-5-52:2014. La intensidad admisible por el cable para las condiciones de instalación es de 193 A. El cableado de esta sección de AC tendrá una longitud total de 20 m teniendo una caída de tensión de 0,41 %

#### 1.14.2. Canalizaciones

Se utilizarán canalizaciones para todos los tramos de cableado. Éstas tendrán las secciones aconsejadas por la ITC-BT-21. Estas canalizaciones deberán cumplir con la norma UNE-EN 50.086 en cuanto a características mínimas.

Las canalizaciones empleadas serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección IP65.

En cualquier caso, la sección interior es, como mínimo, igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

Para los tramos accesibles (alturas respecto al suelo inferiores a 2,5 metros), el cableado se instalará bajo tubo de protección mecánica 4, siguiendo lo especificado en el ITC BT-06 punto 3.1.1 e ITC BT-11 punto 1.2.1. Esto incluye los siguientes tramos:

- Todos los tramos dentro de la cubierta plana
- Bajantes a sala de inversores o contadores situadas a la intemperie que cumplan el criterio de altura antes citado.

Se respetarán asimismo las siguientes distancias mínimas:

- Ventanas: 0,3 m al borde superior y 0,5 m a los bordes inferior y laterales.
- Balcones: 0,3 m al borde superior y a 1 m a los bordes laterales. El cableado que discorra por el interior del edificio, se conducirá bajo canaleta.

#### 1.14.3. Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (art.12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

De acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su instrucción ITC-BT-40: Instalaciones generadoras de Baja Tensión, apartado 8. “Los sistemas de puesta a tierra de las centrales de instalaciones generadoras deberán tener las condiciones técnicas adecuadas para que no se produzcan transferencias de defectos a la Red de Distribución Pública, ni a las instalaciones privadas, cualquiera que sea su funcionamiento respecto a ésta: aisladas, asistidas o interconectadas. Donde la legislación vigente establezca que la instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones.

Se conectarán todas las masas metálicas (estructura soporte y módulos fotovoltaicos) al borne de puesta a tierra del edificio de todas las masas metálicas de la instalación interior.

La instalación cumple con lo establecido en la ITC-BT-24 del REBT, con el fin de proporcionar seguridad personal. Utilizando dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

El fabricante del inversor justifica mediante ensayo que la corriente continua inyectada a red no supera el 0,5% de la corriente nominal.

La toma de tierra de la instalación es existente, únicamente se instalará el Conductor de protección que une las masas de una instalación a ciertos elementos, con el fin de garantizar que no existan diferencias de potencial entre dos masas o elementos metálicos que puedan ser tocados simultáneamente por una persona.

El cable de los conductores de protección será de la misma sección que el de los conductores de fase o polares de la instalación cumpliendo el RBT, siendo la sección mínima admisible de 2,5 mm<sup>2</sup>.

#### 1.14.4. Armónicos y compatibilidad electromagnética

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (art.13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### 1.14.5. Protecciones

La instalación cumple con todas las consideraciones técnicas expuestas en el Real Decreto 1699/2011, artículo 14, sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión.

Se distinguen dos partes en cuanto a protección y maniobra, aguas arriba de los inversores, donde la corriente es continua y aguas abajo de los inversores donde la corriente es alterna.

En el tramo de corriente continua, a la entrada del inversor, se dispone de protecciones para cada una de las series de módulos fotovoltaicos con la finalidad de garantizar la seguridad de los equipos y circuitos. Se deben cumplir los requerimientos suplementarios de la normativa UNE 060269-6 para dimensionar las protecciones. En la presente instalación emplearemos:

##### **CAMPO GENERADOR 1:**

- 40 fusibles de 20 A, 1500 V
- 20 protectores de sobretensiones clase II, 1500 V

A la entrada del inversor, se dispone de protecciones contra cortocircuitos, sobretensiones, sobrecargas, inversión de polaridad, protección contra funcionamiento en isla y detención por fallo de aislamiento; con la finalidad de garantizar la seguridad de los equipos y circuitos.

- Cortocircuitos: el cortocircuito es un punto de trabajo no peligroso para el generador fotovoltaico, ya que la corriente está limitada a un valor muy cercano a la máxima de operación normal del mismo. El cortocircuito puede, sin embargo, ser perjudicial para



el inversor. Como medio de protección el inversor dispone de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para las personas es peligrosa la realización o eliminación de un cortocircuito franco en el campo generador, por pasar rápidamente del circuito abierto al cortocircuito, lo que produce un elevado arco eléctrico por la variación brusca de corriente. Como medida de protección es recomendable la conducción separada del positivo y del negativo. Así, se evita la realización o eliminación accidental de un cortocircuito producido por daños en el aislamiento del cable.

- Sobrecargas: a pesar de que el inversor obliga a trabajar al generador fotovoltaico fuera de su punto de máxima potencia cuando la potencia de entrada es excesiva, dispone de protecciones contra sobrecargas y dispositivo de desconexión del lado de CC, que facilita las tareas de mantenimiento.
- Contactos directos e indirectos: el generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contacto directo e indirecto, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra.

El inversor tiene un controlador permanente de aislamiento que detecta la aparición fallo cuando la resistencia de aislamiento es inferior al siguiente valor:

$$R_{ISO,MIN}(\Omega) = 40 * V_{G,MAX}(V) - 1000$$

Donde  $V_{G,MAX}$  es la tensión correspondiente al generador en circuito abierto operando a baja temperatura. Esta tensión es la mayor que puede alcanzar el generador fotovoltaico, por lo que constituye la condición de mayor peligro eléctrico.

Con esta condición se garantiza que la corriente de defecto sea inferior a 30mA, que marca el umbral de riesgo eléctrico para las personas.

El inversor detendrá su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo.

- Sobretensiones: sobre el generador fotovoltaico, se pueden originar sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia. Por ello, se protegerá la entrada CC del inversor mediante dispositivos bipolares de protección clase II, válidos para la mayoría de equipos conectados a la red.

### **CAMPO GENERADOR 1:**

Protecciones integradas en el inversor

En el tramo de corriente alterna, además de las protecciones incluidas en el inversor, se instalará en la salida de este un magnetotérmico adecuado a la potencia del inversor y un interruptor diferencial. Estos interruptores serán accesibles a la empresa responsable de

mantenimiento de la instalación en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual.

- Cortocircuitos y sobrecargas: Con el fin de dar cierta independencia a las líneas propias de cada inversor y facilitar el mantenimiento, se utilizará un magnetotérmico para cada inversor de forma que no se paralice el conjunto de la instalación por problemas en sólo uno de los inversores. La intensidad de cortocircuito será superior a la indicada por la compañía eléctrica distribuidora en el punto de conexión. La protección por cortocircuito y sobrecarga de la unificación de la línea se llevará a cabo en el Centro de Transformación.
- Fallos a tierra: la instalación contará con interruptores diferenciales de 30mA de sensibilidad para proteger de derivaciones en el circuito. Con el fin de que sólo actúe por fallos a tierra, será de una corriente superior a la del magnetotérmico de protección.
- Interruptor automático de interconexión: para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red. Este sistema de protección está incorporado en el inversor, por lo que las maniobras de desconexión-conexión serán realizadas por éste.

#### **CAMPO GENERADOR 1:**

En la presente instalación emplearemos para cada inversor:

- Un Interruptor magnetotérmico tipo C de 4P de 160 A, I<sub>cc</sub> = 10 kA
- Un interruptor automático diferencial tipo A de 4P de 160 A / 300mA

#### **1.14.6. Protecciones inversor-red eléctrica**

De acuerdo con el Real Decreto 1669/2011, las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia podrán integrarse en el equipo inversor, realizando éste la desconexión-conexión automática mediante un interruptor de interconexión interno, cumpliendo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Así el inversor desconecta si la red se sale de los siguientes valores umbral, en el tiempo indicado:

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión-fase 1	Un + 10 %	1,5 s
Sobretensión-fase 2	Un + 15 %	0,2 s
Tensión mínima	Un – 15 %	1,5 s
Frecuencia máxima	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima	48 Hz	3 s

*Tabla 1-5: Protecciones inversor-red eléctrica*

En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión solo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.

### 1.15. Incidencia de la actividad

Para evaluar las incidencias que podría producir el desarrollo de esta actividad, se van a considerar los aspectos sobre el medio físico y sobre el medio socio-económico.

#### 1.15.1. Incidencia sobre el medio físico

Sobre el suelo y la vegetación no se produce ninguna incidencia debido a que la actividad se va a realizar no produce ningún tipo de ruido, emisiones ni vertidos, por lo que no produce ningún tipo de afección.

La zona prevista para la instalación NO está declarada interés paisajístico ni tiene ninguna afección particular y dada las características de la actividad el impacto sobre la fauna y la flora sea NULO.

Esta central solar, se caracteriza por que produce energías limpias, por lo que no produce emisiones de ningún tipo, ni ninguna clase de vertidos. No presenta ninguna de las fuentes contaminantes principales del aire: gases de escape, emisión de calefacciones, emisiones de procesos industriales, además al no producirse vertidos, ni existir aguas superficiales ni subterráneas, no se produce ningún tipo de incidencia sobre la calidad del aire ni del agua.

En cuanto a una la incidencia sobre el paisaje, salvo el impacto visual, es prácticamente nulo. Las acciones que se van a realizar no conllevan edificaciones ni movimientos de tierra significativos, además la altura de las estructuras sobre las que se montan los módulos fotovoltaicos es inferior a 5 m. y sin notable quebranto de sus aspectos visuales.

#### 1.15.2. Incidencia sobre el medio socioeconómico

Las incidencias que se crean sobre el medio socioeconómico serán positivas ya que mejora la infraestructura y la calidad de vida. Una instalación solar fotovoltaica que produce energía eléctrica que será distribuida para uso público por la compañía distribuidora, mejora la infraestructura de servicios de primera necesidad, y dado que es energía limpia y sin emisiones favorecerá positivamente a la calidad de vida sin ningún tipo de coste medioambiental, ni sobre coste económico

### 1.16. Personal, necesidades de abastecimiento y gestión de residuos

El funcionamiento de la central es totalmente pasivo y autónomo, no requiere personal fijo, ni tiene ninguna necesidad de ningún tipo de abastecimiento: ya sea de suministro de agua o de energía; tan solo se requerirá un pequeño suministro de agua puntual y esporádico para las labores de mantenimiento de la instalación y durante la realización de la obra. Por este motivo no serán necesario instalaciones de evacuación de residuos (ya que no se producen ni vertidos ni emisiones, ni aguas residuales).

Los únicos residuos que se pueden generar son los debidos a la fase de Obra y Ejecución de la Instalación. Serán materiales de desecho y escombros tales como: cartones, cajas de embalaje,

trozos de goma y cables...; que serán llevados diariamente por transporte particular al centro de tratamiento de residuos sólidos urbanos más cercano.

### 1.17. Valoración motivada de la actividad

Los sistemas fotovoltaicos de conexión a la red eléctrica, se enmarcan dentro del Plan de Fomento de las Energías Renovables elaborado por el Gobierno Español con el objetivo de aumentar la energía primaria consumida proveniente de fuentes renovables, para reducir de una forma importante las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Este tipo de instalaciones evitan la emisión de partículas contaminantes a la atmósfera como Azufre, CO<sub>2</sub>, CO, Plomo, etc; ya que introducen en la red nacional energía limpia generada con radiación solar y evitan que esta energía sea generada mediante otras formas de energía como la nuclear, térmica carbonífera o derivados del petróleo, que son perjudiciales para el medio ambiente.

Por todo ello, esta actividad puede valorarse de forma muy positiva a todos los niveles debido a que:

- Es un aprovechamiento muy útil de la energía renovable.
- Es un sistema de producir energía eléctrica sin ningún tipo de coste medioambiental, al contrario que ocurre con las centrales convencionales.
- Fomenta la mejora socioeconómica: mejora de infraestructura, mejora de servicios, mejora de la calidad de vida.
- No produce impactos medioambientales significativos.
- Al finalizar la actividad no hay que realizar ninguna acción para recuperar el entorno, ni el suelo, dado que estos no se verán afectados.

### 1.18. Programa de ejecución de la instalación

El programa de ejecución consiste en:

- Delimitación y Replanteo de zonas de instalaciones.
- Instalaciones Unitarias Fotovoltaicas.
- Preparación de la estructura soporte Paneles solares.
- Canalizaciones e instalación eléctrica de conexión a red.
- Colocación de la estructura para soporte y fijación de los módulos fotovoltaicos
- Interconexionado de Módulos e instalación de Inversores.

### 1.19. Puesta en marcha y funcionamiento

Una vez realizado el completo montaje de la instalación fotovoltaica propuesta se procederá a la puesta en marcha verificando un correcto funcionamiento.

Para ello se indican los siguientes pasos:

Ante todo, asegurar que el equipo de interconexión de la caseta está desconectado, así como los fusibles seccionadores a la entrada de los inversores.

Se comprobará la resistencia de aislamiento de los inversores, entre la parte de continua y la parte de alterna, y también en los relés de interconexión.

A continuación, se medirá el voltaje en cada uno de los módulos fotovoltaicos.

Seguidamente se comprobará el voltaje de entrada en los inversores, sin manipular aún los fusibles seccionadores. Se verificará que las lecturas obtenidas quedan encuadradas en el rango de tensiones de entrada establecidas por el fabricante.

Si las lecturas son correctas se procederá a cerrar los seccionadores, alimentando así a los inversores.

Se comprobarán los valores de tensión e intensidad obtenidos a la salida de los inversores, así como la lectura de armónicos para corroborar que la Tasa de Distorsión Armónica (THD) es inferior al 4 %, tal y como indica el fabricante.

Se medirá la tensión en los bornes de llegada al cuadro de interconexión, comprobando que la caída de tensión en la línea no ha sido superior al 1,5 %, tal como se expresa en la memoria de cálculo.

Se conectarán los relés de interconexión, ajustando los niveles de medida de los diferentes parámetros, verificando que funcionan correctamente y que no producen ningún disparo.

A continuación, se conectarán interruptor diferencial e interruptor magnetotérmico general, comprobando que el sistema responde adecuadamente, y que no sufre ningún disparo.

En caso de disparo ajustar los parámetros de los relés de control.

Una vez todo quede dispuesto correctamente se hará saltar la protección diferencial comprobando su correcto funcionamiento.

Y finalmente, rearmado el sistema, se verificará que el contador de energía eléctrica efectúa la correspondiente medición de energía inyectada a la red.

## 2. CALCULOS

### 2.1. Cálculo de la producción anual estimada

Con el dato del emplazamiento de la instalación, junto con el azimut y la inclinación de los módulos, podemos sacar las horas medias de sol donde el equipo generador produce a potencia nominal.

Para la estimación de la energía producida anualmente, se procederá según el método establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas de Conexión a Red del IDAE.

Siendo la fórmula de la energía producida por la instalación:

$$E_{prod} = Irradiancia * PR * P_{FV} * \text{días del mes} \left( \frac{kWh}{mes} \right)$$

$E_{prod}$ : Producción de electricidad media diaria por el sistema dado (kWh)

Irradiancia: Producción de electricidad media mensual por el sistema dado (kWh)

PR: Coeficiente de rendimiento

$P_{FV}$ : Potencia fotovoltaica instalada (kW)

Estos son los datos a tener en cuenta:

Datos proporcionados para la estimación de la producción de energía fotovoltaica	
Potencia pico instalada	108 kWp
Latitud del emplazamiento	39.382516211833114
Longitud del emplazamiento	-0.44824252321039654
Azimut	5°
Inclinación	15°
Pérdidas del sistema	14 %

Tabla 2-1: Datos para estimación de producción de energía fotovoltaica

## Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

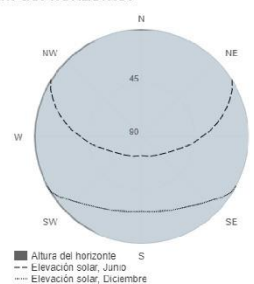
### Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 39.383, -0.448  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 108 kWp  
 Pérdidas sistema: 14 %

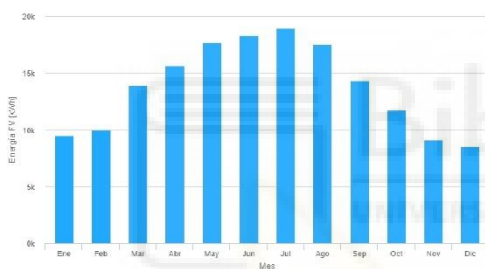
### Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 15 °  
 Ángulo de azimut: 5 °  
 Producción anual FV: 165089.3 kWh  
 Irradiación anual: 1979.93 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variación interanual: 4325.12 kWh  
 Cambios en la producción debido a:  
 Ángulo de incidencia: -2.94 %  
 Efectos espectrales: 0.49 %  
 Temperatura y baja irradiancia: -7.97 %  
 Pérdidas totales: -22.81 %

### Perfil del horizonte:



### Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



### Irradiación mensual sobre plano fijo:



### Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E <sub>m</sub>	H(i) <sub>m</sub>	SD <sub>m</sub>
Enero	9477.5	107.4	1355.5
Febrero	9989.0	114.1	1266.9
Marzo	13924.0	161.9	1235.9
Abril	15639.2	185.2	1202.1
Mayo	17669.8	214.1	1287.7
Junio	18290.4	226.6	465.9
Julio	18914.0	236.6	615.7
Agosto	17500.5	216.9	777.0
Septiembre	14320.9	174.9	894.0
Octubre	11720.9	139.8	1256.6
Noviembre	9077.0	105.1	1209.3
Diciembre	8543.2	97.3	686.8

E<sub>m</sub>: Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh].

H(i)<sub>m</sub>: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m<sup>2</sup>].

SD<sub>m</sub>: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general.

Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día.

Trataremos de corregir los errores que se nos señalen.

No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web.

Dicha información:

(i) es de carácter general y no aborda circunstancias específicas de personas u organismos concretos,

(ii) no es necesariamente exhaustiva, completa, exacta o actualizada,

(iii) contiene en algunas ocasiones enlaces a páginas externas sobre las que los servicios de la Comisión no tienen control.

Estos son los datos obtenidos:

Resultados obtenidos de la estimación de la producción de energía fotovoltaica	
Producción anual FV	165.089 kWh
Variación interanual	4.325 kWh
Pérdidas por ángulo de incidencia	2,94 %
Pérdidas por temperatura y baja irradiancia	7,97 %
Pérdidas totales	22,81 %

Tabla 2-2: Resultados de la estimación de producción de energía fotovoltaica

Energía FV y radiación solar mensual con las pérdidas incluidas para 1 kW instalado:

Sistema fijo: Azimut 5°, Inclinación 15°, Pérdidas medias totales 22,81%				
Mes	Ed	Em	Hd	Hm
Enero	2,83	87,75	3,46	107,4
Febrero	3,3	92,49	4,08	114,13
Marzo	4,16	128,93	5,22	161,91
Abril	4,83	144,81	6,17	185,2
Mayo	5,28	163,61	6,91	214,13
Junio	5,65	169,36	7,55	226,6
Julio	5,65	175,13	7,63	236,62
Agosto	5,23	162,04	7	216,88
Septiembre	4,42	132,6	5,83	174,87
Octubre	3,5	108,53	4,51	139,85
Noviembre	2,8	84,05	3,5	105,1
Diciembre	2,55	79,1	3,14	97,25
Media anual	4,19	127,37	5,42	164,99
Total		1.529		1.980

Tabla 2-3: Producción anual estimada

Ed: Producción de electricidad media diaria por el sistema dado (kWh)

Em: Producción de electricidad media mensual por el sistema dado (kWh)

Hd: Media diaria de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado (kWh/m<sup>2</sup>)

Hm: Suma media de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh/m<sup>2</sup>)



## 2.2. Cálculo del consumo y producción mes a mes

RESUMEN			
MES	CONSUMO (kWh)	PRODUCCION (kWh)	BALANCE
ENERO	19.982	9.475	19.982
FEBRERO	21.197	9.979	21.197
MARZO	24.909	13.928	24.909
ABRIL	21.540	15.649	21.540
MAYO	27.218	17.677	27.218
JUNIO	24.439	18.306	24.439
JULIO	25.163	18.916	25.163
AGOSTO	11.750	17.510	11.750
SEPTIEMBRE	17.527	14.321	17.527
OCTUBRE	18.233	11.718	18.233
NOVIEMBRE	18.388	9.072	18.388
DICIEMBRE	15.229	8.537	15.229
Total	245.575	165.089	-80.486

Tabla 2-4: Consumo y producción mensual

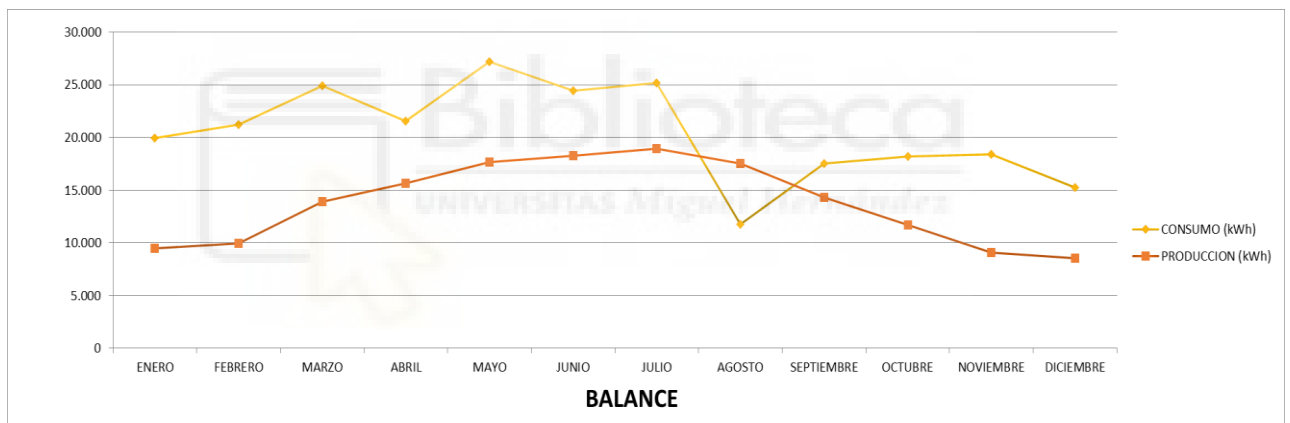


Gráfico 2-1: Consumo y producción mensual

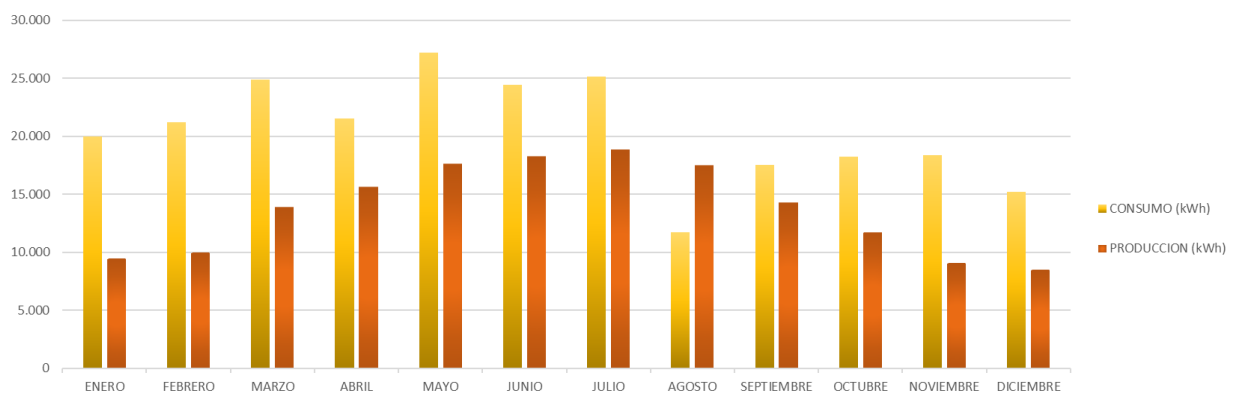


Gráfico 2-2: Consumo y producción mensual\_2

Resumen Autoconsumo	
Consumo anual (kWh)	245.575
Producción anual (kWh)	165.089
Autoconsumo (kWh)	113.569
Consumo red (kWh)	132.006
Excedentes (kWh)	51.520
Ahorro anual emisiones CO2 (kg)	54.644

Tabla 2-5: Resumen autoconsumo

## 2.3. Cálculos eléctricos

### 2.3.1. Métodos de instalación del cableado

El método de instalación a emplear es el B1 según norma UNE 60364-5-52:2014. Donde se toma como referencia conductores aislados (cables unipolares) en un tubo sobre una pared de madera.

### 2.3.2. Cálculo de Strings

Para el diseño del número de módulos solares en serie y en paralelo debemos conocer las características del inversor y de módulo a emplear, también como la temperatura y condiciones de funcionamiento de la instalación. Siendo las fórmulas a emplear las siguientes:

$$1) \frac{V_{MPPT\_MIN}}{V_{MOD\_MPP}(GSTC, T_{MAX})} \leq N_s \leq \frac{V_{DC\_MAX}}{V_{MOD\_OC}(GSTC, T_{MIN})}$$

$$2) \frac{N_{MOD}}{N_s} \leq N_p \leq \frac{I_{DC\_MAX}}{I_{MOD\_SC}(GSTC, T_{MAX})}$$

Donde consideraremos como  $T^a$  máxima del entorno  $40^\circ\text{C}$  y como  $T^a$  mínima  $-5^\circ\text{C}$ . Para calcular las fórmulas anteriores debemos antes resolver las siguientes:

$$V_{MOD\_OC}(GSTC, T_{MIN}) = V_{OC} + \beta v * (T_{min} - 25) = 53,69 \text{ V}$$

$$V_{MOD\_MPP}(GSTC, T_{MAX}) = V_{mpp} + \beta v * (T_{max} - 25) = 34,99 \text{ V}$$

$$I_{MOD\_SC}(GSTC, T_{MAX}) = I_{sc} + \alpha i * (T_{max} - 25) = 14,16 \text{ A}$$

Despejamos las fórmulas antes expuestas:

#### CAMPO GENERADOR 1:

$$1) 6 \leq N_s \leq 20$$

$$2) 10 \leq N_p \leq 18$$

Donde seleccionamos:

$N_s = 20$  Paneles por string

$N_p = 10$  Series individuales hasta el inversor.

Módulos fotovoltaicos totales = 200

$V_{MPPT\_MIN}$  = Tensión mínima de entrada al inversor en DC (V)

$V_{DC\_MAX}$  = Tensión máxima de entrada al inversor en DC (V)

$V_{MOD\_MPP(GSTC, TMAX)}$  = Tensión nominal del módulo fotovoltaico en condiciones estándar y  $T^a$  máxima (V)

$V_{MOD\_OC(GSTC, TMIN)}$  = Tensión en circuito abierto del módulo fotovoltaico en condiciones estándar y  $T^a$  mínima (V)

$I_{DC\_MAX}$  = Corriente máxima admisible de entrada al inversor en DC (A)

$I_{MOD\_SC(GSTC, TMAX)}$  = Corriente de cortocircuito del módulo fotovoltaico en condiciones estándar y  $T^a$  máxima (A)

$N_s$  = Número de paneles en serie

$N_p$  = Número de paneles en paralelo

$\beta$  = Coeficiente de temperatura de la tensión (V/K)

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura de la corriente (A/K)

### 2.3.3. Caída de tensión

Como hemos mencionado antes, los conductores de la parte de continua han de tener la sección suficiente para evitar que la caída de tensión sea superior al 1,5%, y los conductores de la parte de alterna han de tener una sección adecuada para que la caída de tensión sea inferior al 1,5%. Teniendo en cuenta en ambos casos como referencia a las tensiones correspondientes de las cajas de conexiones.

#### **CAMPO GENERADOR 1:**

Primeramente, calculamos la **caída de tensión de DC** en dos tramos:

- Conexión entre módulos fotovoltaicos y caja de conexiones:

$$\Delta V\% = \frac{2 * L_{string} * I_{MPP}}{S * \sigma_{Tmax} * N_s * V_{MPP}} * 100$$

$$\Delta V\% = 1,42$$

Datos conexionado módulos-caja conexiones	
$L_{string}$ (m)	120
$I_{MPP}$ (A)	12,97
$V_{MPP}$ (V)	41,64
$S$ (mm <sup>2</sup> )	6
$\sigma_{Tmax}$ (m/Ω*mm <sup>2</sup> )	44
$N_s$	20

Tabla 2-6: Datos conexionado módulos-caja conexiones

- Conexión entre caja de conexiones e inversor:

$$\Delta V\% = \frac{2 * L_{CC-I} * N_p * I_{MPP}}{S * \sigma_{Tmax} * N_s * V_{MPP}} * 100$$

$$\Delta V\% = 0,06$$

Datos conexionado caja conexiones-inversor	
$L_{CC-I}$ (m)	5
$I_{MPP}$ (A)	12,97
$V_{MPP}$ (V)	41,64
$S$ (mm <sup>2</sup> )	6
$\sigma_{Tmax}$ (m/ $\Omega$ *mm <sup>2</sup> )	44
$N_s$	20
$N_p$	Series individuales hasta el inversor

Tabla 2-7: Datos conexionado caja conexiones-inversor

Seguidamente, para el cálculo de **caída de tensión de la parte de AC** calculamos dos tramos:

- Conexión entre inversor y cuadro distribución

$$\Delta V\% = \frac{\sqrt{3} * L_{CA} * I_{RMS} * \cos\alpha}{S * \sigma_{Tmax} * Vg_{\phi\phi}} * 100$$

$$\Delta V\% = 0,11$$

Datos conexionado inversor-cuadro distribución	
$L_{CA}$ (m)	5
$I_{RMS}$ (A)	144,4
$Vg_{\phi\phi}$ (V)	400
$S$ (mm <sup>2</sup> )	70
$\sigma_{Tmax}$ (m/ $\Omega$ *mm <sup>2</sup> )	44
$\cos \alpha$	1

Tabla 2-8: Datos conexionado inversor-cuadro distribución

- Conexión entre cuadro distribución y Red Eléctrica:

$$\Delta V\% = \frac{\sqrt{3} * L_{CA} * N_i * I_{RMS} * \cos\alpha}{S * \sigma_{Tmax} * Vg_{\phi\phi}} * 100$$

$$\Delta V\% = 0,41$$

Datos conexaso cuadro distribución-Red Eléctrica	
$L_{CA}$ (m)	20
$I_{RMS}$ (A)	144,4
$V_{g-\phi\phi}$ (V)	400
S (mm <sup>2</sup> )	70
$\sigma_{Tmax}$ (m/ $\Omega$ *mm <sup>2</sup> )	44
Cos $\alpha$	1
Ni	1

Tabla 2-9: Datos conexaso cuadro distribución-Red Eléctrica

$\Delta V\%$  = Caída de tensión

$L_{string}$  = Longitud del cableado de la serie(m)

$L_{CC-I}$  = Longitud del cableado de la caja de protección al inversor(m)

$L_{CA}$  = Longitud del cableado del inversor al Cuadro de distribución

$I_{MPP}$  = Corriente de máxima potencia del panel fotovoltaicos (A)

$V_{MPP}$  = Tensión de máxima potencia del panel fotovoltaicos (V)

$I_{RMS}$  = Corriente de máxima potencia del inversor (A)

$V_{g-\phi\phi}$  = Tensión de máxima potencia del inversor (V)

S = Sección del cable (mm<sup>2</sup>)

$\sigma_{Tmax}$  = Conductividad del cable a temperatura máxima (m/ $\Omega$ \*mm<sup>2</sup>)

Ns = Número de paneles en serie

Np = Número de paneles en paralelo

Ni = Número de inversores en paralelo

Cos $\alpha$  = Factor de potencia del inversor

#### 2.3.4. Corriente máxima admisible por el cable

##### **CAMPO GENERADOR 1:**

Calculamos la corriente máxima admisible en cada tramo de la instalación:

- Conexión entre módulos fotovoltaicos y caja de conexiones:

$$I_{CAB-STRINGS} \geq 1,25 * I_{SC}$$

$$49 \geq 17,33 \text{ A}$$

Datos corriente módulos-caja conexiones	
$I_{CAB-STRINGS}$ (A)	49
$I_{SC}$ (A)	13,86

Tabla 2-10: Datos corriente módulos-caja conexiones

- Conexión entre caja de conexiones e inversores:

$$I_{CAB-CC} \geq 1,25 * Np * I_{SC}$$

$$49 \geq 17,33 \text{ A}$$

Datos corriente caja conexiones-inversor	
$I_{CAB-CC}$ (A)	49
$I_{SC}$ (A)	13,86
Np	Series individuales hasta el inversor

Tabla 2-11: Datos corriente caja conexiones-inversor

- Conexión entre inversor y cuadro de distribución:

$$I_{CAB-CA} \geq 1,25 * I_{g-\phi\phi}$$

$$193 \geq 180,5 \text{ A}$$

Datos corriente inversor-cuadro distribución	
$I_{CAB-CA}$ (A)	193
$I_{g-\phi\phi}$ (A)	144,4

Tabla 2-12: Datos corriente inversor-cuadro distribución

- Conexión entre cuadro de distribución y Red Eléctrica:

$$I_{CAB-RED} \geq 1,25 * Ni * I_{g-\phi\phi}$$

$$193 \geq 180,5 \text{ A}$$

Datos corriente cuadro distribución-Red Eléctrica	
$I_{CAB-RED}$ (A)	193
$I_{g-\phi\phi}$ (A)	144,4
Ni	1

Tabla 2-13: Datos corriente cuadro distribución-Red Eléctrica

$I_{CAB-STRINGS}$  = Corriente admisible por el cableado de los módulos a la caja de protecciones (A)

$I_{CAB-CC}$  = Corriente admisible por el cableado de la caja de conexiones al inversor (A)

$I_{CAB-CA}$  = Corriente admisible por el cableado del inversor al cuadro de distribución (A)

$I_{CAB-RED}$  = Corriente admisible por el cableado del cuadro de distribución a Red Eléctrica (A)

$I_{SC}$  = Corriente de cortocircuito del panel fotovoltaico (A)

$I_{g-\phi\phi}$  = Corriente salida del inversor (A)

### 2.3.5. Dimensionamiento protecciones DC

#### **CAMPO GENERADOR 1:**

Para el tramo de DC desde los Strings hasta la caja de conexiones emplearemos fusibles de 20 A para cada String. Para su selección, las protecciones deben cumplir las siguientes condiciones:

$$(1) I_{SC} \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) 1,4 * I_{SC} \leq I_n \leq I_{MOD\_MAX\_OCPR}$$

$I_{SC}$ : Corriente de cortocircuito del panel fotovoltaico

$I_n$ : Corriente nominal del dispositivo de protección

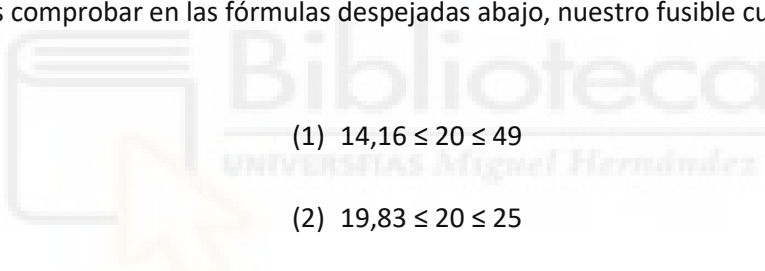
$I_z$ : Corriente máxima admisible del conductor empleado

$I_f$ : Corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección

$I_{MOD\_MAX\_OCPR}$ : Corriente máxima recomendada de los fusibles para el panel fotovoltaico seleccionado

$V_{FUS}$ : Tensión máxima recomendada de los fusibles

Como podemos comprobar en las fórmulas despejadas abajo, nuestro fusible cumple con la normativa:


$$(1) 14,16 \leq 20 \leq 49$$

$$(2) 19,83 \leq 20 \leq 25$$

### 2.3.6. Dimensionamiento protecciones AC

#### **CAMPO GENERADOR 1:**

Para el tramo de **AC desde los inversores al cuadro de distribución** emplearemos:

- Interruptor Magnetotérmico:  
Interruptores magnetotérmicos de 3P+N de 160 A. Para su diseño hemos empleado las siguientes fórmulas:

$$(1) I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_z \leq 1,45 * I_n$$

Donde  $I_z$  (Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo) =  $1,45 I_n$  (según UNE EN 60898 ó UNE EN 61009)

Como podemos comprobar en las fórmulas despejadas abajo, nuestro magnetotérmico cumple con la normativa:

$$(1) 144,4 \leq 160 \leq 193$$

$$(2) 232 \leq 279,85$$

- Interruptor Diferencial:

Para este dispositivo siempre es recomendable sobredimensionar su corriente  $I_n$ , para que no se vea afectado por sobretensiones/cortocircuitos y que su función se centre en detectar las corrientes de fuga. Para esta instalación emplearemos un interruptor magnetotérmico de 3P+N de 160 A / 300 mA

### 2.3.7. Cálculo puesta a Tierra

La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece.

Para la puesta a tierra de la instalación se debe estimar la resistencia eléctrica del terreno, para lo que se tendrá en cuenta lo dispuesto en la ITC-BT-18 donde se establecen diferentes naturalezas del terreno y su resistividad correspondiente.

La resistencia de la Tierra en Ohm se calculará:

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
$\rho$ , resistividad del terreno (Ohm.m) $P$ , perímetro de la placa (m) $L$ , longitud de la pica o del conductor (m)	

Tabla 2-14: Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

La resistencia de tierra debe ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V en local o emplazamiento conductor. Siendo el valor máximo de esta resistencia de tierra teniendo instalado un diferencial de 300mA:

$$R = U / I_d = 24 / 0,3 = 80 \Omega$$

U: Tensión de contacto (V)

$I_d$ : Corriente diferencial (A)

En nuestra instalación, ya existe una toma de tierra, la cual se verificará por el Instalador autorizado.

- Conductores de tierra:



La sección de los conductores de tierra tiene que satisfacer las prescripciones del apartado de conductores de protección y, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la siguiente tabla. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm <sup>2</sup> Cobre 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm <sup>2</sup> Cobre 50 mm <sup>2</sup> Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 2-15: Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

- Conductores de protección:

La sección de los conductores de protección será la indicada en la siguiente tabla, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección S <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )
S ≤ 16	S <sub>p</sub> = S
16 < S ≤ 35	S <sub>p</sub> = 16
S > 35	S <sub>p</sub> = S/2

Tabla 2-16: Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima. Los valores de la tabla anterior solo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando la tabla mencionada.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

## 2.4. Distancia mínima entre placas

La distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura  $h$ , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia  $d$  será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud})$$

Siendo:

$h$  = diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los módulos

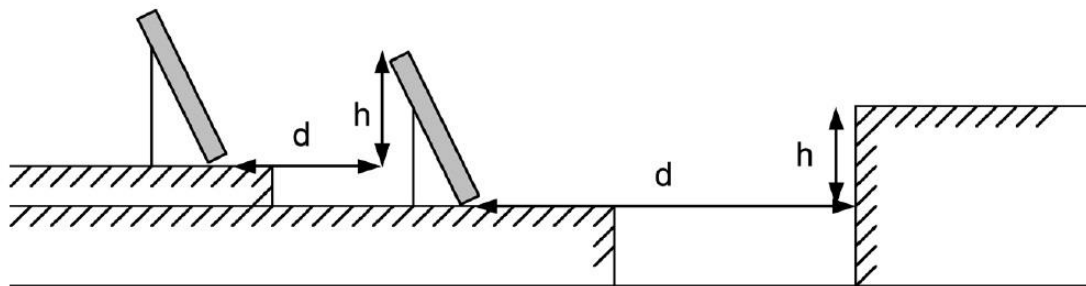


Ilustración 2-1: Distancia mínima entre módulos

Según los criterios y lugar de instalación, además de la inclinación empleada, obtenemos la siguiente distancia mínima:

Distancia entre el comienzo de una fila y el comienzo de otra (D)	4,320 m
Distancia entre el final de una fila y el comienzo de otra (d)	2 m
Altura (h)	2,279 m
Inclinación	15 °
Latitud	39,382516211833114°

Tabla 2-17: Distancia mínima entre módulos

### 3. MANTENIMIENTO

Se definen a continuación las condiciones generales que se siguen para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaicas conectadas a red.

Deben considerarse tres etapas que consideran la totalidad de las operaciones que se han de realizar durante la vida útil de la instalación con los siguientes objetivos:

- Asegurar el funcionamiento calculado
  - Aumentar la fiabilidad de ésta
  - Prolongar la vida útil de la instalación
- **Mantenimiento preventivo:** Se refiere a operaciones de inspección visual y verificación de actuaciones que se realizan a la instalación para hacer que ésta opere en condiciones óptimas de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad. Se realizan por nuestro personal técnico especializado. Las operaciones que se muestran son las recomendadas para asegurar un funcionamiento óptimo:

	Inspección Visual	Control de funcionamiento
<b>Módulos</b>		
Diferencias sobre original (Óxidos, deformaciones, etc)		
Cableado		
Conexiones		
<b>Inversor</b>		
Protecciones		
Conexiones		
<b>Estructura</b>		
Degradación		
Indicios de corrosión		
Apriete de tornillos		

Tabla 3-1: Mantenimiento preventivo

- **Mantenimiento correctivo:** Se incluyen en este apartado las operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación

## 4. ESTUDIO ECONÓMICO

### 4.1. Garantías

Componente	Tiempo
Módulo fotovoltaico	12 años
Producción del módulo fotovoltaico	25 años
Inversor	5 años
Estructura soporte	10 años

Tabla 4-1: Garantías

### 4.2. Presupuesto

Instalación de 108 kWp – 100 kWn	Precio €
Módulos fotovoltaicos	42.422,40 €
Inversores	5.564,93 €
Estructura soporte	13.122,00 €
Conexión de módulos, cableado y obra civil	10.199,25 €
Cuadro eléctrico	2.726,88 €
Sistema de monitorización	179,00 €
Instalación y mano de obra	12.415,54 €
Ingeniería y tramitaciones	6.250,00 €
Mantenimiento	Opcional NO incluida (900€/año)
<b>Total SIN IVA</b>	<b>92.880,00 €</b>

Tabla 4-2: Presupuesto

Producción económica estimada anual: 21.488 €

### 4.3. Amortización

TABLA DE AMORTIZACION SIMPLE 108 kWp						
Año	Energía generada	Energía autoconsumida	Precio electricidad (€/kWh)	Excedentes (€/año)	Ahorro anual (€/año)	Acumulado (€)
1	165.089	113.569	0,1800	0	21.488	21.488
2	164.263	113.001	0,1818	0	21.594	43.081
3	163.438	112.433	0,1836	0	21.700	64.782
4	162.612	111.865	0,1855	0	21.807	86.588
5	161.787	111.297	0,1873	0	21.913	108.501
6	160.962	110.729	0,1892	0	22.019	130.520
7	160.136	110.162	0,1911	0	22.125	152.645
8	159.311	109.594	0,1930	0	22.231	174.876
9	158.485	109.026	0,1949	0	22.337	197.213
10	156.834	107.890	0,1969	0	22.326	219.539
11	155.183	106.754	0,1988	0	22.311	241.850
12	153.533	105.619	0,2008	0	22.295	264.145
13	151.882	104.483	0,2028	0	22.276	286.421
14	150.231	103.347	0,2049	0	22.254	308.675
15	148.580	102.212	0,2069	0	22.229	330.904
16	146.929	101.076	0,2090	0	22.202	353.106
17	145.278	99.940	0,2111	0	22.172	375.279
18	143.627	98.805	0,2132	0	22.140	397.418
19	141.976	97.669	0,2153	0	22.104	419.522
20	140.325	96.533	0,2175	0	22.065	441.587
21	138.675	95.398	0,2196	0	22.024	463.611
22	137.024	94.262	0,2218	0	21.979	485.590
23	135.373	93.126	0,2240	0	21.932	507.522
24	133.722	91.991	0,2263	0	21.881	529.403
25	132.071	90.855	0,2286	0	21.827	551.229
26	130.420	89.719	0,2308	0	21.769	572.999
27	128.769	88.583	0,2331	0	21.709	594.708
28	127.118	87.448	0,2355	0	21.645	616.353
29	125.467	86.312	0,2378	0	21.577	637.930
30	123.817	85.176	0,2402	0	21.506	659.436

Tabla 4-3: Amortización

#### 4.4. Retorno de la inversión

<b>Inversión estimada (sin IVA)</b>	<b>92.880 €</b>
-------------------------------------	-----------------

<b>Ahorro anual medio</b>	<b>21.981 €</b>
---------------------------	-----------------

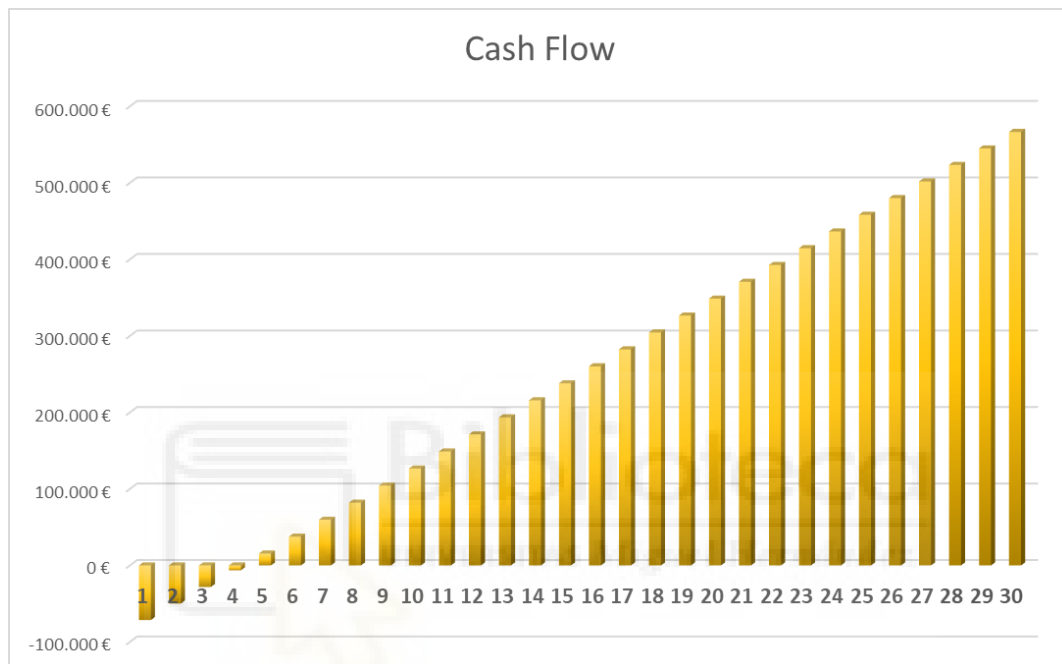


Ilustración 2-1: Cash Flow

\* Ahorro anual medio considerando una producción de 30 años, una subida anual de la luz del 1% y considerando una pérdida de producción recomendada por el fabricante debido a la degradación de los paneles. Una instalación fotovoltaica con un buen mantenimiento puede alcanzar una duración de 40 años.

<b>VAN</b>	<b>179.856</b>
------------	----------------

<b>TIR</b>	<b>23 %</b>
------------	-------------

\*VAN y TIR calculado para un periodo de 30 años. Para el VAN se ha considerado una tasa de descuento del 7%

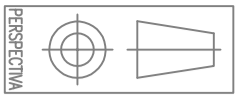
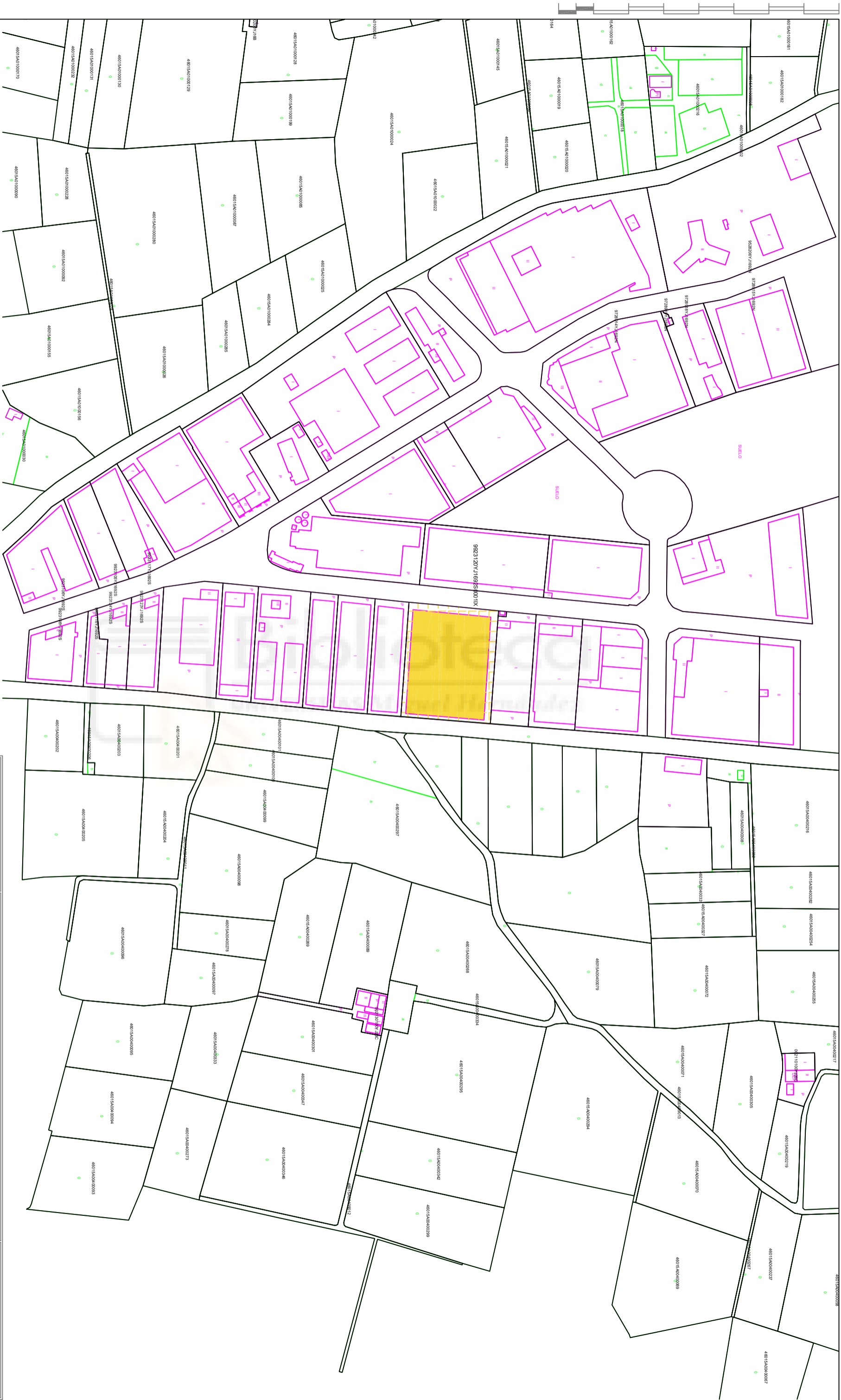


ANEXO A

# PLANOS







PERSPECTIVA

**DATOS INSTALACIÓN**

POTENCIA PICO (KW): 108  
 POTENCIA NETA (KW): 100

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES**

DISEÑADO: CARLOS LOPEZ JUAN  
 TITULAR: CARLOS LOPEZ JUAN

REFERENCIA CATASTRAL: 9923120YJ1692S0001IX  
 COORDENADAS UTM:  
 30S 719800 4362350

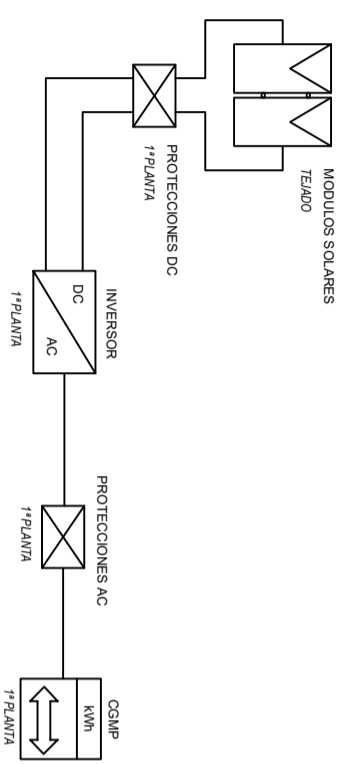
EMPLAZAMIENTO: Poligon el Pla, 36 E.  
 46290 Alcañet, Valencia

TITULO : PLANO DE EMPLAZAMIENTO

PLANO N°: M-405

ESCALA: S.E.

FECHA: 1 ENERO 2022



**DATOS INSTALACIÓN**

POTENCIA PICO (KW): 108  
 POTENCIA NETA (KW): 100

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES**

DISEÑADO POR: CARLOS LOPEZ JUAN

TITULAR: CARLOS LÓPEZ JUAN

TÍTULO: CROQUIS TRAZADO

PLANO N°: M-406

ESCALA: S.E.

FECHA: 1 ENERO 2022



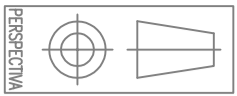
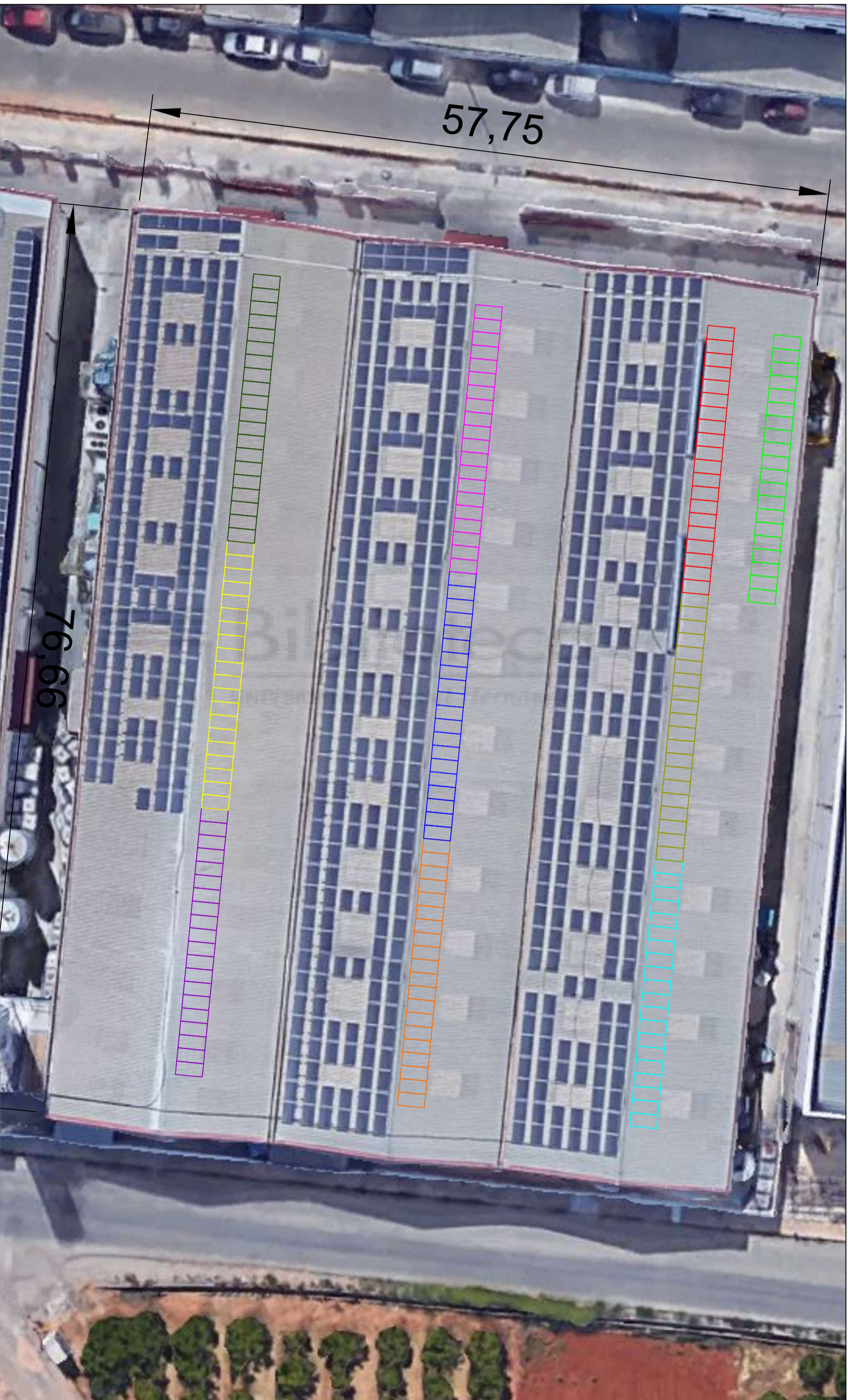
Paneles Fotovoltaicos



Inversor



CGMP



PERSPECTIVA

String 1 - 20 Paneles Solares

String 2 - 20 Paneles Solares

String 3 - 20 Paneles Solares

String 4 - 20 Paneles Solares

String 5 - 20 Paneles Solares

String 6 - 20 Paneles Solares

String 7 - 20 Paneles Solares

String 8 - 20 Paneles Solares

String 9 - 20 Paneles Solares

String 10 - 20 Paneles Solares

**DATOS INSTALACIÓN**

POTENCIA PICO (KW): 108

POTENCIA NETA (KW): 100

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES**

DISEÑADO POR: CARLOS LOPEZ JUAN

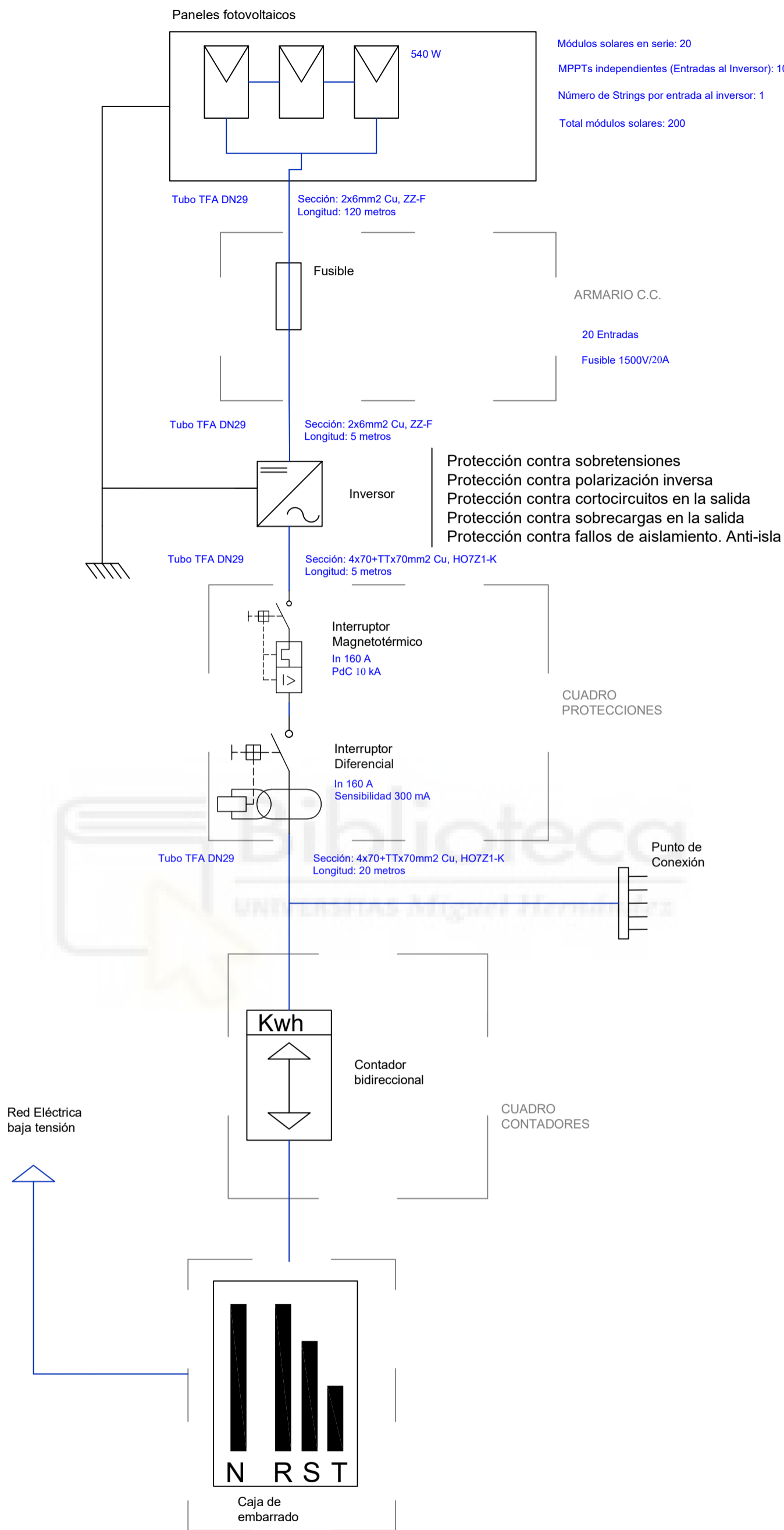
TITULAR: CARLOS LOPEZ JUAN

TITULO: CROQUIS TRAZADO

PLANO N°: M-407

ESCALA: S.E.

FECHA: 1 ENERO 2022



<b>DATOS INSTALACIÓN</b>  POTENCIA PICO (KW): 108  POTENCIA NETA (KW): 100	<b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES</b>	
	DISEÑADO POR: CARLOS LOPEZ JUAN	
	TITULAR: CARLOS LOPEZ JUAN	
	TITULO: ESQUEMA UNIFILAR	
PLANO N°: M-408	ESCALA: S.E.	FECHA: 1 ENERO 2022



ANEXO B

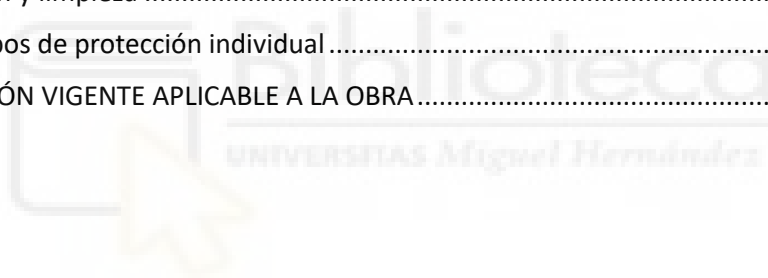
# PROYECTO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



## ÍNDICE

1.	OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO.....	1
1.1.	Objeto del presente estudio básico de seguridad y salud .....	1
1.2.	Establecimiento posterior de un plan de seguridad y salud en la obra .....	1
2.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA .....	1
2.1.	Tipo de obra .....	1
2.2.	Emplazamiento.....	2
2.3.	Característica del terreno.....	2
2.4.	Servicios y Redes de Distribución afectados por la obra .....	2
2.5.	Denominación y clasificación de la obra .....	2
2.6.	Propietario y Titular de la Instalación .....	2
3.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....	2
3.1.	Instalaciones eléctricas baja tensión.....	2
3.2.	Maquinaria .....	3
3.2.1.	Camión grúa .....	3
3.3.	Medios de transporte.....	3
3.4.	Medios auxiliares .....	3
3.4.1.	Escaleras de mano.....	3
3.5.	Herramientas.....	4
3.5.1.	Herramientas eléctricas .....	4
3.5.2.	Herramientas de mano .....	4
3.6.	Materiales .....	5
4.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS.....	6
4.1.	Protecciones colectivas .....	6
4.1.1.	Protección contra caídas de altura de personas u objetos .....	6
4.1.2.	Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza .....	7
4.1.3.	Plataformas de trabajo.....	7
4.2.	Equipos de protección individual (EPIS).....	8
4.3.	Protecciones especiales .....	10
4.3.1.	Caída de objetos.....	10
4.3.2.	Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo.....	10
4.3.3.	Acopio de materiales sueltos .....	11
4.3.4.	Condiciones preventivas del entorno .....	11
4.3.5.	Acopio de botellas de oxígeno y acetileno.....	11

4.4.	Tablón de anuncios de seguridad.....	11
5.	CAMPO DE LA SALUD .....	11
5.1.	Vigilancia de la salud .....	12
5.2.	Primeros auxilios .....	12
5.3.	Condiciones higiénico-sanitarias.....	13
5.4.	Medidas de actuación en caso de emergencia y ante riesgo grave e inminente .....	13
6.	NORMATIVA .....	13
6.1.	Instalaciones eléctricas baja tensión.....	13
6.1.1.	Protecciones personales .....	14
6.1.2.	Intervención en instalaciones eléctricas .....	14
6.2.	Normativa particular a cada medio a utilizar .....	15
7.	COMUNICACIÓN SOBRE MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD .....	18
7.1.	Personal de obra .....	18
7.2.	Coordinación de los trabajos.....	18
7.3.	Señalización de riesgos.....	19
7.4.	Orden y limpieza .....	19
7.5.	Equipos de protección individual .....	19
8.	LEGISLACIÓN VIGENTE APLICABLE A LA OBRA.....	19



## 1. OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO

### 1.1. Objeto del presente estudio básico de seguridad y salud

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene como objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este Estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que ordena en su articulado el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre (B.O.E. de 25/10/97).

El C.S.S., director de obra y director de ejecución podrán exigir unidades diferentes a las contempladas en el presente estudio para garantizar la seguridad de los trabajadores, materiales o personal ajeno a la obra.

### 1.2. Establecimiento posterior de un plan de seguridad y salud en la obra

El Estudio de Seguridad y Salud, debe servir también de base para que las Empresas Constructoras, Contratistas, Subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior.

En dicho Plan podrán modificarse algunos de los aspectos redactados en este Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores durante el desarrollo de las obras que contempla este E.B.S.S.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

### 2.1. Tipo de obra

La obra, objeto de este E.B.S.S., consiste en la ejecución de las diferentes fases de obra e instalaciones para desarrollar posteriormente la actividad de: AUTOCONSUMO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

El proyecto comprenderá:

- Ingeniería, dirección de obra, y obtención de los requisitos técnicos legales y administrativos para su correcto funcionamiento.
- Acondicionamiento previo de las infraestructuras.
- Suministro de material.
- Instalación eléctrica.
- Puesta en servicio de las instalaciones mencionadas.



## 2.2. Emplazamiento

La instalación fotovoltaica se realizará en Poligon el Pla, 36 E. 46290 Alcàsser, Valencia, España

- Referencia Catastral: 9923120YJ1692S0001IX
- Coordenadas UTM Huso 30 ETRS89: 719800 4362350

## 2.3. Característica del terreno

La actividad se desarrollará en el tejado/cubierta de una nave

## 2.4. Servicios y Redes de Distribución afectados por la obra

Ningún servicio ni Red de Distribución se verá afectado por la obra

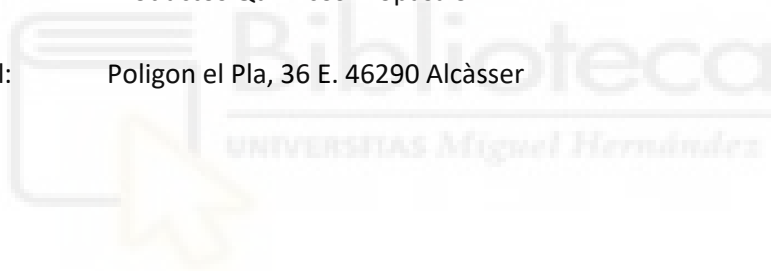
## 2.5. Denominación y clasificación de la obra

Instalación de autoconsumo individual sin excedentes

## 2.6. Propietario y Titular de la Instalación

Nombre: Productos Químicos Mopasa S.L.

Domicilio social: Poligon el Pla, 36 E. 46290 Alcàsser



# 3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

## 3.1. Instalaciones eléctricas baja tensión

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos. Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.

- Cuerpos extraños en ojos.
- Desprendimientos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

### 3.2. Maquinaria

#### 3.2.1. Camión grúa

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Desprendimientos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos. Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

### 3.3. Medios de transporte

No es necesario

### 3.4. Medios auxiliares

#### 3.4.1. Escaleras de mano

- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

### 3.5. Herramientas

#### 3.5.1. Herramientas eléctricas

Chequeador portátil de la instalación (Polímetro, Telurómetro, etc)

- Caída de objetos y/o máquinas.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.

Grupo de soldadura

- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Atmosfera anaerobia (con falta de oxígeno) producida por gases inertes.
- Atmosferas tóxicas, irritantes.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Incendios.
- Inhalación de sustancias tóxicas.

Taladradora

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

#### 3.5.2. Herramientas de mano

Bolsa porta herramientas

- Caída de objetos y/o máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Cortadora de tubos

- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Destornilladores

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.

#### Pelacables

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

#### Sierra de metales

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

#### Tenacillas

- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

#### Tenazas, martillos, alicates

- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

#### Tijeras

- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

### 3.6. Materiales

#### Bandejas, soporte

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

#### Cables, mangueras eléctricas y accesorios

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

#### Cajetines, regletas, anclajes, prensacables

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

#### Chapas metálicas y accesorios

- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

#### Clavos y puntas

- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.

#### Espárragos

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.

#### Grapas, abrazaderas y tornillería

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.

#### Tornillería

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.

#### Tuberías y accesorios

- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

## 4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS

### 4.1. Protecciones colectivas

#### 4.1.1. Protección contra caídas de altura de personas u objetos

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24 de octubre de 1.997 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas. Los trabajos en andamios de borriquetas en los balcones deberán protegerse de los riesgos de caídas de alturas a distinto nivel mediante una protección colectiva tipo red o la colocación de líneas de vida ancladas a elementos estructurales o puntos de anclaje fijos, las que se unirá el arnés de seguridad mediante un conector apropiado. Las líneas de vida podrán ser temporales o fijas y deberán ser instaladas por personal con acreditada experiencia y formación.

- Barandillas de protección: Se utilizarán como cerramiento provisional de huecos verticales y perimetrales de plataformas de trabajo, susceptibles de permitir la caída de personas u objetos desde una altura superior a 2 m; estarán constituidas por balaustre, rodapié de 20 cm de alzada, travesaño intermedio y pasamanos superior, de 90 cm. de altura, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí y serán lo suficientemente resistentes.

- Escaleras portátiles: Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizaran de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior. Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que este destinada y se asegurare su estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas 6 largas, ni empalmadas.

#### 4.1.2. Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza

Las aperturas de huecos horizontales sobre los forjados deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo "seta" o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos, se realizaran mediante pasarelas.

#### 4.1.3. Plataformas de trabajo

Las plataformas de madera tradicionales deberán reunir las siguientes características mínimas: Anchura mínima 60 cm (tres tablones de 20 cm de ancho).

La madera deberá ser de buena calidad sin grietas ni nudos. Sera elección preferente el abeto sobre el pino. Escuadra de espesor uniforme sin alabeos y no inferior a 7 cm de canto (5 cm si se trata de abeto).

Longitud máxima entre apoyos de tablones 2,50 m.

Los elementos de madera no pueden montar entre si formando escalones ni sobresalir en forma de llantas, de la superficie lisa de paso sobre las plataformas.

No puede volar más de cuatro veces su propio espesor (máximo 20 cm). Estarán sujetos por lías o sargentos a la estructura portante.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo, así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidos con barandillas de 90 cm. de altura, equipada con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, de construcción segura y suficientemente resistente.

La distancia entre el paramento y plataforma será tal, que evite la caída de los operarios. En el caso de que no se pueda cubrir el espacio entre la plataforma y el paramento, se habrá de cubrir el nivel inferior, sin que en ningún caso supere una altura de 1,80 m.

Para acceder a las plataformas, se instalarán medios seguros. Las escaleras de mano que comuniquen los diferentes pisos del andamio habrán de salvar cada una la altura de dos pisos seguidos. La distancia que han de salvar no sobrepasara 1,80 m

Cuando se utilicen andamios móviles sobre ruedas, se usarán dispositivos de seguridad que eviten cualquier movimiento, bloqueando adecuadamente las ruedas; para evitar la caída de andamios, se fijaran a la fachada o pavimento con suficientes puntos de amarre, que garanticen su estabilidad. Nunca se amarrarán a tubos de gas o a otro material. No se sobrecargarán las plataformas más de lo previsto en el cálculo.

#### 4.2. Equipos de protección individual (EPIS)

Afecciones en la piel por dermatitis de contacto

- Guantes de protección frente a abrasión
- Guantes de protección frente a agentes químicos

Quemaduras físicas y químicas

- Guantes de protección frente a abrasión
- Guantes de protección frente a agentes químicos Guantes de protección frente a calor
- Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)

Proyecciones de objetos y/o fragmentos

- Calzado con protección contra golpes mecánicos
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
- Gafas de seguridad para uso básica (choque o impacto con partículas sólidas)
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

Ambiente pulvígeno

- Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

Aplastamientos

- Calzado con protección contra golpes mecánicos
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

Atmosferas toxicas, irritantes.

- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
- Impermeables, trajes de agua
- Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

Atrapamientos.

- Calzado con protección contra golpes mecánicos
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
- Guantes de protección frente a abrasión

Caída de objetos y/o de máquinas.

- Bolsa portaherramientas
- Calzado con protección contra golpes mecánicos
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

Caída o colapso de andamios.

- Cinturón de seguridad anticaídas
- Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes

Camas de personas a distinto nivel.

- Cinturón de seguridad anticaídas
- Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes

Camas de personas al mismo nivel.

- Bolsa portaherramientas
- Calzado de protección sin suela antiperforante

Contactos eléctricos directos.

- Calzado con protección contra descargas eléctricas
- Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes dieléctricos

Cuerpos extraños en ojos.

- Gafas de seguridad contra proyección de líquidos
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

Exposición a fuentes luminosas peligrosas.

- Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza inactivo
- Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)

Golpe por rotura de cable.

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

- Bolsa portaherramientas
- Calzado con protección contra golpes mecánicos
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
- Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores
- Guantes de protección frente a abrasión

Pisada sobre objetos punzantes.

- Bolsa portaherramientas
- Calzado de protección con suela antiperforante



Sobreesfuerzos.

- Cinturón de protección lumbar

Ruido.

- Protectores auditivos

Caída de personas de altura.

- Cinturón de seguridad anticaídas

### 4.3. Protecciones especiales

#### 4.3.1. Caída de objetos

Se evitará el paso de personas bajo las cargas suspendidas; en todo caso se acotarán las áreas de trabajo bajo las cargas citadas.

Las armaduras destinadas a los pilares se colgarán para su transporte por media de eslingas bien enlazadas y provistas en sus ganchos de pestillo de seguridad.

Preferentemente el transporte de materiales se realizará sobre bateas para impedir el corrimiento de la carga.

#### 4.3.2. Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo

Se comprobará que están bien colocadas las barandillas, horcas, redes, mallazo o ménsulas que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.

No se efectuarán sobrecargas sobre la estructura de los forjados, acopiando en el contorno de los capiteles de pilares, dejando libres las zonas de paso de personas y vehículos de servicio de la obra.

Debe comprobarse periódicamente el perfecto estado de servicio de las protecciones colectivas colocadas en previsión de caídas de personas u objetos, a diferente nivel, en las proximidades de las zonas de acopio y de paso. El apilado en altura de los diversos materiales se efectuará en función de la estabilidad que ofrezca el conjunto. Los pequeños materiales deberán acopiarse a granel en bateas, cubilotes o bidones adecuados, para que no se diseminen por la obra.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable al operario, una provisión de palancas, curias, barras, puntales, picas, tablonas, bridas, cables, ganchos y lonas de plástico.

Para evitar el uso continuado de la sierra circular en obra, se procurará que las piezas de pequeño tamaño y de uso masivo en obra (p.e. cuñas), sean realizados en talleres especializados. Cuando haya piezas de madera que por sus características tengan que realizarse en obra con la sierra circular, esta reunirá los requisitos que se especifican en el apartado de protecciones colectivas.

Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente junto a la zona de acopio y corte.

#### 4.3.3. Acopio de materiales sueltos

El abastecimiento de materiales sueltos a obra se debe tender a minimizar, remitiéndose únicamente a materiales de uso discreto.

Los soportes, cartelas, cerchas, máquinas, etc. se dispondrán horizontalmente, separando las piezas mediante tacos de madera que aislen el acopio del suelo y entre cada una de las piezas.

Los acopios se realizarán sobre superficies niveladas y resistentes. No se afectarán los lugares de paso.

En proximidad a lugares de paso se deben señalar mediante cintas de señalización.

#### 4.3.4. Condiciones preventivas del entorno

Los elementos y/o máquinas de estructura se acoplarán de forma correcta. El acopio de elementos y/o máquinas deberá estar planificado, de forma que cada elemento y/o máquina que vaya a ser transportado por la grúa, no sea estorbado por ningún otro.

En las inmediaciones de zonas eléctricas en tensión se mantendrán las distancias de seguridad:

Alta tensión: 5 m y Baja tensión: 3 m

#### 4.3.5. Acopio de botellas de oxígeno y acetileno

Los acopios de botellas que contengan gases licuados a presión se harán de forma que estén protegidas de los rayos del sol y de la intensa humedad, se señalarán con rótulos de "NO FUMAR" y "PELIGRO: MATERIAL INFLAMABLE". Se dispondrá de extintores adecuados al riesgo.

Los recipientes de oxígeno y acetileno estarán en dependencias separadas y a su vez separados de materiales combustibles (maderas, gasolina, disolventes, etc.).

### 4.4. Tablón de anuncios de seguridad

Figurarán:

- Los centros médicos, donde trasladar a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.
- Estaciones de bomberos y policía de la localidad
- Teléfono de emergencias de la comunidad autónoma
- Teléfono de averías de la compañía eléctrica distribuidora correspondiente

## 5. CAMPO DE LA SALUD

Dada las características de esta Obra, no se prevé la Contratación de Servicios Médicos específicos a pie de Obra. En cualquier caso, las diferentes Empresas Contratistas y de acuerdo a lo dispuesto en la Legislación Vigente, Ley de Prevención de Riesgos Laborables y demás Normativa, que regule esta materia. Deberán, a través de sus Mutuas de Accidente de Trabajo y Enfermedad Profesional, realizar la vigilancia de la Salud antes del inicio de los trabajos (Reconocimientos previos y específicos al puesto de trabajo) y durante el trabajo, curas y primeros auxilios a través de sus propios centros o bien de centros hospitalarios concertados.

En todo caso, es responsabilidad del Empresario, el que todos y cada uno de sus trabajadores, disponga del Reconocimiento Médico.

### 5.1. Vigilancia de la salud

Los reconocimientos Médicos se corresponderán con los tipos que a continuación se detallan y de acuerdo a lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborables:

#### Reconocimiento de ingreso

Las Dirección de obra/Coordinador de Seguridad y Salud no admitirá a ningún trabajador sin que este haya pasado el reconocimiento médico específico previo al ingreso en la Obra. A la vista de los resultados obtenidos, y de acuerdo con sus condiciones psicofísicas los trabajadores serán clasificados en los 5 grupos siguientes:

- I. Aptos para toda clase de trabajos.
- II. Aptos con ciertas limitaciones
- III. Aptos para puestos especiales de trabajo
- IV. No aptos temporalmente
- V. No aptos

#### Reconocimientos periódicos

Las Empresas Contratistas enviarán a sus trabajadores, como mínimo una vez al año, al Servicio Médico de la Obra para ser sometidos a un reconocimiento periódico anual.

### 5.2. Primeros auxilios

Según el RD. 1.627/1997, de 24 de octubre, su del Anexo IV — A, punto 14, será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidado médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, que estará ubicado en lugar accesible, próximo a los trabajos y conocido por todos los trabajadores, siendo el Jefe de Brigada (Encargado o Capataz) el responsable de revisar y reponer el material.

En caso de producirse un accidente durante la realización de los trabajos, se procederá según la gravedad que presente el accidentado.

Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra.

Si el accidente tiene visos de importancia (grave) se acudirá al Centro Asistencial de la mutua a la cual pertenece la Contrata o Subcontrata, (para lo cual deberán proporcionar la dirección del centro asistencial más cercano de la mutua a la que pertenezca), donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano.

Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

### 5.3. Condiciones higiénico-sanitarias

El personal responsable de la Seguridad y Salud Laboral: Inspeccionará de forma sistemática y continua las Condiciones de los distintos Servicios y dependencias, siendo responsabilidad de las Empresas Contratistas el cumplir las indicaciones formuladas a este respecto.

### 5.4. Medidas de actuación en caso de emergencia y ante riesgo grave e inminente

El principal objetivo ante cualquier emergencia es su localización y, a ser posible, su eliminación, reduciendo al mínimo sus efectos sobre las personas y las instalaciones. Por ello antes del comienzo de los trabajos todo el personal de obra deberá recibir información e instrucciones precisas de actuación en caso de emergencia y de primeros auxilios.

En particular a los trabajadores se les informará, entre otros puntos de:

- Medidas de evacuación de los trabajadores (salidas de emergencia existentes).
- Normas de actuación sobre lo que "se debe" y "no se debe hacer" en caso de emergencia.
- Medios materiales de extinción contra incendios y actuación en primeros auxilios.

Por otra parte, cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un riesgo grave e inminente el jefe de obra (Encargado o Capataz) deberá:

- Informar inmediatamente a todos los trabajadores afectados sobre la existencia de dicho riesgo, así como de las medidas preventivas a adoptar.
- Adoptar las medidas y dar las órdenes necesarias para que en caso de riesgo grave, inminente e inevitable los trabajadores puedan interrumpir su actividad, no pudiéndose exigir a los trabajadores que reanuden su actividad tanto en cuanto persista el peligro.
- Habilitar lo necesario para que el trabajador que no pudiese ponerse en contacto con su superior ante una situación de tal magnitud interrumpa su actividad, poniéndolo en conocimiento de su superior inmediato en el mínimo tiempo posible.

## 6. NORMATIVA

### 6.1. Instalaciones eléctricas baja tensión

Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en obra.

Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.

Se efectuará un estudio de acondicionamiento de las zonas de trabajo, para prever la colocación de plataformas, zonas de paso y formas de acceso, y poderlos utilizar de forma conveniente.

Después de haber adoptado las operaciones previas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes:

Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.

Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.

Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.

#### 6.1.1. Protecciones personales

Los guantes aislantes, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.

En los trabajos y maniobras sobre fusibles, seccionadores, bornas o zonas en tensión en general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será preceptivo el empleo de: casco de seguridad normalizado para A.T., pantalla facial de policarbonato con atalaje aislado, gafas con ocular filtrante de color ópticamente neutro, guantes dieléctricos (en la actualidad se fabrican hasta 30.000 V), o si se precisa mucha precisión, guantes de cirujano bajo guantes de tacto en piel de cabritilla curtida al cromo con manguitos incorporados (tipo taponero).

#### 6.1.2. Intervención en instalaciones eléctricas

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

- Desconexión. Corte efectivo
- Prevenir cualquier posible realimentación. Bloqueo y señalización
- Verificar ausencia de tensión
- Puesta a tierra y cortocircuito
- Señalización de la zona de trabajo

## 6.2. Normativa particular a cada medio a utilizar

Cortadora de tubos, Pelacables, Sierra de metales, Tenacillas, Tenazas, martillos, alicates, Tijeras, Bolsa porta herramientas, Herramientas de corte:

Causa de los riesgos:

- Rebabas en la cabeza de golpeo de la herramienta.
- Rebabas en el filo de corte de la herramienta.
- Extremo poco afilado.
- Sujetar inadecuadamente la herramienta o material a talar o cercenar.
- Mal estado de la herramienta.

Medidas de prevención:

- Las herramientas de corte presentan un filo peligroso.
- La cabeza no debe presentar rebabas.
- Los dientes de las sierras deberán estar bien afilados y triscados.
- La hoja deberá estar bien templada (sin recalentamiento) y correctamente tensada.
- Al cortar las maderas con nudos, se deben extremar las precauciones.
- Cada tipo de sierra solo se empleará en la aplicación específica para la que ha sido diseñada.
- En el empleo de alicates y tenazas, y para cortar alambre, se girará la herramienta en piano perpendicular al alambre, sujetando uno de los lados y no imprimiendo movimientos laterales.
- No emplear este tipo de herramientas para golpear.

Medidas de protección:

- En trabajos de corte en que los recortes sean pequeños, es obligatorio el uso de gafas de protección contra proyección de partículas.
- Si la pieza a cortar es de gran volumen, se deberá planificar el corte de forma que el abatimiento no alcance al operario o sus compañeros.
- En el afilado de estas herramientas se usarán guantes y gafas de seguridad.

Destornilladores, Herramientas punzantes:

Causa de los riesgos:

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta.
- Material de calidad deficiente.
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

Medidas de prevención:

- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajadas o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie este en la dirección del cincel.

- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles.
- En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

**Medidas de protección:**

- Deben emplearse gafas anti impactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.
- Utilización de protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo "Gomanos" o similar).

**Grupo de soldadura, Soldadura eléctrica:**

En previsión de contactos eléctricos respecto al circuito de alimentación, se deberán adoptar las siguientes medidas:

- Revisar periódicamente el buen estado del cable de alimentación.
- Adecuado aislamiento de los bornes.
- Conexión y perfecto funcionamiento de la toma de tierra y disyuntor diferencial.

Respecto al circuito de soldadura se deberá comprobar:

- Que la pinza este aislada.
- Los cables dispondrán de un perfecto aislamiento.
- Disponen en estado operativo el limitador de tensión de vacío (50 V / 110 V).
- El operario utilizara careta de soldador con visor de características filtrantes.

En previsión de proyecciones de partículas incandescentes se adoptarán las siguientes previsiones:

- El operario utilizara los guantes de soldador, pantalla facial de soldador, chaqueta de cuero, mandil, polainas y botas de soldador (de desatado rápido).
- Se colocarán adecuadamente las mantas ignífugas y las mamparas opacas para resguardar de rebotes al personal próximo.

En previsión de la inhalación de humos de soldadura se dispondrá de:

- Extracción localizada con expulsión al exterior, o dotada de filtro electrostático si se trabaja en recintos cerrados.
- Ventilación forzada.

Cuando se efectúen trabajos de soldadura en lugares cerrados húmedos o buenos conductores de la electricidad se deberán adoptar las siguientes medidas preventivas adicionales:

- Los porta electrodos deberán estar completamente aislados.
- El equipo de soldar deberá instalarse fuera del espacio cerrado o estar equipado con dispositivos reductores de tensión (en el caso de tratarse de soldadura al arco con corriente alterna).

- Se adoptarán precauciones para que la soldadura no pueda dañar las redes y cuerdas de seguridad como consecuencia de entrar en contacto con calor, chispas, escorias o metal candente.
- Los soldadores deberán tomar precauciones para impedir que cualquier parte de su cuerpo o ropa de protección húmeda cierre un circuito eléctrico o con el elemento expuesto del electrodo o porta electrodo, cuando este en contacto con la pieza a soldar.

Se emplearán guantes aislantes para introducir los electrodos en los porta electrodos.

Se protegerá adecuadamente contra todo daño los electrodos y los conductores de retorno.

Los elementos bajo tensión de los porta electrodos deberán ser inaccesibles cuando no se utilicen.

Cuando sea necesario, los restos de electrodos se guardarán en un recipiente piro-resistente.

#### Taladradora:

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar la taladradora son las siguientes:

- Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes y cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.
- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente.
- Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 V como máximo y mediante transformadores separadores de circuitos.
- El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas. Utilizar gafas anti impactos y pantalla facial.
- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.
- En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara en polvo fino, utilizar mascarilla con filtro mecánico (puede utilizarse las mascarillas de celulosa desechables).
- Para fijar la broca al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.
- No frenar el taladro con la mano.
- No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.
- No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta esta estará apoyada y sujeta.
- Al terminar el trabajo retirar la broca de la máquina.
- Utilizar gafas anti-impacto o pantalla facial.



- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.
- Para fijar el plato flexible al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.
- No frenar la rotación inercial de la herramienta con la mano.
- No soltar la herramienta mientras esté en movimiento.
- No inclinar el disco en exceso con objeto de aumentar el grado de abrasión, se debe emplear la recomendada por el fabricante para el abrasivo apropiado a cada trabajo.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta, esta estará apoyada y sujeta.
- Al terminar el trabajo retirar el plato flexible de la máquina.

#### Máquinas eléctricas portátiles:

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

- Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes y cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.
- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente.

## 7. COMUNICACIÓN SOBRE MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD

### 7.1. Personal de obra

La calificación técnica del personal será la adecuada para la actividad que va a realizar.

Previamente al inicio de los trabajos, el personal de Obra será informado de los Riesgos a los que va a estar expuesto, indicándoles las Medidas Preventivas, la existencia del Plan de Seguridad, del Plan de Emergencia y la ubicación de las Instalaciones Higiénico Sanitarias.

El número de personas en cada actividad será el adecuado a la magnitud de los mismos. Se extremará la vigilancia sobre las subcontrataciones.

### 7.2. Coordinación de los trabajos

En caso que se puedan dar trabajos superpuestos o al mismo nivel en poco espacio y cuya realización simultánea suponga un riesgo evidente para quien los desarrolla, en este caso se procederá de la siguiente forma por la falta de previsión:

1. Inmediata suspensión de los trabajos.
2. Establecer por la Dirección de obra y la coordinación de Seguridad la prioridad de los trabajos.

### 7.3. Señalización de riesgos

En todos los trabajos que revistan peligro y que puedan afectar a personal de otros, se señalizará adecuadamente la zona, levantando esta una vez finalizados los trabajos que originaron el riesgo.

Todo el personal debe respetar rigurosamente las zonas acotadas y señalizadas.

### 7.4. Orden y limpieza

Se mantendrán despejados los accesos y demás espacios no destinados al acopio de materiales.

Se eliminarán los materiales desechables disponiendo de recipientes o zonas definidos para su depósito.

Los materiales se almacenarán y apilarán correctamente.

Está prohibido realizar la limpieza de prendas de personal con aire comprimido cuando las lleven puestas, con el fin de evitar la incrustación de partículas en el cuerpo.

### 7.5. Equipos de protección individual

Los materiales y prendas de Seguridad serán de marcas y modelos homologados según legislación.

Será obligatorio el uso de Casco, Arnés, Gafas y Botas de Seguridad en todo el recinto de la obra. Además, cada trabajador dispondrá y usará los E.P.I's necesarios para su actividad.

## 8. LEGISLACIÓN VIGENTE APLICABLE A LA OBRA

La ejecución de la obra objeto del presente Plan de Seguridad y Salud estará regulada por la Normativa de obligada aplicación que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

#### NORMAS DE APLICACION:

- R.D. 1109/2007 por el que se desarrolla la Ley 32/2006 por la que se regula la subcontratación en el sector de la construcción.
- R.D. 604/2006 por el que se modifica el R.D. 39/1997 y el 1627/1997
- R.D. 396/2006, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud para trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- R.D 171/2004 por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 2177/2004, por el que se modifica el R.D. 1215/1997, por el que se establecen condiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 54/2003, de reforma de marco normativa de la prevención de riesgos laborales.

- R.D. 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- R.D. 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 374/2001, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D. 1124/2000, por el que se modifica el R.D. 665/1997, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos en el trabajo.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la Manipulación manual de cargas.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la Utilización de los Equipos de trabajo.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción.
- R.D. 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 665/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 487/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrame riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Estatuto de los trabajadores
- Decreto 67/1997, de 21 de mayo, por el que se crea el Consejo Balear de Salud Laboral.
- Apertura previa o reanudación de actividades en centros de trabajo. (6-10-86) (B.O.E. 8-10-86) y (O.M. 6-5-88) (B.O.E. 16-2-88).
- R.D. 486/1997, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

ANEXO C

# FICHAS TÉCNICAS



# SUN2000-100KTL-M1 Smart String Inverter



10  
MPP. Seguidor



98.8% (@ 480V)  
Max. Eficiencia



Gestión de  
nivel de cadena



Diagnóstico inteligente  
de curvas I-V admitido



MBUS  
Soportado



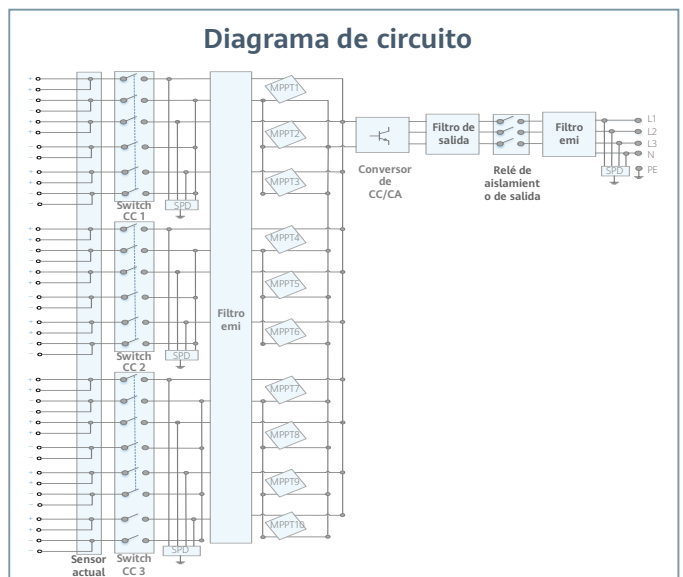
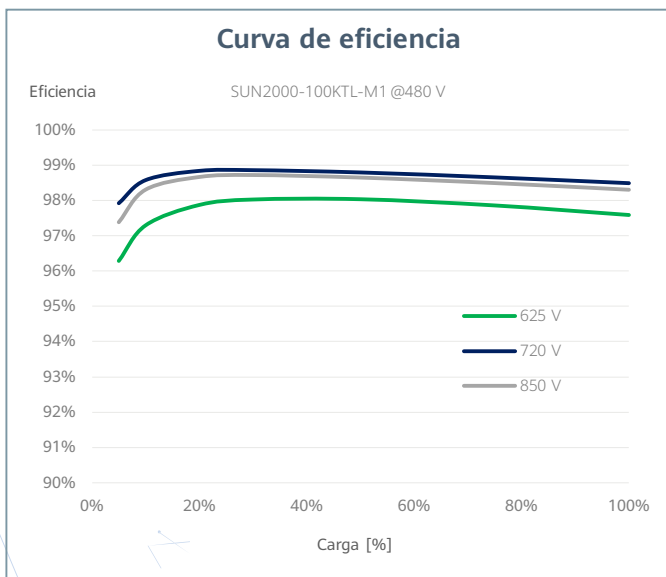
Diseño  
Sin fusible



Protección contra rayos  
Para DC y AC



IP66  
Proteccion



Especificaciones técnicas	SUN2000-100KTL-M1
<b>Eficiencia</b>	
Máxima eficiencia	98.8% @480 V, 98.6% @380 V / 400 V
Eficiencia europea ponderada	98.6% @480 V, 98.4% @380 V / 400 V
<b>Entrada</b>	
Tensión máxima de entrada <sup>1</sup>	1,100 V
Corriente de entrada máxima por MPPT	26 A
Corriente de cortocircuito máxima	40 A
Tensión de arranque	200 V
Tensión de funcionamiento MPPT <sup>2</sup>	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	720 V @480 Vac, 600 V @400 Vac, 570 V @380 Vac
Cantidad de MPPTs	10
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2
<b>Salida</b>	
Potencia activa	100,000 W
Max. Potencia aparente de CA	110,000 VA
Max. Potencia activa de CA (cosφ = 1)	110,000 W
Tensión nominal de salida	480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad nominal de salida	120.3 A @480 V, 144.4 A @400 V, 152.0 A @380 V
Max. intensidad de salida	133.7 A @480 V, 160.4 A @400 V, 168.8 A @380 V
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo
Distorsión armónica total máxima	< 3%
<b>Protecciones</b>	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Type II
Descargador de sobretensiones de CA	Type II
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
<b>Comunicación</b>	
Display	Indicadores LED, Bluetooth + APP
RS485	Sí
USB	Sí
Monitorización de BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)
<b>Datos generales</b>	
Dimensiones (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Peso (incluida ménsula de montaje)	90 kg
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C
Enfriamiento	Enfriamiento de aire inteligente
Max. Altitud de operación	4,000 m
Humedad de operación relativa	0 ~ 100%
Conector CC	Staubli MC4
Conector CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT
Grado de protección	IP66
Topología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	< 3.5 W

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

**Seguridad**

**Estándares de conexión a red eléctrica**

EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683  
VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

\* 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.



## Inteligente

Diseño de control de exportación inteligente cero



## Seguro

Fácil de instalar en el sitio



## Fiable

Protección contra sobretensiones

Especificaciones técnicas	SmartLogger3000A
<b>Gestión de dispositivos</b>	
Max. Número de dispositivos manejables	80
<b>Interfaz de comunicación</b>	
WAN	WAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps
LAN	LAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps
RS485	COM x 3, 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200 bps, 1000 m
MBUS	MBUS x 1, 115.2 kbps, Compatible con PLC
2G / 3G / 4G <sup>1</sup>	LTE(FDD) : B1,B2,B3,B4,B5,B7,B8,B20 DC-HSPA+/HSPA+/HSPA/UMTS : 850/900/1900/2100 MHz GSM/GPRS/EDGE: 850/900/1800/1900 MHz <sup>2</sup>
Entrada / salida digital / analógica	DI x 4, DO x 2, AI x 4
DO activo	12V, 100mA (conexión con relé, sensor)
<b>Protocolo de comunicación</b>	
Ethernet	Modbus-TCP, IEC 60870-5-104
RS485	Modbus-RTU, IEC 60870-5-103 (estándar), DL / T645
<b>Interacción</b>	
LED	LED Indicator x 3 – RUN, ALM, 4G
WEB	Web incrustada
USB	USB 2.0 x 1
APP	Comunicación por WLAN para la puesta en servicio
<b>Ambiente</b>	
Rango de temperatura de operación	-40°C ~ 60°C
Temperatura de almacenaje	-40°C ~ 70°C
Humedad relativa (sin condensación)	5% ~ 95%
Max. Altitud de operación	4,000 m
<b>Alimentación</b>	
Fuente de alimentación de CA	100 V ~ 240 V, 50 Hz / 60 Hz
Fuente de alimentación de CC	12 V / 24 V
Consumo de energía	Típico 8 W, Max. 15 W
<b>Datos generales</b>	
Dimensiones (W x H x D)	225 x 160 x 44 mm (sin orejas de montaje y antena)
Peso	2 kg
Grado de protección	IP20
Opciones de instalación	Montaje en pared, montaje en riel DIN, montaje de mesa

<sup>1</sup> Al poner dentro de la caja de metal, se necesitará antena extendida.

<sup>2</sup> Para recomendada lista y datos de portadores en frecuencias compatibles, póngase en contacto con los distribuidores locales.



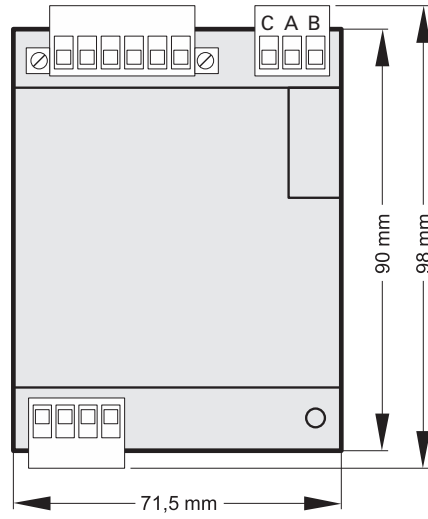
Power Quality Analyser  
**UMG 103-CBM**  
(Firmware 2.0)

Ficha de datos

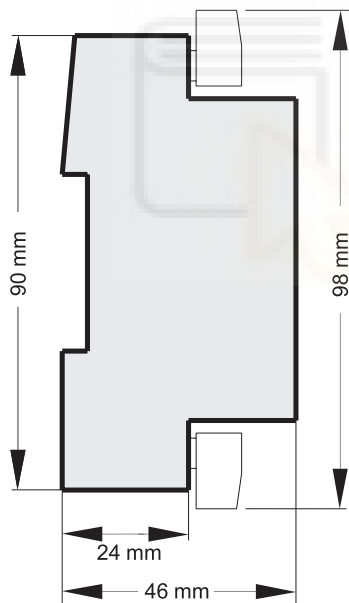


# VISTAS DEL DISPOSITIVO

Vista frontal



Vista lateral



# DATOS TÉCNICOS

<b>Generalidades</b>	
Peso neto (con conectores enchufables colocados)	aprox. 200 g (0,44 lb)
Dimensiones del dispositivo	H = 98 mm, A = 71,5 mm, F = 46 mm (H = 3,86 in, A = 2,82 in, F = 1,18 in)

<b>Transporte y almacenamiento</b>	
La siguiente información rige para dispositivos que se transportan o almacenan en el embalaje original.	
Caída libre	1m (39,37 in)
Temperatura	-20 °C hasta +70 °C (-4 °F hasta 158 °F)

<b>Condiciones ambientales durante el funcionamiento</b>	
El dispositivo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe utilizarse protegido contra la intemperie y en un lugar fijo.</li> <li>• Cumple las condiciones de utilización según DIN IEC 60721-3-3</li> <li>• Tiene la clase de protección eléctrica II conforme a IEC 60536 (VDE 0106, parte 1) y no requiere ninguna conexión de conductor de protección.</li> </ul>	
Rango de temperatura de trabajo	-25 °C hasta +60 °C (-13 °F hasta 140 °F)
Humedad relativa del aire	5 % hasta 95 % (a +25° C/77 °F), sin condensación
Altura de servicio	0 .. 2000 m (1,24 mi) s. n. m.
Grado de suciedad	2
Clase de inflamabilidad de la carcasa	UL94V-0
Posición de montaje	a discreción
Fijación/montaje	Carril DIN de 35 mm según IEC/EN60999-1, DIN EN50022
Solicitud por impacto	2 julios, IK07 según IEC/EN61010-1:2010
Ventilación	no se requiere ventilación externa.
Protección contra objetos extraños y agua	IP20 según EN60529 septiembre de 2000, IEC60529:1989

<b>Registro de los datos de medición</b>	
Memoria (flash)	4 MB
Pila (soldada), vida útil típica	BR 1632, 3 V, 8-10 años

<b>Tensión de alimentación</b>	
¡El dispositivo obtiene la tensión de alimentación de la tensión de medición!	
Alimentación a partir de una fase	115 - 277 V (+-10%), 50/60 Hz
Alimentación a partir de tres fases	80 - 277 V (+-10%), 50/60 Hz
Consumo de potencia	máx. 1,5 VA

<b>Medición de la tensión</b>	
Sistemas trifásicos de 4 conductores con tensiones nominales (L-N/L-L)	máx. 277 V/480 V
Redes	Medición en redes TT y TN
Tensión transitoria nominal	4 kV
Protección por fusible de la medición de la tensión	1-10 A, característica de disparo B, (con homologación IEC/UL)
Categoría de sobretensión	300 V CAT III
Resolución	0,01 V
Factor de cresta	2 (referido a 240 Vrms)
Frecuencia de muestreo	5,4 kHz
Frecuencia de la oscilación fundamental - Resolución	45 Hz .. 65 Hz 0,001 Hz
Análisis de Fourier	1.º-40.º armónico (todos los impares)

<b>Medición de corriente</b>	
Corriente nominal	5 A
Corriente nominal	6 A
Factor de cresta	2 (ref. a 6 Arms)
Resolución	0,1 mA
Rango de medición	0,005 .. 6 Arms
Categoría de sobretensión	300 V CAT II
Tensión transitoria nominal	2 kV
Consumo de potencia	aprox. 0,2 VA (Ri=5 mΩ)
Sobrecarga durante 1 s	60 A (sinusoidal)
Frecuencia de muestreo	5,4 kHz

<b>Capacidad de conexión de los bornes</b>	
Conductores conectables. ¡Solo conectar un conductor por borne!	
De un hilo, de varios hilos, de hilo fino	0,08 - 2,5 mm <sup>2</sup> , AWG 28 - 12
Par de apriete	máx. 0,5 Nm (0,74 ft lb)
Longitud de desaislado	mín. 8 mm (0,32 in)

<b>Interfaz RS485</b>	
Protocolo, Modbus RTU	Modbus RTU/esclavo
Tasa de transmisión	9,6 kbps, 19,2 kbps, 38,4 kbps, 57,6 kbps, 115,2 kbps, detección automática





**Se reserva el derecho a introducir cambios técnicos**

Los contenidos de nuestra documentación se han elaborado con el máximo cuidado y equivalen a nuestro nivel de información actual. No obstante, advertimos que la actualización del presente documento no siempre puede realizarse al mismo tiempo que el perfeccionamiento técnico de nuestros productos.

Las informaciones y especificaciones pueden modificarse en todo momento.

Por favor, infórmese acerca de la versión actual en [www.janitza.de](http://www.janitza.de).

Janitza electronics GmbH  
Vor dem Polstück 6  
D-35633 Lahnau  
Tel. de asistencia +49 6441 9642-22  
Correo electrónico: [info@janitza.de](mailto:info@janitza.de)  
[www.janitza.de](http://www.janitza.de)

**Janitza®**

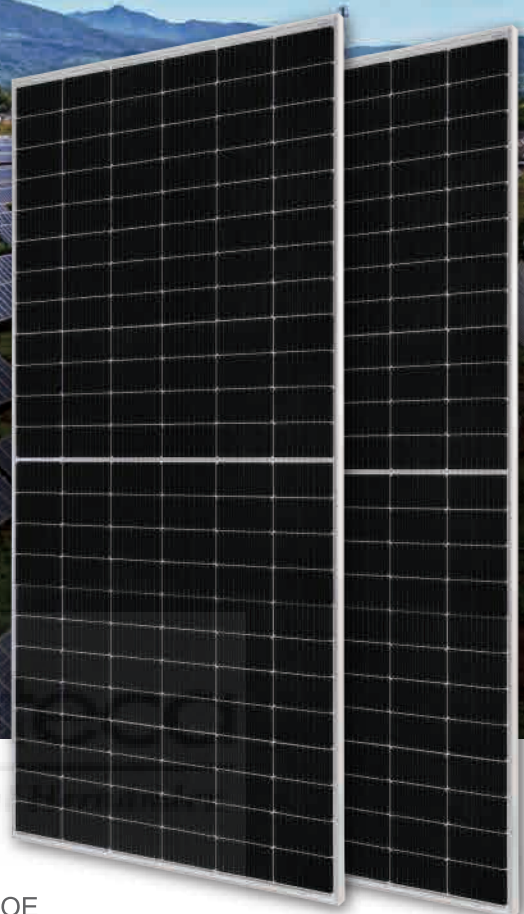
## DEEP BLUE 3.0

**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

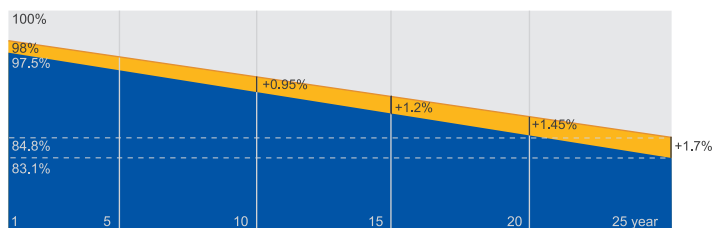


Better mechanical loading tolerance

### 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

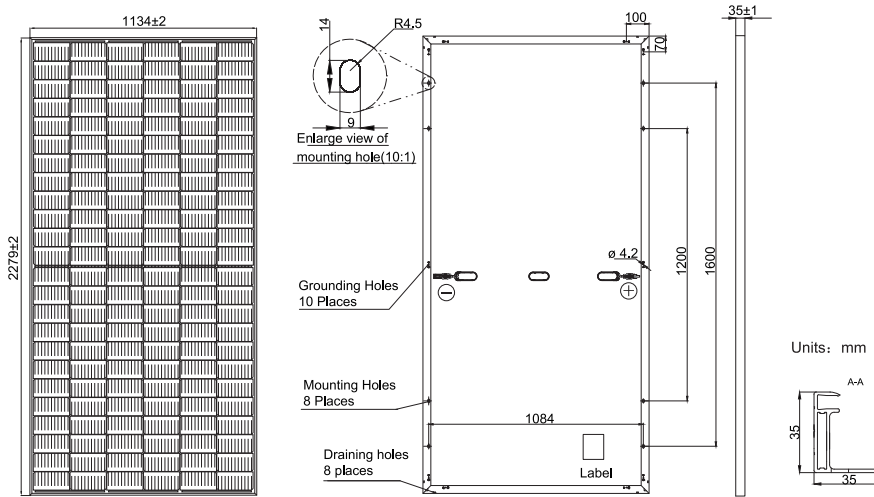
### Comprehensive Certificates

- 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.

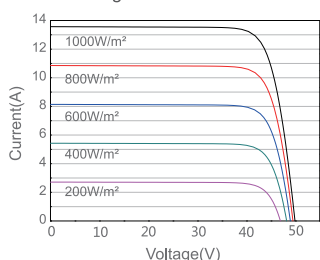
**ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT**

**OPERATING CONDITIONS**

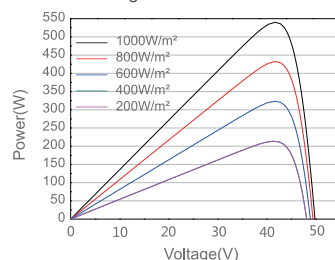
TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR		
Rated Max Power(Pmax) [W]	397	401	405	408	412	416	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.05	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68	Operating Temperature	-40°C~+85°C
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.36	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43	Maximum Series Fuse Rating	25A
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.97	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17	Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112lb/ft <sup>2</sup> ) 2400Pa(50lb/ft <sup>2</sup> )
Max Power Current(Imp) [A]	10.35	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55	NOCT	45±2°C
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class	Class II
							Fire Performance	UL Type 1

**CHARACTERISTICS**

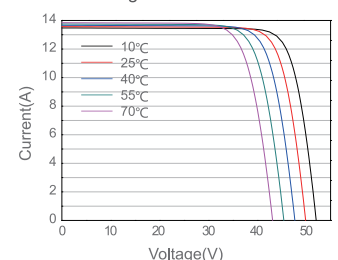
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



ANEXO D

# PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS





**Instalaciones de  
Energía Solar Fotovoltaica**

**Pliego de Condiciones Técnicas de  
Instalaciones Conectadas a Red**



# Índice

## 1 Objeto

## 2 Generalidades

## 3 Definiciones

3.1 Radiación solar .....	8
3.2 Instalación .....	8
3.3 Módulos .....	9
3.4 Integración arquitectónica .....	10

## 4 Diseño

4.1 Diseño del generador fotovoltaico .....	10
4.2 Diseño del sistema de monitorización .....	11
4.3 Integración arquitectónica .....	11

## 5 Componentes y materiales

5.1 Generalidades .....	12
5.2 Sistemas generadores fotovoltaicos .....	12
5.3 Estructura soporte .....	14
5.4 Inversores .....	15
5.5 Cableado .....	16
5.6 Conexión a red .....	17
5.7 Medidas .....	17
5.8 Protecciones .....	17
5.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas .....	17
5.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética .....	17
5.11 Medidas de seguridad .....	17

## 6 Recepción y pruebas

## 7 Cálculo de la producción anual esperada

## 8 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

8.1 Generalidades .....	21
8.2 Programa de mantenimiento .....	21
8.3 Garantías .....	22

## Anexo I: Medida de la potencia instalada de una central fotovoltaica conectada a la red eléctrica

## Anexo II: Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación del generador distinta de la óptima

## Anexo III: Cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras

## 1 Objeto

- 1.1 Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red que se realicen en el ámbito de actuación del IDAE (proyectos, líneas de apoyo, etc.). Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.
- 1.2 Valorar la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.
- 1.3 El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.
- 1.4 En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

## 2 Generalidades

- 2.1 Este Pliego es de aplicación a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.
- 2.2 Podrá, asimismo, servir como guía técnica para otras aplicaciones especiales, las cuales deberán cumplir los requisitos de seguridad, calidad y durabilidad establecidos. En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las características de estas aplicaciones.
- 2.3 En todo caso serán de aplicación todas la normativas que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:
  - Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
  - Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
  - Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
  - Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
  - Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
  - Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
  - Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
  - Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

## 3 Definiciones

### 3.1 Radiación solar

#### 3.1.1 *Radiación solar*

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

#### 3.1.2 *Irradiancia*

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m<sup>2</sup>.

#### 3.1.3 *Irradiación*

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m<sup>2</sup>, o bien en MJ/m<sup>2</sup>.

### 3.2 Instalación

#### 3.2.1 *Instalaciones fotovoltaicas*

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

#### 3.2.2 *Instalaciones fotovoltaicas interconectadas*

Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

#### 3.2.3 *Línea y punto de conexión y medida*

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

#### 3.2.4 *Interruptor automático de la interconexión*

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

#### 3.2.5 *Interruptor general*

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

#### 3.2.6 *Generador fotovoltaico*

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

### 3.2.7 Rama fotovoltaica

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

### 3.2.8 Inversor

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.

### 3.2.9 Potencia nominal del generador

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

### 3.2.10 Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal

Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

## 3.3 Módulos

### 3.3.1 Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

### 3.3.2 Célula de tecnología equivalente (CTE)

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

### 3.3.3 Módulo o panel fotovoltaico

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

### 3.3.4 Condiciones Estándar de Medida (CEM)

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar:  $1000 \text{ W/m}^2$
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula:  $25^\circ\text{C}$

### 3.3.5 Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

### 3.3.6 TONC

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de  $800 \text{ W/m}^2$  con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de  $20^\circ\text{C}$  y la velocidad del viento, de  $1 \text{ m/s}$ .

### 3.4 Integración arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

#### 3.4.1 Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

#### 3.4.2 Revestimiento

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

#### 3.4.3 Cerramiento

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

#### 3.4.4 Elementos de sombreado

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada.

3.4.5 La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en 3.4.1, se denominará *superposición* y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

## 4 Diseño

### 4.1 Diseño del generador fotovoltaico

#### 4.1.1 Generalidades

4.1.1.1 El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.2.

4.1.1.2 Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

4.1.1.3 En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

#### 4.1.2 Orientación e inclinación y sombras

4.1.2.1 La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según se define en el apartado 3.4. En todos los casos han de cumplirse tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Tabla I

	<i>Orientación e inclinación (OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI+S)</i>
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

- 4.1.2.2 Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado 4.1.2.1, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria del Proyecto.
- 4.1.2.3 En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras. En los anexos II y III se proponen métodos para el cálculo de estas pérdidas, que podrán ser utilizados para su verificación.
- 4.1.2.4 Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo al anexo III.

## 4.2 Diseño del sistema de monitorización

- 4.2.1 El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:
- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
  - Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
  - Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
  - Temperatura ambiente en la sombra.
  - Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
  - Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.
- 4.2.2 Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra “Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A”, Report EUR16338 EN.
- 4.2.3 El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

## 4.3 Integración arquitectónica

- 4.3.1 En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico según lo estipulado en el punto 3.4, la Memoria de Diseño o Proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.

- 4.3.2 Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.
- 4.3.3 Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

## **5 Componentes y materiales**

### **5.1 Generalidades**

- 5.1.1 Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.
- 5.1.2 La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.
- 5.1.3 El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.
- 5.1.4 Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- 5.1.5 Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.
- 5.1.6 Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.
- 5.1.7 En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.
- 5.1.8 Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

### **5.2 Sistemas generadores fotovoltaicos**

- 5.2.1 Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.



Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

- 5.2.2 El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.
- 5.2.3 Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.
  - 5.2.3.1 Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
  - 5.2.3.2 Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
  - 5.2.3.3 Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 3\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.
  - 5.2.3.4 Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- 5.2.4 Será deseable una alta eficiencia de las células.
- 5.2.5 La estructura del generador se conectará a tierra.

- 5.2.6 Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.
- 5.2.7 Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

### **5.3 Estructura soporte**

- 5.3.1 Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- 5.3.2 La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.
- 5.3.3 El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- 5.3.4 Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- 5.3.5 El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- 5.3.6 La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- 5.3.7 La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- 5.3.8 Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.
- 5.3.9 En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.
- 5.3.10 Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto 4.1.2 sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.
- 5.3.11 La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

- 5.3.12 Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.
- 5.3.13 Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.
- 5.3.14 En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

## 5.4 Inversores

- 5.4.1 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.
- 5.4.2 Las características básicas de los inversores serán las siguientes:
- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
  - Autoconmutados.
  - Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
  - No funcionarán en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
  - UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
  - IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.
- 5.4.3 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.
  - Sobretensiones, mediante varistores o similares.
  - Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

- 5.4.4 Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.
- 5.4.5 Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:
- Encendido y apagado general del inversor.
  - Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.
- 5.4.6 Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:
- 5.4.6.1 El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- 5.4.6.2 El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50% y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- 5.4.6.3 El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- 5.4.6.4 El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- 5.4.6.5 A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.
- 5.4.7 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.
- 5.4.8 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.
- 5.4.9 Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

## **5.5 Cableado**

- 5.5.1 Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- 5.5.2 Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.
- 5.5.3 El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

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

## **5.6 Conexión a red**

5.6.1 Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

## **5.7 Medidas**

5.7.1 Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

## **5.8 Protecciones**

5.8.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.8.2 En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

## **5.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas**

5.9.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.9.2 Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

5.9.3 Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

## **5.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética**

5.10.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

## **5.11 Medidas de seguridad**

5.11.1 Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no

perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

5.11.2 La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

5.11.3 Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de telemedida.

La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y telemedida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

5.11.4 Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

## 6 Recepción y pruebas

6.1 El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

6.2 Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

6.3 Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

6.3.1 Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.

6.3.2 Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

6.3.3 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.

6.3.4 Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.

- 6.4 Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:
- 6.4.1 Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- 6.4.2 Retirada de obra de todo el material sobrante.
- 6.4.3 Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- 6.5 Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.
- 6.6 Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.
- 6.7 No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

## 7 Cálculo de la producción anual esperada

- 7.1 En la Memoria se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.
- 7.2 Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:
- 7.2.1  $G_{dm}(0)$ .
- Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/(m<sup>2</sup>·día), obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:
- Agencia Estatal de Meteorología.
  - Organismo autonómico oficial.
  - Otras fuentes de datos de reconocida solvencia, o las expresamente señaladas por el IDAE.
- 7.2.2  $G_{dm}(\alpha, \beta)$ .
- Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/(m<sup>2</sup>·día), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10 % anual (ver anexo III). El parámetro  $\alpha$  representa el azimut y  $\beta$  la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo II.

### 7.2.3 Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR.

Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
- La eficiencia del cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- La eficiencia energética del inversor.
- Otros.

7.2.4 La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \text{ kWh/día}$$

Donde:

$P_{mp}$  = Potencia pico del generador

$G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$

7.3 Los datos se presentarán en una tabla con los valores medios mensuales y el promedio anual, de acuerdo con el siguiente ejemplo:

Tabla II. Generador  $P_{mp} = 1 \text{ kWp}$ , orientado al Sur ( $\alpha = 0^\circ$ ) e inclinado  $35^\circ$  ( $\beta = 35^\circ$ ).

Mes	$G_{dm}(0)$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·día)]	$G_{dm}(\alpha=0^\circ, \beta=35^\circ)$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·día)]	PR	$E_p$ (kWh/día)
Enero	1,92	3,12	0,851	2,65
Febrero	2,52	3,56	0,844	3,00
Marzo	4,22	5,27	0,801	4,26
Abril	5,39	5,68	0,802	4,55
Mayo	6,16	5,63	0,796	4,48
Junio	7,12	6,21	0,768	4,76
Julio	7,48	6,67	0,753	5,03
Agosto	6,60	6,51	0,757	4,93
Septiembre	5,28	6,10	0,769	4,69
Octubre	3,51	4,73	0,807	3,82
Noviembre	2,09	3,16	0,837	2,64
Diciembre	1,67	2,78	0,850	2,36
Promedio	4,51	4,96	0,803	3,94



## 8 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

### 8.1 Generalidades

- 8.1.1 Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.
- 8.1.2 El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

### 8.2 Programa de mantenimiento

- 8.2.1 El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.
- 8.2.2 Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:
- Mantenimiento preventivo.
  - Mantenimiento correctivo.
- 8.2.3 Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.
- 8.2.4 Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
- La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 8.3.5.2 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
  - El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
  - Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.
- 8.2.5 El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.
- 8.2.6 El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:
- Comprobación de las protecciones eléctricas.
  - Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.

- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
  - Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- 8.2.7 Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.
- 8.2.8 Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

### **8.3 Garantías**

#### **8.3.1 Ámbito general de la garantía**

- 8.3.1.1 Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.
- 8.3.1.2 La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

#### **8.3.2 Plazos**

- 8.3.2.1 El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 10 años.
- 8.3.2.2 Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

#### **8.3.3 Condiciones económicas**

- 8.3.3.1 La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.
- 8.3.3.2 Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- 8.3.3.3 Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

8.3.3.4 Si en un plazo razonable el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

#### 8.3.4 Anulación de la garantía

8.3.4.1 La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto 8.3.3.4.

#### 8.3.5 Lugar y tiempo de la prestación

8.3.5.1 Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

8.3.5.2 El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

8.3.5.3 Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

8.3.5.4 El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.

# ANEXO I

## MEDIDA DE LA POTENCIA INSTALADA DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA



# Medida de la potencia instalada de una central fotovoltaica conectada a la red eléctrica

## 1 Introducción

- 1.1 Definimos la potencia instalada en corriente alterna (CA) de una central fotovoltaica (FV) conectada a la red, como la potencia de corriente alterna a la entrada de la red eléctrica para un campo fotovoltaico con todos sus módulos en un mismo plano y que opera, sin sombras, a las condiciones estándar de medida (CEM).
- 1.2 La potencia instalada en CA de una central fotovoltaica puede obtenerse utilizando instrumentos de medida y procedimientos adecuados de corrección de unas condiciones de operación bajo unos determinados valores de irradiancia solar y temperatura a otras condiciones de operación diferentes. Cuando esto no es posible, puede estimarse la potencia instalada utilizando datos de catálogo y de la instalación, y realizando algunas medidas sencillas con una célula solar calibrada, un termómetro, un voltímetro y una pinza amperimétrica. Si tampoco se dispone de esta instrumentación, puede usarse el propio contador de energía. En este mismo orden, el error de la estimación de la potencia instalada será cada vez mayor.

## 2 Procedimiento de medida

- 2.1 Se describe a continuación el equipo mínimo necesario para calcular la potencia instalada:
  - 1 célula solar calibrada de tecnología equivalente.
  - 1 termómetro de temperatura ambiente.
  - 1 multímetro de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA).
  - 1 pinza amperimétrica de CC y CA.
- 2.2 El propio inversor actuará de carga del campo fotovoltaico en el punto de máxima potencia.
- 2.3 Las medidas se realizarán en un día despejado, en un margen de  $\pm 2$  horas alrededor del mediodía solar.
- 2.4 Se realizará la medida con el inversor encendido para que el punto de operación sea el punto de máxima potencia.
- 2.5 Se medirá con la pinza amperimétrica la intensidad de CC de entrada al inversor y con un multímetro la tensión de CC en el mismo punto. Su producto es  $P_{cc, inv}$ .
- 2.6 El valor así obtenido se corrige con la temperatura y la irradiancia usando las ecuaciones (2) y (3).
- 2.7 La temperatura ambiente se mide con un termómetro situado a la sombra, en una zona próxima a los módulos FV. La irradiancia se mide con la célula (CTE) situada junto a los módulos y en su mismo plano.

2.8 Finalmente, se corrige esta potencia con las pérdidas.

2.9 Ecuaciones:

$$P_{cc, inv} = P_{cc, fov} (1 - L_{cab}) \quad (1)$$

$$P_{cc, fov} = P_o R_{to, var} [1 - g(T_c - 25)] E / 1000 \quad (2)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) E / 800 \quad (3)$$

$P_{cc, fov}$  Potencia de CC inmediatamente a la salida de los paneles FV, en W.  
 $L_{cab}$  Pérdidas de potencia en los cableados de CC entre los paneles FV y la entrada del inversor, incluyendo, además, las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelo si hay, etc.

$E$  Irradiancia solar, en  $W/m^2$ , medida con la CTE calibrada.

$g$  Coeficiente de temperatura de la potencia, en  $1/^\circ C$ .

$T_c$  Temperatura de las células solares, en  $^\circ C$ .

$T_{amb}$  Temperatura ambiente en la sombra, en  $^\circ C$ , medida con el termómetro.

$TONC$  Temperatura de operación nominal del módulo.

$P_o$  Potencia nominal del generador en CEM, en W.

$R_{to, var}$  Rendimiento, que incluye los porcentajes de pérdidas debidas a que los módulos fotovoltaicos operan, normalmente, en condiciones diferentes de las CEM.

$L_{tem}$  Pérdidas medias anuales por temperatura. En la ecuación (2) puede sustituirse el término  $[1 - g(T_c - 25)]$  por  $(1 - L_{tem})$ .

$$R_{to, var} = (1 - L_{pol})(1 - L_{dis})(1 - L_{ref}) \quad (4)$$

$L_{pol}$  Pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos FV.

$L_{dis}$  Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.

$L_{ref}$  Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término  $L_{ref}$  es cero.

2.10 Se indican a continuación los valores de los distintos coeficientes:

2.10.1 Todos los valores indicados pueden obtenerse de las medidas directas. Si no es posible realizar medidas, pueden obtenerse, parte de ellos, de los catálogos de características técnicas de los fabricantes.

2.10.2 Cuando no se dispone de otra información más precisa pueden usarse los valores indicados en la tabla III.

Tabla III

Parámetro	Valor estimado, media anual	Valor estimado, día despejado (*)	Ver observación
$L_{cab}$	0,02	0,02	(1)
$g$ (1/°C)	–	0,0035 (**)	–
TONC (°C)	–	45	–
$L_{tem}$	0,08	–	(2)
$L_{pol}$	0,03	–	(3)
$L_{dis}$	0,02	0,02	–
$L_{ref}$	0,03	0,01	(4)

(\*) Al mediodía solar  $\pm 2$  h de un día despejado. (\*\*) Válido para silicio cristalino.

*Observaciones:*

- (1) Las pérdidas principales de cableado pueden calcularse conociendo la sección de los cables y su longitud, por la ecuación:

$$L_{cab} = RI^2 \quad (5)$$

$$R = 0,000002 L/S \quad (6)$$

$R$  es el valor de la resistencia eléctrica de todos los cables, en ohmios.

$L$  es la longitud de todos los cables (sumando la ida y el retorno), en cm.

$S$  es la sección de cada cable, en  $cm^2$ .

Normalmente, las pérdidas en conmutadores, fusibles y diodos son muy pequeñas y no es necesario considerarlas. Las caídas en el cableado pueden ser muy importantes cuando son largos y se opera a baja tensión en CC. Las pérdidas por cableado en % suelen ser inferiores en plantas de gran potencia que en plantas de pequeña potencia. En nuestro caso, de acuerdo con las especificaciones, el valor máximo admisible para la parte CC es 1,5 %, siendo recomendable no superar el 0,5 %.

- (2) Las pérdidas por temperatura dependen de la diferencia de temperatura en los módulos y los 25 °C de las CEM, del tipo de célula y encapsulado y del viento. Si los módulos están convenientemente aireados por detrás, esta diferencia es del orden de 30 °C sobre la temperatura ambiente, para una irradiancia de 1000 W/m<sup>2</sup>. Para el caso de integración de edificios donde los módulos no están separados de las paredes o tejados, esta diferencia se podrá incrementar entre 5 °C y 15 °C.
- (3) Las pérdidas por polvo en un día determinado pueden ser del 0 % al día siguiente de un día de lluvia y llegar al 8 % cuando los módulos se "ven muy sucios". Estas pérdidas dependen de la inclinación de los módulos, cercanías a carreteras, etc. Una causa importante de pérdidas ocurre cuando los módulos FV que tienen marco tienen células solares muy próximas al marco situado en la parte inferior del módulo. Otras veces son las estructuras soporte que sobresalen de los módulos y actúan como retenes del polvo.
- (4) Las pérdidas por reflectancia angular y espectral pueden despreciarse cuando se mide el campo FV al mediodía solar ( $\pm 2$  h) y también cuando se mide la radiación solar con una célula calibrada de tecnología equivalente (CTE) al módulo FV. Las pérdidas anuales son mayores en células con capas antirreflexivas que en células texturizadas. Son mayores en invierno que en verano. También son mayores en localidades de mayor latitud. Pueden oscilar a lo largo de un día entre 2 % y 6 %.

### 3 Ejemplo

Tabla IV

Parámetro	Unidades	Valor	Comentario
$TONC$	°C	45	Obtenido del catálogo
$E$	W/m <sup>2</sup>	850	Irradiancia medida con la CTE calibrada
$T_{amb}$	°C	22	Temperatura ambiente en sombra
$T_c$	°C	47	Temperatura de las células $T_c = T_{amb} + (TONC - 20)E/800$
$P_{cc, inv}$ (850 W/m <sup>2</sup> , 47 °C)	W	1200	Medida con pinza amperimétrica y voltímetro a la entrada del inversor
$1 - g(T_c - 25)$		0,923	$1 - 0,0035 \times (47 - 25)$
$1 - L_{cab}$		0,98	Valor tabla
$1 - L_{pol}$		0,97	Valor tabla
$1 - L_{dis}$		0,98	Valor tabla
$1 - L_{ref}$		0,97	Valor tabla
$R_{to, var}$		0,922	$0,97 \times 0,98 \times 0,97$
$P_{cc, fov}$	W	1224,5	$P_{cc, fov} = P_{cc, inv} / (1 - L_{cab})$
$P_o$	W	1693	$P_o = \frac{P_{cc, fov} \times 1000}{R_{to, var} [1 - g(T_c - 25)] E}$

Potencia total estimada del campo fotovoltaico en CEM = 1693 W.

Si, además, se admite una desviación del fabricante (por ejemplo, 5 %), se incluirá en la estimación como una pérdida.

Finalmente, y después de sumar todas las pérdidas incluyendo la desviación de la potencia de los módulos respecto de su valor nominal, se comparará la potencia así estimada con la potencia declarada del campo fotovoltaico.



## **ANEXO II**

### **CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR DISTINTA DE LA ÓPTIMA**



# Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación del generador distinta de la óptima

## 1 Introducción

1.1 El objeto de este anexo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles por este concepto en el PCT.

1.2 Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación  $\beta$ , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (figura 1). Su valor es  $0^\circ$  para módulos horizontales y  $90^\circ$  para verticales.
- Ángulo de azimut  $\alpha$ , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 2). Su valor es  $0^\circ$  para módulos orientados al Sur,  $-90^\circ$  para módulos orientados al Este y  $+90^\circ$  para módulos orientados al Oeste.

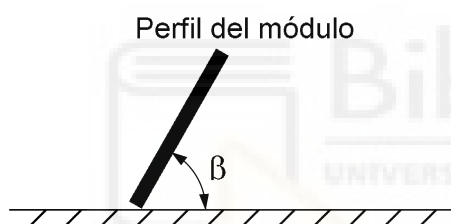


Fig. 1

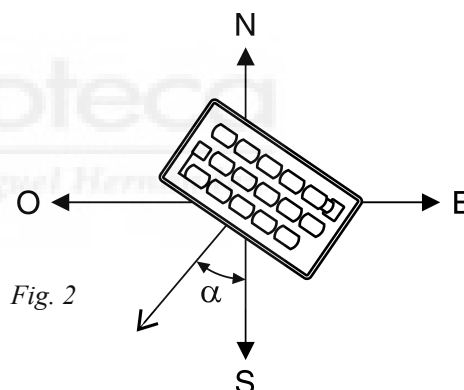


Fig. 2

## 2 Procedimiento

2.1 Habiendo determinado el ángulo de azimut del generador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en el PCT. Para ello se utilizará la figura 3, válida para una latitud,  $\phi$ , de  $41^\circ$ , de la siguiente forma:

- Conocido el azimut, determinamos en la figura 3 los límites para la inclinación en el caso de  $\phi = 41^\circ$ . Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10%; para superposición, del 20%, y para integración arquitectónica del 40%. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de azimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.
- Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud  $\phi = 41^\circ$  y se corrigen de acuerdo al apartado 2.2.

- 2.2 Se corregirán los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de 41°, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Inclinación máxima} = \text{Inclinación } (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud}).$$

$$\text{Inclinación mínima} = \text{Inclinación } (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud}), \text{ siendo } 0^\circ \text{ su valor mínimo.}$$

- 2.3 En casos cerca del límite, y como instrumento de verificación, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2] \quad \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

[Nota:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\phi$  se expresan en grados, siendo  $\phi$  la latitud del lugar].

### 3 Ejemplo de cálculo

Supongamos que se trata de evaluar si las pérdidas por orientación e inclinación del generador están dentro de los límites permitidos para una instalación fotovoltaica en un tejado orientado 15° hacia el Oeste (azimut = +15°) y con una inclinación de 40° respecto a la horizontal, para una localidad situada en el Archipiélago Canario cuya latitud es de 29°.

- 3.1 Conocido el azimut, cuyo valor es +15°, determinamos en la figura 3 los límites para la inclinación para el caso de  $\phi = 41^\circ$ . Los puntos de intersección del límite de pérdidas del 10% (borde exterior de la región 90%-95%), máximo para el caso general, con la recta de azimut 15° nos proporcionan los valores (ver figura 4):

$$\text{Inclinación máxima} = 60^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7^\circ$$

- 3.2 Corregimos para la latitud del lugar:

$$\text{Inclinación máxima} = 60^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = 48^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = -5^\circ, \text{ que está fuera de rango y se toma, por lo tanto, inclinación mínima} = 0^\circ.$$

- 3.3 Por tanto, esta instalación, de inclinación 40°, cumple los requisitos de pérdidas por orientación e inclinación.

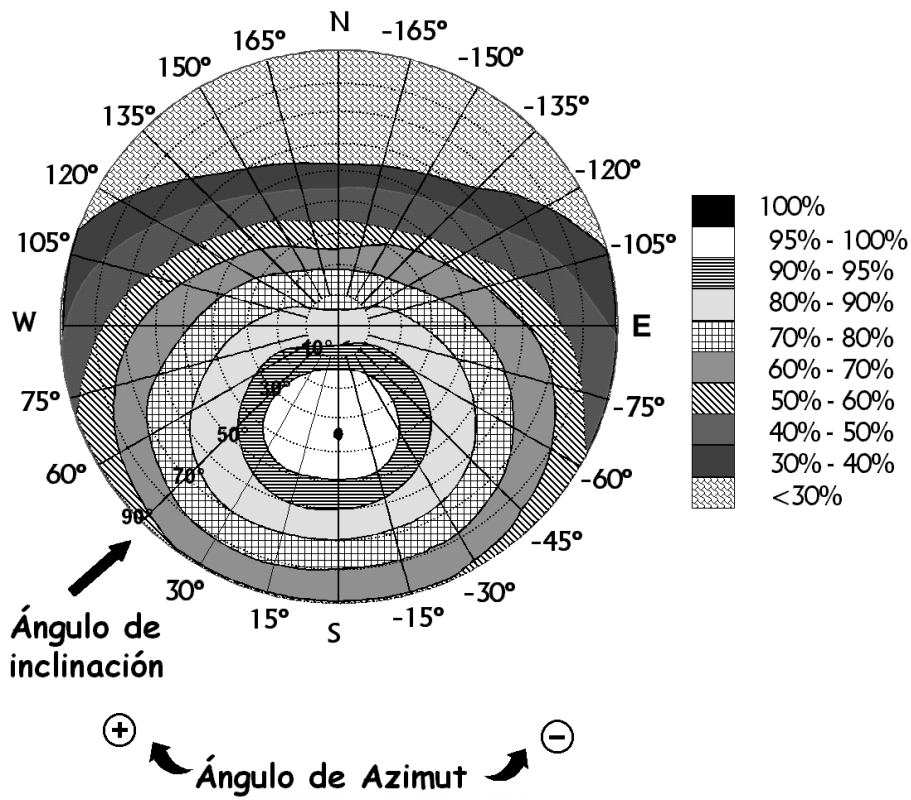


Fig. 3

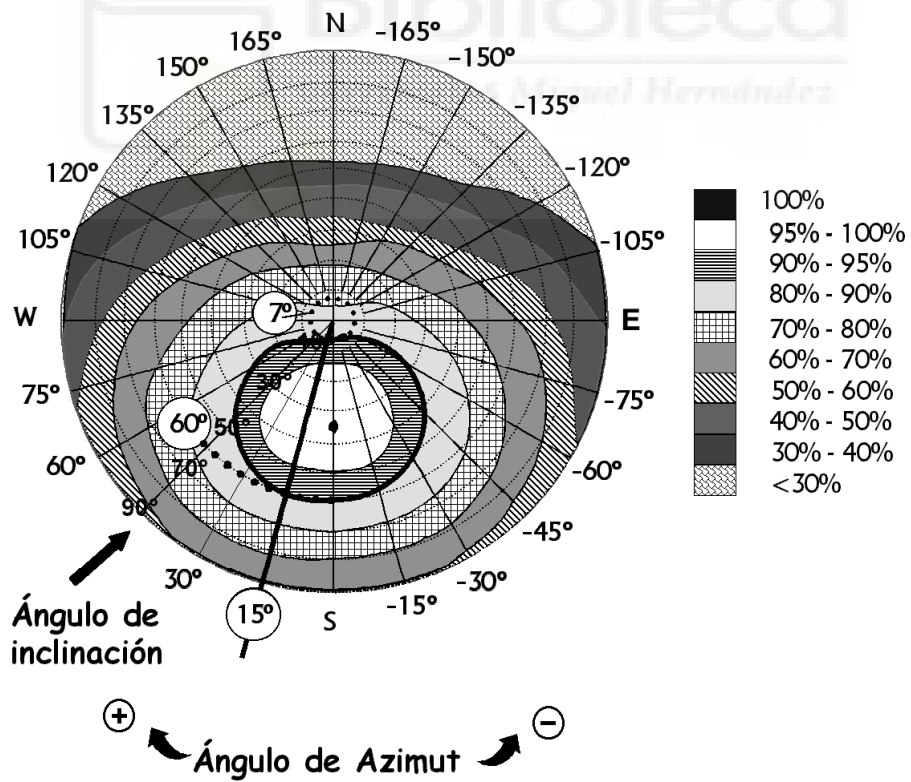


Fig. 4. Resolución del ejemplo.

## **ANEXO III**

### **CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS**



# Cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras

## 1 Objeto

El presente anexo describe un método de cálculo de las pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debidas a sombras circundantes. Tales pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar global que incidiría sobre la mencionada superficie de no existir sombra alguna.

## 2 Descripción del método

El procedimiento consiste en la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias del Sol. Los pasos a seguir son los siguientes:

### 2.1 Obtención del perfil de obstáculos

Localización de los principales obstáculos que afectan a la superficie, en términos de sus coordenadas de posición azimut (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). Para ello puede utilizarse un teodolito.

### 2.2 Representación del perfil de obstáculos

Representación del perfil de obstáculos en el diagrama de la figura 5, en el que se muestra la banda de trayectorias del Sol a lo largo de todo el año, válido para localidades de la Península Ibérica y Baleares (para las Islas Canarias el diagrama debe desplazarse  $12^\circ$  en sentido vertical ascendente). Dicha banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas solares (negativas antes del mediodía solar y positivas después de éste) e identificadas por una letra y un número (A1, A2,..., D14).

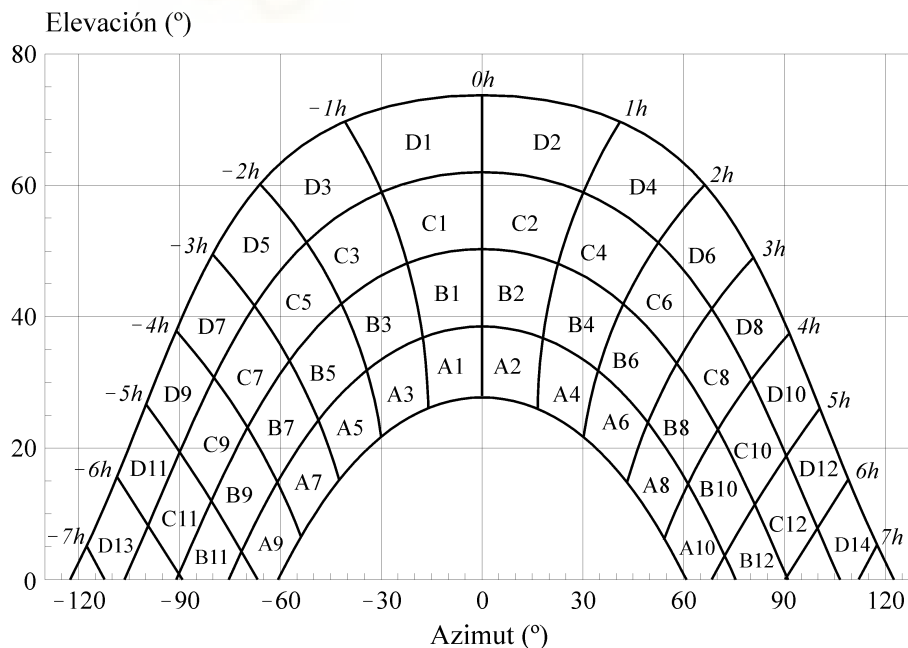


Fig. 5. Diagrama de trayectorias del Sol. [Nota: los grados de ambas escalas son sexagesimales].

### 2.3 Selección de la tabla de referencia para los cálculos

Cada una de las porciones de la figura 5 representa el recorrido del Sol en un cierto período de tiempo (una hora a lo largo de varios días) y tiene, por tanto, una determinada contribución a la irradiación solar global anual que incide sobre la superficie de estudio. Así, el hecho de que un obstáculo cubra una de las porciones supone una cierta pérdida de irradiación, en particular aquella que resulte interceptada por el obstáculo. Deberá escogerse como referencia para el cálculo la tabla más adecuada de entre las que se incluyen en la sección 3 de este anexo.

### 2.4 Cálculo final

La comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del Sol permite calcular las pérdidas por sombreado de la irradiación solar global que incide sobre la superficie, a lo largo de todo el año. Para ello se han de sumar las contribuciones de aquellas porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculos representado. En el caso de ocultación parcial se utilizará el factor de llenado (fracción oculta respecto del total de la porción) más próximo a los valores: 0,25, 0,50, 0,75 ó 1.

La sección 4 muestra un ejemplo concreto de utilización del método descrito.

## 3 Tablas de referencia

Las tablas incluidas en esta sección se refieren a distintas superficies caracterizadas por sus ángulos de inclinación y orientación ( $\beta$  y  $\alpha$ , respectivamente). Deberá escogerse aquella que resulte más parecida a la superficie de estudio. Los números que figuran en cada casilla se corresponden con el porcentaje de irradiación solar global anual que se perdería si la porción correspondiente (véase la figura 5) resultase interceptada por un obstáculo.

Tabla V-1

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Tabla V-2

$\beta = 0^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,18
11	0,00	0,01	0,18	1,05
9	0,05	0,32	0,70	2,23
7	0,52	0,77	1,32	3,56
5	1,11	1,26	1,85	4,66
3	1,75	1,60	2,20	5,44
1	2,10	1,81	2,40	5,78
2	2,11	1,80	2,30	5,73
4	1,75	1,61	2,00	5,19
6	1,09	1,26	1,65	4,37
8	0,51	0,82	1,11	3,28
10	0,05	0,33	0,57	1,98
12	0,00	0,02	0,15	0,96
14	0,00	0,00	0,00	0,17

Tabla V-3

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,15
11	0,00	0,01	0,02	0,15
9	0,23	0,50	0,37	0,10
7	1,66	1,06	0,93	0,78
5	2,76	1,62	1,43	1,68
3	3,83	2,00	1,77	2,36
1	4,36	2,23	1,98	2,69
2	4,40	2,23	1,91	2,66
4	3,82	2,01	1,62	2,26
6	2,68	1,62	1,30	1,58
8	1,62	1,09	0,79	0,74
10	0,19	0,49	0,32	0,10
12	0,00	0,02	0,02	0,13
14	0,00	0,00	0,00	0,13

Tabla V-4

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,10
11	0,00	0,00	0,03	0,06
9	0,02	0,10	0,19	0,56
7	0,54	0,55	0,78	1,80
5	1,32	1,12	1,40	3,06
3	2,24	1,60	1,92	4,14
1	2,89	1,98	2,31	4,87
2	3,16	2,15	2,40	5,20
4	2,93	2,08	2,23	5,02
6	2,14	1,82	2,00	4,46
8	1,33	1,36	1,48	3,54
10	0,18	0,71	0,88	2,26
12	0,00	0,06	0,32	1,17
14	0,00	0,00	0,00	0,22

Tabla V-5

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 30^\circ$	A	B	C	D
13	0,10	0,00	0,00	0,33
11	0,06	0,01	0,15	0,51
9	0,56	0,06	0,14	0,43
7	1,80	0,04	0,07	0,31
5	3,06	0,55	0,22	0,11
3	4,14	1,16	0,87	0,67
1	4,87	1,73	1,49	1,86
2	5,20	2,15	1,88	2,79
4	5,02	2,34	2,02	3,29
6	4,46	2,28	2,05	3,36
8	3,54	1,92	1,71	2,98
10	2,26	1,19	1,19	2,12
12	1,17	0,12	0,53	1,22
14	0,22	0,00	0,00	0,24

Tabla V-6

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,14
11	0,00	0,00	0,08	0,16
9	0,02	0,04	0,04	0,02
7	0,02	0,13	0,31	1,02
5	0,64	0,68	0,97	2,39
3	1,55	1,24	1,59	3,70
1	2,35	1,74	2,12	4,73
2	2,85	2,05	2,38	5,40
4	2,86	2,14	2,37	5,53
6	2,24	2,00	2,27	5,25
8	1,51	1,61	1,81	4,49
10	0,23	0,94	1,20	3,18
12	0,00	0,09	0,52	1,96
14	0,00	0,00	0,00	0,55



Tabla V-7

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,43
11	0,00	0,01	0,27	0,78
9	0,09	0,21	0,33	0,76
7	0,21	0,18	0,27	0,70
5	0,10	0,11	0,21	0,52
3	0,45	0,03	0,05	0,25
1	1,73	0,80	0,62	0,55
2	2,91	1,56	1,42	2,26
4	3,59	2,13	1,97	3,60
6	3,35	2,43	2,37	4,45
8	2,67	2,35	2,28	4,65
10	0,47	1,64	1,82	3,95
12	0,00	0,19	0,97	2,93
14	0,00	0,00	0,00	1,00

Tabla V-8

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = -30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,22
11	0,00	0,03	0,37	1,26
9	0,21	0,70	1,05	2,50
7	1,34	1,28	1,73	3,79
5	2,17	1,79	2,21	4,70
3	2,90	2,05	2,43	5,20
1	3,12	2,13	2,47	5,20
2	2,88	1,96	2,19	4,77
4	2,22	1,60	1,73	3,91
6	1,27	1,11	1,25	2,84
8	0,52	0,57	0,65	1,64
10	0,02	0,10	0,15	0,50
12	0,00	0,00	0,03	0,05
14	0,00	0,00	0,00	0,08

Tabla V-9

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = -30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,24
11	0,00	0,05	0,60	1,28
9	0,43	1,17	1,38	2,30
7	2,42	1,82	1,98	3,15
5	3,43	2,24	2,24	3,51
3	4,12	2,29	2,18	3,38
1	4,05	2,11	1,93	2,77
2	3,45	1,71	1,41	1,81
4	2,43	1,14	0,79	0,64
6	1,24	0,54	0,20	0,11
8	0,40	0,03	0,06	0,31
10	0,01	0,06	0,12	0,39
12	0,00	0,01	0,13	0,45
14	0,00	0,00	0,00	0,27

Tabla V-10

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = -60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,56
11	0,00	0,04	0,60	2,09
9	0,27	0,91	1,42	3,49
7	1,51	1,51	2,10	4,76
5	2,25	1,95	2,48	5,48
3	2,80	2,08	2,56	5,68
1	2,78	2,01	2,43	5,34
2	2,32	1,70	2,00	4,59
4	1,52	1,22	1,42	3,46
6	0,62	0,67	0,85	2,20
8	0,02	0,14	0,26	0,92
10	0,02	0,04	0,03	0,02
12	0,00	0,01	0,07	0,14
14	0,00	0,00	0,00	0,12

Tabla V-11

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = -60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	1,01
11	0,00	0,08	1,10	3,08
9	0,55	1,60	2,11	4,28
7	2,66	2,19	2,61	4,89
5	3,36	2,37	2,56	4,61
3	3,49	2,06	2,10	3,67
1	2,81	1,52	1,44	2,22
2	1,69	0,78	0,58	0,53
4	0,44	0,03	0,05	0,24
6	0,10	0,13	0,19	0,48
8	0,22	0,18	0,26	0,69
10	0,08	0,21	0,28	0,68
12	0,00	0,02	0,24	0,67
14	0,00	0,00	0,00	0,36

## 4 Ejemplo

Superficie de estudio ubicada en Madrid, inclinada  $30^\circ$  y orientada  $10^\circ$  al Sudeste. En la figura 6 se muestra el perfil de obstáculos.

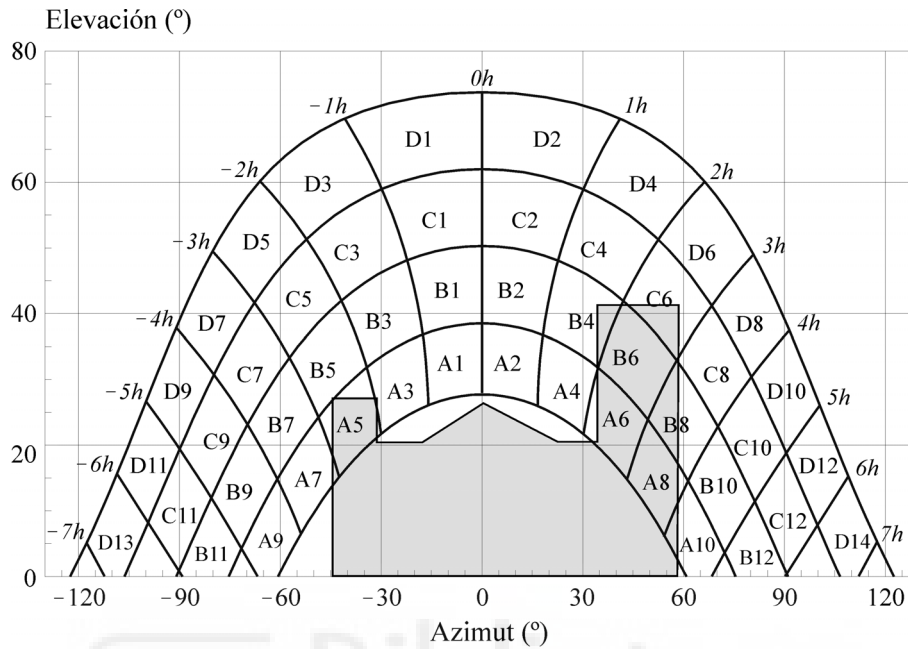


Fig. 6

Tabla VI. Tabla de referencia.

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

## Cálculos:

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por sombreado (\% de irradiación global incidente anual)} = \\ & = 0,25 \times B4 + 0,5 \times A5 + 0,75 \times A6 + B6 + 0,25 \times C6 + A8 + 0,5 \times B8 + 0,25 \times A10 = \\ & = 0,25 \times 1,89 + 0,5 \times 1,84 + 0,75 \times 1,79 + 1,51 + 0,25 \times 1,65 + 0,98 + 0,5 \times 0,99 + 0,25 \times 0,11 = \\ & = 6,16\% \approx \mathbf{6\%} \end{aligned}$$

## 5 Distancia mínima entre filas de módulos

La distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura  $h$  que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

En cualquier caso,  $d$  ha de ser como mínimo igual a  $h \cdot k$ , siendo  $k$  un factor adimensional al que, en este caso, se le asigna el valor  $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$ .

En la tabla VII pueden verse algunos valores significativos del factor  $k$ , en función de la latitud del lugar.

Tabla VII

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
$k$	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Asimismo, la separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a  $h \cdot k$ , siendo en este caso  $h$  la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior, efectuándose todas las medidas con relación al plano que contiene las bases de los módulos.

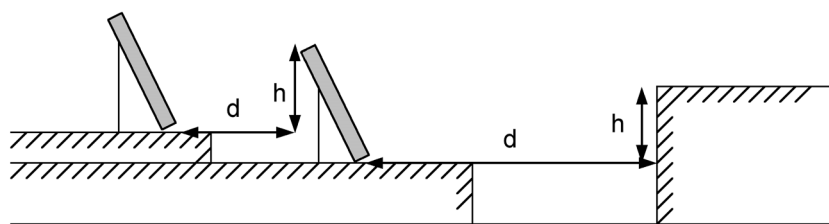


Fig. 7

Si los módulos se instalan sobre cubiertas inclinadas, en el caso de que el azimut de estos, el de la cubierta, o el de ambos, difieran del valor cero apreciablemente, el cálculo de la distancia entre filas deberá efectuarse mediante la ayuda de un programa de sombreado para casos generales suficientemente fiable, a fin de que se cumplan las condiciones requeridas.

ANEXO E

## GESTION DE RESIDUOS



# ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS

Estudio de gestión de residuos para una instalación fotovoltaica de autoconsumo sin excedentes de 100 kWn conectada a red.

Nombre: Productos Químicos Mopasa S.L.

Domicilio social: Poligon el Pla, 36 E. 46290 Alcàsser

La instalación fotovoltaica se realizará en Poligon el Pla, 36 E. 46290 Alcàsser.

- Referencia Catastral: 9923120YJ1692S0001IX
- Coordenadas UTM Huso 30 ETRS89: 719800 4362350

De acuerdo con el Real Decreto 105/2008 REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción, se presenta el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 4, con el siguiente contenido:

1. Identificación de los residuos.
2. Estimación de la cantidad que se generará.
3. Medidas para la prevención de residuos.
4. Instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión.

## 1. Identificación de los residuos

### 1.1. Descripción

Son los residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos inertes procederán de:

- Excavaciones. Normalmente son tierras limpias que son reutilizadas en rellenos o para regularizar la topografía del terreno
- Escombros de construcción.

Requisitos legales:

- Ley 42/75 de 19 de noviembre de Desechos y Residuos sólidos urbanos.
- Ley 10/98 de 21 de abril de Residuos.

- RD 1481/2001 de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2000-2006, 12 de julio de 2001.
- Directiva 99/31/CE del Consejo, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos.
- Listado de los códigos LER de los residuos de construcción y demolición.

Se garantizará en todo momento:

- Comprar la cantidad justa de materias para la construcción, evitando adquisiciones masivas, que provocan la caducidad de los productos, convirtiéndolos en residuos.
- Evitar la quema de residuos de construcción y demolición.
- Evitar vertidos incontrolados de residuos de construcción y demolición.
- Habilitar una zona para acopiar los residuos inertes, que no estará en:
  - Cauces.
  - Vaguadas.
  - Lugares a menos de 100 m. de las riberas de los ríos.
  - Zonas cercanas a bosques o áreas de arbolado.
  - Espacios públicos.
- Los residuos de construcción y demolición inertes se trasladarán al vertedero, ya que es la solución ecológicamente más económica.
- Antes de evacuar los escombros se verificará que no estén mezclados con otros residuos.
- Reutilizar los residuos de construcción y demolición:
  - Las tierras y los materiales pétreos exentos de contaminación en obras de construcción, restauración, acondicionamiento o relleno.
  - Los procedentes de las obras de infraestructura incluidos en el Nivel I, en la restauración de áreas degradadas por la actividad extractiva de canteras o graveras, utilizando los planes de restauración.

## 1.2. Clasificación de residuos de la construcción y demolición

### **Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.**

01 01 Hormigón.

01 02 Ladrillos.

01 03 Tejas y materiales cerámicos.

01 06\* Mezclas, o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.

01 07 Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas a las especificada en el código

**Madera Vidrio y Plástico.**

- 02 01 Madera.
- 02 02 Vidrio.
- 02 03 Plástico.
- 02 04\* Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o estén contaminados por ellas.

**Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.**

- 03 01\* Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
- 03 02 Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
- 03 03\* Alquitrán de hulla y productos alquitranados.

**Metales (incluidas sus aleaciones).**

- 04 01 Cobre, bronce, latón.
- 04 02 Aluminio.
- 04 03 Plomo.
- 04 04 Zinc.
- 04 05 Hierro y acero.
- 04 06 Estaño.
- 04 07 Metales mezclados.
- 04 09\* Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas,
- 04 10\* Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.
- 04 11 Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.

**Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.**

- 05 03\* Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.
- 05 04 Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.
- 05 05\* Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas.
- 05 06 Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05.
- 05 07\* Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas.
- 05 08 Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07.

**Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.**

- 06 01\* Materiales de aislamiento que contienen amianto.
- 06 03\* Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
- 06 04 Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.
- 06 05\* Materiales de construcción que contienen amianto (\*\*)

**Materiales de construcción a partir de yeso.**

- 07 01\* Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.
- 07 02 Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.

### **Otros residuos de construcción y demolición.**

08 01\* Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.

08 02\* Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB).

08 03\* Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.

08 04 Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 170901, 17 09 02 y 17 09 03.

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

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

### 1.3. Identificación de residuos de la construcción

De todos los residuos contemplados en la Orden, los que previsiblemente se generarán durante el transcurso de esta obra serán los siguientes:

#### **Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.**

Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas a las especificada en el código

#### **Madera Vidrio y Plástico.**

Madera.: Restos procedentes de encofrados, y recortes de carpintería.

Vidrio. Restos.

Plástico. Restos de láminas de polietileno.

#### **Metales (incluidas sus aleaciones).**

Hierro y acero. Restos de la ejecución de la estructura.

Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.

#### **Tierra y, piedras.**

Tierra y piedras procedentes de las excavaciones.

#### **Materiales de construcción a partir de yeso y cementosos.**

Materiales de construcción a partir de yeso restos de enlucidos, y morteros.



## 2. Estimación de la cantidad de residuos que se generará

La obra a realizar consistente en ampliación de edificio industrial y generará escombros siguientes:

- Demolición: No procede
- Construcción: Nivel I
- Tratamiento: Ninguno
- Destino: Vertedero autorizado
- Residuos generados: Cartones, cajas de embalaje, gomas y restos de cableado.

## 3. Medidas para la prevención de residuos

### **Prevención en Tareas de Derribo:**

- En la medida de lo posible, las tareas de derribo se realizarán empleando técnicas de desconstrucción selectiva y de desmontaje con el fin de favorecer la reutilización, reciclado y valoración de los residuos.
- Como norma general, el derribo se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente los que se depositarán en vertedero. Prevención en la Adquisición de Materiales
- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- Se mantendrá un inventario de productos excedentes para la posible utilización en otras obras.
- Se realizará un plan de entrega de los materiales en que se detalle para cada uno de ellos la cantidad, fecha de llegada a obra, lugar y forma de almacenaje en obra, gestión de excedentes y en su caso gestión de residuos.
- Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.
- Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, se evitará su deterioro y se devolver al proveedor.
- Se incluirá en los contratos de suministro una cláusula de penalización a los proveedores que generen en obra más residuos de los previstos y que se puedan imputar a una mala gestión.

- Se intentará adquirir los productos en módulo de los elementos constructivos en los que van a ser colocados para evitar retallos.

#### **Prevención en la Puesta en Obra:**

- Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.
- Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos por lo que se favorecerá su empleo.
- En la puesta en obra de materiales se intentará realizar los diversos elementos a módulo del tamaño de las piezas que lo componen para evitar desperdicio de material.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.
- Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.
- Se incluirá en los contratos con subcontratas una cláusula de penalización por la que se desincentivará la generación de más residuos de los previsibles por una mala gestión de los mismos. Prevención en el Almacenamiento en Obra.
- Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.

#### **4. Instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión**

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera, ...) son

centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería, e inscritos en los registros correspondientes. Asimismo, se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

