



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una nave industrial en el sector de la construcción

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR/A: Ferra Borgoñoz, Alberto

Tutor/a: Saiz Jimenez, Juan Ángel

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



PROYECTO FIN DE CARRERA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL  
DISEÑO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y  
AUTOMÁTICA

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
AISLADA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL EN EL  
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Autor: Ferra Borgoñoz, Alberto

Tutor: Saiz Jiménez, Juan Ángel

Curso Académico: 2022/2023



## RESUMEN

En los últimos años la energía renovable, concretamente la energía solar fotovoltaica, se ha convertido en una forma de generación energética muy importante y popular en la sociedad. En este contexto, este proyecto desarrolla el dimensionamiento de una instalación aislada de la red con energía solar fotovoltaica que aporta el suministro eléctrico necesario a una nave industrial destinada a almacenar y reparar material de construcción. La empresa también cuenta con una pequeña oficina dedicada a la administración y gestión, entre otras funciones. Para ello, se ha realizado un estudio preciso que determina las necesidades energéticas de la empresa mes a mes, seleccionando los dispositivos comerciales requeridos, en los que se destaca el uso de regulador maximizador para maximizar la producción energética en la generación fotovoltaica y el uso de grupo electrógeno para poder reducir el número de días de autonomía y abaratar así el coste de la batería, ya que se trata del equipo más caro en este tipo de instalación. Aunque supone una gran inversión inicial para la empresa, se alcanza a medio y largo plazo un considerable ahorro económico, a la vez que se consigue acabar con la dependencia de factores externos que afectan al suministro y al precio de la energía. Esta instalación logra reducir la huella de carbono de la compañía, contribuyendo directamente en el medio ambiente con una fuente de energía limpia y sostenible.

**Palabras clave:** Energía solar fotovoltaica, maximizador, instalación aislada, electricidad, batería



## **ABSTRACT**

In recent years, renewable energy, specifically photovoltaic solar energy, has become a very important and popular form of energy generation in society. In this context, this project achieves the dimensioning of an off-grid installation with photovoltaic solar energy that provides the necessary electricity supply to an industrial premise used to store and repair construction material. The company also has a small office dedicated to administration and management, among other functions. For this, a precise study has been carried out to determine the company's energy needs month by month, selecting the required commercial devices, in particular the use of a maximising regulator to maximise energy production in photovoltaic generation and the use of a power unit to reduce the cost of the battery, as this is the most expensive equipment in this type of installation. Although it involves a large initial investment for the company, considerable economic savings are achieved in the medium and long term, while at the same time it manages to end dependence on external factors that affect the supply and price of energy. This installation manages to reduce the company's carbon footprint, contributing directly to the environment with a clean and sustainable energy source.

**Keywords:** Photovoltaic solar energy, maximizer, off-grid installation, electricity, battery



## ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO N.º 1: MEMORIA

DOCUMENTO N.º 2: PLANOS

DOCUMENTO N.º 3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N.º 4: PRESUPUESTO



PROYECTO FIN DE CARRERA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL  
DISEÑO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y  
AUTOMÁTICA

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
AISLADA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL EN EL  
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

DOCUMENTO N.º 1: MEMORIA



## ÍNDICE

<b>1. OBJETO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN LEGAL.....</b>	<b>4</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA.....</b>	<b>5</b>
4.1. CAPTACIÓN ENERGÉTICA.....	6
4.2. REGULACIÓN.....	6
4.3. ACUMULACIÓN.....	7
4.4. ADAPTACIÓN DE CORRIENTE.....	8
4.5. SUMINISTRO ENERGÉTICO ADICIONAL .....	8
4.6. ESTRUCTURA, CABLEADO Y PROTECCIÓN .....	8
<b>5. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....</b>	<b>9</b>
5.1. TITULAR Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN .....	9
5.2. CLIMATOLOGÍA .....	11
5.3. ELEMENTOS DE CONSUMO.....	11
5.4. NECESIDADES ENERGÉTICAS MES A MES .....	23
<b>6. SOLUCIONES ALTERNATIVAS .....</b>	<b>37</b>
6.1. RADIACIÓN Y ÁNGULO DE INCLINACIÓN .....	37
6.2. MES MÁS DESFAVORABLE .....	39
6.3. SOLUCIÓN CON REGULADOR CONVENCIONAL .....	42
6.3.1. <i>Módulos fotovoltaicos</i> .....	42
6.3.2. <i>Regulador</i> .....	43
6.3.3. <i>Baterías</i> .....	44
6.3.4. <i>Inversor</i> .....	47
6.4. SOLUCIÓN CON REGULADOR MAXIMIZADOR.....	50
6.4.1. <i>Maximizador</i> .....	50
6.5. SOLUCIÓN CON GRUPO ELECTRÓGENO .....	52
6.5.1. <i>Grupo electrógeno</i> .....	52
6.6. COMPARATIVA DE LAS SOLUCIONES .....	54
<b>7. SOLUCIÓN DEFINITIVA .....</b>	<b>56</b>
7.1. DISPOSICIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	56
7.2. SALA TÉCNICA.....	61
7.3. CABLEADO .....	62
7.3.1. <i>Paneles solares-reguladores</i> .....	63
7.3.2. <i>Reguladores-baterías</i> .....	65
7.3.3. <i>Baterías-inversores</i> .....	66
7.3.4. <i>Grupos electrógenos-inversores</i> .....	66
7.3.5. <i>Inversores- cuadro de protección de alterna</i> .....	67
7.4. PROTECCIONES .....	72
7.5. PUESTA A TIERRA.....	73



<b>8. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.....</b>	<b>75</b>
8.1. AHORRO ECONÓMICO PARA LOS 15 PRIMEROS AÑOS .....	75
8.2. SUBVENCIONES.....	76
8.3. COSTE DEL VATIO PICO .....	77
<b>9. EVALUACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>77</b>
9.1. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....	77
9.2. HUELLA DE CARBONO .....	79
<b>10. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>81</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO I: FICHAS TÉCNICAS .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO II: MANUAL DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>100</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> FOTO DE LA NAVE INDUSTRIAL .....	1
<b>FIGURA 2:</b> ESCENARIO DEL MERCADO SOLAR FOTOVOLTAICO ANUAL EN LA UNIÓN EUROPEA .....	2
<b>FIGURA 3:</b> PRECIO MEDIO DEL MERCADO ELÉCTRICO DIARIO POR AÑO EN ESPAÑA .....	4
<b>FIGURA 4:</b> ESQUEMA DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA .....	6
<b>FIGURA 5:</b> FOTO SATÉLITE DE LA PARCELA.....	10
<b>FIGURA 6:</b> FOTO SATÉLITE DE LA PARCELA.....	10
<b>FIGURA 7:</b> ORDENADOR MSI PRO 24X 10M.....	12
<b>FIGURA 8:</b> IMPRESORA BROTHER MFC-J6930DW .....	12
<b>FIGURA 9:</b> IMPRESORA HP DESIGNJET T250.....	13
<b>FIGURA 10:</b> TRITURADORA REXEL ACCO SC170 .....	13
<b>FIGURA 11:</b> CAFETERA SIEMENS TI351209RW .....	14
<b>FIGURA 12:</b> MICROONDAS SAMSUNG MS23F301TAK .....	14
<b>FIGURA 13:</b> FRIGORÍFICO SAMSUNG RT29K5030WW/ES.....	15
<b>FIGURA 14:</b> TERMO ELÉCTRICO JUNKERS ELACELL 100 L .....	15
<b>FIGURA 15:</b> AIRE ACONDICIONADO MITSUBISHI ELECTRIC MSZ-SF35VE .....	16
<b>FIGURA 16:</b> AMOLADORA ANGULAR BLACK & DECKER CD115 .....	16
<b>FIGURA 17:</b> TALADRO BOSCH GBH 2-26 F.....	17
<b>FIGURA 18:</b> TRONZADORA DE DISCO SIMA EUROTRON 315 XL .....	17
<b>FIGURA 19:</b> SIERRA CIRCULAR HITACHI C7ST .....	18
<b>FIGURA 20:</b> SOLDADORA DE HILO ESAB REBEL EMP 215IC .....	18
<b>FIGURA 21:</b> CARRETILLA ELEVADORA TOYOTA 8FBMT25.....	19
<b>FIGURA 22:</b> AIRE ACONDICIONADO DAIKIN ACQS125F.....	19
<b>FIGURA 23:</b> CÁMARA DE SEGURIDAD HIKVISION DS-2CD2142FWD-I .....	20
<b>FIGURA 24:</b> BOMBILLA PHILIPS DE 60 W.....	20
<b>FIGURA 25:</b> BOMBILLA PHILIPS DE 400 W.....	21
<b>FIGURA 26:</b> FOCO HALÓGENO DE 1500 W .....	21
<b>FIGURA 27:</b> NECESIDADES ENERGÉTICAS MES A MES .....	36
<b>FIGURA 28:</b> INTERFAZ DEL PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM [8] .....	37
<b>FIGURA 29:</b> RADIACIÓN (kWh/m <sup>2</sup> ) HISTÓRICA PARA UNA INCLINACIÓN DE 60 °.....	38
<b>FIGURA 30:</b> PANEL SOLAR DEEP BLUE 3.0 .....	42
<b>FIGURA 31:</b> REGULADOR PC1500B-6048D .....	44
<b>FIGURA 32:</b> BATERÍA SOLAR OPZS FORMULA STAR.....	45
<b>FIGURA 33:</b> INVERSOR/CARGADOR QUATTRO 48/15000/200-100/100.....	50
<b>FIGURA 34:</b> MPPT RS SMARTSOLAR 450 200 .....	51
<b>FIGURA 35:</b> GENERADOR ELÉCTRICO HYUNDAI DHY22K(S)EM.....	54
<b>FIGURA 36:</b> DIMENSIONES DEL PANEL SOLAR DEEP BLUE 3.0 .....	57
<b>FIGURA 37:</b> DIMENSIONES DE UN BLOQUE DE PLACAS 3 x 18.....	58
<b>FIGURA 38:</b> DISTANCIA ENTRE FILAS.....	58
<b>FIGURA 39:</b> VISTA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DESDE ARRIBA .....	59
<b>FIGURA 40:</b> DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DOS BLOQUES DE MÓDULOS .....	60
<b>FIGURA 41:</b> UBICACIÓN DE LA SALA TÉCNICA .....	61
<b>FIGURA 42:</b> DISTRIBUCIÓN DE LA SALA TÉCNICA .....	62
<b>FIGURA 43:</b> CABLE FOTOVOLTAICO PRYSUN DE PRYSMIAN TIPO H1Z2Z2-K .....	62



<b>FIGURA 44:</b> CABLE AFUMEX CLASS 1000 V (AS).....	63
<b>FIGURA 45:</b> MAGNETOTÉRMICO ACTI9 C120N DE SCHNEIDER .....	73
<b>FIGURA 46:</b> LOGOTIPO ODS 7 .....	78
<b>FIGURA 47:</b> LOGOTIPO ODS 12.....	78
<b>FIGURA 48:</b> LOGOTIPO ODS 13.....	79
<b>FIGURA 49:</b> GARANTÍA DEL RENDIMIENTO DEL PANEL SOLAR JAM66S30-500/MR .....	80



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA I:</b> DATOS MEDIOS MENSUALES CLIMATOLÓGICOS DE LORCA EN EL SIGLO XXI .....	11
<b>TABLA II:</b> ELEMENTOS DE CONSUMO DE LA EMPRESA .....	22
<b>TABLA III:</b> CONSUMO DIARIO DE ENERO .....	24
<b>TABLA IV:</b> CONSUMO DIARIO DE FEBRERO .....	25
<b>TABLA V:</b> CONSUMO DIARIO DE MARZO .....	26
<b>TABLA VI:</b> CONSUMO DIARIO DE ABRIL.....	27
<b>TABLA VII:</b> CONSUMO DIARIO DE MAYO .....	28
<b>TABLA VIII:</b> CONSUMO DIARIO DE JUNIO .....	29
<b>TABLA IX:</b> CONSUMO DIARIO DE JULIO .....	30
<b>TABLA X:</b> CONSUMO DIARIO DE AGOSTO .....	31
<b>TABLA XI:</b> CONSUMO DIARIO DE SEPTIEMBRE .....	32
<b>TABLA XII:</b> CONSUMO DIARIO DE OCTUBRE .....	33
<b>TABLA XIII:</b> CONSUMO DIARIO DE NOVIEMBRE .....	34
<b>TABLA XIV:</b> CONSUMO DIARIO DE DICIEMBRE .....	35
<b>TABLA XV:</b> CONSUMO TOTAL MES A MES .....	36
<b>TABLA XVI:</b> RADIACIÓN (kWh/m <sup>2</sup> ) HISTÓRICA PARA UNA INCLINACIÓN DE 60 ° .....	38
<b>TABLA XVII:</b> VALORES MÁS DESFAVORABLES DE RADIACIÓN DEL HISTÓRICO PARA UNA INCLINACIÓN DE 60 ° ..	39
<b>TABLA XVIII:</b> NECESIDADES ENERGÉTICAS EN kWh/MES Y Ah/MES .....	40
<b>TABLA XIX:</b> COEFICIENTE C <sub>MD</sub> DE CADA MES .....	41
<b>TABLA XX:</b> MODELOS Y CAPACIDADES DE BATERÍA DE FORMULA STAR .....	46
<b>TABLA XXI:</b> CONSUMO MÁXIMO PUNTUAL .....	48
<b>TABLA XXII:</b> ELEMENTOS ASOCIADOS AL PRIMER INVERSOR .....	48
<b>TABLA XXIII:</b> ELEMENTOS ASOCIADOS AL SEGUNDO INVERSOR .....	49
<b>TABLA XXIV:</b> COMPARATIVA DE LAS SOLUCIONES ALTERNATIVAS .....	55
<b>TABLA XXV:</b> VALORES DEL FACTOR K.....	59
<b>TABLA XXVI:</b> CORRIENTES ADMISIBLES (A) PARA CABLES Y CONDUCTORES AISLADOS CON AISLAMIENTO TERMOESTABLE (COMPUESTOS RETICULADOS TIPO XLPE, EPR O SIMILAR) – TEMPERATURA MÁXIMA DE SERVICIO EN RÉGIMEN PERMANENTE 90 °C - TEMPERATURA AMBIENTE 40 °C EN EL AIRE .....	68
<b>TABLA XXVII:</b> FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DIFERENTES DE 30 °C A APLICAR A LOS VALORES DE LAS CORRIENTES ADMISIBLES PARA CABLES EN EL AIRE .....	69
<b>TABLA XXVIII:</b> FACTORES DE REDUCCIÓN PARA UN CIRCUITO O UN CABLE MULTIPOLAR O PARA UN GRUPO DE MÁS DE UN CIRCUITO, O MÁS DE UN CABLE MULTIPOLAR PARA USARSE CON LAS CORRIENTES ADMISIBLES 70	
<b>TABLA XXIX:</b> DIÁMETROS EXTERIORES MÍNIMOS DE LOS TUBOS EN FUNCIÓN DEL NÚMERO Y LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES O CABLES A CONDUCIR .....	71
<b>TABLA XXX:</b> VALORES MEDIOS APROXIMADOS DE LA RESISTIVIDAD EN FUNCIÓN DEL TERRENO.....	74
<b>TABLA XXXI:</b> SECCIONES MÍNIMAS CONVENCIONALES DE LOS CONDUCTORES DE TIERRA .....	75
<b>TABLA XXXII:</b> RELACIÓN ENTRE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN Y LOS DE FASE .....	75
<b>TABLA XXXIII:</b> DINERO AHORRADO EN LOS PRIMEROS 15 AÑOS.....	76

## 1. OBJETO

El objetivo principal del presente proyecto consiste en establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan el diseño y la ejecución de la instalación de una red de baja tensión de energía renovable, en particular de energía solar fotovoltaica, para satisfacer las necesidades energéticas de una nave industrial (Figura 1) destinada al sector de la construcción. Este propósito se materializa, a su vez, en los siguientes objetivos específicos:

- Analizar los elementos de consumo y estimar el número de horas de funcionamiento de cada uno de ellos en cada mes para identificar las necesidades energéticas de la empresa.
- Diseñar la red de baja tensión de energía solar y justificar la elección de los equipos comerciales seleccionados.
- Evaluar la viabilidad económica del proyecto, incluyendo una estimación de la recuperación de la inversión y las posibles ayudas y subvenciones disponibles.
- Determinar el ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con otras tecnologías.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la instalación.
- Elaborar una propuesta de presupuesto detallado para su ejecución.



**Figura 1:** Foto de la nave industrial

Nota: Elaboración propia

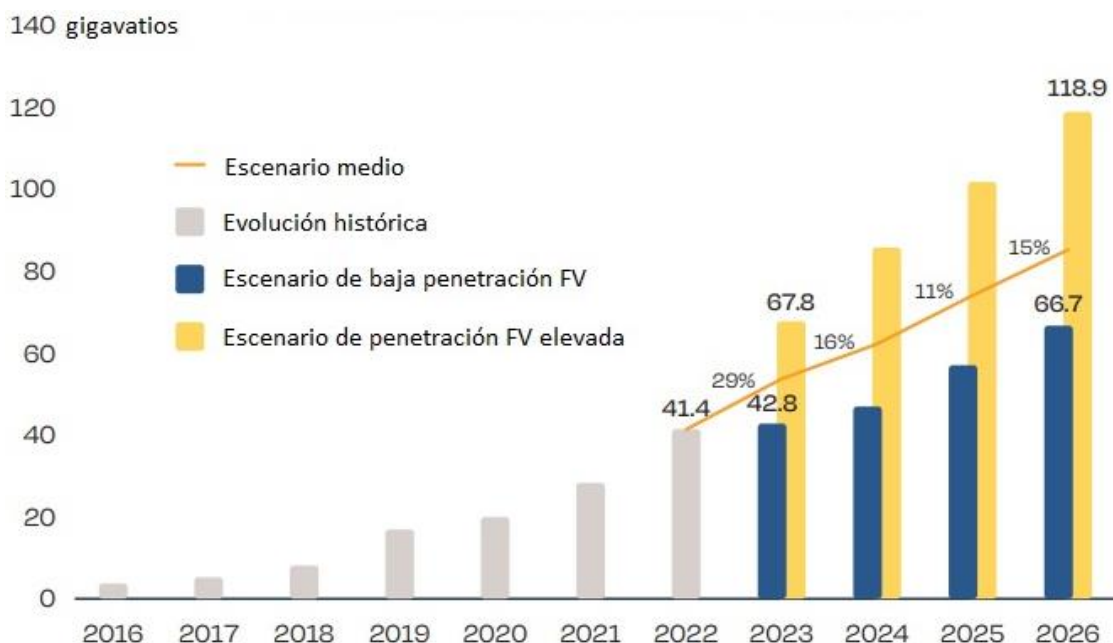
## 2. INTRODUCCIÓN

La energía renovable se refiere a cualquier forma de energía que procede de recursos naturales que se renuevan con el tiempo y no se agotan. Esto la distingue de los combustibles fósiles, como el gas y el petróleo, que provocan impactos negativos en el medio ambiente y se están agotando de manera rápida. La energía renovable tiene la capacidad de aportar a toda la población mundial una fuente de energía limpia y sostenible.

En la actualidad, la energía renovable es cada vez más importante en el panorama del suministro energético global. Existen diferentes categorías principales, entre las que se encuentra la energía eólica, hidroeléctrica y solar, centrándose el proyecto en esta última.

La energía solar es una de las formas de energía renovable más populares y relevantes en la actualidad. Mediante el uso de módulos fotovoltaicos, compuestos por células solares que son capaces de convertir la luz del sol en electricidad a través del efecto fotoeléctrico, se puede capturar la energía del sol.

En los últimos años, la energía solar ha experimentado un gran crecimiento exponencial, tal como expone la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica. En la Unión Europea se registró un aumento del 47 % de los gigavatios instalados de fotovoltaica en el año 2022 en comparación con el año anterior. En este contexto, España se situó en el segundo puesto de más instalaciones en ese período. Se prevé que esta tendencia de crecimiento continuará en los próximos años, como se plantea en la Figura 2.



**Figura 2:** Escenario del mercado solar fotovoltaico anual en la Unión Europea  
Nota: Gráfica extraída de la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica [1]



La energía solar ofrece una serie de ventajas significativas. En primer lugar, al tratarse de una fuente energética limpia, no emite gases de efecto invernadero ni contaminantes a la atmósfera. Esto significa que no contribuye con el cambio climático ni la contaminación del aire y de los mares y océanos.

En segundo lugar, es una forma de energía descentralizada, lo que implica que puede generarse en cualquier ubicación donde sea necesario, beneficiándose sobre todo áreas aisladas. Esto reduce la necesidad de construir grandes infraestructuras.

En tercer lugar, tiene el potencial de reducir los costes energéticos a largo plazo. Aunque la inversión inicial en los equipos de la instalación pueda ser alta, la gran vida útil de los elementos y el bajo coste de mantenimiento se traduce en la obtención de ahorros económicos a lo largo del tiempo.

Aunque este tipo de energía ofrece muchas ventajas, su principal inconveniente es la dependencia de la luz solar para producir energía, lo que hace que no sea segura en ciertos lugares. Sin embargo, existen y se están desarrollando formas de acumulación de energía como pueden ser las baterías.

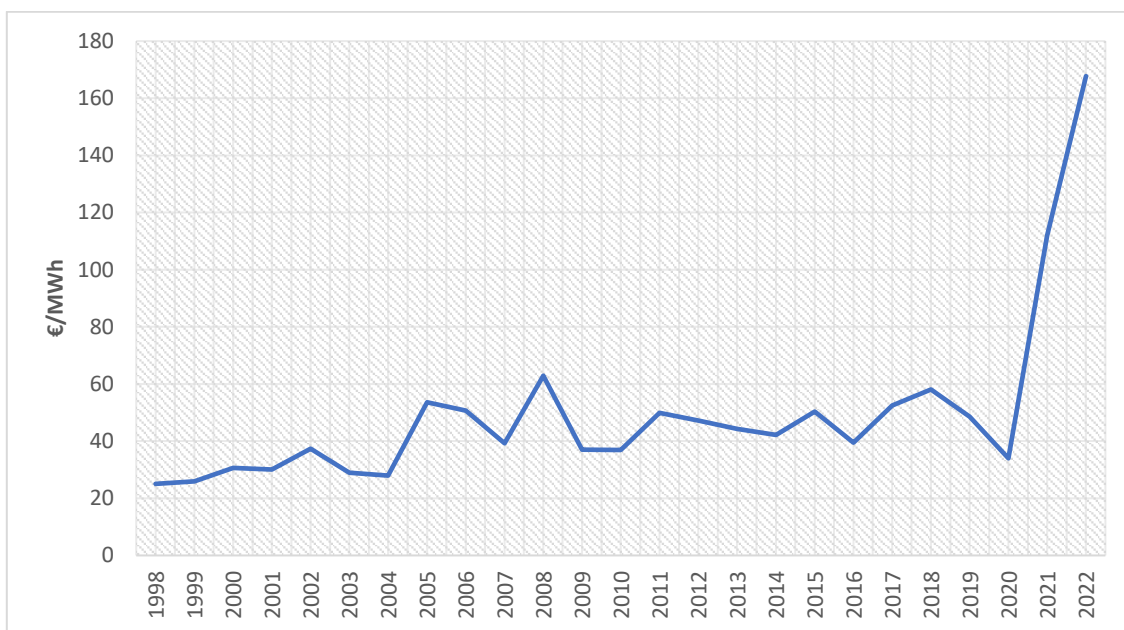
En los últimos años, han ocurrido diversos acontecimientos históricos que han afectado al mercado de la electricidad en España de manera significativa. La pandemia provocada por el COVID-19 y el conflicto armado entre Rusia y Ucrania han llevado a experimentar al mercado eléctrico español desde el precio más bajo en 15 años en 2020 hasta alcanzar el precio histórico más alto jamás registrado en tan solo menos de dos años después.

En el año 2020, el precio de la electricidad en España sufrió una caída sin precedentes en más de 15 años debido a la pandemia. El precio medio de la electricidad en el mercado diario se situó en 33,96 euros por megavatio-hora (MWh) frente a los 47,68 euros/MWh del año anterior, lo que supuso un retroceso interanual del 30 % y el nivel más bajo desde 2004. La razón principal de esta caída fue la reducción de la demanda de electricidad, la cual cayó alrededor de un 5,6 %, según la Red Eléctrica de España, respecto a 2019 debido a los confinamientos más estrictos durante la primera ola de contagios. La bajada de precios también se debió a la creciente incursión de las energías renovables, que son más baratas [2].

En el año 2021, el precio de la electricidad en España experimentó un gran aumento y alcanzó niveles históricos debido a factores como la recuperación económica tras la pandemia y el aumento de la demanda de electricidad. Según el Operador del Mercado Ibérico de Energía (OMIE), el precio medio del mercado diario de la electricidad en España en 2021 fue de 83,58 euros/MWh, un 148% más que en 2020. Además, se convirtió en el ejercicio más caro desde que se comenzaron a registrar datos en 1998 [3].

En el año 2022, se detonó el mercado eléctrico español. El recibo medio de la luz para los consumidores aumentó aproximadamente un 30 % en comparación con 2021. Durante este año se registró el mes con el precio medio más alto de la historia, siendo agosto con 308 euros/MWh. Además, se registró el día con el precio más alto jamás visto, el 8 de marzo con 545 euros/MWh. Todo esto se debe en gran medida al conflicto entre Rusia y Ucrania que provocó un aumento en el precio del gas natural [3].

En la Figura 3 se ilustra la evolución del precio medio del mercado eléctrico español desde que se realizan registros.



**Figura 3:** Precio medio del mercado eléctrico diario por año en España  
Nota: Datos extraídos del Operador del Mercado Ibérico de Energía [4]

Ante esta situación, se considera como posible solución a la problemática descrita la instalación de un sistema fotovoltaico aislado de la red, el tema central de este proyecto. Esto consigue, por un lado, reducir los costes energéticos de la empresa y mejorar su eficiencia energética haciendo que no dependa eléctricamente de factores externos y, por otro lado, ayudar a contribuir con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, reduciendo su huella de carbono y combatiendo contra el cambio climático con una fuente de energía sostenible.

El trabajo se organiza en cuatro documentos, la presente memoria que va acompañada de planos, un pliego de condiciones y un presupuesto. En la memoria tras la presentación del objeto (apartado 1) y esta introducción (2), se expone la justificación legal (3), la descripción de una instalación fotovoltaica aislada (4), la descripción de la empresa en la que se prevé instalarse (5). A continuación, se desarrollan las distintas soluciones alternativas propuestas (6) y se describe la solución definitiva adoptada (7) junto con una estimación de la recuperación de la inversión (8) y una evaluación ambiental (9). La memoria cierra con unas conclusiones (10) y la bibliografía (11).

### 3. JUSTIFICACIÓN LEGAL

El presente proyecto se redacta en cumplimiento de las normativas vigentes publicadas en el Boletín Oficial del Estado (BOE), la cuales son las siguientes:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT). (BOE n.º 224, de 18/09/2002).
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. (BOE n.º 83, de 6/04/2019).



- 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. (BOE n.º 243, de 10/10/2015).
- 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. (BOE n.º 310, de 27/12/2000).
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. (BOE n.º 140, de 10/06/2014).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE). (BOE n.º 74, de 28/03/2006).
- Ley 10/2006, de 21 de diciembre, de Energías Renovables y Ahorro y Eficiencia Energética de la Región de Murcia. (BOE n.º 111, de 09/05/2007).
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. (BOE n.º 224, de 18/09/2007).

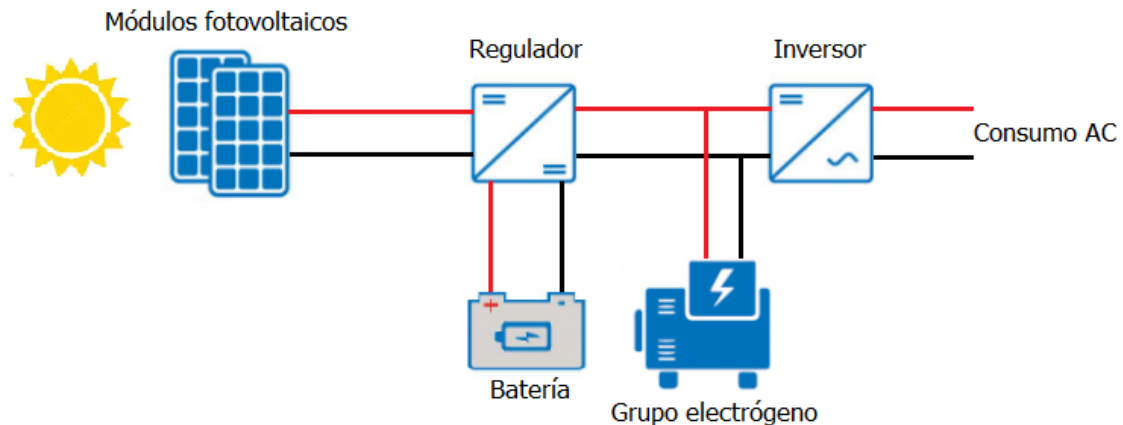
También cumple con las siguientes especificaciones técnicas de aplicación repetitiva llevadas a cabo por Comités Técnicos de Normalización (CTN):

- UNE-HD 60364-5-52: 2014. Instalaciones eléctricas de baja tensión: Selección e instalación de equipos eléctricos.
- UNE-HD 60364-7-712: 2017. Instalaciones eléctricas de baja tensión: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica.
- UNE-EN 61215-1-2: 2017. Módulos fotovoltaicos para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación: Requisitos especiales de ensayo para los módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN IEC 61730-1-2: 2019. Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos: Requisitos de construcción.

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA

Una instalación fotovoltaica aislada es un sistema de generación de energía solar que se utiliza para proporcionar electricidad sin estar conectado a la red eléctrica convencional. Este sistema consta de varios componentes esenciales que trabajan en conjunto para generar, almacenar y suministrar energía eléctrica. En la Figura 4 se muestra el esquema básico del sistema y a continuación se detalla cada uno de los subsistemas que conformarán la instalación.





**Figura 4:** Esquema de una instalación fotovoltaica aislada  
Nota: Elaboración propia

## 4.1. Captación energética

Los módulos fotovoltaicos tienen la función de transformar la energía solar en energía eléctrica de corriente continua mediante el efecto fotoeléctrico. Este efecto se produce cuando incide la radiación solar sobre las células fotovoltaicas, las cuales están fabricadas con materiales semiconductores, generalmente de silicio. Como resultado se genera una diferencia de potencial en los contactos metálicos de una de las caras de las células donde es posible obtener electricidad.

Un panel solar está formado por varias células idénticas que se conectan en serie y en paralelo, y en función del número de estas el panel puede suministrar la tensión y la corriente deseadas. Además de las células fotovoltaicas, las placas solares están compuestas por otros elementos principales, como una cubierta exterior de vidrio, encapsulante, una protección posterior, un marco soporte, contactos eléctricos y diodos de protección contra sobrecargas.

En cuanto a los tipos de placas fotovoltaicas, existen diversas tecnologías con diferentes niveles de eficiencia y coste económico. En orden descendente de eficiencia y coste, se presentan las siguientes:

- Monocristalinas: Fabricadas con silicio de alta pureza y tienen una eficiencia que oscila entre el 15 % y el 20 %
- Policristalinas: Fabricadas con silicio en bruto y tienen una eficiencia cercana al 15 %.
- Amorfas: Fabricadas con silicio amorfo y con una eficiencia de entre el 7 % y el 10 %.

## 4.2. Regulación

El regulador es un elemento esencial para el correcto funcionamiento de la instalación. Este se conecta entre los módulos fotovoltaicos y la batería. Su principal función es regular la transferencia de energía desde los paneles hacia las baterías, así como controlar la descarga de estas hacia el inversor u otros dispositivos que consumen dicha

energía. Este evita sobrecargas al desconectar las placas cuando las baterías han alcanzado su carga máxima y gestiona su descarga evitando que lo hagan en exceso, lo que ayuda a prolongar su vida útil. Especialmente durante la noche, cuando los paneles solares se comportan como cargas, el regulador impide también que las baterías descarguen energía hacia los paneles.

Las características eléctricas que definen un regulador son su tensión nominal, que debe coincidir con la tensión de corriente continua de la instalación, y la intensidad máxima que es capaz de disipar. Existen dos tipos principales de reguladores:

- Modulación por ancho de pulso (PWM): Estos reguladores son los más comunes y baratos, se basan en la técnica de modulación por ancho de pulso. Controlan la carga de las baterías ajustando el ancho de los pulsos de corriente provenientes de los paneles solares.
- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT): Estos reguladores son más avanzados y eficientes, pero más caros. Emplean un algoritmo para ajustar la tensión y la corriente de carga consiguiendo así rastrear y maximizar la potencia que se extrae de los paneles solares.

Un regulador maximizador es muy recomendable para instalaciones aisladas con consumos elevados. Este consigue optimizar el funcionamiento del campo fotovoltaico haciendo que la tensión de trabajo en las placas pueda situarse en valores superiores a los 100 V, permitiendo utilizar placas de tensión pico y potencia más elevadas y que los conjuntos de placas en serie trabajen lo más cerca posible del punto de máxima potencia, durante la mayor cantidad de tiempo posible.

### 4.3. Acumulación

Las baterías tienen como objetivo almacenar la energía generada por los módulos fotovoltaicos para un uso posterior cuando no haya radiación solar, como en la noche o días con meteorología adversa. Esta parte de almacenamiento de la instalación es esencial para garantizar el suministro continuo de energía durante un número de días consecutivos.

Las dos características fundamentales de las baterías son su capacidad y la profundidad de descarga.

La capacidad es la cantidad de energía que la batería puede almacenar se mide en amperios-hora (Ah) referida a la tensión de trabajo de la batería o vatios-hora (Wh).

En cuanto a la profundidad de descarga es un valor porcentual proporcionado por el fabricante que indica cual es la máxima cantidad de energía que se puede extraer de la batería sin que afecte a su funcionamiento, siendo el 70 % un valor estándar.

Existen diferentes tipos de tecnologías de baterías en el mercado, como las de litio, gel, níquel-cadmio y plomo-ácido, siendo estas últimas las más utilizadas en el contexto de la energía fotovoltaica.

#### 4.4. Adaptación de corriente

El inversor desempeña un papel fundamental al convertir la energía eléctrica de corriente continua suministrada por los paneles y acumulada en las baterías, en corriente alterna monofásica o trifásica con la frecuencia adecuada para que pueda ser consumida por los dispositivos requeridos.

Los inversores solares para instalaciones aisladas se pueden clasificar en cuatro tipos: inversores de onda senoidal pura, inversores de onda modificada, inversores híbridos e inversores cargadores.

Los inversores de onda senoidal pura consiguen que los aparatos reciban un tipo de onda igual o mejor que la que se puede recibir de la red eléctrica convencional. Los inversores cargadores cuenta con una función que permite activar el grupo electrógeno que tengan acoplado o conectarse a la red eléctrica cuando las baterías se encuentran en niveles mínimos. De esta manera, se logra alimentar de nuevo a las baterías y continuar sin interrupciones con el suministro energético.

Entre las principales características del inversor se encuentran la tensión de entrada, que debe coincidir con la tensión de la instalación, la potencia máxima que es capaz de proporcionar, la cual depende de la potencia total de los equipos receptores para garantizar un funcionamiento sin problemas, y el rendimiento, un dato que relaciona la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor otorgado por el fabricante utilizado para compensar las posibles pérdidas durante la conversión y se sitúa normalmente en el rango del 91 % al 95 %.

#### 4.5. Suministro energético adicional

El grupo electrógeno es una fuente de energía adicional para garantizar un suministro continuo de energía en situaciones donde la generación solar es escasa y no se dispone de almacenamiento suficiente en las baterías. Este es un equipo que convierte la energía mecánica en electricidad al contar con un motor de combustión interna y un generador eléctrico que es alimentado con combustible, como diésel, gasolina o gas.

Cuando la demanda de electricidad supera la capacidad de generación de los módulos fotovoltaicos y las baterías, los grupos electrógenos se activan automáticamente o mediante control manual para proporcionar energía adicional y asegurar un suministro continuo.

Es posible que los grupos electrógenos estén equipados con un sistema de control automático que monitoree la demanda de energía y activen los dispositivos cuando sea necesario. Se deben utilizar de manera eficiente para minimizar el consumo de combustible y aprovechar al máximo la energía solar que haya disponible.

#### 4.6. Estructura, cableado y protección

La estructura proporciona el soporte físico para las placas solares, siendo más utilizados como materiales de fabricación aluminio anodizado, hierro galvanizado y acero inoxidable pudiendo situarse en cualquier configuración adecuada según el entorno



como en tejados, suelo o pared. La estructura debe ser resistente, duradera y capaz de soportar todo tipo de cargas por factores climatológicos adversos como viento y nieve.

El cableado se encarga de interconectar todos los elementos que componen el sistema fotovoltaico, como los paneles solares, el regulador, las baterías, el inversor y el grupo electrógeno. Este debe ser correctamente dimensionado y protegido siguiendo la normativa fijada por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión para evitar sobrecalentamientos y cortocircuitos. Se suelen utilizar cables de cobre con secciones adecuadas para minimizar las pérdidas de energía y garantizar una conexión segura.

Las protecciones garantizan la seguridad del sistema y previenen posibles daños, se utilizan dispositivos de protección eléctrica, como fusibles o interruptores automáticos, en diferentes puntos del sistema. Estos dispositivos se encargan de interrumpir la corriente en caso de sobrecargas, cortocircuitos u otras situaciones irregulares, evitando daños en los dispositivos y reduciendo el riesgo de incendios o descargas eléctricas.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa tiene como objeto social la promoción de terrenos y edificaciones, la construcción de obras nuevas de edificación urbana, industrial, urbanización, saneamientos y abastecimientos de aguas, movimientos de tierras, estructuras y cubiertas de hormigón y hierro para todo tipo de construcción. Pero tiene como actividad principal la realización de estructuras de hormigón armado en viviendas y muros armados para contención de tierras.

La plantilla de la empresa se compone de un equipo de entre 15 y 20 empleados, de los cuales un promedio de seis se encuentra permanentemente en las instalaciones. Uno de ellos ocupa la pequeña oficina de la empresa, dedicándose a la administración y gestión de esta, mientras que el resto del equipo, que permanece en el área de trabajo, está encargado de la reparación de materiales de construcción y de la organización de estos, así como de las cargas y descargas diarias de un camión con los recursos necesarios para las obras en curso.

### 5.1. Titular y emplazamiento de la instalación

El proyecto ha sido desarrollado a petición de don Juan Ruiz Díaz, con NIF 23243185-Y, quien es el representante legal de Estructuras Consejero S.L., con CIF B73093171.

La instalación será implementada en el domicilio social de la empresa ubicado en Lorca, ciudad del sureste de España, situada en la Región de Murcia. El terreno tiene una superficie total de 6170 m<sup>2</sup> y se encuentra específicamente en Tr.<sup>a</sup> Carril del Puente Madera, 6, Panel 37, con código postal 30813.

El solar en cuestión se observa en la Figura 5, donde se ha rellenado de color rojo y delimitado con líneas negras. Por su parte, la Figura 6 muestra que se trata de la parcela 274 del polígono 183. En dicha figura se destaca el polígono de líneas rojas marcado con la letra I, que corresponde a la nave industrial, a la que se encuentra adosada la pequeña oficina.



**Figura 5:** Foto satélite de la parcela  
Nota: Figura extraída de Google Earth (2021) [5]



**Figura 6:** Foto satélite de la parcela  
Nota: Figura extraída de la Sede Electrónica del Catastro (2019) [6]

## 5.2. Climatología

Como se ha mencionado en el apartado anterior, la instalación se implementará en Lorca. Esta ciudad al encontrarse al sureste de España presenta un clima mediterráneo semiárido. Este tipo de clima se caracteriza por inviernos moderados y veranos muy cálidos y secos. En la Tabla I se aprecian datos promedios de la estación meteorológica de Lorca proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

En lo que respecta a temperaturas, durante los veranos se experimentan climas calurosos contando con temperaturas diurnas que pueden alcanzar entre los 30 °C y 35 °C, llegando a superar incluso los 40 °C algunos días. Durante las noches las temperaturas mínimas se sitúan aproximadamente en los 20 °C. Por otro lado, los inviernos son suaves, con temperaturas diurnas que se encuentran entre los 15 °C y 25 °C, y mínimas nocturnas que se sitúan entre 5 °C y 10 °C.

En cuanto a precipitaciones, la zona presenta un promedio anual de aproximadamente 250 mm. Estas tienden a concentrarse normalmente en los meses de otoño y primavera. Los veranos son muy secos y se registra escasa precipitación. Como resultado de esto, la humedad relativa tiende a ser baja, especialmente en los meses de verano.

Esta situación climática se debe en gran parte a la abundante cantidad de horas de sol que recibe la ciudad durante todo el año.

**Tabla I**  
Datos medios mensuales climatológicos de Lorca en el siglo XXI

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	10,6	11,3	13,6	16	20	24,5	27,3	27,4	23,5	19,4	13,6	11
Temperatura mínima (°C)	1,5	0,9	2,1	5,4	8,7	13,4	16,8	17,5	13,4	7,9	2,4	1,4
Temperatura máxima (°C)	23,2	23,5	27	29	33,5	37	39,5	39,5	35	31,3	26,1	22,9
Precipitación (mm)	28,9	12,9	37,5	28,4	12,8	7,6	1,6	11,2	28,9	17,7	28,1	12,4
Humedad (%)	61	62	60	58	52	44	49	52	61	64	66	68

Nota: Datos extraídos de la AEMET [7]

## 5.3. Elementos de consumo

Los elementos de consumo de la empresa se pueden dividir en dos partes, aquellos pertenecientes a la pequeña oficina y otra del resto de la empresa. A continuación, se describirán los equipos receptores que deben ser alimentados mediante corriente alterna monofásica por la instalación eléctrica, comenzando por la oficina.

En la parte derecha de la nave se ubica una construcción anexa que tiene una superficie aproximada de 36 m<sup>2</sup> y presenta una altura de 3,5 m. Este espacio es utilizado como oficina y aseo, disponiendo de lavabo, retrete y un plato de ducha para el uso del personal. El trabajador encargado de realizar las tareas de oficina, como la elaboración de presupuestos para obras, la facturación a clientes, la solicitud de presupuestos de

materiales para las obras, la recepción de facturas de proveedores y la realización de pagos, desempeña su actividad durante una jornada completa de trabajo todos los días que abre la empresa.

La oficina dispone de los siguientes dispositivos estándar requeridos para cumplir con las funciones descritas y satisfacer las necesidades durante la jornada laboral del encargado, los cuales se detallan a continuación:

Ordenador MSI Pro 24X 10M (véase Figura 7)<sup>1</sup>: Dispositivo informático de alto rendimiento y bajo consumo para realizar los trabajos de ofimática, se utiliza durante toda la jornada laboral.



**Figura 7:** Ordenador MSI Pro 24X 10M

Impresora Brother MFC-J6930DW (véase Figura 8): Impresora multifunción que se utiliza en entornos de oficina para la impresión, escaneo y copiado de documentos, consume una potencia por impresión de 29 W y se utiliza varias veces durante la jornada.



**Figura 8:** Impresora Brother MFC-J6930DW

---

<sup>1</sup> Los enlaces a las fuentes electrónicas de donde se han extraído las imágenes de la Figura 7 a la Figura 26, la Figura 31, la Figura 45 y la Figura 46 se incluyen en el apartado “Fuentes de las imágenes” dentro de 11. Bibliografía.

Impresora HP DesignJet T250 (véase Figura 9): Impresora de gran formato diseñada para la impresión de planos y otros documentos de gran tamaño en papel A2 o A1. La potencia de esta es de 35 W por impresión, pero no se utiliza con frecuencia durante el día.



**Figura 9:** Impresora HP DesignJet T250

Trituradora de papel Rexel Acco SC170 (véase Figura 10): Herramienta para destruir documentos sobrantes y proteger la privacidad de la empresa.



**Figura 10:** Trituradora Rexel Acco SC170

Además, entre los elementos para cumplir con las necesidades y el confort del oficinista se encuentran:

Cafetera Siemens TI351209RW (véase Figura 11): Máquina de café diseñada para preparar café en la oficina para el personal.





**Figura 11:** Cafetera Siemens TI351209RW

Microondas Samsung MS23F301TAK (véase Figura 12): Horno microondas de 23 litros de capacidad diseñado para calentar y cocinar alimentos en la oficina.



**Figura 12:** Microondas Samsung MS23F301TAK

Frigorífico Samsung RT29K5030WW/ES (véase Figura 13): Refrigerador de pequeño tamaño de dos puertas que cuenta con múltiples estantes para almacenar alimentos y bebidas en la oficina.



**Figura 13:** Frigorífico Samsung RT29K5030WW/ES

Termo eléctrico Junkers Elacell 100 L (véase Figura 14): Calentador de agua eléctrico diseñado para proporcionar agua caliente en el aseo. Cuenta con una capacidad de 100 litros.



**Figura 14:** Termo eléctrico Junkers Elacell 100 L

Aire acondicionado Mitsubishi Electric MSZ-SF35VE (véase Figura 15): Equipo de aire acondicionado de pared diseñado para la refrigeración y calefacción de la oficina cuando sea necesario.



**Figura 15:** Aire acondicionado Mitsubishi Electric MSZ-SF35VE

Tanto como en el interior como exterior de la nave industrial de 100 m<sup>2</sup> y 6 m de altura se encuentran los operarios encargados de reparar material de construcción, tales como vigas maestras, portasopandas, guías y largueros, puntales 3, 3/4, 5 y 6 metros, tableros de madera, encofrado metálico para muros y pilares de hormigón, andamios, útiles para portar material y otros materiales necesarios. Para llevar a cabo sus tareas, los operarios utilizan diversas máquinas y herramientas eléctricas, así como una carretilla elevadora eléctrica para el transporte y organización de material dentro del recinto, incluidas las distintas cargas y descargas diarias de un camión con herramienta y material para su distribución en las distintas obras en curso.

Todos los elementos para cumplir eficientemente el objetivo de las tareas asignadas a los empleados, asegurando su bienestar y comodidad se describen a continuación:

Amoladora angular Black & Decker CD115 (véase Figura 16): Herramienta eléctrica utilizada para el corte de hierro de ferralla, así como para amolar, pulir, cepillar y limpiar el óxido de los materiales.



**Figura 16:** Amoladora angular Black & Decker CD115

Taladro Bosch GBH 2-26 F (véase Figura 17): Herramienta eléctrica utilizada principalmente para limpiar los orificios de los paneles de encofrado de muro y pilares que suelen llenarse de hormigón durante los trabajos de construcción.



Figura 17: Taladro Bosch GBH 2-26 F

Tronzadora de disco Sima EUROTRON 315 XL (véase Figura 18): Herramienta eléctrica utilizada para el corte preciso de distintos materiales, como metales y tableros de madera.



Figura 18: Tronzadora de disco Sima EUROTRON 315 XL

Sierra circular Hitachi C7ST (véase Figura 19): Herramienta eléctrica utilizada para el corte de madera u otros materiales especialmente útil para áreas de difícil acceso o en espacio reducidos donde no es posible utilizar la tronadora de disco.



**Figura 19:** Sierra circular Hitachi C7ST

Soldadora de hilo ESAB Rebel EMP 215ic (véase Figura 20): Herramienta para realizar tareas de soldadura, como la reparación de materiales como encofrados rotos y puntales dañados y también la colocación de sistemas de anclaje para fijar los puntales.



**Figura 20:** Soldadora de hilo ESAB Rebel EMP 215ic

Carretilla elevadora Toyota 8FBMT25 (véase Figura 21): Vehículo eléctrico utilizado para la elevación y manejo de materiales. Su principal función es la organización, el transporte y la carga y descarga del camión.



**Figura 21:** Carretilla elevadora Toyota 8FBMT25

Aire acondicionado Daikin ACQS125F (véase Figura 22): Equipo de climatización tipo *cassette* para mantener la temperatura ambiente adecuada dentro de la nave, evitando así el problema del calor y la falta de ventilación por el uso de las distintas herramientas y máquinas.



**Figura 22:** Aire acondicionado Daikin ACQS125F

Cámara de seguridad Hikvision DS-2CD2142FWD-I (véase Figura 23): Dispositivo utilizado para proporcionar una vigilancia constante las 24 horas del día en la empresa.



**Figura 23:** Cámara de seguridad Hikvision DS-2CD2142FWD-I

Por último, es importante mencionar que se dispone de tres tipos de iluminación diferentes en las instalaciones, de las cuales las dos primeras se utilizan bastante por la mala iluminación natural tanto de la nave como de la oficina:

Iluminación interior de la oficina (véase Figura 24): Se logra a través del uso de varias bombillas de 60 W.



**Figura 24:** Bombilla Philips de 60 W

Iluminación interior de la nave (véase Figura 25): Se utilizan cuatros campanas industriales que cuentan con bombillas de 400 W.



**Figura 25:** Bombilla Philips de 400 W

Iluminación exterior (véase Figura 26): Se emplean ocho focos halógenos de 1500 W, los cuales se utilizan principalmente en invierno para compensar la falta de horas de luz durante el día.



**Figura 26:** Foco halógeno de 1500 W



A continuación, se presenta en la Tabla II un resumen de todos los dispositivos receptores de la empresa, incluyendo el número de unidades de cada uno y su respectiva potencia:

**Tabla II**  
Elementos de consumo de la empresa

Elemento de consumo	Unidades	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
<i>OFICINA</i>			
Ordenador MSI	1	65	65
Impresora HP	1	175	175
Impresora Brother	1	250	250
Trituradora Rexel	1	230	230
Cafetera Siemens	1	1300	1300
Microondas Samsung	1	1150	1150
Frigorífico Samsung	1	150	150
Termo eléctrico Junkers	1	2000	2000
Iluminación oficina	5	60	300
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	1200
<b>TOTAL OFICINA</b>			6820
<i>NAVE Y EXTERIORES</i>			
Iluminación interior de la nave	4	400	1600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	1420
Taladro Bosch	2	830	1660
Tronzadora de disco Sima	2	2200	4400
Sierra circular Hitachi	2	1710	3420
Soldador de hilo ESAB	1	6900	6900
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	4500
Iluminación exterior	8	1500	12000
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	30
<b>TOTAL NAVE Y EXTERIORES</b>			42930
<b>TOTAL EMPRESA</b>			49750

Nota: Elaboración propia



#### 5.4. Necesidades energéticas mes a mes

La empresa tiene un horario de trabajo de 8:00 a 14:00 por las mañanas y de 17:00 a 19:00 por las tardes. En cuanto a las horas de uso diario de los dispositivos mencionados, es importante destacar que tanto los electrodomésticos y dispositivos de la oficina como las herramientas y máquinas eléctricas usadas por los operarios se utilizan de forma relativamente constante a lo largo del año debido a la presencia continua de obras, por lo que se supondrán las mismas horas de uso en todos los meses. Sin embargo, es necesario mencionar que el consumo del frigorífico tiende a aumentar en los meses de verano por un mayor uso y las altas temperaturas. Además, la carretilla elevadora generalmente solo es utilizada por un empleado durante casi toda la jornada laboral.

En relación con el aire acondicionado, su uso es bastante considerable durante todo el año debido a la baja calidad de aislamiento y la falta de ventilación natural tanto en la oficina como en la nave. Especialmente en los meses de verano, ya que, la zona geográfica cuenta con unos climas muy cálidos como se ha mencionado en el apartado 5.2.

Respecto a la iluminación, se utiliza durante toda la jornada laboral en la oficina porque no cuenta con una adecuada iluminación natural. En la nave ocurre lo mismo pero el uso de esta es menor y en cuanto a la iluminación exterior, se utiliza en los meses de noviembre a marzo por el horario estándar (UTC+1), cuando amanece después del inicio de la jornada laboral y anoche antes de que esta finalice.

A continuación, de la Tabla III a la Tabla XIV, se presenta una estimación del consumo diario durante un día de trabajo para cada mes del año:

**Tabla III**  
Consumo diario de enero

**ENERO**

Elemento de consumo	Unidades	Potencia (W)	Hora/día	Energía/día (Wh/día)
---------------------	----------	--------------	----------	----------------------

**OFICINA**

Ordenador MSI	1	65	8	520
Impresora HP	1	175	1	175
Impresora Brother	1	250	2	500
Trituradora Rexel	1	230	0,5	115
Cafetera Siemens	1	1300	0,15	195
Microondas Samsung	1	1150	0,2	230
Frigorífico Samsung	1	150	8	1200
Termo eléctrico Junkers	1	2000	1	2000
Iluminación oficina	5	60	8	2400
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	6	7200

**NAVE Y EXTERIORES**

Iluminación interior de la nave	4	400	6	9600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	3,5	4970
Taladro Bosch	2	830	2,5	4150
Tronzadora de disco Sima	2	2200	3	13200
Sierra circular Hitachi	2	1710	2,5	8550
Soldador de hilo ESAB	1	6900	2	13800
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7	49000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	6	27000
Iluminación exterior	8	1500	1,5	18000
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	24	720

<b>TOTAL</b>				<b>163525</b>
--------------	--	--	--	---------------

Nota: Elaboración propia

**Tabla IV**  
Consumo diario de febrero

**FEBRERO**

Elemento de consumo	Unidades	Potencia (W)	Hora/día	Energía/día (Wh/día)
---------------------	----------	--------------	----------	----------------------

**OFICINA**

Ordenador MSI	1	65	8	520
Impresora HP	1	175	1	175
Impresora Brother	1	250	2	500
Trituradora Rexel	1	230	0,5	115
Cafetera Siemens	1	1300	0,15	195
Microondas Samsung	1	1150	0,2	230
Frigorífico Samsung	1	150	8	1200
Termo eléctrico Junkers	1	2000	1	2000
Iluminación oficina	5	60	8	2400
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	6	7200

**NAVE Y EXTERIORES**

Iluminación interior de la nave	4	400	6	9600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	3,5	4970
Taladro Bosch	2	830	2,5	4150
Tronzadora de disco Sima	2	2200	3	13200
Sierra circular Hitachi	2	1710	2,5	8550
Soldador de hilo ESAB	1	6900	2	13800
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7	49000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	6	27000
Iluminación exterior	8	1500	0,5	6000
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	24	720

<b>TOTAL</b>				<b>151525</b>
--------------	--	--	--	---------------

Nota: Elaboración propia

**Tabla V**  
Consumo diario de marzo

*MARZO*

Elemento de consumo	Unidades	Potencia (W)	Hora/día	Energía/día (Wh/día)
---------------------	----------	--------------	----------	----------------------

*OFICINA*

Ordenador MSI	1	65	8	520
Impresora HP	1	175	1	175
Impresora Brother	1	250	2	500
Trituradora Rexel	1	230	0,5	115
Cafetera Siemens	1	1300	0,15	195
Microondas Samsung	1	1150	0,2	230
Frigorífico Samsung	1	150	9	1350
Termo eléctrico Junkers	1	2000	1	2000
Iluminación oficina	5	60	8	2400
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	5	6000

*NAVE Y EXTERIORES*

Iluminación interior de la nave	4	400	6	9600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	3,5	4970
Taladro Bosch	2	830	2,5	4150
Tronzadora de disco Sima	2	2200	3	13200
Sierra circular Hitachi	2	1710	2,5	8550
Soldador de hilo ESAB	1	6900	2	13800
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7	49000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	5	22500
Iluminación exterior	8	1500	0,5	6000
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	24	720

<b>TOTAL</b>				<b>145975</b>
--------------	--	--	--	---------------

Nota: Elaboración propia

**Tabla VI**  
Consumo diario de abril

*ABRIL*

Elemento de consumo	Unidades	Potencia (W)	Hora/día	Energía/día (Wh/día)
---------------------	----------	--------------	----------	----------------------

*OFICINA*

Ordenador MSI	1	65	8	520
Impresora HP	1	175	1	175
Impresora Brother	1	250	2	500
Trituradora Rexel	1	230	0,5	115
Cafetera Siemens	1	1300	0,15	195
Microondas Samsung	1	1150	0,2	230
Frigorífico Samsung	1	150	10	1500
Termo eléctrico Junkers	1	2000	0,5	1000
Iluminación oficina	5	60	8	2400
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	4	4800

*NAVE Y EXTERIORES*

Iluminación interior de la nave	4	400	6	9600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	3,5	4970
Taladro Bosch	2	830	2,5	4150
Tronzadora de disco Sima	2	2200	3	13200
Sierra circular Hitachi	2	1710	2,5	8550
Soldador de hilo ESAB	1	6900	2	13800
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7	49000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	4	18000
Iluminación exterior	8	1500	0	0
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	24	720

<b>TOTAL</b>				<b>133425</b>
--------------	--	--	--	---------------

Nota: Elaboración propia

**Tabla VII**  
Consumo diario de mayo

MAYO

Elemento de consumo	Unidades	Potencia (W)	Hora/día	Energía/día (Wh/día)
---------------------	----------	--------------	----------	----------------------

OFICINA

Ordenador MSI	1	65	8	520
Impresora HP	1	175	1	175
Impresora Brother	1	250	2	500
Trituradora Rexel	1	230	0,5	115
Cafetera Siemens	1	1300	0,15	195
Microondas Samsung	1	1150	0,2	230
Frigorífico Samsung	1	150	11	1650
Termo eléctrico Junkers	1	2000	0,5	1000
Iluminación oficina	5	60	8	2400
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	4	4800

NAVE Y EXTERIORES

Iluminación interior de la nave	4	400	6	9600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	3,5	4970
Taladro Bosch	2	830	2,5	4150
Tronzadora de disco Sima	2	2200	3	13200
Sierra circular Hitachi	2	1710	2,5	8550
Soldador de hilo ESAB	1	6900	2	13800
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7	49000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	5	22500
Iluminación exterior	8	1500	0	0
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	24	720

<b>TOTAL</b>				<b>138075</b>
--------------	--	--	--	---------------

Nota: Elaboración propia

**Tabla VIII**  
Consumo diario de junio

*JUNIO*

Elemento de consumo	Unidades	Potencia (W)	Hora/día	Energía/día (Wh/día)
---------------------	----------	--------------	----------	----------------------

*OFICINA*

Ordenador MSI	1	65	8	520
Impresora HP	1	175	1	175
Impresora Brother	1	250	2	500
Trituradora Rexel	1	230	0,5	115
Cafetera Siemens	1	1300	0,15	195
Microondas Samsung	1	1150	0,2	230
Frigorífico Samsung	1	150	12	1800
Termo eléctrico Junkers	1	2000	0,2	400
Iluminación oficina	5	60	8	2400
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	6	7200

*NAVE Y EXTERIORES*

Iluminación interior de la nave	4	400	6	9600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	3,5	4970
Taladro Bosch	2	830	2,5	4150
Tronzadora de disco Sima	2	2200	3	13200
Sierra circular Hitachi	2	1710	2,5	8550
Soldador de hilo ESAB	1	6900	2	13800
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7	49000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	6	27000
Iluminación exterior	8	1500	0	0
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	24	720

<b>TOTAL</b>				<b>144525</b>
--------------	--	--	--	---------------

Nota: Elaboración propia



**Tabla IX**  
Consumo diario de julio

*JULIO*

Elemento de consumo	Unidades	Potencia (W)	Hora/día	Energía/día (Wh/día)
---------------------	----------	--------------	----------	----------------------

*OFICINA*

Ordenador MSI	1	65	8	520
Impresora HP	1	175	1	175
Impresora Brother	1	250	2	500
Trituradora Rexel	1	230	0,5	115
Cafetera Siemens	1	1300	0,15	195
Microondas Samsung	1	1150	0,2	230
Frigorífico Samsung	1	150	12	1800
Termo eléctrico Junkers	1	2000	0,2	400
Iluminación oficina	5	60	8	2400
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	7	8400

*NAVE Y EXTERIORES*

Iluminación interior de la nave	4	400	6	9600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	3,5	4970
Taladro Bosch	2	830	2,5	4150
Tronzadora de disco Sima	2	2200	3	13200
Sierra circular Hitachi	2	1710	2,5	8550
Soldador de hilo ESAB	1	6900	2	13800
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7	49000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	7	31500
Iluminación exterior	8	1500	0	0
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	24	720

<b>TOTAL</b>				<b>150225</b>
--------------	--	--	--	---------------

Nota: Elaboración propia

**Tabla X**  
Consumo diario de agosto

AGOSTO

Elemento de consumo	Unidades	Potencia (W)	Hora/día	Energía/día (Wh/día)
---------------------	----------	--------------	----------	----------------------

OFICINA

Ordenador MSI	1	65	8	520
Impresora HP	1	175	1	175
Impresora Brother	1	250	2	500
Trituradora Rexel	1	230	0,5	115
Cafetera Siemens	1	1300	0,15	195
Microondas Samsung	1	1150	0,2	230
Frigorífico Samsung	1	150	12	1800
Termo eléctrico Junkers	1	2000	0,2	400
Iluminación oficina	5	60	8	2400
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	7	8400

NAVE Y EXTERIORES

Iluminación interior de la nave	4	400	6	9600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	3,5	4970
Taladro Bosch	2	830	2,5	4150
Tronzadora de disco Sima	2	2200	3	13200
Sierra circular Hitachi	2	1710	2,5	8550
Soldador de hilo ESAB	1	6900	2	13800
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7	49000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	7	31500
Iluminación exterior	8	1500	0	0
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	24	720

<b>TOTAL</b>				150225
--------------	--	--	--	--------

Nota: Elaboración propia

**Tabla XI**  
Consumo diario de septiembre

*SEPTIEMBRE*

Elemento de consumo	Unidades	Potencia (W)	Hora/día	Energía/día (Wh/día)
---------------------	----------	--------------	----------	----------------------

*OFICINA*

Ordenador MSI	1	65	8	520
Impresora HP	1	175	1	175
Impresora Brother	1	250	2	500
Trituradora Rexel	1	230	0,5	115
Cafetera Siemens	1	1300	0,15	195
Microondas Samsung	1	1150	0,2	230
Frigorífico Samsung	1	150	11	1650
Termo eléctrico Junkers	1	2000	0,2	400
Iluminación oficina	5	60	8	2400
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	6	7200

*NAVE Y EXTERIORES*

Iluminación interior de la nave	4	400	6	9600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	3,5	4970
Taladro Bosch	2	830	2,5	4150
Tronzadora de disco Sima	2	2200	3	13200
Sierra circular Hitachi	2	1710	2,5	8550
Soldador de hilo ESAB	1	6900	2	13800
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7	49000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	6	27000
Iluminación exterior	8	1500	0	0
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	24	720

<b>TOTAL</b>				<b>144375</b>
--------------	--	--	--	---------------

Nota: Elaboración propia

**Tabla XII**  
Consumo diario de octubre

*OCTUBRE*

Elemento de consumo	Unidades	Potencia (W)	Hora/día	Energía/día (Wh/día)
---------------------	----------	--------------	----------	----------------------

*OFICINA*

Ordenador MSI	1	65	8	520
Impresora HP	1	175	1	175
Impresora Brother	1	250	2	500
Trituradora Rexel	1	230	0,5	115
Cafetera Siemens	1	1300	0,15	195
Microondas Samsung	1	1150	0,2	230
Frigorífico Samsung	1	150	10	1500
Termo eléctrico Junkers	1	2000	0,5	1000
Iluminación oficina	5	60	8	2400
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	4	4800

*NAVE Y EXTERIORES*

Iluminación interior de la nave	4	400	6	9600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	3,5	4970
Taladro Bosch	2	830	2,5	4150
Tronzadora de disco Sima	2	2200	3	13200
Sierra circular Hitachi	2	1710	2,5	8550
Soldador de hilo ESAB	1	6900	2	13800
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7	49000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	5	22500
Iluminación exterior	8	1500	0	0
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	24	720

<b>TOTAL</b>				<b>137925</b>
--------------	--	--	--	---------------

Nota: Elaboración propia

**Tabla XIII**  
Consumo diario de noviembre

**NOVIEMBRE**

Elemento de consumo	Unidades	Potencia (W)	Hora/día	Energía/día (Wh/día)
---------------------	----------	--------------	----------	----------------------

**OFICINA**

Ordenador MSI	1	65	8	520
Impresora HP	1	175	1	175
Impresora Brother	1	250	2	500
Trituradora Rexel	1	230	0,5	115
Cafetera Siemens	1	1300	0,15	195
Microondas Samsung	1	1150	0,2	230
Frigorífico Samsung	1	150	9	1350
Termo eléctrico Junkers	1	2000	1	2000
Iluminación oficina	5	60	8	2400
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	5	6000

**NAVE Y EXTERIORES**

Iluminación interior de la nave	4	400	6	9600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	3,5	4970
Taladro Bosch	2	830	2,5	4150
Tronzadora de disco Sima	2	2200	3	13200
Sierra circular Hitachi	2	1710	2,5	8550
Soldador de hilo ESAB	1	6900	2	13800
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7	49000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	5	22500
Iluminación exterior	8	1500	1	12000
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	24	720

<b>TOTAL</b>				<b>151975</b>
--------------	--	--	--	---------------

Nota: Elaboración propia

**Tabla XIV**  
Consumo diario de diciembre

**DICIEMBRE**

Elemento de consumo	Unidades	Potencia (W)	Hora/día	Energía/día (Wh/día)
<i>OFICINA</i>				
Ordenador MSI	1	65	8	520
Impresora HP	1	175	1	175
Impresora Brother	1	250	2	500
Trituradora Rexel	1	230	0,5	115
Cafetera Siemens	1	1300	0,15	195
Microondas Samsung	1	1150	0,2	230
Frigorífico Samsung	1	150	8	1200
Termo eléctrico Junkers	1	2000	1	2000
Iluminación oficina	5	60	8	2400
Aire acondicionado Mitsubishi	1	1200	6	7200
<i>NAVE Y EXTERIORES</i>				
Iluminación interior de la nave	4	400	6	9600
Amoladora angular Black & Decker	2	710	3,5	4970
Taladro Bosch	2	830	2,5	4150
Tronzadora de disco Sima	2	2200	3	13200
Sierra circular Hitachi	2	1710	2,5	8550
Soldador de hilo ESAB	1	6900	2	13800
Carretilla elevadora Toyota	1	7000	7	49000
Aire acondicionado Daikin	1	4500	6	27000
Iluminación exterior	8	1500	1,5	18000
Cámara de seguridad Hikvision	6	5	24	720
<b>TOTAL</b>				163525

Nota: Elaboración propia

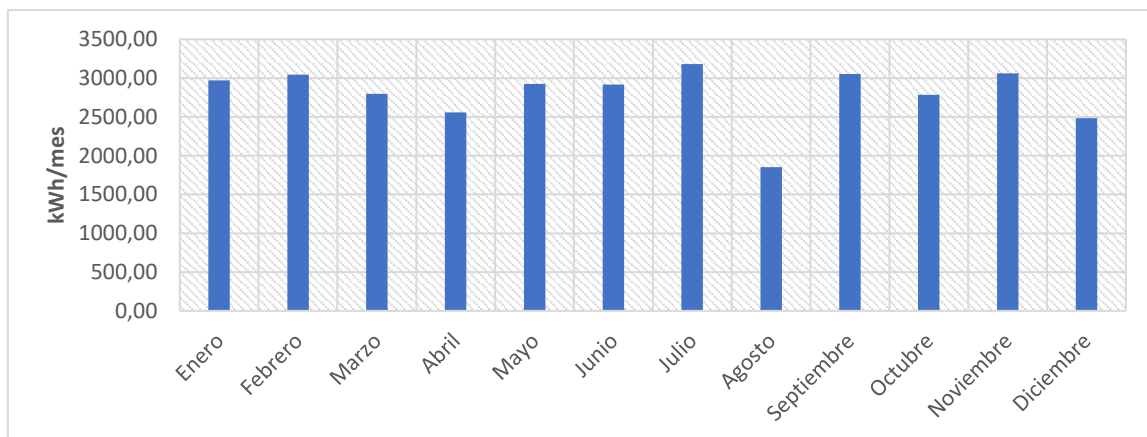
Una vez que se ha determinado el consumo diario de un día de trabajo para cada mes, se obtiene el consumo total de cada mes según se muestra en la Tabla XV, teniendo en cuenta los días laborables de la empresa durante el año 2022. Cabe destacar que tanto el frigorífico como las cámaras de seguridad están consumiendo todos los días del año.

**Tabla XV**  
Consumo total mes a mes

Mes	Días del mes	Días laborables en 2022	Energía (Wh/día)	Energía (kWh/día)	Energía (kWh/mes)
Enero	31	18	163525	163,53	2968,41
Febrero	28	20	151525	151,53	3045,86
Marzo	31	19	145975	145,98	2798,37
Abril	30	19	133425	133,43	2559,50
Mayo	31	21	138075	138,08	2923,28
Junio	30	20	144525	144,53	2915,70
Julio	31	21	150225	150,23	3179,93
Agosto	31	12	150225	150,23	1850,58
Septiembre	30	21	144375	144,38	3053,21
Octubre	31	20	137925	137,93	2782,92
Noviembre	30	20	151975	151,98	3060,20
Diciembre	31	15	163525	163,53	2483,60
<b>Total</b>					<b>33621,53</b>

Nota: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Figura 27, las necesidades energéticas de la empresa se sitúan en torno a los 2500 kWh/mes y 3000 kWh/mes, siendo julio el mes con más necesidades y con la excepción de agosto, que se corresponde con el valor más bajo debido al cierre de la empresa durante dos semanas por vacaciones.



**Figura 27:** Necesidades energéticas mes a mes

Nota: Elaboración propia

## 6. SOLUCIONES ALTERNATIVAS

Para cumplir con las necesidades del proyecto, se van a analizar tres posibles soluciones comparándolas para decidir la definitiva.

### 6.1. Radiación y ángulo de inclinación

El primer paso antes de realizar el cálculo de los equipos para abordar la instalación es conocer la radiación solar de la zona, para ello se utiliza el *software* Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). Este proporciona información histórica, entre 2005 y 2020, sobre la radiación solar, tanto mensual como diaria, y el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos de cualquier ubicación de Europa y África, así como de una gran parte de Asia y América [8].

Para la localización exacta de la empresa se le ha proporcionado las coordenadas de latitud y longitud ( $37,6348^\circ$   $-1,6808^\circ$ ) como se observa en la Figura 28.

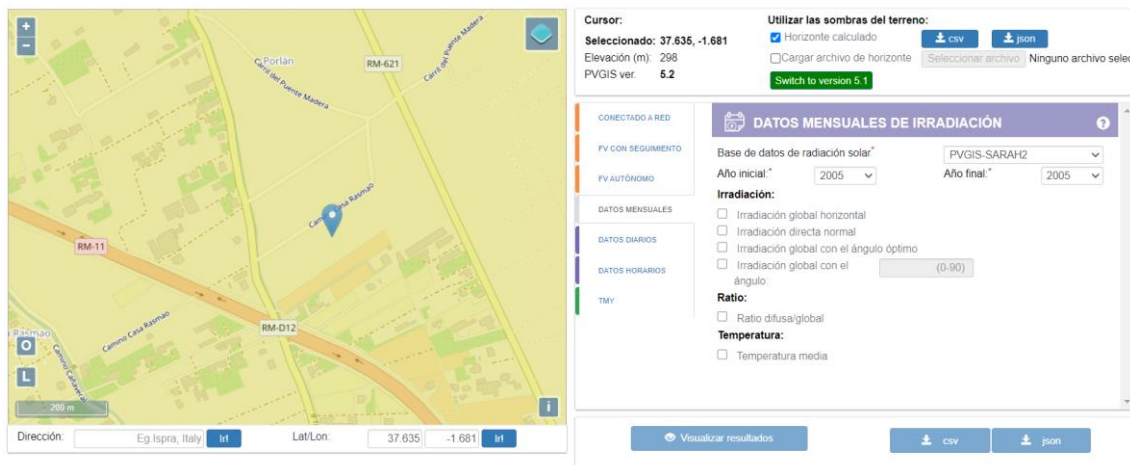


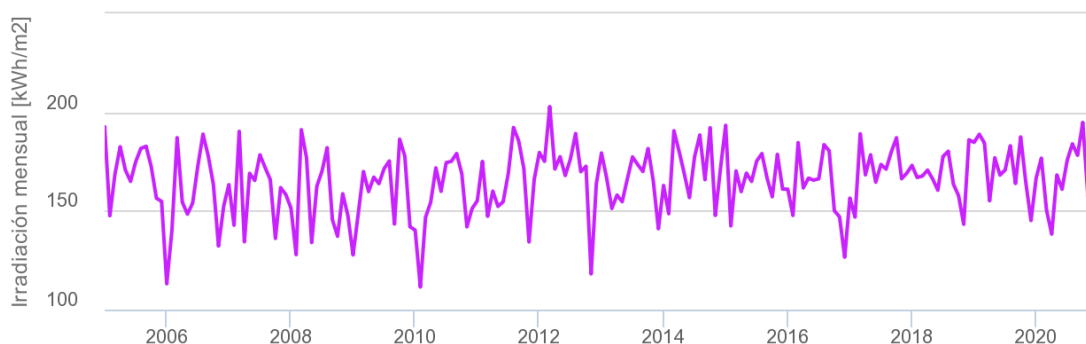
Figura 28: Interfaz del Photovoltaic Geographical Information System [8]

El ajuste del ángulo de los paneles solares es fundamental para maximizar la captación de radiación a lo largo del año. Durante los meses de verano, se recomienda un ángulo de  $15^\circ$ , una posición intermedia sería entre  $30^\circ$  y  $35^\circ$ , y el ángulo óptimo para los meses de invierno será de  $60^\circ$ .

Aunque el mes de julio es el que presenta más necesidades, la radiación solar en cualquier inclinación es lo suficiente intensa como para compensarlo. Por lo tanto, se ha tomado la decisión de optar por el ángulo favorable en invierno para compensar y garantizar un mayor rendimiento en esos meses.

En la Figura 29 y la Tabla XVI se presentan de manera gráfica y tabular los valores de radiación solar en  $\text{kWh/m}^2$  correspondientes a cada mes del año para una inclinación de  $60^\circ$  del histórico de PVGIS.





**Figura 29:** Radiación (kWh/m<sup>2</sup>) histórica para una inclinación de 60 °  
Nota: Gráfica extraída de Photovoltaic Geographical Information System [8]

**Tabla XVI**  
Radiación (kWh/m<sup>2</sup>) histórica para una inclinación de 60 °

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	192,61	113,1	163,25	151,43	127,71	140,25	155,08	179,55	179,3	162,85	193,3	160,97	156,44	173,01	184,71	166,7
Febrero	147,56	140,23	142,76	127,86	148,52	111,46	175,03	175,09	166,68	148,57	142,42	147,72	146,87	166,93	188,75	176,66
Marzo	168,82	187,04	190,24	191,08	169,88	146,72	147,28	202,8	151,22	190,54	170,21	184,54	189	167,6	184,41	150,36
Abril	182,45	154,43	134,36	177,02	159,77	154,34	159,96	171,21	157,98	180,15	159,77	161,64	168,26	170,64	155,12	138,28
Mayo	170,71	148,35	168,98	134	167,05	171,76	152,3	177,4	154,65	168,87	169,08	166,55	178,37	166,16	176,83	168,15
Junio	164,96	153,91	165,44	162,48	163,79	159,91	154,62	167,94	166,21	156,74	164,93	165,56	164,56	160,47	168,14	160,97
Julio	174,86	172,61	178,36	170,13	171,44	174,43	169	176,25	177,3	177,52	175,27	166,27	173,46	177,58	170,68	175,71
Agosto	181,66	188,83	171,95	181,97	175,24	175,1	192,21	189,13	173,47	188,41	178,99	183,52	171,13	180,2	182,95	183,92
Septiembre	182,69	177,99	165,82	145,58	143,38	179,03	185,47	169,87	169,95	165,82	166,61	180,4	179,82	163,56	163,9	178,16
Octubre	172,41	163,57	136,07	137,14	186,27	168,98	171,45	172,57	181,53	192,08	157,16	150,09	187,02	157,74	187,42	194,76
Noviembre	156,4	132,22	161,74	158,65	177,72	141,94	134,29	118,1	165,38	147,72	178,61	146,97	166,29	143,22	164,32	157,31
Diciembre	154,82	152,42	158,31	147,57	141,95	151,18	165,88	163,61	140,97	171,53	161,03	126,57	169,11	185,96	145,15	177,36

Nota: Datos extraídos de Photovoltaic Geographical Information System [8]

En general, se deben coger los datos más desfavorables, puesto que siempre puede haber un año posterior en el que las condiciones de radiación que se produzcan sean idénticas o inferiores a las peores que proporciona el histórico. En este caso, al realizar el cálculo para una instalación aislada, los datos más desfavorables son los del valor más pequeño de radiación de la serie histórica.

La Tabla XVII, que contiene los valores mínimos, es la utilizada para el cálculo de placas, puesto que proporciona los resultados más desfavorables y otorga un nivel de seguridad mayor en los resultados.

Tabla XVII

Valores más desfavorables de radiación del histórico para una inclinación de 60 °

Mes	Radiación (kWh/m <sup>2</sup> )
Enero	113,1
Febrero	111,46
Marzo	146,72
Abril	134,36
Mayo	134
Junio	153,91
Julio	166,27
Agosto	171,13
Septiembre	143,38
Octubre	136,07
Noviembre	118,1
Diciembre	126,57

Nota: Datos extraídos de Photovoltaic Geographical Information System [8]

## 6.2. Mes más desfavorable

Una vez obtenidos la radiación solar y los consumos mensuales, es necesario obtener el coeficiente que determina la condición del mes más desfavorable del año ( $C_{md}$ ). Este relaciona las necesidades energéticas con la radiación solar disponible y será mayor cuando la radiación sea más baja o haya un consumo más elevado. Para calcular los coeficientes  $C_{md}$  de cada mes hay que trabajar en Ah/mes, este valor se alcanza dividiendo el consumo en Wh entre la tensión de la instalación, que en instalaciones como esta suele ser de 12 V, 24 V o 48 V, multiplicada por el rendimiento del inversor ( $\eta_{inversor}$ ) al tratarse de consumos de corriente alterna.

En este caso, se va a escoger un valor nominal de 48 V debido a que cuanto mayor sea la tensión menor es la intensidad y, por ende, se minimizan las pérdidas energéticas. En cuanto al inversor, como se ha mencionado en el apartado 4.4, tiene unas pérdidas como resultado de la transformación de la corriente continua en corriente alterna. Estas deben tenerse en cuenta en el cálculo del consumo en Ah/mes. Para este caso, aunque el fabricante proporcione un rendimiento más elevado, se ha elegido un rendimiento del inversor del 92 % porque no tiene un funcionamiento igual de contaste a lo largo del año. Esto provoca que se necesiten más paneles para compensar las pérdidas.

En la Tabla XVIII se presentan las necesidades energéticas de cada mes en kWh/mes, en Ah/mes para el cálculo del coeficiente obtenidas con la siguiente fórmula.

$$C_{mensual} = \frac{kWh/mes \cdot 1000}{48 V (c.c.) \cdot \eta_{inversor}} = Ah/mes$$

**Tabla XVIII**  
Necesidades energéticas en kWh/mes y Ah/mes

<b>Mes</b>	<b>kWh/mes</b>	<b>Ah/mes</b>
Enero	2968,41	67219,43
Febrero	3045,86	68973,28
Marzo	2798,37	63368,77
Abril	2559,50	57959,58
Mayo	2923,28	66197,35
Junio	2915,70	66025,82
Julio	3179,93	72009,17
Agosto	1850,58	41906,25
Septiembre	3053,21	69139,61
Octubre	2782,92	63019,02
Noviembre	3060,20	69298,01
Diciembre	2483,60	56240,83

Nota: Elaboración propia

Para conseguir finalmente el coeficiente  $C_{md}$  se dividen los consumos mensuales en Ah/mes de la Tabla XVIII entre la radiación solar de la Tabla XVII obteniendo así la Tabla XIX:

$$C_{md} = \frac{\text{Consumo (Ah/mes)}}{\text{Radiación (kWh/m}^2\text{)}} = A \cdot \text{m}^2/\text{kW}$$

**Tabla XIX**  
Coeficiente  $C_{md}$  de cada mes

Mes	Radiación (kWh/m <sup>2</sup> )	Consumo (Ah/mes)	Coeficiente $C_{md}$ (A·m <sup>2</sup> /kW)
Enero	113,1	67219,43	594,34
Febrero	111,46	68973,28	618,82
Marzo	146,72	63368,77	431,90
Abril	134,36	57959,58	431,38
Mayo	134	66197,35	494,01
Junio	153,91	66025,82	428,99
Julio	166,27	72009,17	433,09
Agosto	171,13	41906,25	244,88
Septiembre	143,38	69139,61	482,21
Octubre	136,07	63019,02	463,14
Noviembre	118,1	69298,01	586,77
Diciembre	126,57	56240,83	444,35

Nota: Elaboración propia

El coeficiente con el valor más alto es el más desfavorable del año, por lo que, como se puede observar en la tabla anterior, es febrero con un  $C_{md}$  de 618,82 A·m<sup>2</sup>/kW.

Este valor hay que sobredimensionarlo para englobar las pérdidas que se puedan producir en la instalación. Es complicado saber con certeza que valor es más adecuado utilizar porque las pérdidas serán diferentes para cada instalación, pero de forma general el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) [9] recomienda en torno a un 20 %. Las pérdidas que se pueden producir son provocadas por:

- Suciedad que se deposita en los paneles.
- Diferencias de funcionamiento entre placas.
- Temperatura de trabajo diferente a los 25 °C que define el fabricante.
- Tolerancias de fabricación de los equipos.
- Caída de tensión en los conductores.

Aunque el IDAE recomiende un 20 %, las pérdidas se pueden situar perfectamente en un rango del 15 % al 20 %. Para este proyecto se ha tomado la decisión de tomar un 18 % como sobredimensionamiento y esto es debido a las altas temperaturas de la zona geográfica que se sitúa la instalación como se ha visto en el apartado 5.2.

Entonces, aplicando un coeficiente de sobredimensionamiento  $K_S$  de 1,18 al  $C_{md}$  se obtiene el siguiente valor sobredimensionado ( $C_S$ ):

$$C_S = C_{md} \cdot K_S = 1,18 \cdot 618,82 = 730,2 \text{ A} \cdot \text{m}^2 / \text{kW}$$

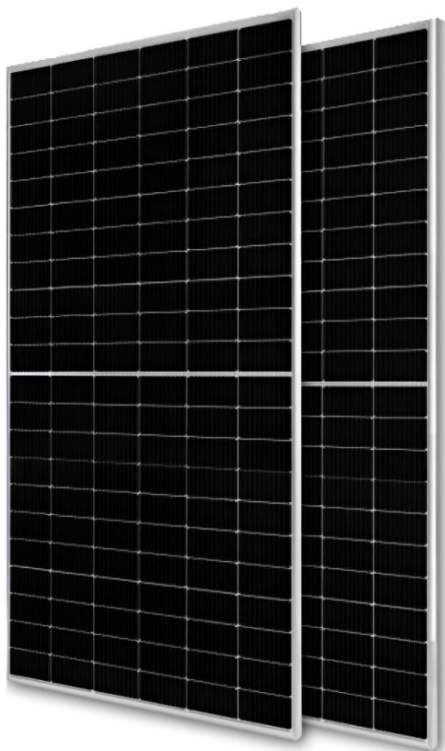
### 6.3. Solución con regulador convencional

Para la primera solución, se realiza el cálculo detallado de todos los equipos requeridos, seleccionando un modelo comercial para cada uno de ellos. En esta solución se hace uso de un regulador convencional.

#### 6.3.1. Módulos fotovoltaicos

Se ha elegido el panel solar Deep Blue 3.0 de JA Solar Technology Co. (véase Figura 30), distribuido por AutoSolar Energy Solutions S.L.U. En concreto, el modelo JAM66S30-500/MR, que cuenta con las siguientes características proporcionadas por el fabricante:

- Potencia máxima ( $W_p$ ): 500 W
- Tensión nominal ( $V_n$ ): 24 V
- Tensión a máxima potencia ( $V_p$ ): 38,35 V
- Intensidad a máxima potencia ( $I_p$ ): 13,04 A
- Tensión en circuito abierto ( $V_{oc}$ ): 45,59 V
- Intensidad de cortocircuito ( $I_{sc}$ ): 13,93 A
- Tipo de célula: Monocristalino
- Número de células: 136 (6 x 22)
- Dimensiones: 2093 x 1134 x 30 mm
- Eficiencia del módulo: 21,1 %



**Figura 30:** Panel solar Deep Blue 3.0

Nota: Figura extraída de la ficha técnica de JA Solar (véase Anexo I)

Ahora se procede a calcular el número de placas en serie ( $N_{ps}$ ) y número de líneas en paralelo ( $N_{lp}$ ) con los datos del módulo fotovoltaico.

El número de placas en serie se obtiene con la división entre la tensión de la instalación ( $V_{inst}$ ) y la tensión nominal del panel ( $V_n$ ):

$$N_{ps} = \frac{V_{inst}}{V_n} = \frac{48 V}{24 V} = 2 \text{ placas en serie}$$

El número de líneas en paralelo se obtiene con la división entre el coeficiente sobredimensionado  $C_s$  calculado en el apartado anterior entre la intensidad pico de la placa ( $I_p$ ):

$$N_{lp} = \frac{C_s}{I_p} = \frac{730,2 A \cdot m^2/kW}{13,04 A} = 56 \text{ líneas en paralelo}$$

Como en cada línea habrá dos placas en serie el número total de placas ( $N_{tp}$ ) se consigue con la multiplicación de los valores anteriores:

$$N_{tp} = N_{ps} \cdot N_{lp} = 2 \text{ placas en serie} \cdot 56 \text{ líneas en paralelo} = 112 \text{ paneles}$$

### 6.3.2. Regulador

En lo que respecta al regulador, debe trabajar a la tensión de la instalación en corriente continua, es decir 48 V. Este deberá soportar la intensidad máxima que aportan las placas en condiciones de funcionamiento en las que produzcan la mayor cantidad de energía. Por tanto, la intensidad máxima a la entrada del regulador ( $I_{max}$ ) es:

$$I_{max} = N_{lp} \cdot I_p = 56 \text{ líneas en paralelo} \cdot 13,04 A = 730,24 A$$

Como se observa es una intensidad demasiado elevada y en el mercado no existe ningún regulador que cumpla con esta característica. Por eso, se ha elegido el regulador de carga solar PWM de Must Solar Technology Co., distribuido por AutoSolar Energy Solutions S.L.U. En concreto, el modelo PC1500B-6048D (véase Figura 31), que cuenta con las siguientes características proporcionadas por el fabricante:

- Voltaje de trabajo: 48 V
- Voltaje de entrada desde generación fotovoltaica:  $\leq 100 V$
- Voltaje de entrada de baterías: 48 V
- Intensidad nominal ( $I_r$ ): 60 A
- Dimensiones: 196 x 111 x 54 mm



**Figura 31:** Regulador PC1500B-6048D

Con la intensidad de este modelo se obtiene el número de líneas en paralelo que debe haber por regulador ( $N_{lr}$ ):

$$N_{lr} = \frac{I_r}{\text{Intensidad por línea}} = \frac{60 \text{ A}}{13,04 \text{ A}} = 4,6 \approx 4 \text{ líneas/regulador}$$

Se obtienen 4 líneas, es decir 8 placas por regulador. Para determinar el número total de reguladores ( $N_{tr}$ ) necesarios, se divide el número de líneas en paralelo totales entre el número de líneas en paralelo por regulador:

$$N_{tr} = \frac{N_{lp}}{N_{lr}} = \frac{56 \text{ líneas en paralelo}}{4 \text{ líneas/regulador}} = 14 \text{ reguladores de } 60 \text{ A}$$

### 6.3.3. Baterías

En lo referente a las baterías, hay que calcular la capacidad ( $C_j$ ) de la batería necesaria para satisfacer la instalación. En primer lugar, se debe obtener el consumo diario más desfavorable ( $C_{dmd}$ ). Analizando las tablas de las necesidades energéticas del apartado 5.4, se observa que las estimaciones de consumo diario durante los meses de enero y diciembre serán más desfavorables por una previsión de más uso de las cargas.

Al considerar un consumo diario de enero y diciembre de 163525 Wh/día, se puede obtener el consumo en amperios hora diarios dividiendo entre la tensión de trabajo de la batería y el rendimiento del inversor:

$$C_{dmd} = \frac{\text{Wh/día}}{48 \text{ V (c.c.)} \cdot \eta_{inversor}} = \frac{163525 \text{ Wh/día}}{48 \text{ V (c.c.)} \cdot 0,92} = 3703 \text{ Ah/día}$$

En segundo lugar, hay que escoger un número de días de autonomía ( $N_{da}$ ) que se ha decidido de 4 días porque, aunque sea febrero el mes más desfavorable, como se ha podido clarificar en el apartado 5.2. la ubicación cuenta con una climatología muy favorable y es muy difícil ver a lo largo del año más de 3 días seguidos sin radiación solar.

En último lugar, se debe escoger una profundidad de descarga ( $P_d$ ), como se ha referenciado en el apartado 4.3. será una estándar del 70 %, con todo esto la capacidad necesaria se calculará con la siguiente fórmula:

$$C_j = \frac{C_{dmd} \cdot N_{da}}{P_d}$$

Siendo  $j$  el valor de las horas de descarga previstas, es decir:

$$j = 24 h \cdot N_{da} = 24 h \cdot 4 \text{ días} = 96 h$$

Por lo que, finalmente, se requiere de una capacidad  $C_{96}$  de:

$$C_{96} = \frac{3703 \text{ Ah/día} \cdot 4 \text{ días}}{0,7} = 21160 \text{ Ah}$$

Se ha tomado la decisión de elegir las baterías OPzS de Formula Star (véase Figura 32), distribuida por AutoSolar Energy Solutions S.L.U. Son un tipo de batería estacionaria con plancha de blindaje de plomo ácido, cuyas capacidades se observan en la Tabla XX.



**Figura 32:** Batería solar OPzS Formula Star

Nota: Figura extraída de la ficha técnica de Formula Star (véase Anexo I)



**Tabla XX**  
Modelos y capacidades de batería de Formula Star

Modelo	Descripción	Capacidad (Ah) C10 (1,8 V/Elm, 20°C)	Capacidad (Ah) C100
FS 100	2 OPzS 100	126	184
FS 150	3 OPzS 150	180	258
FS 200	4 OPzS 200	215	296
FS 250	5 OPzS 250	270	373
FS 300	6 OPzS 300	324	448
FS 350	5 OPzS 350	396	544
FS 420	6 OPzS 420	474	651
FS 490	7 OPzS 490	541	739
FS 500	5 OPzS 500	609	886
FS 600	6 OPzS 600	672	949
FS 700	7 OPzS 700	836	1207
FS 800	8 OPzS 800	893	1256
FS 900	9 OPzS 900	1028	1458
FS 1000	10 OPzS 1000	1114	1565
FS 1100	11 OPzS 1100	1287	1852
FS 1200	12 OPzS 1200	1329	1874
FS 1400	11 OPzS 1400	1623	2251
FS 1500	12 OPzS 1500	1630	2195
FS 1700	14 OPzS 1700	1978	2728
FS 1875	15 OPzS 1875	2114	2879
FS 2000	16 OPzS 2000	2186	2933
FS 2250	18 OPzS 2250	2689	3723
FS 2500	20 OPzS 2500	2926	4017
FS 2750	22 OPzS 2750	3191	4392
FS 3000	24 OPzS 3000	3361	4555
FS 3250	26 OPzS 3250	3510	4671

Nota: Tabla extraída de la ficha técnica de Formula Star (véase Anexo I)

En la tabla proporcionada por el fabricante, se observa que no está disponible el  $C_{96}$  de cada modelo. Por lo tanto, se opta por utilizar el  $C_{100}$  porque es el más próximo y no supondría una diferencia significativa la descarga en 100 o 96 horas.

Se ha seleccionado el modelo FS 2750 que cuenta con una capacidad  $C_{100}$  de 4392 Ah. En base a esto, el número de líneas en paralelo de batería ( $N_{lb}$ ) que debe haber es:

$$N_{lb} = \frac{C_{96}}{C_{FS2750}} = \frac{21160 \text{ Ah}}{4392 \text{ Ah}} = 4,81 \approx 5 \text{ líneas en paralelo}$$

De esta manera, la capacidad real ( $C_r$ ) de las baterías utilizadas será:

$$C_r = C_{FS2750} \cdot N_{lb} = 4392 \text{ Ah} \cdot 5 \text{ líneas en paralelo} = 21960 \text{ Ah}$$

Dado que el valor obtenido es mayor al calculado anteriormente, los días de autonomía se verán ligeramente afectados. Por lo tanto, el número de días de autonomía reales ( $N_{dar}$ ) serán:

$$N_{dar} = \frac{C_r \cdot P_d}{C_{dma}} = \frac{21960 \text{ Ah} \cdot 0,7}{3703 \text{ Ah/día}} = 4,15 \text{ días}$$

Esto supondrá que la instalación tendrá finalmente algo más de cuatro días de autonomía, lo que brinda un nivel adicional de seguridad.

Por último, como cada vaso es de 2 V, se requerirán un total de 24 vasos en serie en cada línea para alcanzar los 48 V de la instalación. Por lo tanto, el número de unidades de batería ( $N_{ub}$ ) será:

$$N_{ub} = 24 \text{ vasos} \cdot 5 \text{ líneas de batería} = 120 \text{ unidades de } 2 \text{ V OPzS } 2750$$

#### 6.3.4. Inversor

En cuanto al inversor, al igual que el regulador, se requiere que trabaje a la tensión de la instalación en corriente continua, es decir 48 V, y que proporcione una tensión de 230 V de corriente alterna monofásica a la salida.

El inversor debe ser capaz cumplir con la potencia máxima instantánea que consume la instalación, la cual se ha determinado en la Tabla II. Según esta, la potencia máxima en la oficina es de 6820 W, mientras que en la nave y exteriores es de 42930 W, obteniendo un total de 49750 W. Es muy importante tener en cuenta que esta es la potencia máxima que consume la instalación cuando todos los equipos se conectan simultáneamente, situación que no se produce en ningún momento del año.

En la oficina los elementos que estarán conectados de una forma más continuada serán el ordenador, la iluminación, el frigorífico y el equipo de climatización. El resto de los equipos se irán conectado y desconectando según sea necesario por el oficinista.

En cuanto a la nave y exteriores, es improbable que todas las herramientas eléctricas estén conectadas a la vez porque los operarios irán alternándolas a lo largo del día y la carretilla eléctrica no estará conectada mientras se esté trabajando, ya que cuenta con una batería propia, su carga se producirá durante el parón entre mañana y tarde, durante la noche con el uso de las baterías o en días no laborables.

Por todo esto, el consumo más elevado que se puede producir es cuando se conectan la iluminación exterior junto con el equipo de climatización de la nave que se produce pocas horas al año. En ese instante, también habría alguna herramienta conectada y el consumo de la oficina. Según se muestra en la Tabla XXI, en esos momentos puntuales el consumo máximo alcanzaría casi los 30 kW.

**Tabla XXI**  
Consumo máximo puntual

Elemento	Potencia total (W)
Ordenador MSI Pro 24X 10M	65
Frigorífico Samsung RT29K5030WW/ES	150
Iluminación oficina	300
Aire acondicionado Mitsubishi Electric MSZ-SF35VE	1200
Iluminación interior de la nave	1600
Amoladora angular Black & Decker CD115	1420
Tronzadora de disco Sima EUROTRON 315 XL	4400
Sierra circular Hitachi C7ST	3420
Aire acondicionado Daikin ACQS125F	4500
Iluminación exterior	12000
Cámara de seguridad Hikvision DS-2CD2142FWD-I	30
<b>TOTAL</b>	<b>29085</b>

Nota: Elaboración propia

Se ha tomado la decisión de seleccionar dos inversores de onda senoidal pura de 15 kW para alcanzar los 30 kW requeridos. Dado que se utilizan dos inversores, es necesario sectorizar los elementos de consumo porque no se puede unir la salida de los inversores. Por esta razón, se ha decidido sectorizar las cargas según se muestra en la Tabla XXII para el primer inversor y en la Tabla XXIII para el segundo inversor. Se ha optado por dividir la iluminación exterior en dos partes para evitar que dependa únicamente de un inversor. Esto garantiza que, en el caso de que alguno falle, se cuente, al menos, con la mitad de la iluminación.

**Tabla XXII**  
Elementos asociados al primer inversor

INVERSOR 1	
Elemento	Potencia total (W)
Amoladora angular Black & Decker	1420
Taladro Bosch	1660
Tronzadora de disco Sima	4400
Sierra circular Hitachi	3420
Soldador de hilo ESAB	6900
Primera mitad iluminación exterior	6000
<b>Total</b>	<b>23800</b>

Nota: Elaboración propia

**Tabla XXIII**  
Elementos asociados al segundo inversor

INVERSOR 2	
Elemento	Potencia total (W)
Ordenador MSI	65
Impresora HP	175
Impresora Brother	250
Trituradora Rexel Acco	230
Cafetera Siemens	1300
Microondas Samsung	1150
Frigorífico Samsung	150
Termo eléctrico Junkers	2000
Aire acondicionado Mitsubishi	1200
Aire acondicionado Daikin	4500
Iluminación oficina	300
Iluminación interior de la nave	1600
Cámara de seguridad Hikvision	30
Segunda mitad iluminación exterior	6000
Carretilla elevadora Toyota	7000
<b>Total</b>	<b>25950</b>

Nota: Elaboración propia

Por todo esto, se ha elegido el inversor/cargador Quattro de Victron Energy B.V., distribuido por AutoSolar Energy Solutions S.L.U. En concreto, el modelo 48/15000/200-100/100 (véase Figura 33), que cuenta con las siguientes características proporcionadas por el fabricante:

- Tensión de salida corriente alterna: 230 V
- Rango de tensión de entrada corriente continua: 38 – 66 V
- Potencia nominal: 15000 VA
- Rango de frecuencia: 50 Hz  $\pm$  0,1 %
- Dimensiones: 572 x 488 x 344 mm



**Figura 33:** Inversor/cargador Quattro 48/15000/200-100/100

Nota: Figura extraída de la ficha técnica de inversor/cargador Quattro (véase Anexo I)

## 6.4. Solución con regulador maximizador

Para la segunda solución se ha optado por el uso de un regulador maximizador, que como se ha descrito en el apartado 4.2., permite una tensión de entrada elevada lo que reduce de manera muy significativa las pérdidas y consigue optimizar el funcionamiento del campo fotovoltaico. En esta solución solo varía la configuración de los paneles solares, utilizando el mismo modelo comercial, y el número de reguladores necesarios. Se mantienen los cálculos y modelos comerciales del inversor y de las baterías de la primera solución.

### 6.4.1. Maximizador

Se ha elegido el regulador MPPT RS SmartSolar de Victron Energy B.V., distribuido por AutoSolar Energy Solutions S.L.U. En concreto, el modelo 450|200 (véase Figura 34), que cuenta con las siguientes características proporcionadas por el fabricante:

- Voltaje de trabajo: 36 - 62 V
- Voltaje máximo en generación fotovoltaica: 450 V
- Voltaje mínimo de arranque: 120 V
- Voltaje de entrada de baterías: 48 V
- Intensidad de carga nominal: 200 A
- Número de rastreadores: 4
- Intensidad de cortocircuito máximo por rastreador: 20 A
- Dimensiones: 487 x 434 x 146 mm



**Figura 34:** MPPT RS SmartSolar 450|200

Nota: Figura extraída de la ficha técnica de MPPT RS SmartSolar 450|100 y 450|200 (véase Anexo I)

A partir de estas condiciones se debe obtener la nueva configuración de paneles JAM66S30-500/MR requerida. El número de placas en serie estará limitado por la división entre la tensión máxima que permite el regulador en el campo fotovoltaico y la tensión máxima que puede dar el módulo que será la de circuito abierto.

$$N_{ps} = \frac{V_r}{V_{oc}} = \frac{450 \text{ V}}{45,59 \text{ V}} = 9,87 \approx 9 \text{ placas en serie}$$

Entonces la nueva tensión de trabajo será de:

$$V_T = V_p \cdot N_{ps} = 38,35 \text{ V} \cdot 9 \text{ placas en serie} = 345,15 \text{ V}$$

Con la intensidad máxima por rastreador se obtiene el número de líneas en paralelo que debe haber por cada uno:

$$N_{lr} = \frac{I_r}{I_{sc}} = \frac{20 \text{ A}}{13,93 \text{ A}} = 1,43 \approx 1 \text{ líneas/rastreador}$$

Como el regulador cuenta con cuatro rastreadores, como se destaca en las características, habrá 4 líneas por regulador de 9 placas en serie, un total de 36 paneles ( $N_{pr}$ ). Basándose en los cálculos de la primera solución, en los que se obtiene la necesidad de 112 placas para cumplir con los requisitos, el número total de reguladores ( $N_{tr}$ ) necesarios, será:

$$N_{tr} = \frac{N_{tp}}{N_{pr}} = \frac{112 \text{ placas}}{36 \text{ placas/regulador}} = 3,1 \approx 3 \text{ reguladores}$$

Se ha determinado redondear hacia abajo el número de reguladores por el hecho de que la diferencia resulta insignificante para la instalación debido al gran sobredimensionamiento con el que se realizan los cálculos. Como resultado de esta decisión, el nuevo número total de placas será:

$$N_{tp} = N_{tr} \cdot N_{pr} = 3 \text{ reguladores} \cdot 36 \text{ placas/regulador} = 108 \text{ placas}$$

## 6.5. Solución con grupo electrógeno

Para la tercera solución se ha optado por el uso de un grupo electrógeno, que, como se ha descrito en el apartado 4.5., es una fuente de energía adicional para garantizar un suministro continuo de electricidad cuando no se disponga de almacenamiento en las baterías. El dispositivo es un seguro energético que permite reducir el número de días de autonomía, lo que reducirá proporcionalmente el número de unidades de batería. En esta solución se mantienen todos los equipos de la segunda solución a excepción de la batería.

### 6.5.1. Grupo electrógeno

Se sabe que el subsistema de acumulación es la parte más costosa de la instalación debido al coste de las unidades de batería que aumentan cuando se incrementa el número de días de autonomía. Ese número de días se puede reducir significativamente acoplado un grupo electrógeno al inversor cargador presentado en la primera solución.

Como se cuenta con un sobredimensionamiento bastante razonable, ya que, se realizan los cálculos con el mes más desfavorable, el grupo entraría en funcionamiento muy pocas veces al año. Ahora se replantea el cálculo de las baterías para dos días de autonomía.

El número de vasos en serie ( $N_{bs}$ ) no va a cambiar, al estar trabajando a 48 V seguirá siendo de:

$$N_{bs} = \frac{V_{inst}}{V_b} = \frac{48 \text{ V}}{2 \text{ V}} = 24 \text{ unidades de batería en serie}$$

En cuanto al número de líneas en paralelo se calcula para dos días de autonomía en febrero. Siendo  $j$  el valor de las horas de descarga previstas, es decir:

$$j = 24 \text{ h} \cdot N_{da} = 24 \text{ h} \cdot 2 \text{ días} = 48 \text{ h}$$

Por lo que, finalmente, se requiere de una capacidad  $C_{48}$  de:

$$C_{48} = \frac{C_{dmd} \cdot N_{da}}{P_d} = \frac{3703 \text{ Ah/día} \cdot 2 \text{ días}}{0,7} = 10580 \text{ Ah}$$

En la Tabla XX se puede apreciar que la batería OPzS 2750 tiene una capacidad de 3361 Ah para  $C_{10}$  y 4555 Ah para  $C_{100}$ , entonces se obtiene una capacidad  $C_{48}$  por interpolación de:

$$C_{48} = C_{10} + \frac{(C_{100} - C_{10}) \cdot (48 - 10)}{(100 - 10)} = 3191 + \frac{(4392 - 3191) \cdot (48 - 10)}{(100 - 10)} = 3698 \text{ Ah}$$

En base a esto, el número de líneas en paralelo de batería que debe haber es:

$$N_{lb} = \frac{C_{48}}{C_{FS2750}} = \frac{10580 \text{ Ah}}{3698 \text{ Ah}} = 2,86 \approx 3 \text{ líneas en paralelo}$$

De esta manera, la capacidad real de las baterías utilizadas será:

$$C_r = C_{FS2750} \cdot N_{lb} = 3698 \text{ Ah} \cdot 3 \text{ líneas en paralelo} = 11094 \text{ Ah}$$

Dado que el valor obtenido es mayor al calculado anteriormente, los días de autonomía se verán ligeramente afectados dando algo más de seguridad. Por lo tanto, el número de días de autonomía reales serán:

$$N_{dar} = \frac{C_r \cdot P_d}{C_{dmd}} = \frac{11094 \text{ Ah} \cdot 0,7}{3703 \text{ Ah/día}} = 2,1 \text{ días}$$

Por último, el número de unidades de batería necesarias será de:

$$N_{ub} = 24 \text{ vasos} \cdot 3 \text{ líneas de batería} = 72 \text{ unidades de } 2 \text{ V OPzS } 2750$$

A la hora de elegir el grupo electrógeno se debe observar el peor consumo diario, que como se ha mencionado con anterioridad se produce en enero y diciembre con 3703 Ah/día. Al ser un valor medio diario se sabe que no se trabajará cada hora con esa cantidad por lo que se obtiene el consumo medio por horas ( $C_h$ ) tanto en Ah como en Wh:

$$C_h (\text{Ah}) = \frac{C_{dmd}}{\text{Jornada completa}} = \frac{3703 \text{ Ah/día}}{8 \text{ horas}} = 462,87 \text{ Ah}$$

$$C_h (\text{Wh}) = C_h (\text{Ah}) \cdot V_{inst} = 462,87 \text{ Ah} \cdot 48 \text{ V} = 22218 \text{ Wh}$$



Se ha tomado la decisión de seleccionar dos grupos electrógenos de 10 kW, uno acoplado a cada inversor. Aunque la potencia sea inferior a la requerida, se pretende que los escasos días que la empresa necesite utilizarlo por falta de radiación solar y capacidad de la batería, se haga un uso más moderado de energía, evitando trabajar al máximo rendimiento.

Por todo esto, se ha elegido el generador eléctrico de Hyundai (véase Figura 35), distribuido por Enverd Import Management S.L. En concreto, el modelo DHY11K(S)Em que cuenta con las siguientes características proporcionadas por el fabricante:

- Tipo: Generador eléctrico diésel
- Revoluciones: 1500 rpm
- Frecuencia: 50 Hz
- Voltaje: 230 V
- Fase: Monofásico
- Potencia nominal: 10 kW
- Capacidad depósito estándar: 50 L
- Dimensiones: 1560 x 900 x 980 mm



**Figura 35:** Generador eléctrico Hyundai DHY11K(S)Em

Nota: Figura extraída de la ficha técnica de generadores eléctricos de Hyundai (véase Anexo I)

## 6.6. Comparativa de las soluciones

En la Tabla XXIV que se presenta un resumen con las principales características de las tres soluciones alternativas planteadas.

**Tabla XXIV**  
Comparativa de las soluciones alternativas

	<b>Solución 1</b>	<b>Solución 2</b>	<b>Solución 3</b>
Potencia instalada	56 kW	54 kW	54 kW
Modelos de los equipos	<p><b>Panel solar</b> Deep Blue 3.0 JAM66S30-500/MR</p> <p><b>Regulador</b> PWM Must Solar PC1500B-6048D</p> <p><b>Inversor</b> Inversor/cargador Quattro 48/15000/200- 100/100</p> <p><b>Batería</b> FS 2750</p>	<p><b>Panel solar</b> Deep Blue 3.0 JAM66S30-500/MR</p> <p><b>Regulador</b> MPPT RS SmartSolar 450 200</p> <p><b>Inversor</b> Inversor/cargador Quattro 48/15000/200- 100/100</p> <p><b>Batería</b> FS 2750</p>	<p><b>Panel solar</b> Deep Blue 3.0 JAM66S30-500/MR</p> <p><b>Regulador</b> MPPT RS SmartSolar 450 200</p> <p><b>Inversor</b> Inversor/cargador Quattro 48/15000/200- 100/100</p> <p><b>Batería</b> FS 2750</p> <p><b>Grupo eléctrico</b> Hyundai DHY11K(S)Em</p>
Unidades de cada equipo	<p><b>Panel solar</b> 112</p> <p><b>Regulador</b> 14</p> <p><b>Inversor</b> 2</p> <p><b>Batería</b> 120</p>	<p><b>Panel solar</b> 108</p> <p><b>Regulador</b> 3</p> <p><b>Inversor</b> 2</p> <p><b>Batería</b> 120</p>	<p><b>Panel solar</b> 108</p> <p><b>Regulador</b> 3</p> <p><b>Inversor</b> 2</p> <p><b>Batería</b> 72</p> <p><b>Grupo eléctrico</b> 2</p>
Coste total de equipos	110.835,22 €	113.946,84 €	78.818,04 €

Nota: Elaboración propia

Tras realizar un análisis de las tres soluciones propuestas, se ha llegado a la conclusión de que la tercera opción es la más favorable para llevar a cabo. Esta conclusión se basa principalmente en la diferencia de coste respecto a las otras soluciones, ya que, se logra una reducción significativa de los días de autonomía con la incorporación del grupo electrógeno, lo que conlleva directamente a una disminución en el coste de la parte más costosa de la instalación como es la batería.

## 7. SOLUCIÓN DEFINITIVA

Como se ha descrito en el apartado anterior se ha tomado la decisión de llevar a cabo la tercera solución que consta de los siguientes equipos:

- 108 paneles solares Deep Blue 3.0 JAM66S30-500/MR de JA Solar
- 3 reguladores MPPT RS SmartSolar 450|200 de Victron Energy
- 2 inversores cargadores Quattro 48/15000/200-100/100 de Victron Energy
- 72 unidades de batería FS 2750 OPzS C<sub>48</sub> 3698 Ah de Formula Star Solar
- 2 grupos electrógenos DHY11K(S)Em de Hyundai

Cada uno de los reguladores está equipado con cuatro rastreadores de 20 A, a los cuales se conecta, a cada uno, una cadena de nueve paneles en serie, con un voltaje de trabajo aproximado de 345 V. Esto da un total de cuatro líneas por regulador, y se utilizan tres reguladores en total, completando así la conexión de los 108 módulos fotovoltaicos.

Los reguladores se conectan entre sí en paralelo en los bornes de la batería, la cual se configura en tres líneas en paralelo compuestas por 24 unidades de 2 V, lo que hace una tensión de trabajo de 48 V.

A la batería se conecta la entrada de continua de los dos inversores de 15 kW en paralelo, que transforman la energía en corriente alterna. A cada uno de estos irá acoplado, en la entrada de corriente alterna, un grupo electrógeno de 10 kW que se encargará de cubrir la demanda en caso de fallo o si las baterías se encuentran en niveles no recomendados. El inversor propuesto cuanta, en su salida principal, con la funcionalidad *no-break* que se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón activando automáticamente el generador. Esto sucede tan rápido que los equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

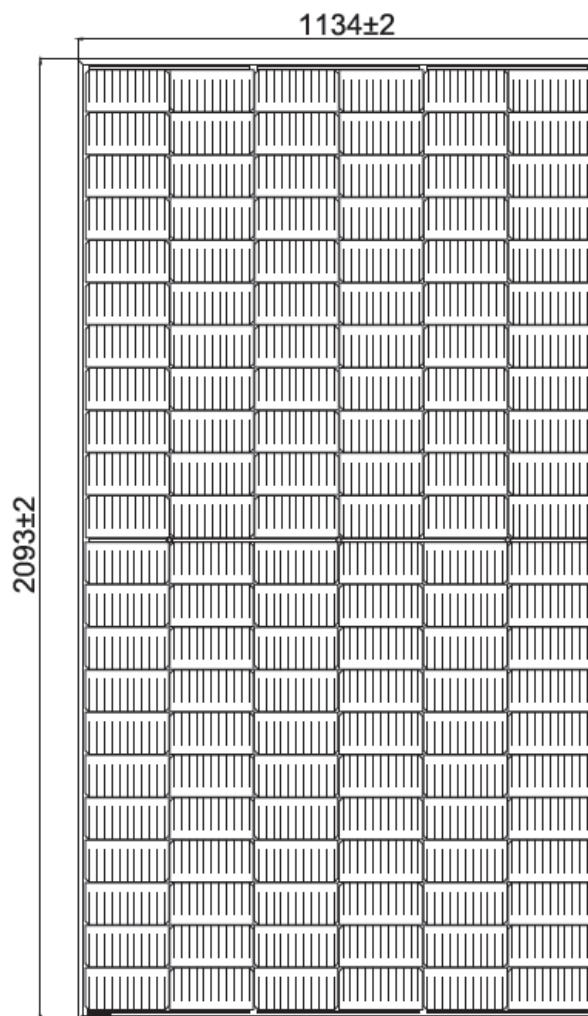
Todos los equipos, a excepción de los paneles solares, se instalarán en una sala técnica cuya descripción se detalla en los siguientes apartados, al igual que la disposición y colocación de los paneles, el cableado, las medidas de protección y la toma a tierra de la instalación.

### 7.1. Disposición y colocación de los módulos fotovoltaicos

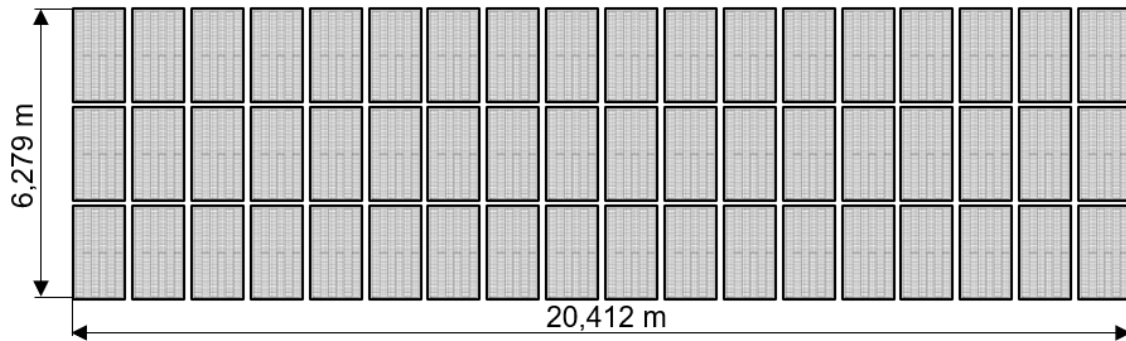
La instalación de los paneles solares se realizará en el suelo, ubicados próximos a la esquina izquierda del terreno como se muestra en la Figura 39. Estos estarán orientados hacia el sur geográfico, con el fin de aprovechar al máximo la radiación solar. Además, se colocarán con una inclinación de 60 ° como se ha detallado en el apartado 6.1.

Para garantizar un buen rendimiento debe haber una distancia entre filas suficiente como para que cada fila no produzca sombra sobre la siguiente. Esta estará determinada en función de la altura relativa ( $h$ ) entre cada fila y la siguiente y de la latitud del emplazamiento de la instalación con el uso de un factor ( $k$ ).

Se ha tomado la decisión de instalar los paneles de forma vertical, agrupándolas de tres en tres placas, apoyadas en soportes, conformando un bloque compuesto por 18 columnas. Se requerirán dos bloques en total que equivale a dos filas de placas. En la Figura 36 se pueden observar las dimensiones de la placa seleccionada, las cuales definen la dimensión total de cada bloque representado en la Figura 37.

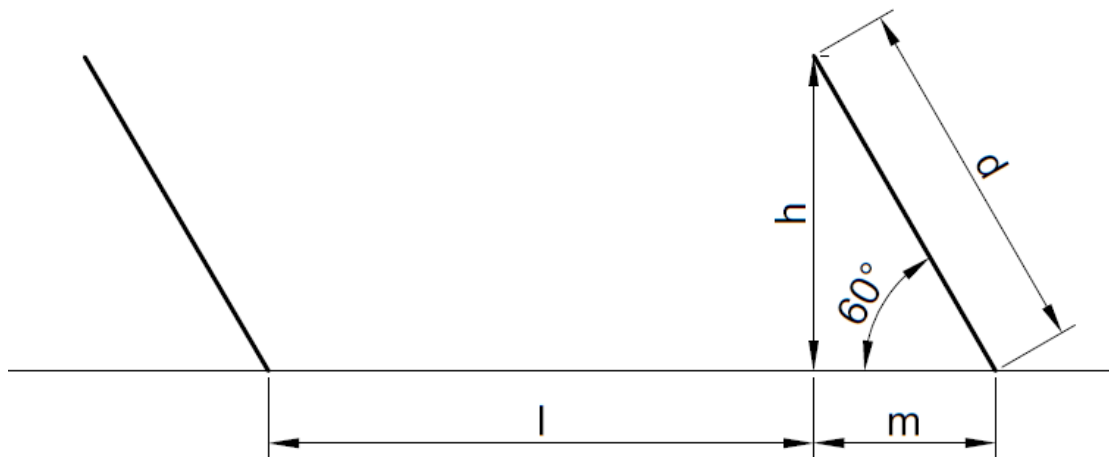


**Figura 36:** Dimensiones del panel solar Deep Blue 3.0  
Nota: Figura extraída de la ficha técnica de JA Solar (véase Anexo I)



**Figura 37:** Dimensiones de un bloque de placas 3 x 18  
Nota: Elaboración propia

En la Figura 38 se observa el esquema de la distancia entre placas. En base a la información proporcionada en la figura anterior, se establece que  $d$  es igual a 6,279 metros y sabiendo que la inclinación es de  $60^\circ$ , se utilizan conceptos trigonométricos para obtener la altura  $h$  y la proyección horizontal  $m$ .



**Figura 38:** Distancia entre filas  
Nota: Elaboración propia

$$h = d \cdot \sin(\theta) = 6,279 \text{ m} \cdot \sin(60^\circ) = 5,43 \text{ m}$$

$$m = d \cdot \cos(\theta) = 6,279 \text{ m} \cdot \cos(60^\circ) = 3,14 \text{ m}$$

Finalmente, para obtener  $l$  se utiliza la siguiente fórmula que depende del factor  $k$ . En la Tabla XXV se exponen algunos de los valores más significativos de este coeficiente proporcionados por el IDAE.

**Tabla XXV**  
Valores del factor  $k$

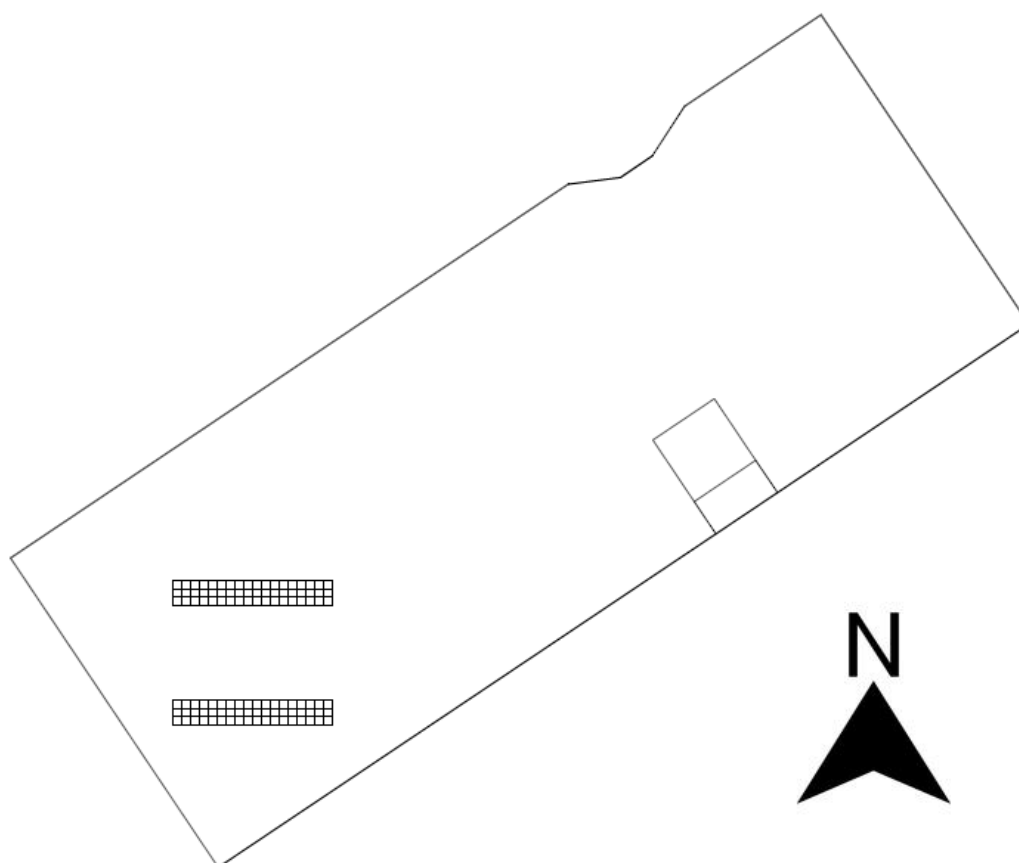
Latitud	29 °	37 °	39 °	41 °	43 °	45 °
$k$	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Nota: Datos extraídos del IDAE [9]

Como la instalación se encuentra en una zona próxima a los 37 ° de latitud se utilizará su correspondiente valor de  $k$ . Entonces  $l$  será:

$$l = h \cdot k = 5,43 \text{ m} \cdot 2,246 = 12,2 \text{ m}$$

De esta manera, en el diseño final, se contemplan 108 placas dispuestas en dos filas de 3 x 18 con una distancia entre ellas de 12,2 metros. En la Figura 39 se muestra como estarían dispuestas en el terreno y, adicionalmente, en la Figura 40 se presenta una vista cercana para visualizar las dimensiones con mayor detalle.



**Figura 39:** Vista de los módulos fotovoltaicos desde arriba  
Nota: Elaboración propia

Hay que destacar que la elección de la zona donde se ha decidido ubicar los paneles se ha realizado considerando la minimización de la presencia de materiales. Actualmente, esa área se encuentra principalmente cubierta por vegetación alta, plantas y hierbas, las cuales requerirán ser acondicionadas para evitar las sombras sobre los paneles. Cualquier otro material que se encuentre en esa área puede ser reubicado en otro espacio, permitiendo la optimización del uso del terreno.

Se ha determinado que ocuparán un espacio de:

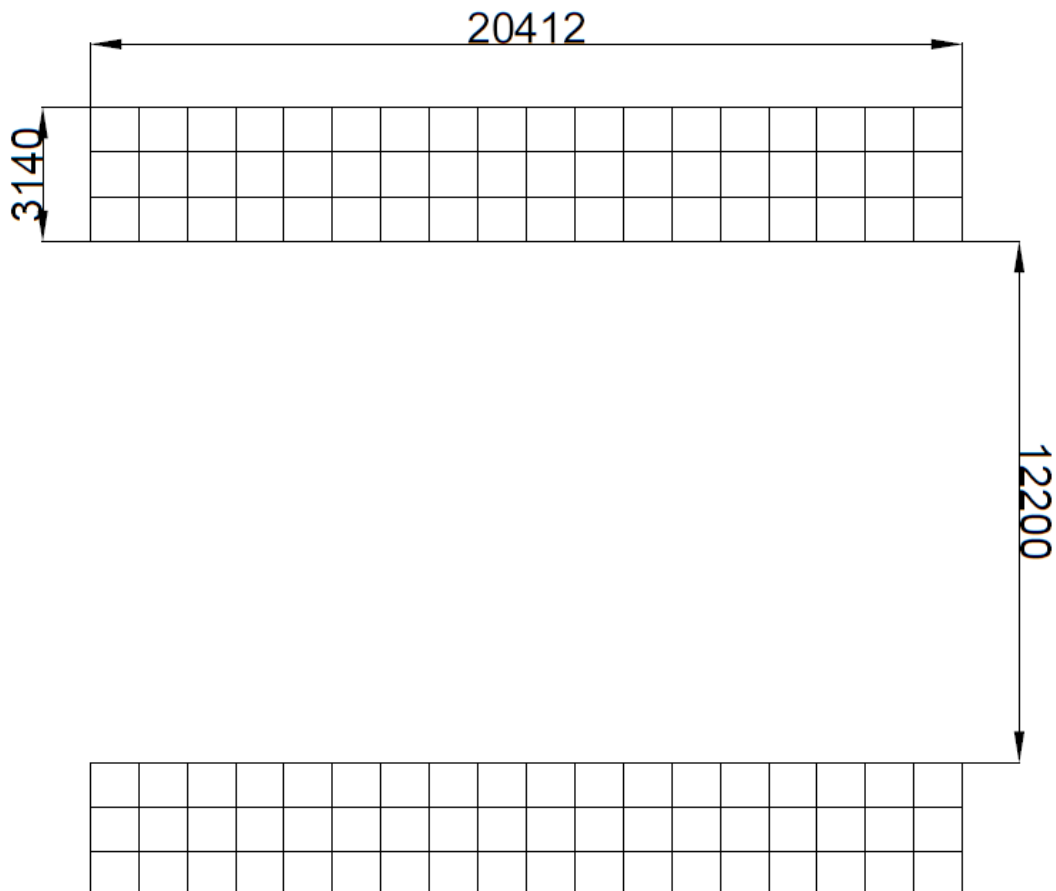
$$\text{Ancho} = l + 2m = 12,2 \text{ m} + 2 \cdot 3,14 \text{ m} = 18,48 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 20,412 \text{ m}$$

Por lo tanto, la superficie total ocupada será de:

$$\text{Superficie ocupada} = \text{Ancho} \cdot \text{Largo} = 18,48 \text{ m} \cdot 20,412 \text{ m} = 377,21 \text{ m}^2$$

Dado que el terreno tiene una superficie total de  $6170 \text{ m}^2$ , supone que la ocupación de los módulos representa el 6,11 % del terreno. Significa que se utiliza una fracción pequeña del área total disponible de la parcela.



**Figura 40:** Disposición final de los dos bloques de módulos

Nota: Elaboración propia

## 7.2. Sala técnica

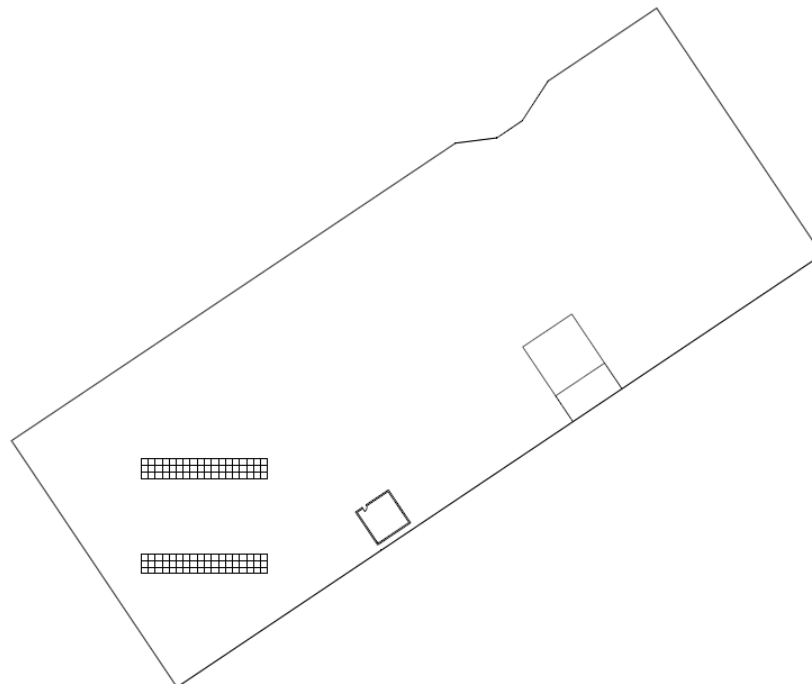
Para albergar todos los componentes esenciales de la instalación se va a establecer una caseta para alojar los reguladores, los inversores, las baterías y el grupo electrógeno. Esta brinda un entorno seguro protegiendo a los equipos de condiciones meteorológicas adversas, como puede ser la lluvia, viento y altas temperaturas, lo que ayuda directamente a prologar la vida útil y mantener al máximo el rendimiento de los dispositivos. Ayuda también a la insonorización parcial de los grupos electrógenos cuando se pongan en funcionamiento

Al tener todos los componentes en el mismo lugar se favorece el acceso y las operaciones del sistema por lo que facilita el mantenimiento y las reparaciones necesarias.

La sala estará construida con hormigón armado, con paredes de ladrillo de termo arcilla 200 x 400 mm y forjado *in situ* de hormigón armado con cubierta no transitable aislada y con una puerta de paso de 800 x 2000 mm.

El tamaño de la sala deber ser lo suficientemente amplio para acomodar todos los dispositivos por ello se ha elegido de 36 m<sup>2</sup> y una altura de 3 metros para permitir una buena ventilación y disipar el calor que producen los aparatos. Se instalarán también, en cada pared, tres rejillas de ventilación de lamas fijas de acero galvanizado de 1000 x 30 mm para permitir el flujo de aire y dos bocas de aspiración para la extracción de gases y permitir la entrada de aire fresco.

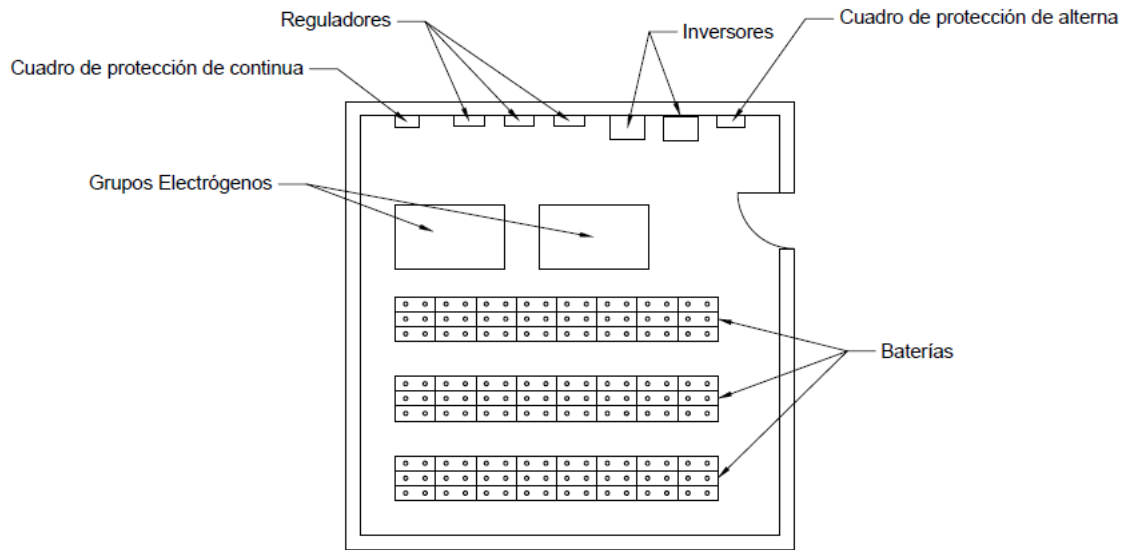
La empresa cliente será la encargada de llevar a cabo la obra de la caseta al estar especializada en el campo de la construcción. La ubicación de esta en la parcela se observa en la Figura 42 y su distribución se detalla en la Figura 42.



**Figura 41:** Ubicación de la sala técnica

Nota: Elaboración propia





**Figura 42:** Distribución de la sala técnica  
Nota: Elaboración propia

### 7.3. Cableado

Para el criterio del cálculo de las secciones de los cables que conforman la instalación se seguirá el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Estos cálculos acabarán en la caja de protección de alterna.

Los conductores utilizados serán de cobre, de acuerdo con las recomendaciones del IDAE, y es crucial seleccionar la sección adecuada para reducir caídas de tensión y altas temperaturas. Para determinar la sección del cableado, se considerará la intensidad máxima admisible y la máxima caída de tensión admisible.

En el lado de corriente continua se empleará el cable fotovoltaico Prysun de Prysmian tipo H1Z2Z2-K que cumple con los requisitos para sistemas de alimentación fotovoltaica establecidos por la norma UNE-HD 60364-7-712. En cumplimiento del REBT, se identificará el cable positivo de color rojo y el cable negativo de color negro, según se muestra en la Figura 43.



**Figura 43:** Cable fotovoltaico Prysun de Prysmian tipo H1Z2Z2-K  
Nota: Figura extraída de la ficha técnica de Prysmian Prysolar – H1Z2Z2-K (véase Anexo I)

Para el lado de corriente alterna se empleará el cable multiconductor Afumex Class 1000 V (AS) de Prysmian (véase Figura 44).



**Figura 44:** Cable Afumex Class 1000 V (AS)

Nota: Figura extraída de la ficha técnica de Afumex (véase Anexo I)

A continuación, se realizan los cálculos de las secciones de los distintos tramos de la instalación.

### 7.3.1. Paneles solares-reguladores

#### Intensidad máxima admisible

El sistema de instalación será de cables unipolares tipo Prysun con aislamiento XLPE en continua con un primer tramo en el exterior con tubo superficial y un segundo tramo interior igual que el primero, en ambos casos se trata de un sistema de instalación B1. Se pretende que todo el sistema de instalación sea de tipo B1.

Se procede a calcular la sección por intensidad admisible del tramo más desfavorable, que será el exterior, siguiendo la norma UNE-HD 60364-5-52. Para empezar, se toma el valor de intensidad de cortocircuito para realizar el cálculo porque así se obtiene la sección por intensidad admisible y por intensidad de cortocircuito. Entonces, la intensidad máxima en circuito será la intensidad de cortocircuito por cadena por el sobredimensionamiento que el REBT considera del 125 %, pero siguiendo la norma UNE-HD 60364-7-712 para sistemas fotovoltaicos se aplicará un 140 %.

$$\text{Intensidad máxima en circuito} = I_{sc} \cdot 140 \% = 13,93 \text{ A} \cdot 1,4 = 19,502 \text{ A}$$

A este valor habrá que aplicar coeficientes de corrección que se dan acción solar directa en el tramo exterior, por temperatura y por agrupamiento de circuitos.

En primer lugar, para el coeficiente de acción solar directa se aplica un 0,9 como recomienda las normas de la serie UNE 20.435.

En segundo lugar, para el coeficiente de temperatura según UNE-HD 60364-7-712 para el diseño de los cables sometidos al calentamiento directo de la parte inferior de los módulos fotovoltaicos, la temperatura ambiente a tener en cuenta para su dimensionamiento se considera que sea como mínimo igual a 70 °C. Por lo que se observa en la Tabla XXVII UNE-HD 60364-5-52 un coeficiente en la columna de XLPE de 0,58 para 70 °C.

Por último, se ha decidido agrupar las cadenas pertenecientes a cada regulador por lo que habrá agrupados cuatro circuitos, observando la Tabla XXVIII en la primera file se

obtiene un coeficiente de 0,65 para 4 circuitos. Por lo que finalmente la intensidad de diseño será:

$$\text{Intensidad de diseño} = \frac{\text{Intensidad máxima en circuito}}{F_{\text{Solar}} \cdot F_{\text{Temperatura}} \cdot F_{\text{Agrupación}}} = \frac{19,504}{0,9 \cdot 0,58 \cdot 0,65} = 57,48 \text{ A}$$

Finalmente, observando la Tabla XXVI por la columna izquierda del tipo de instalación B1 hasta llegar a XLPE2 al tratarse de Prysun de cable termoestable que soporta 90 °C en régimen permanente y ser circuitos de dos conductos activos por tratarse de corriente continua se obtiene una sección de 10 mm<sup>2</sup>

### Caída de tensión

Según el IDAE, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema [9].

La sección por caída de tensión se calculará siguiendo la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot \Delta U}$$

Donde:

- S es la sección del conductor en mm<sup>2</sup>.
- L es la longitud de la línea que será de 30 metros del panel más distante hasta la caseta.
- I es la intensidad en A que en este caso será la intensidad a máxima potencia I<sub>p</sub> que es de 13,04 A.
- $\gamma$  es la conductividad del conductor en este caso del cobre que tiene un valor de 45,5 m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ ) que es el valor a 90 °C por tratarse de cable termoestable.
- $\Delta U$  es la caída de tensión máxima en V.

La tensión de cada cadena será de:

$$V_T = V_p \cdot N_{ps} = 38,35 \text{ V} \cdot 9 \text{ placas en serie} = 345,15 \text{ V}$$

Por lo que debe haber una caída de tensión máxima de:

$$\Delta U = V_T \cdot 1,5 \% = 345,15 \text{ V} \cdot 0,015 = 5,18 \text{ V}$$

Con todo esto la sección será:

$$S = \frac{2 \cdot 30 \text{ m} \cdot 13,04 \text{ A}}{45,5 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 5,18 \text{ V}} = 3,32 \text{ mm}^2$$

Sección comercial  $\rightarrow 4 \text{ mm}^2$

La sección mínima más desfavorable es la de intensidad admisible de  $10 \text{ mm}^2$ . A cada regulador llegará un tubo que contendrá las cuatro cadenas. Según la Tabla XXIX se determina que se requiere un diámetro de tubo de  $63 \text{ mm}$  para una sección de  $10 \text{ mm}^2$  y ocho conductores.

Por tanto, se requerirán tres tubos de  $63 \text{ mm}$  de diámetro, cada uno de ellos alojando los cables conductores de cuatro cadenas con  $10 \text{ mm}^2$  de sección que pasarán por la caja de protección de continua y llegarán a cada regulador.

### 7.3.2. Reguladores-baterías

#### Intensidad máxima admisible

El regulador carga las baterías con una intensidad de carga nominal de  $200 \text{ A}$ . Por lo que, sobredimensionando, siguiendo la normativa se tendría una intensidad máxima admisible de:

$$\text{Intensidad máxima en circuito} = I_{sc} \cdot 140 \% = 200 \text{ A} \cdot 1,4 = 280 \text{ A}$$

No se aplica ningún coeficiente de corrección porque no habrá agrupación de circuitos, ni acción solar y la temperatura ambiente será de  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Consultando la Tabla XXVI por la columna izquierda del tipo de instalación B1 hasta llegar a XLPE2, se determina que se requiere una sección de  $120 \text{ mm}^2$ .

#### Caída de tensión

Siguiendo con lo indicado anteriormente, sabiendo que la tensión es de  $48 \text{ V}$ , debe haber una caída de tensión máxima de:

$$\Delta U = V_T \cdot 1,5 \% = 48 \text{ V} \cdot 0,015 = 0,72 \text{ V}$$

Con todo esto la sección será:

$$S = \frac{2 \cdot 3 \text{ m} \cdot 200 \text{ A}}{45,5 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 0,72 \text{ V}} = 36,6 \text{ mm}^2$$

$$\text{Sección comercial} \rightarrow 50 \text{ mm}^2$$

La sección mínima más desfavorable es la de intensidad admisible de  $120 \text{ mm}^2$ . De cada regulador saldrá un tubo hacia las baterías. Según la Tabla XXIX se determina que se requiere un diámetro de tubo de  $50 \text{ mm}$  para una sección de  $120 \text{ mm}^2$  y dos conductores.

Por tanto, se requerirán tres tubos de  $50 \text{ mm}$  de diámetro, cada uno de ellos alojando los cables conductores de salida de carga de los reguladores de  $120 \text{ mm}^2$  de sección.

### 7.3.3. Baterías-inversores

#### Intensidad máxima admisible

La intensidad de carga máxima de la batería que proporcionan los inversores es de 200 A. Por lo que, sobredimensionando, siguiendo la normativa se tendría una intensidad máxima admisible de:

$$\text{Intensidad máxima en circuito} = I_i \cdot 140 \% = 200 \text{ A} \cdot 1,4 = 280 \text{ A}$$

No se aplica ningún coeficiente de corrección porque no habrá agrupación de circuitos, ni acción solar y la temperatura ambiente será de 40 °C.

Consultando la Tabla XXVI por la columna izquierda del tipo de instalación B1 hasta llegar a XLPE2, se determina que se requiere una sección de 120 mm<sup>2</sup>.

#### Caída de tensión

Siguiendo con lo indicado anteriormente, sabiendo que la tensión es de 48 V, debe haber una caída de tensión máxima de:

$$\Delta U = V_T \cdot 1,5 \% = 48 \text{ V} \cdot 0,015 = 0,72 \text{ V}$$

Con todo esto la sección será:

$$S = \frac{2 \cdot 3 \text{ m} \cdot 200 \text{ A}}{45,5 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 0,72 \text{ V}} = 36,63 \text{ mm}^2$$

$$\text{Sección comercial} \rightarrow 50 \text{ mm}^2$$

La sección mínima más desfavorable es la de intensidad admisible de 120 mm<sup>2</sup>. De cada inversor saldrá un tubo hacia las baterías. Según la Tabla XXIX se determina que se requiere un diámetro de tubo de 50 mm para una sección de 120 mm<sup>2</sup> y dos conductores.

Por tanto, se requerirán dos tubos de 50 mm de diámetro, cada uno de ellos alojando los cables conductores entre las baterías y los inversores de 120 mm<sup>2</sup> de sección.

### 7.3.4. Grupos electrógenos-inversores

#### Intensidad máxima admisible

La intensidad nominal de los grupos electrógenos al tener una potencia de 10 kW y una tensión alterna de 230 V es de 43,48 A. Por lo que, sobredimensionando, siguiendo la normativa se tendría una intensidad máxima admisible de:

$$\text{Intensidad máxima en circuito} = I_i \cdot 140 \% = 43,48 \text{ A} \cdot 1,4 = 60,87 \text{ A}$$

No se aplica ningún coeficiente de corrección porque no habrá agrupación de circuitos, ni acción solar y la temperatura ambiente será de 40 °C.

Consultando la Tabla XXVI por la columna izquierda del tipo de instalación B1 hasta llegar a XLPE2, se determina que se requiere una sección de 10 mm<sup>2</sup>.

### Caída de tensión

Siguiendo con lo indicado anteriormente, sabiendo que la tensión es de 230 V, debe haber una caída de tensión máxima de:

$$\Delta U = V_{ca} \cdot 1,5 \% = 230 V \cdot 0,015 = 3,45 V$$

Con todo esto la sección será:

$$S = \frac{2 \cdot 3 m \cdot 60,87 A}{45,5 m/(\Omega \cdot mm^2) \cdot 3,45 V} = 2,32 mm^2$$

*Sección comercial* → 4 mm<sup>2</sup>

La sección mínima más desfavorable es la de intensidad admisible de 10 mm<sup>2</sup>. De los generadores eléctricos irá el cable en un tubo hacia los inversores. Según la se determina que se requiere un diámetro de tubo de 20 mm para una sección de 10 mm<sup>2</sup> y dos conductores.

Por tanto, se requerirán dos tubos de 20 mm de diámetro, alojando los cables conductores entre el grupo electrógeno y los inversores de 10 mm<sup>2</sup> de sección.

### 7.3.5. Inversores- cuadro de protección de alterna

#### Intensidad máxima admisible

Como los inversores limitan la corriente se aplicará un sobredimensionamiento del 125 %. La intensidad será la potencia de 15 kW entre los 230 V de salida que da un valor de 65 A.

$$Intensidad\ máxima\ en\ circuito = I_{ca} \cdot 125 \% = 65 A \cdot 1,25 = 81 A$$

No se aplica ningún coeficiente de corrección porque no habrá agrupación de circuitos, ni acción solar y la temperatura ambiente será de 40 °C.

Consultando la Tabla XXVI por la columna izquierda del tipo de instalación B2, al tratarse ahora de un sistema para cable multiconductor bajo tubo en montaje superficial, hasta llegar a XLPE2, se determina que se requiere una sección de 25 mm<sup>2</sup>.

### Caída de tensión

Siguiendo con lo indicado anteriormente, sabiendo que la tensión es de 230 V, debe haber una caída de tensión máxima de:

$$\Delta U = V_{ca} \cdot 1,5 \% = 230 V \cdot 0,015 = 3,45 V$$

Con todo esto la sección será:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos(\varphi)}{\gamma \cdot \Delta U} = \frac{2 \cdot 3 \text{ m} \cdot 81 \text{ A} \cdot 1}{45,5 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 3,45 \text{ V}} = 3,09 \text{ mm}^2$$

Sección comercial  $\rightarrow 4 \text{ mm}^2$

La sección mínima más desfavorable es la de intensidad admisible de  $25 \text{ mm}^2$ . De cada inversor saldrá un tubo hacia el cuadro de protección de alterna. Según la Tabla XXIX se determina que se requiere un diámetro de tubo de  $32 \text{ mm}$  para una sección de  $25 \text{ mm}^2$  y un cable multiconductor.

Por tanto, se requerirán dos tubos de  $32 \text{ mm}$  de diámetro, cada uno de ellos alojando el cable multiconductor entre los inversores y la caja de protección de alterna de  $25 \text{ mm}^2$  de sección.

**Tabla XXVI**

Corrientes admisibles (A) para cables y conductores aislados con aislamiento termoestable (compuestos reticulados tipo XLPE, EPR o similar) – Temperatura máxima de servicio en régimen permanente  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  - Temperatura ambiente  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  en el aire

Método de instalación*	Número de conductores con carga (X)						
		3X	2X				
A1		3X	2X				
A2	3X	2X					
B1				3X	2X		
B2			3X	2X			
C				3X		2X	
E					3X	2X	
F						3X	2X
<b>Cobre (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
1,5	15	15	17	18	21	22	
2,5	20	21	24	25	28	30	
4	27	28	32	34	38	41	
6	35	36	40	44	49	53	
10	46	49	55	60	68	73	
16	62	66	73	80	91	97	
25	81	86	96	106	116	123	147
35	99	106	116	131	144	154	182
50	118	128	140	159	175	188	220
70	149	163	177	201	224	244	282
95	179	197	212	241	271	298	343
120	207	227	244	278	315	348	398
150	236	259	273	304	358	401	459
185	268	295	309	349	409	460	523
240	315	346	362	410	480	545	618
300	360	396	414	468	549	631	713

Nota: Tabla C.52.1 bis 2 extraída de la norma UNE-HD 60364-5-52

**Tabla XXVII**

Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en el aire

Temperatura ambiente <sup>a</sup> °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral <sup>a</sup>	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	0,65	-	0,70
70	-	0,58	-	0,65
75	-	0,50	-	0,60
80	-	0,41	-	0,54
85	-	-	-	0,47
90	-	-	-	0,40
95	-	-	-	0,32

Nota: Tabla B.52.14 extraída de la norma UNE-HD 60364-5-52



**Tabla XXVIII**

Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles

Punto	Disposición (En contacto)	Número de circuitos o de cables multipolares											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
2	Capa única sobre pared, suelo o sistemas de bandejas de cables sin perforar	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multipolares		
3	Capa única fijada directamente bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61			
4	Capa única sobre sistemas de bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
5	Capa única sobre sistemas de bandejas de escalera, o bridas de amarre, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

Nota: Tabla B.52.17 extraída de la norma UNE-HD 60364-5-52

**Tabla XXIX**

Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	–
185	50	63	75	–	–
240	50	75	–	–	–

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	≤ 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	–

Nota: Tabla 2 y 9 del ITC-BT-21 extraídas del REBT [10]

## 7.4. Protecciones

Las protecciones tanto para la parte de corriente continua como para la de corriente alterna, son una parte muy importante de la instalación a la hora de evitar todo tipo de accidentes. Se debe considerar protecciones frente a contactos directos e indirectos, sobretensiones y sobrecargas y sobreintensidades en la parte tanto de corriente continua como de corriente alterna.

Según el IDAE el sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos y la instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones [9].

En la instalación los cables están suficientemente sobredimensionados para no provocar ningún daño y todos los equipos cuentan con sus protecciones internas por lo que se ha decidido instalar dos tipos de protección.

En primer lugar, cada una de las líneas de módulos fotovoltaicos asociadas a cada rastreador de los reguladores estarán protegidas con fusibles. Se colocará un cuadro de protecciones de continua con bases portafusibles y fusibles.

Estas protecciones se realizarán mediante fusibles de tubo cerámico 10 x 38 con una intensidad superior a la intensidad máxima admisible del circuito. Según la ICT-BT-40 se debe incrementar un 25 % la intensidad máxima por seguridad.

$$I_n = \text{Intensidad por cadena de módulos} \cdot 125 \% = 13,93 \text{ A} \cdot 1,25 = 17,41 \text{ A}$$

Se selecciona un valor comercial de 20 A, eligiendo el gPV cilíndricos de DF Electric (véase Figura 45) que están desarrollados para aplicaciones fotovoltaicas. Por tanto, habrá doce fusibles, uno por cada línea de paneles, instalados utilizando bases modulares PMX.



Figura 45: Fusible 491635 20 A de DF Electric

Y en segundo lugar, para proteger la salida de cada inversor se instalará un magnetotérmico. Sabiendo que la intensidad de salida de los inversores es de 65 A y aplicando el coeficiente anterior se obtiene una intensidad nominal de:

$$I_n = I_{ca} \cdot 125 \% = 65 A \cdot 1,25 = 81,25 A$$

Al tratarse de un valor muy próximo al anterior que hay comercial se elige dos magnetotérmicos de 80 A. Se selecciona el magnetotérmico Acti9 C120N de Schneider Electric (véase Figura 46).



**Figura 46:** Magnetotérmico Acti9 C120N de Schneider

En cuanto a sobretensiones, tienen origen en sistemas fotovoltaicos cuando se producen descargas atmosféricas sobre las partes altas de la estructura metálica que soporta los paneles. La protección contra esta situación se realizará con el uso de autoválvulas. Estos son unos dispositivos que tienen como objetivo absorber las sobretensiones que se produzcan por descargas atmosféricas ofreciendo una resistencia de tipo inversa, fabricada con óxido de zinc (ZnO) o carburo de silicio (SiC), cuyo valor disminuye al aumentar la tensión que se aplica sobre ella.

Estos elementos se colocarán lo más cerca posible del equipo a proteger, para que pueda derivar a tierra el exceso de tensión originado por la descarga de un rayo.

## 7.5. Puesta a tierra

Según el IDAE Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos [9].

La ITC-BT-40 del REBT, también establece que las instalaciones generadoras deberán estar provistas de un sistema de puesta a tierra que garantice, en todo momento, que las tensiones que se presenten en las masas metálicas no superen los valores que se establecen en la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y

Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación [10].

En este tipo de instalaciones, la puesta a tierra del neutro se realiza según el esquema TT del ITC-BT-08. En el esquema TT, el punto de alimentación, normalmente el neutro, se conecta directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación [10].

En primer lugar, se establece en el ITC-BT-24 que la tensión de defecto debe ser inferior a la tensión límite de contacto, lo que viene expresado de la siguiente forma:

$$R_A \cdot I_A \leq U$$

Siendo la tensión de contacto límite convencional de 24 V en un local o emplazamiento de un conductor, o de 50 V en los demás casos.

Con todo lo anterior, suponiendo que se va a instalar un diferencial con una sensibilidad de 30 mA y que la tensión máxima de contacto es de 24 V al ser una instalación accesible al público, la resistencia de tierra máxima ( $R_{TM}$ ) será de:

$$R_{TM} = \frac{\text{Tensión de contacto máxima}}{\text{Sensibilidad diferencial}} = \frac{24 \text{ V}}{30 \text{ mA}} = 800 \Omega$$

En segundo lugar, se debe estimar la resistividad del terreno. Para determinar aproximadamente la resistencia de tierra se tendrá en cuenta la ITC-BT-18 del REBT, donde se establece las diferentes naturalezas del terreno. A cada tipo de terreno le corresponde un valor de resistividad según la Tabla XXX.

**Tabla XXX**

Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Nota: Tabla 4 del ITC-BT-18 extraída del REBT [10]

El método elegido para la toma tierra es con picas de cobre de 2 metros de longitud enterradas verticalmente, por lo que se aplica la fórmula de pica vertical del ITC-BT-18:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Donde  $\rho$  es la resistividad del terreno en ohmios por metro y la L la longitud de la pica en metros.

Con todo esto, sabiendo que la resistividad del terreno, al tratarse de un terreno cultivable y fértil, es de 50  $\Omega \cdot m$  y que se van a colocar dos picas de 2 metros, la resistencia será de:

$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{50 \Omega \cdot m}{2 \cdot 2 m} = 12,5 \Omega < 800 \Omega$$

Se comprueba que:

$$R_A \cdot I_A \leq U \rightarrow 12,5 \Omega \cdot 30 \text{ mA} \leq 24 \text{ V} \rightarrow 0,375 \text{ V} \leq 24 \text{ V}$$

Como norma general, los electrodos se enterrarán con una separación al menos igual a la longitud del electrodo de referencia, en este caso 2 metros de distancia entre cada pica.

**Tabla XXXI**

Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

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	

Nota: Tabla 1 del ITC-BT-18 extraída del REBT [10]

**Tabla XXXII**

Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

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

Nota: Tabla 2 del ITC-BT-18 extraída del REBT [10]

Los conductores de tierra al estar protegidos contra la corrosión y mecánicamente seguirán las secciones fijadas en la Tabla XXXII.

Al ser la sección del circuito de corriente continua de los módulos inferior a 16 mm<sup>2</sup>, la sección de los cables de protección deberá ser igual a la de las cadenas, es decir, 10 mm<sup>2</sup>. Estos serán de color verde-amarillo siguiendo la normativa del REBT.

## 8. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

### 8.1. Ahorro económico para los 15 primeros años

Para valorar la rentabilidad de la instalación, se realiza una suposición en un intervalo de 15 años para ver en cuanto tiempo se recuperaría la inversión. Para esto se van a suponer dos factores. Por un lado, el consumo de la empresa será constante e igual al primer año que se sitúa en 33621,53 kWh/año según la Tabla XV y, por otro lado, que el coste de la electricidad se mantiene también constante e igual al actual de 2023. El rango de este coste basándose en las facturas de la empresa, considerando la tarifa de

la potencia contratada, el alquiler del contador y los impuestos correspondientes, se sitúa entre 0,4 €/kWh y 0,45 €/kWh.

Con estas suposiciones se obtiene la Tabla XXXIII que indica el ahorro económico estimado con estos factores en los primeros 15 años de la instalación.

**Tabla XXXIII**  
Dinero ahorrado en los primeros 15 años

Año	Consumo anual kWh	Coste kWh	Dinero ahorrado	Dinero acumulado
1	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	14.121,04 €
2	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	28.242,09 €
3	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	42.363,13 €
4	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	56.484,17 €
5	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	70.605,21 €
6	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	84.726,26 €
7	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	98.847,30 €
8	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	112.968,34 €
9	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	127.089,38 €
10	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	141.210,43 €
11	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	155.331,47 €
12	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	169.452,51 €
13	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	183.573,55 €
14	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	197.694,60 €
15	33621,53	0,42 €	14.121,04 €	211.815,64 €

Nota: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que se ha obtenido un presupuesto con IVA de 145.473,64 € en el documento correspondiente, se estima que la inversión se recuperaría al principio del undécimo año. Además, se prevé que para el año 15 será necesario realizar un cambio de baterías y posiblemente de otros dispositivos, a excepción de los paneles solares. Sin embargo, se estima un margen hasta ese año de 66.342 €, el cual es suficiente para que el recambio de estos equipos sea rentable.

## 8.2. Subvenciones

Según la Sede electrónica de la Administración Pública de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM) hay hasta seis tipos de programas de incentivos para instalaciones de autoconsumo energético que depende principalmente del tipo de instalación y el sector de la sociedad que se lleva a cabo [12]. Estas subvenciones vienen del fondo Next Generation creado por la Unión Europea.

La empresa al ser una persona jurídica que se encuentra en el grupo F de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) se sitúa dentro del programa de incentivos 1, 2 y 3. Concretamente, se posiciona en el programa 1 y 2, ya que, es

una nueva instalación fotovoltaica que incorpora almacenamiento. Con todo esto, las instalaciones fotovoltaicas aisladas entran dentro del plan de ayudas incluyendo tanto la instalación como el almacenamiento.

Para esta instalación en particular, se recibiría una cuantía que oscilará entre el 15 % y el 45 % del coste subvencionable. El porcentaje exacto variará dependiendo de varios factores determinados por la administración pública.

Suponiendo el escenario mínimo y máximo sobre el presupuesto sin incluir el IVA, se obtendrían las siguientes cantidades:

$$\text{Ayuda mínima} = 120.226,15 \text{ €} \cdot 15 \% = 18.033,92 \text{ €}$$

$$\text{Ayuda máxima} = 120.226,15 \text{ €} \cdot 45 \% = 54.101,78 \text{ €}$$

Basándose en el apartado anterior, se estima que con la ayuda mínima, la inversión se recuperaría al principio del décimo año. Por otro lado, con la ayuda máxima, se espera que comience a ser rentable hacia mediados del séptimo año.

### 8.3. Coste del vatio pico

Para conocer si el coste de la instalación se sitúa en unos precios de mercado razonable, se calcula el coste por vatio pico. Este se obtiene del presupuesto sin IVA propuesto de la instalación entre la potencia instalada.

$$\text{Coste por } W_p = \frac{\text{Coste total}}{\text{Potencia instalada}} = \frac{120.226,15 \text{ €}}{54000 \text{ W}} = 2,23 \text{ euros}/W_p$$

Se obtiene un coste por  $W_p$  de 2,23 € y se puede afirmar que se encuentra en el rango razonable de mercado situado entre los 2 €/W<sub>p</sub> y 3,5 €/W<sub>p</sub>.

## 9. EVALUACIÓN AMBIENTAL

### 9.1. Objetivos de desarrollo sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una serie de compromisos y metas aceptadas por todos los países miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2015. Estos forman parte de la Agenda 2030 y tienen la finalidad de enfrentar los distintos retos sociales, económicos y ambientales del planeta. Se consta de un total de 17 ODS que cubren diversas áreas.

Este proyecto aborda de manera concreta tres de los ODS que se describen en la página oficial de la ONU [13]:

Objetivo 7 (Figura 47): “Garantizar el acceso a una energía asequible, seguro, sostenible y moderna”.

Este objetivo busca contribuir con los desafíos que competen a la energía, que incluyen el fomento del uso de tecnologías limpias y la eficiencia energética, así como permitir y



ayudar el acceso a fuentes de energía sostenibles y modernas a todo el mundo. El proyecto contribuye directamente con este propósito al proporcionar una fuente de energía limpia y renovable como es la energía solar fotovoltaica.



**Figura 47:** Logotipo ODS 7

Nota: Figura obtenida de la página oficial de Naciones Unidas [13]

Objetivo 12 (Figura 48): “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”.

Este objetivo busca fomentar una producción y consumo de energía que sea responsable con el medioambiente, ayudando a minimizar la contaminación y el impacto ambiental, promoviendo la eficiencia del uso de los recursos disponibles. El proyecto contribuye directamente con este propósito al desarrollar un consumo y una producción de energía sostenibles y aprovechando un recurso prácticamente ilimitado como es la energía solar.



**Figura 48:** Logotipo ODS 12

Nota: Figura obtenida de la página oficial de Naciones Unidas [13]

Objetivo 13 (Figura 49): “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”.

Este objetivo busca tomar todas las medidas necesarias para hacer frente al cambio climático, como la realización de acciones para reducir la contaminación, concienciar a la población y adaptarse a los impactos que sean irreversibles. El proyecto contribuye directamente con este reto al utilizar una energía limpia, en vez de combustibles fósiles, ayudando así a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que combate directamente contra el cambio climático.



**Figura 49:** Logotipo ODS 13

Nota: Figura obtenida de la página oficial de Naciones Unidas [13]

## 9.2. Huella de carbono

La generación de electricidad mediante energía solar fotovoltaica supone un ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>. Las emisiones del *mix* de la red eléctrica española son publicadas por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), el 3 de mayo de 2023, este dictamina que la energía producida en 2022 produjo 273 gramos de CO<sub>2</sub> por kWh [14].

A las energías renovables se les asigna un valor de emisiones de CO<sub>2</sub> porque, aunque en la producción de electricidad no emiten CO<sub>2</sub>, si se emite en función de los gastos de energía que se emplea en fabricar los componentes y en labores de transporte o de instalación, Este valor se estima por la Red Eléctrica de España entorno al 35 g de CO<sub>2</sub>/kWh para la energía solar fotovoltaica.

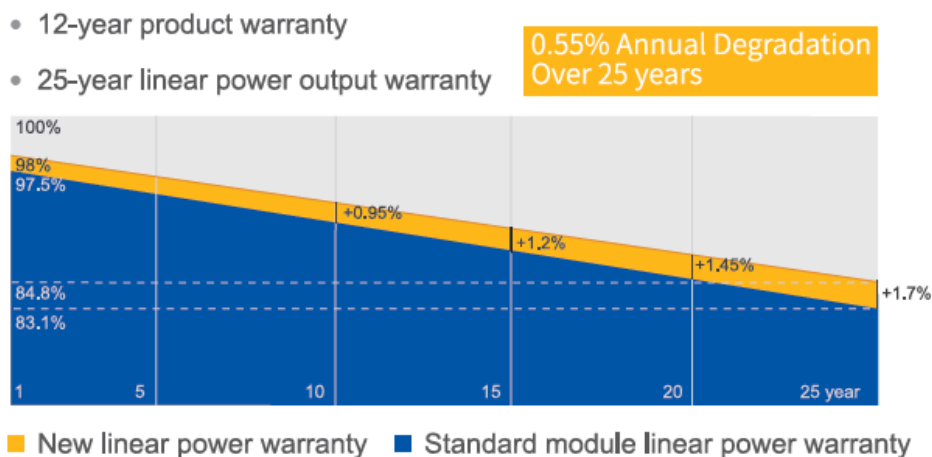
La cantidad de energía producida en una determinada zona se obtiene a partir de las horas solares pico por año (HSP), que en la Región de Murcia, según la Agencia Local de Energía de Murcia (ALEM) [15], tiene un valor con pérdidas de aproximadamente 1518 horas al año. Como la potencia pico instalada es de 54 kW se obtiene una producción en el primer año de:

$$\text{Producción primer año} = W_p \cdot HSP = 54 \text{ kW} \cdot 1518 \text{ horas} = 81\,972 \text{ kWh}$$

Con la instalación del proyecto se consigue una producción en el primer año de 81972 kWh por lo que el ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> con respecto al *mix* energético español es de:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro emisiones CO}_2 &= 81\,972 \text{ kWh} \cdot (273 \text{ g CO}_2/\text{kWh} - 35 \text{ g CO}_2/\text{kWh}) = \\ &= 19\,509\,336 \text{ g de CO}_2/\text{primer año} = 19\,509,3 \text{ kg de CO}_2/\text{primer año} \end{aligned}$$

Si se plantea el cálculo para un periodo 25 años las emisiones de CO<sub>2</sub> es importante tener en cuenta que habrá que descontar las pérdidas de eficiencia de los módulos fotovoltaicos para obtener la energía real producida. Este valor es una garantía que proporciona el fabricante. Para el panel solar JAM66S30-500/MR, según muestra la Figura 50, el fabricante indica que se produce una degradación anual lineal del 0,55 % durante los primeros 25 años, con un máximo del 16,9 %.



**Figura 50:** Garantía del rendimiento del panel solar JAM66S30-500/MR

Nota: Figura extraída de la ficha técnica de JA Solar (véase Anexo I)

Por tanto, la producción generada en los 25 primeros años será la potencia pico instalada por las horas solares pico en 25 años, contando las pérdidas en esos primeros años:

$$\begin{aligned} \text{kWh generados en 25 años} &= W_p \cdot HSP \cdot \text{Pérdidas} \cdot 25 \text{ años} = \\ &= 54 \text{ kW} \cdot 1518 \text{ horas/año} \cdot 0,92 \cdot 25 \text{ años} = 1\,885\,356 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta los kWh generados en 25 años calculados y considerando que el *mix* energético tiene el mismo nivel de emisiones que en 2022, se ahorraría:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro emisiones CO}_2 \text{ en 25 años} &= \\ &= 1\,885\,356 \text{ kWh} \cdot (273 \text{ g CO}_2/\text{kWh} - 35 \text{ g CO}_2/\text{kWh}) = \\ &= 448\,714\,728 \text{ g de CO}_2 = 448\,714,7 \text{ kg de CO}_2 \end{aligned}$$

Para completar el cálculo se puede comparar con otro tipo de tecnología como es el ciclo combinado. La Red Eléctrica de España sitúa que el factor de emisión en 2020 de

las centrales de ciclo combinado es de 370 g CO<sub>2</sub>/kWh [16], por lo que el ahorro conseguido es de:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro emisiones CO}_2 &= 81\,972 \text{ kWh} \cdot (370 \text{ g CO}_2/\text{kWh} - 35 \text{ g CO}_2/\text{kWh}) = \\ &= 27\,460\,620 \text{ g de CO}_2/\text{primer año} = 27\,460,6 \text{ kg de CO}_2/\text{primer año} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ahorro emisiones CO}_2 \text{ en 25 años} \\ &= 1\,885\,356 \text{ kWh} \cdot (370 \text{ g CO}_2/\text{kWh} - 35 \text{ g CO}_2/\text{kWh}) = \\ &= 631\,594\,260 \text{ g de CO}_2 = 631\,594,2 \text{ kg de CO}_2 \end{aligned}$$

Con la aportación de la energía solar fotovoltaica se consigue disminuir la producción en este tipo de centrales lo que conlleva a un ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> elevado.

## 10. CONCLUSIÓN

Este proyecto ha descrito el proceso de diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una empresa dedicada al sector de la construcción, considerando diversas soluciones alternativas. Se ha seleccionado la solución que incorpora regulador maximizador, mediante el cual se logra maximizar la eficiencia y la producción de energía de los módulos fotovoltaicos, y el acople de los grupos electrógenos que permite la reducción de los días de autonomía de la batería. Esto se traduce en una gran disminución del coste en la parte más cara de la instalación. Por otra parte, se ha llevado a cabo una estimación del consumo energético de la empresa identificando adecuadamente sus necesidades energéticas. Esto ha permitido el diseño de la red de baja tensión de energía solar, especificando todos los equipos comerciales requeridos, y se ha establecido un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar su funcionamiento.

Además, se ha realizado una evaluación de la recuperación de la inversión, teniendo en cuenta los ahorros que produce la instalación y las ayudas y subvenciones otorgadas en Europa. También se ha determinado la gran cantidad de ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> que se consigue con esta instalación en comparación con el *mix* energético español y en concreto con el ciclo combinado.

De todo lo anterior se concluye que la implementación de esta instalación supone un aporte de valor al diseño de las instalaciones fotovoltaicas aisladas, pues proporciona una descripción detallada de los pasos a seguir para una correcta implementación.

Una posible línea futura para ampliar el proyecto consiste en considerar la implementación de un completo sistema de monitoreo de la instalación que permita el control y el seguimiento continuo de la eficiencia y desempeño de todos los dispositivos. Gracias a ello, se podrían identificar posibles problemas y optimizar aún más la operación de la instalación en un futuro.

En definitiva, se puede afirmar que se han cumplido satisfactoriamente todos los objetivos establecidos en este proyecto, logrando con esta instalación mejorar la eficiencia energética y reducir los costes operativos a largo plazo de la empresa, además de contribuir al medio ambiente con una fuente de energía limpia y sostenible.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] SolarPower Europe, "Home", (s.f.). [En línea]. Disponible en: <https://www.solarpowereurope.org/>. [Accedido: 1-jun-2023].
- [2] L. D. Femmine, "La pandemia hunde el precio de la electricidad a su menor nivel en más de 15 años", *El País*, 2021.
- [3] I. F. Agencias, "España cierra un año de máximos históricos en el precio de la luz con la electricidad a cero euros", *El País*, 2022.
- [4] Operador del Mercado Ibérico de Energía, "OMIEData", (s.f.). [En línea]. Disponible en: <https://www.omie.es/es/publicaciones/informe-anual>. [Accedido: 26-abr-2023].
- [5] Google, "Google Earth", (s.f.). [En línea]. Disponible en: <https://earth.google.com/web/>. [Accedido: 25-abr-2023].
- [6] Sede Electrónica del Catastro, "Cartografía", (s.f.). [En línea]. Disponible en: <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?buscar=S>. [Accedido: 25-abr-2023].
- [7] Agencia Estatal de Meteorología, "Portada", (s.f.). [En línea]. Disponible en: <https://www.aemet.es/es/portada>. [Accedido: 17-may-2023].
- [8] Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), "Interactive tools", (s.f.). [En línea]. Disponible en: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/). [Accedido: 16-may-2023].
- [9] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), "Instalaciones de energía solar fotovoltaica. Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red", *IDAE*, 2009.
- [10] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, "Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC", (s.f.). [En línea]. Disponible en: [https://www.boe.es/biblioteca\\_juridica/codigos/codigo.php?id=326&modo=2&mp;nota=0](https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?id=326&modo=2&mp;nota=0). [Accedido: 20-may-2023].
- [11] Red Eléctrica de España, "REData", (s.f.). [En línea]. Disponible en: <https://www.ree.es/es/datos/generacion>. [Accedido: 23-may-2023].
- [12] Sede electrónica de la Administración Pública de la C.A.R.M., "Subvenciones para instalaciones de autoconsumo energético en los sectores servicios y otros sectores productivos, sector residencial, las administraciones públicas y tercer sector y aplicaciones térmicas en el sector residencial", (s.f.). [En línea]. Disponible en: [https://sede.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=3683&IDTIPO=240&RASTRO=c\\$m40288](https://sede.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=3683&IDTIPO=240&RASTRO=c$m40288). [Accedido: 25-may-2023].
- [13] Naciones Unidas, "Objetivos y metas de desarrollo sostenible", (2015). [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>. [Accedido: 25-may-2023].

- [14] Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), "Acuerdos sobre etiquetado de electricidad", (s.f.). [En línea]. Disponible en: <https://gdo.cnmc.es/CNE/accesoAcuerdoEtiquetado.do>. [Accedido: 26-may-2023].
- [15] Agencia Local Energía Murcia (ALEM), "Inicio", (s.f.). [En línea]. Disponible en: <https://www.energiamurcia.es/>. [Accedido: 26-may-2023].
- [16] Red Eléctrica de España, "Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la generación de electricidad en España", *REE*, 2020.

## Fuentes de las imágenes

- Figura 7: <https://es.msi.com/All-in-One-PC/PRO-24X-10M>
- Figura 8: <https://www.brother.es/impresoras/impresoras-inyeccion-tinta>
- Figura 9: <https://www.hp.com/es>
- Figura 10: <https://www.rexeurope.com/es-es>
- Figura 11: <https://www.siemens-home.bsh-group.com/es/catalogo>
- Figura 12: <https://www.samsung.com/cl/support/model/MS23F301TAK/ZS/>
- Figura 13: <https://www.samsung.com/es/refrigerators/top-mount-freezer>
- Figura 14: <https://www.junkers-bosch.es/inicio>
- Figura 15: <https://es.mitsubishielectric.com/es>
- Figura 16: <https://www.blackanddecker.es>
- Figura 17: <https://www.bosch-professional.com/es/es/products>
- Figura 18: <https://www.simasa.es/cortadoras-materiales-construccion/madera/>
- Figura 19: <https://hikoki-powertools.es/es/178-sierras-sablecaladorascirculares>
- Figura 20: <https://esab.com/es>
- Figura 21: <https://toyota-forklifts.es>
- Figura 22: <https://expertclima.es>
- Figura 23: <https://www.hommaxsistemas.com/es>
- Figura 24: <https://www.philips.es>
- Figura 25: <https://www.philips.es>
- Figura 26: <https://www.philips.es>
- Figura 31: <https://www.must-solar.es/must-solar-pc1500b/>
- Figura 45: <https://www.dfelectric.es>
- Figura 46: <https://www.se.com/es/es/product/A9N18361>



PROYECTO FIN DE CARRERA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL  
DISEÑO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y  
AUTOMÁTICA

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
AISLADA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL EN EL  
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

ANEXO I: FICHAS TÉCNICAS



## ÍNDICE

1.	FICHA TÉCNICA JAM66S30 480-505/MR JA SOLAR .....	86
2.	FICHA TÉCNICA MPPT RS SMARSOLAR VICTRON ENERGY .....	88
3.	FICHA TÉCNICA BATERÍAS FORMULA STAR SOLAR .....	90
4.	FICHA TÉCNICA INVERSOR/CARGADOR QUATTRO VICTRON ENERGY .....	91
5.	FICHA TÉCNICA GENERADORES ELÉCTRICOS HYUNDAI .....	93
6.	FICHA TÉCNICA CABLES PRYSMIAN PRYSOLAR - H1Z2Z2-K.....	94
7.	FICHA TÉCNICA CABLES PRYSMIAN AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K .....	97



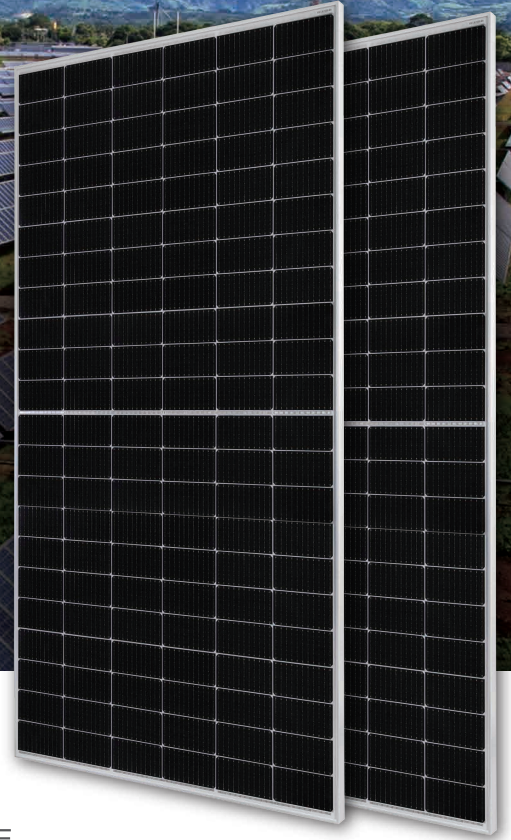
## DEEP BLUE 3.0

Mono

505W MBB Half-cell Module  
JAM66S30 480-505/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

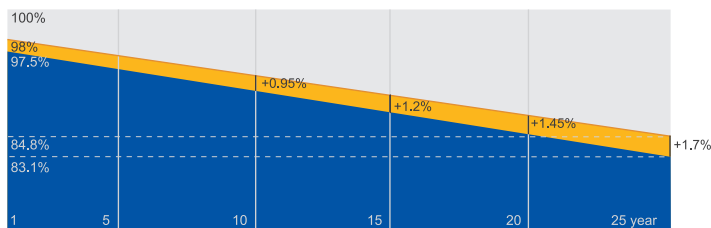


Better mechanical loading tolerance

### 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

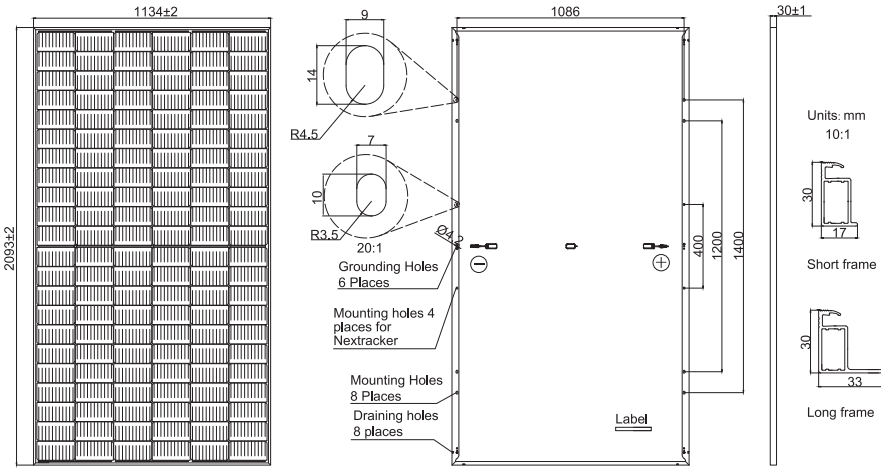
### Comprehensive Certificates

- 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 62941:2019 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Quality system for PV module manufacturing



**MECHANICAL DIAGRAMS**

**SPECIFICATIONS**



Remark: customized frame color and cable length available upon request

Cell	Mono
Weight	26.3kg
Dimensions	2093±2mm×1134±2mm×30±1mm
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	132(6×22)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	MC4-EVO2/QC 4.10-35
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 200mm(+)/300mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	36pcs/Pallet 792pcs/40HQ Container

**ELECTRICAL PARAMETERS AT STC**

TYPE	JAM66S30 -480/MR	JAM66S30 -485/MR	JAM66S30 -490/MR	JAM66S30 -495/MR	JAM66S30 -500/MR	JAM66S30 -505/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	480	485	490	495	500	505
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	45.07	45.20	45.33	45.46	45.59	45.72
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	37.62	37.81	37.99	38.17	38.35	38.53
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 [%]	20.2	20.4	20.6	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.

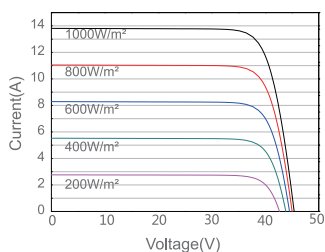
**ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT**

**OPERATING CONDITIONS**

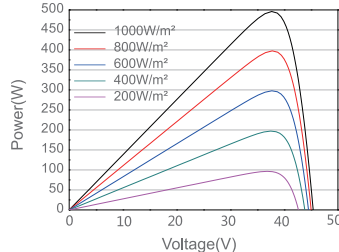
TYPE	JAM66S30 -480/MR	JAM66S30 -485/MR	JAM66S30 -490/MR	JAM66S30 -495/MR	JAM66S30 -500/MR	JAM66S30 -505/MR	OPERATING CONDITIONS	
Rated Max Power(Pmax) [W]	363	367	370	374	378	382	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	42.15	42.30	42.43	42.58	42.72	42.86	Operating Temperature	-40°C~+85°C
Max Power Voltage(Vmp) [V]	35.54	35.67	35.76	35.84	35.93	36.02	Maximum Series Fuse Rating	25A
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.99	11.06	11.13	11.20	11.27	11.34	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]	10.21	10.28	10.36	10.44	10.52	10.60	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
*For NexTracker installations, Maximum Static Load, Front is 2400Pa while Maximum Static Load, Back is 2400Pa.							Fire Performance	UL Type 1

**CHARACTERISTICS**

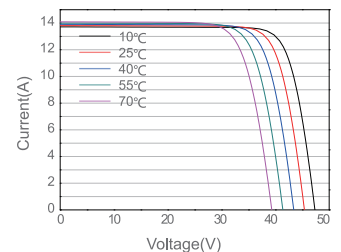
Current-Voltage Curve JAM66S30-495/MR



Power-Voltage Curve JAM66S30-495/MR



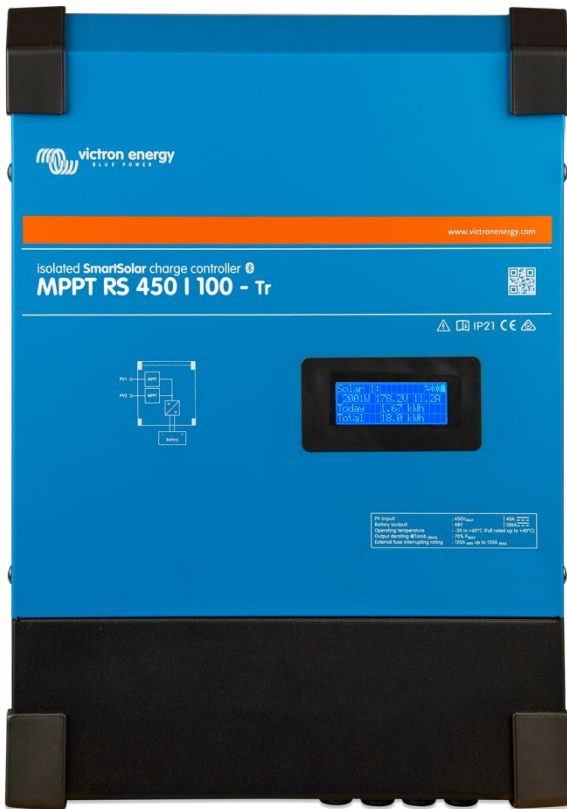
Current-Voltage Curve JAM66S30-495/MR



# MPPT RS SmartSolar 450|100 y 450|200 - Aislado

Controlador de carga solar 5,76 kW y 11,52 kW con entrada FV de 450 V

[www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com)



MPPT RS SmartSolar 450|100

## Controlador de carga solar con Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

El MPPT RS SmartSolar es un controlador de carga solar de 48 V con una entrada FV de hasta 450 VCC PV y una salida de 100 A o 200 A. Se usa en aplicaciones solares aisladas y conectadas a la red en las que se requiere máxima potencia de carga de la batería.

## Varias entradas de seguimiento MPPT independientes

Con varios rastreadores de MPPT, se puede optimizar el diseño de sus paneles solares para obtener el máximo rendimiento en una ubicación concreta.

## Conexiones FV aisladas para más seguridad

El aislamiento galvánico completo entre las conexiones de la batería y FV proporciona seguridad adicional a todo el sistema.

## Amplio rango de tensión MPPT

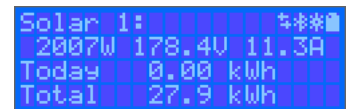
Rango operativo de entre 80 y 450 VCC FV con una tensión de arranque de 120 VCC FV.

## Ligero, eficiente y silencioso

Gracias a su tecnología de alta frecuencia y a su nuevo diseño, el modelo de 100 A de este potente cargador solo pesa 7,9 kg. Además, tiene una eficiencia excelente, bajo consumo de energía en reposo y un funcionamiento muy silencioso.

## Pantalla y Bluetooth

La pantalla muestra parámetros de la batería y del controlador. Se puede acceder a estos parámetros con un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth. Además, se puede usar Bluetooth para configurar el sistema y cambiar los parámetros con VictronConnect.



## Vigilancia de la resistencia al aislamiento fotovoltaico para estar tranquilo con tensiones más altas

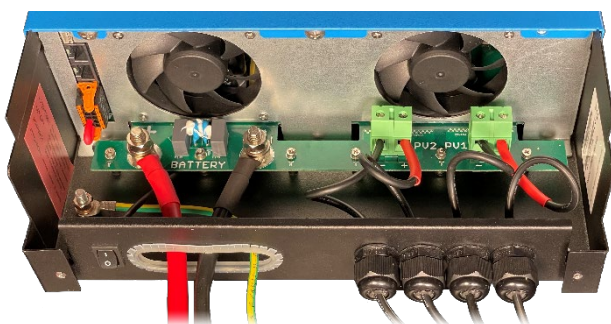
El MPPT RS vigila continuamente el conjunto FV y puede detectar si hay fallos que reduzcan el aislamiento de los paneles hasta niveles poco seguros.

## Puerto VE.Can y VE.Direct

Permite conectarlo a un dispositivo GX para seguimiento del sistema, registro de datos y actualizaciones de firmware a distancia. El VE.Can permite conectar hasta 25 unidades juntas en paralelo y sincronizar sus procesos de carga.

## Conexiones I/O

Conexiones de relé programable, sensor de temperatura, auxiliar, entrada digital y sensor de tensión. La entrada remota puede aceptar el smallBMS de Victron y otros tipos de BMS con señal para permitir la carga.



Interior del MPPT RS SmartSolar 450|100

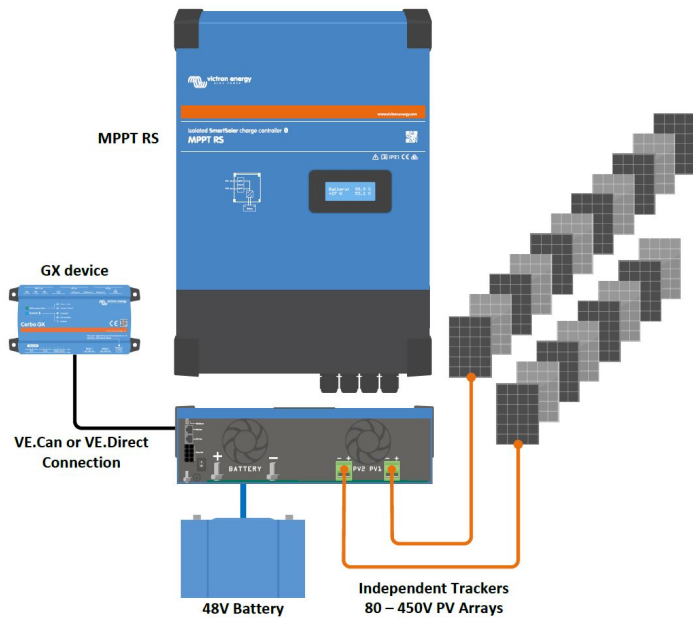
## Configuración y control con VictronConnect →

La conexión integrada Bluetooth Smart permite un rápido seguimiento y ajuste de la configuración.

El historial de 30 días integrado muestra el rendimiento de cada uno de los rastreadores MPPT.

Pruebe la demo de VictronConnect para ver todo el rango de configuraciones y opciones de pantalla con datos de muestra.



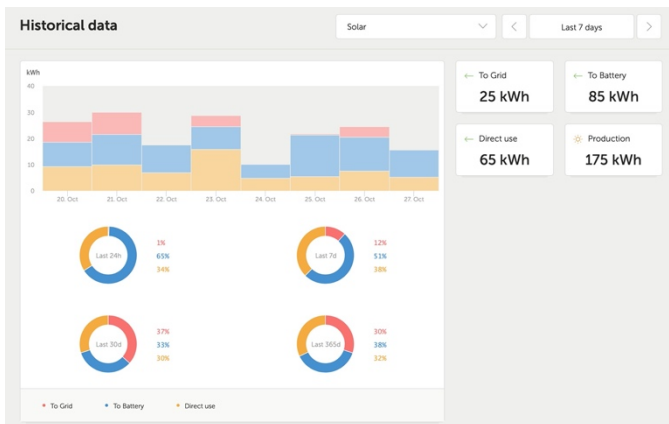
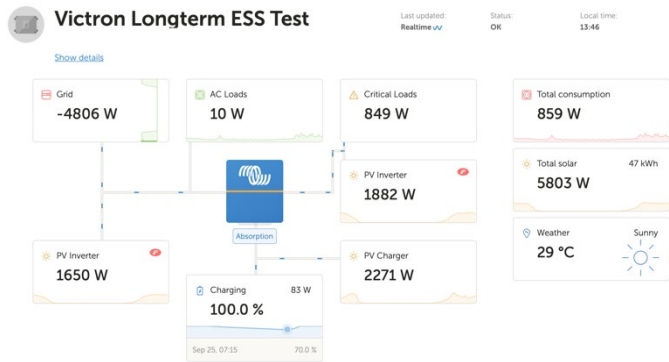


### Diagrama de ejemplo de sistema

El MPPT RS de 100 A combinado con un dispositivo GX, cargando una batería de 48 V con dos cadenas FV solares separadas.

### Portal VRM

Cuando el MPPT RS esté conectado a un dispositivo GX con conexión a Internet, o al GlobalLink 520 con conectividad 4G integrada, podrá acceder a nuestro sitio web gratuito de seguimiento a distancia (VRM). Le mostrará todos los datos de su sistema en un completo formato gráfico. Se pueden recibir alarmas por correo electrónico.



MPPT RS SmartSolar aislado	450 100	450 200
<b>CARGADOR</b>		
Tensión de la batería	48 V	
Corriente de carga nominal	100 A	200 A
Potencia de carga máxima	5,8 kW a 57,6 V	11,5 kW a 57,6 V
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 57,6 V (regulable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 55,2 V (regulable)	
Rango de tensión programable	Mínima: 36 V Máxima: 62 V	
Algoritmo de carga	Adaptativo multifase (regulable)	
Sensor de temperatura de la batería	Incluido	
Eficiencia máxima	96 %	
Autoconsumo	15 mA	

<b>SOLAR</b>		
Tensión FV CC máxima	450 V	
Tensión de arranque	120 V	
Rango de tensión de trabajo del MPPT	80 - 450 V <sup>(1)</sup>	
Número de rastreadores	2	4
Máxima corriente de entrada operativa FV	18 A por rastreador	
Máxima corriente de corto circuito FV <sup>(2)</sup>	20 A por rastreador	
Tamaño máximo del conjunto FV por rastreador <sup>(3)</sup>	7200 Wp (450 V x 20 A) <sup>(3)</sup>	
Nivel de fallo del aislamiento FV <sup>(4)</sup>	100 kΩ	


<b>GENERAL</b>	
Funcionamiento en paralelo sincronizado	Sí, hasta 25 unidades con VE.Can
Relé programable <sup>(5)</sup>	Sí
Protección	Polaridad inversa FV Cortocircuito de salida Sobretensión
Comunicación de datos	Puerto VE.Direct, puerto VE.Can y Bluetooth <sup>(6)</sup>
Puerto de entrada analógico/digital de uso general	Sí, 2
On/Off remoto	Sí
Rango de temperatura de trabajo	-40 a +60°C (refrigerado por ventilador)
Humedad (sin condensación)	máx. 95%

<b>CARCASA</b>	
Material y color	acero, azul RAL 5012
Grado de protección	IP21
Conexión de la batería	Pernos M8
Peso	7,9 kg      13,7 kg
Dimensiones (al x an x p) en mm	440 x 313 x 126      487 x 434 x 146

<b>NORMAS</b>	
Seguridad	EN-IEC 62109-1, EN-IEC 62109-2


- 1) El rango de funcionamiento del MPPT está limitado por la tensión de la batería - VOC FV no debe superar la tensión de flotación de la batería multiplicada por 8. Por ejemplo, para una tensión de flotación de 52,8 V, sería una VOC FV máxima de 422,4 V. Para más información, consulte el manual del producto.
- 2) Una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de que el conjunto FV se haya conectado con polaridad inversa.
- 3) Máximo de 450 Voc resulta en 360 Vmpm aprox., por lo que el conjunto FV máximo es de aprox. 360 V x 20 A = 7200 Wp
- 4) El MPPT RS comprobará si hay suficiente aislamiento resistivo entre FV+ y GND y FV- y GND. En caso de resistencia inferior al umbral, la unidad dejará de cargar, mostrará el error y enviará la señal de error al dispositivo GX (si está conectado) para que se envíe una notificación sonora y por correo electrónico.
- 5) Relé programable que puede configurarse como alarma general, subtensión CC o función de arranque/parada del generador. Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 VCC y 1 A hasta 70 VCC
- 6) Actualmente el MPPT RS no es compatible con las redes VE.Smart

**Monoblock 12V Solar Plomo-Ácido Abierto (VLA)**

FS SOLAR	Modelo	V	Capacidad Ah C100	Medidas máx. (mm)		
				Largo	Ancho	Alto
<b>FORMULA STAR SOLAR</b>						
	<b>FS 70 SOLAR</b>	12	66	242	175	190
	<b>FS 80 SOLAR</b>	12	80	278	175	190
	<b>FS 110 SOLAR</b>	12	105	353	175	190
	<b>FS 155 SOLAR</b>	12	155	513	189	223
	<b>FS 200 SOLAR</b>	12	200	513	223	223
	<b>FS 260 SOLAR</b>	12	260	518	276	242


**Elementos 2V Estacionario-Solar Plomo-Ácido Abierto (VLA)**

- De acuerdo a la normativa DIN 40736-1 (Elementos OPzS), IEC 60896-11, IEC 62485-2 e IEC 61427.
- Placa positiva tubular. Mantenimiento mínimo gracias al bajo contenido en antimonio y una mayor reserva de electrolito.
- Clasificación Eurobat: Long Life (diseño de vida de 20 años a 20°C). Contenedor transparente de SAN
- 2.400 ciclos de vida al 60% de profundidad de descarga a 20°C.

Foto producto	Modelo	Descripción	Capacidad (Ah) C10 (1,8 V/Elm, 20°C)	Capacidad (Ah) C100	Medidas máx. (mm)			Peso Kg
					Largo	Ancho	Alto	
	<b>FS 100</b>	2 OPzS 100	126	184	103	206	380	13,8
	<b>FS 150</b>	3 OPzS 150	180	258	103	206	380	15,7
	<b>FS 200</b>	4 OPzS 200	215	296	103	206	380	17,5
	<b>FS 250</b>	5 OPzS 250	270	373	124	206	380	21,4
	<b>FS 300</b>	6 OPzS 300	324	448	145	206	380	25,7
	<b>FS 350</b>	5 OPzS 350	396	544	124	206	496	28,4
	<b>FS 420</b>	6 OPzS 420	474	651	145	206	496	33,5
	<b>FS 490</b>	7 OPzS 490	541	739	166	206	496	38,6
	<b>FS 500</b>	5 OPzS 500	609	886	145	206	671	42,0
	<b>FS 600</b>	6 OPzS 600	672	949	145	206	671	45,8
	<b>FS 700</b>	7 OPzS 700	836	1207	191	210	671	60,0
	<b>FS 800</b>	8 OPzS 800	893	1256	191	210	671	63,8
	<b>FS 900</b>	9 OPzS 900	1028	1458	233	210	671	73,0
	<b>FS 1000</b>	10 OPzS 1000	1114	1565	233	210	671	78,2
	<b>FS 1100</b>	11 OPzS 1100	1287	1852	275	210	674	62,4
	<b>FS 1200</b>	12 OPzS 1200	1329	1874	275	210	671	91,3
	<b>FS 1400</b>	11 OPzS 1400	1623	2251	275	210	821	110,5
	<b>FS 1500</b>	12 OPzS 1500	1630	2195	275	210	821	115,1
	<b>FS 1700</b>	14 OPzS 1700	1978	2728	397	212	797	143,3
	<b>FS 1875</b>	15 OPzS 1875	2114	2879	397	212	797	148,9
<b>FS 2000</b>	16 OPzS 2000	2186	2933	397	212	797	154,5	
<b>FS 2250</b>	18 OPzS 2250	2689	3723	487	212	797	184,0	
<b>FS 2500</b>	20 OPzS 2500	2926	4017	487	212	797	201,0	
<b>FS 2750</b>	22 OPzS 2750	3191	4392	576	212	800	153,7	
<b>FS 3000</b>	24 OPzS 3000	3361	4555	576	212	797	230,0	
<b>FS 3250</b>	26 OPzS 3250	3510	4671	576	212	800	175,8	

**Elementos 2V Estacionario-Solar Plomo-Ácido Abierto (VLA)-Recipiente Traslúcido**

- De acuerdo a la normativa EN 50272-2, IEC 60896-11 y IEC 61427.
- Placa positiva tubular. Mantenimiento mínimo gracias a una mayor reserva de electrolito y bajo contenido en antimonio.
- Clasificación Eurobat: Long Life (diseño de vida de 18 años a 20°C). Contenedor de polipropileno translúcido.
- 2.000 ciclos de vida al 60% de profundidad de descarga a 20°C.

Foto producto	Modelo	Capacidad (Ah) C10 (1,8 V/Elm, 20°C)	Capacidad (Ah) C120	Medidas máx. (mm)			Peso Kg
				Largo	Ancho	Alto	
	<b>2 FST 215</b>	146	215	65	198	435	11,5
	<b>3 FST 310</b>	212	310	83	198	435	15,4
	<b>3 FST 390</b>	269	392	83	198	505	18,4
	<b>4 FST 500</b>	348	503	101	198	505	23,3
	<b>5 FST 605</b>	422	605	119	198	505	28,0
	<b>4 FST 720</b>	516	721	101	198	640	30,5
	<b>5 FST 860</b>	622	860	119	198	640	36,9
	<b>6 FST 965</b>	711	969	137	198	640	43,4
<b>7 FST 1270</b>	900	1271	174	198	640	51,6	
<b>8 FST 1380</b>	991	1382	192	198	640	58,1	

# Inversor/cargador Quattro

3kVA - 15kVA

compatible con baterías de Litio-Ion

www.victronenergy.com



**Quattro**  
48/5000/70-100/100



**Quattro**  
48/15000/200-100/100

## Dos entradas CA con conmutador de transferencia integrado

El Quattro puede conectarse a dos fuentes de alimentación CA independientes, por ejemplo a la toma de puerto o a un generador, o a dos generadores. Se conectará automáticamente a la fuente de alimentación activa.

## Dos salidas CA

La salida principal dispone de la funcionalidad “no-break” (sin interrupción). El Quattro se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la toma de puerto/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción.

La segunda salida sólo está activa cuando una de las entradas del Quattro tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo.

## Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 unidades Quattro pueden funcionar en paralelo. Seis unidades 48/10000/140, por ejemplo, darán una potencia de salida de 48kW / 60kVA y una capacidad de carga de 840 amperios.

## Capacidad de funcionamiento trifásico

Se pueden configurar tres unidades para salida trifásica. Pero eso no es todo: hasta 6 grupos de tres unidades pueden conectarse en paralelo para lograr una potencia del inversor de 144 kW/180 kVA y más de 2500 A de capacidad de carga.

## PowerControl - En caso de potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red

El Quattro es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la toma de puerto (hasta 16 A por cada Quattro de 5 kVA a 230 VCA). Se puede establecer un límite de corriente para cada una de las entradas CA. Entonces, el Quattro tendrá en cuenta las demás cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga de baterías, evitando así sobrecargar el generador o la red eléctrica.

## PowerAssist – Refuerzo de la potencia del generador o de la toma de puerto

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión, permitiendo que Quattro complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el Quattro compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

## Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón

El Quattro puede utilizarse en sistemas FV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.

Hay disponible software de detección de falta de suministro.

## Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

## Seguimiento y control in situ

Hay varias opciones disponibles: Monitor de baterías, panel Multi Control, Color Control GX y otros dispositivos, smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

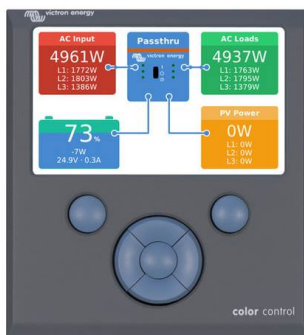
## Seguimiento y control a distancia

Color Control GX y otros dispositivos.

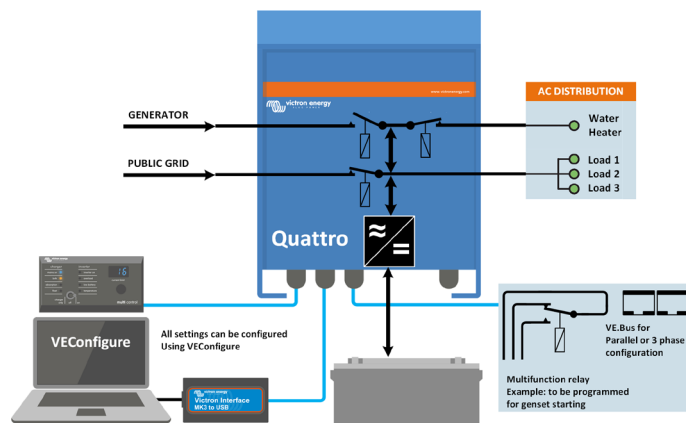
Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

## Configuración a distancia

Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con Color Control GX y otros dispositivos si está conectado a Ethernet.



**Color Control GX con una aplicación FV**



Quattro	12/3000/120-50/50 24/3000/70-50/50	12/5000/220-100/100 24/5000/120-100/100 48/5000/70-100/100	24/8000/200-100/100 48/8000/110-100/100	48/10000/140-100/100	48/15000/200-100/100
PowerControl / PowerAssist	Sí				
Conmutador de transferencia integrado	Sí				
2 entradas CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1				
Corriente máxima de alimentación (A)	2x 50	2x100	2x100	2x100	2x100
<b>INVERSOR</b>					
Rango de tensión de entrada (VCC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida (1)	Tensión de salida: 230 VCA ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1%				
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	3000	5000	8000	10000	15000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	2400	4000	6500	8000	12000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	2200	3700	5500	6500	10000
Potencia cont. de salida a 65° C (W)	1700	3000	3600	4500	7000
Pico de potencia (W)	6000	10000	16000	20000	25000
Eficacia máxima (%)	93 / 94	94 / 94 / 95	94 / 96	96	96
Consumo en vacío (W)	20 / 20	30 / 30 / 35	60 / 60	60	110
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	15 / 15	20 / 25 / 30	40 / 40	40	75
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	8 / 10	10 / 10 / 15	15 / 15	15	20
<b>CARGADOR</b>					
Tensión de carga de 'absorción' (VCC)	14,4 / 28,8	14,4 / 28,8 / 57,6	28,8 / 57,6	57,6	57,6
Tensión de carga de "flotación" (VCC)	13,8 / 27,6	13,8 / 27,6 / 55,2	27,6 / 55,2	55,2	55,2
Modo de almacenamiento (VCC)	13,2 / 26,4	13,2 / 26,4 / 52,8	26,4 / 52,8	52,8	52,8
Corriente de carga de la batería auxiliar (A) (4)	120 / 70	220 / 120 / 70	200 / 110	140	200
Corriente de carga batería arranque (A)	4 (solo modelos de 12 y 24V)				
Sensor de temperatura de la batería	Sí				
<b>GENERAL</b>					
Salida auxiliar (A) (5)	25	50	50	50	50
Relé programable (6)	3x	3x	3x	3x	3x
Protección (2)	a - g				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
Puerto de comunicaciones de uso general	2x	2x	2x	2x	2x
On/Off remoto	Sí				
Características comunes	Temp. de trabajo: -40 a +65 °C Humedad (sin condensación): máx. 95%				
<b>CARCASA</b>					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Grado de protección IP 21				
Conexión a la batería	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)				
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo de 13 mm. <sup>2</sup> (6 AWG)	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6
Peso (kg)	19	34 / 30 / 30	45 / 41	51	72
Dimensiones (al x an x p en mm.)	362 x 258 x 218	470 x 350 x 280	470 x 350 x 280	470 x 350 x 280	572 x 488 x 344
		444 x 328 x 240			
<b>NORMATIVAS</b>					
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-IEC 62109-1				
Emissiones, Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3				
Vehículos de carretera	Modelos de 12 y 24V: ECE R10-4				
Antiisla	Visite nuestra página web				

- 1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita
- 2) Claves de protección:
  - a) cortocircuito de salida
  - b) sobrecarga
  - c) tensión de la batería demasiado alta
  - d) tensión de la batería demasiado baja
  - e) temperatura demasiado alta
  - f) 230 VCA en la salida del inversor
  - g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta

- 3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1
  - 4) A 25 ° C de temperatura ambiente
  - 5) Se desconecta sin hay fuente CA externa disponible
  - 6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como función de alarma general, subtensión CC o arranque del generador
- Capacidad nominal CA 230 V/4 A  
Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 VCC, 1 A hasta 60 VCC

### Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



#### Panel Digital Multi Control

Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



#### Color Control GX y otros dispositivos

Monitorear y controlar, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).

#### Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure™](#))

#### Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a una red electrónica marina NMEA2000. Consulte o [guía de integración NMEA2000 e MFD](#)



#### Monitor de baterías BMV-712 Smart

Utilice un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth para:

- personalizar los ajustes,
- consultar todos los datos importantes en una sola pantalla,
- ver los datos del historial y actualizar el *software* conforme se vayan añadiendo nuevas funciones.



**Mochila VE.Bus Smart**  
Mide la tensión y la temperatura de la batería y permite monitorizar y controlar Multis y Quattros con un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth.



# Generador 1.500 · Monofásico

## Generador 3 y 4 cilindros 50Hz (Refrigerados por agua)



Modelo insonorizado (KSEm)



Modelo abierto (KEm)

	MODELOS MONOFÁSICOS	DHY9K(S)Em	DHY11K(S)Em	DHY13K(S)Em	DHY18K(S)Em	DHY22K(S)Em	DHY28K(S)Em
GENERADOR	Frecuencia (Hz)	50	50	50	50	50	50
	Velocidad Giro (r/min)	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
	Factor de Potencia	1	1	1	1	1	1
	Potencia Nominal - PRP (kW)	8	10	12	16	20	25
	Potencia Emergencia - LTP (kW)	8.8	11	13	18	22	28
	Intensidad Nominal (A)	35	50	59	81	100	127
	Nivel Sonoro ( 7m, 75% carga) (dBA)	66	66	66	67	67	68
	Autonomía al 100%	12	14	14	14	14	14
	Consumo al 100% carga (L/horas)	3,5	4,5	5	6,3	7,8	9,5
	Capacidad refrigerante radiador (L)	10	6,0	7	10,2	10,2	10,2
Capacidad depósito estándar (L)	42	50	100	100	100	100	
MOTOR	Modelo	HY380	HY480	HY485	HY490	HY4100	HY4102
	Potencia nominal a 1500rpm (kW)	11	14	17	21	27	32
	Número de cilindros	3	4	4	4	4	4
	Aspiración	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural
	Capacidad cárter aceite (L)	10	5	6	6	7,5	7,5
DATOS LOGÍSTICOS	Cilindrada (cc)	1.357	1.800	2.200	2.500	3.300	3.600
	Modelo	164C	164D	184E	184F	184G	184H
	Grado de protección	IP23/H	IP23/H	IP23/H	IP23/H	IP23/H	IP23/H
	Peso versión abierta (kg)	365	480	490	505	650	690
	Peso versión Insonorizada (kg)	480	665	760	786	870	1.000
	Dimensiones Versión Abierta (cm)	115x78x91	156x90x98	156x90x98	156x90x98	181x95x102	181x95x102
Dimensiones Versión Insonorizada (cm)	150x76x109	195x90x112	195x90x112	195x90x112	220x95x125	220x95x125	



## PRYSMIAN PRYSOLAR - H1Z2Z2-K



L C I E

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)

Norma diseño: UNE-EN 50618 / IEC 62930

Designación genérica: H1Z2Z2-K

E<sub>ca</sub>

N° DoP 1017844

DESCÁRGATE la DoP  
(declaración de prestaciones)  
<https://es.prysmiangroup.com/dop>



## WET-I 1500

NUEVO

Test Prysmian Group para asegurar el comportamiento del cable inmerso en agua por periodos prolongados.

Simula una situación similar a la que el cable está expuesto en una planta FV.

Condiciones del test:

- 1800 V DC (Máx voltaje)
- Agua a 70 °C
- > 1500 ciclos



No propagación de la llama  
UNE-EN 60332-1-2  
IEC 60332-1-2  
NFC 32070-C2



Libre de halógenos  
IEC 62821-1  
UNE-EN 50525-1



Baja opacidad de humos  
UNE-EN 61034-2  
IEC 61034-2



Máxima Resistencia al agua en dc (AD8 + test especial WET-I 1500)



Resistencia al frío



Cable flexible



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los golpes



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia al ozono



Resistencia al calor húmedo

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (Cable termoestable), +120°C (20 000h).
- Ensayo de tensión durante 5 min: 6500 Vac / 15000 Vdc.

## Reacción al fuego

## Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): E<sub>ca</sub>.
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: UNE-EN 60332-1-2.

## Normativa de fuego completa (incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea):

- No propagación de la llama:  
UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos:  
IEC 62821-1 Anexo B, UNE-EN 50525-1 Anexo B.
- Baja opacidad de humos:  
UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.

## PRYSMIAN PRYSOLAR - H1Z2Z2-K



L C I E

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)  
 Norma diseño: UNE-EN 50618 / IEC 62930  
 Designación genérica: H1Z2Z2-K



## Ensayos adicionales cable PRYSMIAN PRYSOLAR

Vida estimada	30 años *
Protección frente al agua	AD8 (test ac) **
	WET-I 1500
Resistencia a los rayos UVA	EN 50525-2-21 Ensayo mejorado de Prysmian Group específico FV: >1500 ciclos sumergido en agua a 70 °C con la máxima tensión continua (1800 Vdc)
Certificación	IEC 62930 Anexo E; UNE-EN 50618 Anexo E 720 h (360 ciclos)
Servicios móviles	Bureau Veritas LCIE
Doble aislamiento (clase II)	Sí
Temperatura máxima del conductor	Sí
Adecuado para sistemas anti-PID	90 °C (120 °C 20 000 h) 250 °C (cortocircuito)
Máxima tensión de tracción	Tensión máxima eficaz: 1200 V (>906 V) Tensión máxima de pico: 1697 V (>1468 V)
Resistencia al ozono	50 N/mm <sup>2</sup> durante el tendido 15 N/mm <sup>2</sup> en operación (instalado)
Resistencia a ácidos y bases	IEC 62930 Tab.3 según IEC 60811-403; UNE-EN 50618 Tab.2 según UNE-EN 50396 tipo de prueba B
Prueba de contracción	IEC 62930 y UNE-EN 50618 Anexo B 7 días, 23 °C N-ácido oxálico, N-hidróxido sódico (según IEC 60811-404; UNE-EN 60811-404).
Resistencia al calor húmedo	IEC 62930 Tab. 2 según IEC 60811-503; UNE-EN 50618 Tab. 2 según UNE-EN 60811-503 (máxima contracción 2 %)
Resistencia de aislamiento a largo plazo (dc)	IEC 62930 Tab.2 y UNE-EN 50618 Tab.2 1000 h a 90 °C y 85 % de humedad para IEC 60068-2-78, UNE-EN- 60068-2-78
Respetuoso con el medio ambiente	IEC 62821-2; UNE-EN 50395-9 (240 h/85 °C agua /1,8 kVdc)
Ensayo de penetración dinámica	Directiva RoHS 2014/35/UE de la Unión Europea
Doblado a baja temperatura	IEC 62930 Anexo D; UNE-EN 50618 Anexo D
Resistencia al impacto en frío	Doblado y alargamiento a -40 °C según IEC 60811-504 y -505 y UNE-EN 50618 Tab.2 según N 60811-1-4 y UNE-EN 60811-504 y -505
Durabilidad del marcado	Resistencia al impacto a -40 °C según IEC 62930 Anexo C según IEC 60811-506 y UNE-EN 50618 Anexo C según UNE-EN 60811-506

\* Para la estimación de la vida del cable se utilizó el ensayo de durabilidad térmica según la IEC 60216.

\*\* La condición AD8 habitual es una autodeclaración de fabricante sin norma de referencia. Declara la posibilidad de funcionamiento del cable permanentemente sumergido pero el ensayo habitual está pensado para corriente alterna y hasta 450/750 V de tensión asignada del cable. Situación muy alejada de la realidad de las instalaciones fotovoltaicas. Los cables de Prysmian superan el ensayo especial WET-I 1500 a 1800 V en corriente continua.

## Construcción

## 1. Conductor

**Metal:** cobre recocido estañado.

**Flexibilidad:** flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:**

90 °C (120 °C, por 20 000 h). 250 °C en cortocircuito.

## 2. Aislamiento

**Material:** compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

## 3. Cubierta

**Material:** compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

**Colores:** negro o rojo.

## Aplicaciones

Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores...). Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos.

Especialmente resistente a la acción del agua (AD8 + test especial para corriente continua WET-I 1500), en instalaciones subterráneas bajo tubo o conducto.

Indicado para el lado de corriente continua en instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico.

Sistemas de corriente continua (ITC-BT 53, UNE-HD 60364-7-712).

## PRYSMIAN PRYSOLAR - H1Z2Z2-K



Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)

Norma diseño: UNE-EN 50618 / IEC 62930

Designación genérica: H1Z2Z2-K



## Datos técnicos

Número de conductores x sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro máximo del conductor (mm) (1)	Diámetro exterior del cable (valor máximo) (mm)	Radio mínimo de curvatura dinámico (mm)	Radio mínimo de curvatura estático (mm)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C (W/km)	Intensidad admisible al aire (2) (A)	Intensidad admisible al aire. T ambiente 60 °C y T conductor 120 °C (3)	Intensidad admisible bajo tubo enterrado (4) (A)	Caída de tensión (V/A km) (2)
1x1,5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	24	27,4
1x2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	32	16,42
1x4	3,0	6,6	26	20	61	5,09	46	55	42	10,18
1x6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	53	6,78
1x10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	70	3,90
1x16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	91	2,48
1x25	7,8	12,5	63	50	286	0,795	140	176	116	1,59
1x35	9,2	14,0	70	56	390	0,565	182	218	140	1,13
1x50	11,0	16,3	82	65	542	0,393	220	276	166	0,786
1x70	13,1	18,7	94	75	742	0,277	282	347	204	0,554
1x95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	241	0,42
1x120	17,0	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	275	0,328
1x150	19,0	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	311	0,264
1x185	21,0	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	348	0,216
1x240	24,0	32,1	193	128	2304	0,0817	617	775	402	0,1634

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar la corriente por 0,85.

→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).

(4) Instalación bajo tubo enterrado con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W y temperatura del terreno 25 °C. XLPE2 con instalación tipo D1 (Cu) (monofásica o continua).

Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C. Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (30 años).

## AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



Tensión asignada: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1



Nº DoP 1003875



DESCÁRGATE la DoP  
 (declaración de prestaciones)  
<https://es.prysmiangroup.com/dop>



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2  
 IEC 60332-1-2



No propagación de incendio  
 UNE-EN 50399  
 UNE-EN 60332-3-24  
 IEC 60332-3-24



Libre de halógenos  
 UNE-EN 60754-2  
 UNE-EN 60754-1  
 IEC 60754-2  
 IEC 60754-1



Baja emisión de gases tóxicos  
 UNE-EN 60754-2  
 NFC 20454, It=1  
 DEF-STAN 02-713



Baja emisión de humos  
 UNE-EN 50399



Baja opacidad de humos  
 UNE-EN 61034-2  
 IEC 61034-2



Baja emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 60754-2  
 IEC 60754-2  
 NFC 20453



Baja emisión de calor  
 UNE-EN 50399



Reducido Desprendimiento De gotas / partículas Inflammadas  
 UNE-EN 50399



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Cable flexible



Resistencia a los rayos ultravioleta



Alta seguridad

- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

## Reacción al fuego

## Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1.
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo:  
 UNE-EN 60332-1-2; UNE-EN 50399;  
 UNE-EN 60754-2; UNE-EN 61034-2.

## Normativa de fuego completa (incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea):

- No propagación de la llama:

UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2

- No propagación del incendio:  
 UNE-EN 50399; UNE-EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos:  
 UNE-EN 60754-2; UNE-EN 60754-1;  
 IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos:  
 UNE-EN 60754-2; NFC 20454; DEF STAN 02-713.
- Baja emisión de humos:  
 UNE-EN 50399.
- Baja opacidad de humos:  
 UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:  
 UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor:  
 UNE-EN 50399.
- Reducido desprendimiento de gotas/partículas inflamadas:  
 EN 50399.

## AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



Tensión asignada: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



### ✓ Máxima pelabilidad

Gracias a la capa especial antiadherente se puede retirar la cubierta fácil y rápidamente. Un importante ahorro de tiempo de instalación.

### ✓ Limpio y ecológico

La ausencia de talco y aceites de silicona permite un ambiente de trabajo más limpio y con menos partículas contaminantes.

## Aplicaciones

Cable de fácil pelado especialmente adecuado para instalaciones en locales de pública concurrencia: salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.

En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings y túneles de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.

En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable: instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc., o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos en edificios o sobre bandejas, etc., o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de construcción.

Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14). -Derivaciones individuales ITC-BT 15) -Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20). -Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28). -Locales con riesgo de incendio o explosión (adecuadamente canalizado) (ITC-BT 29). -Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004. -Edificios en general (Código técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

**NOTA:** para tuneles ferroviarios consultar a Prysmian. La normativa europea exige clase B2<sub>ca</sub>-s1a, d1, a1.

## Construcción

### 1. Conductor

**Metal:** cobre recocido.

**Flexibilidad:** flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### 2. Aislamiento

**Material:** mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.

**Colores:** marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1. Unipolares color natural.

### 3. Elemento separador

Capa especial antiadherente.

### 4. Relleno (si aplica)

**Material:** mezcla LSOH libre de halógenos.

### 5. Cubierta

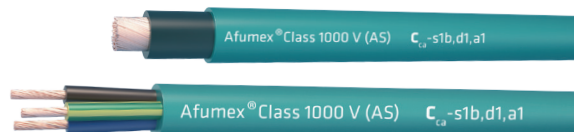
**Material:** mezcla especial libre de halógenos tipo AFUMEX UNE 21123-4.

**Color:** verde.

## AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



Tensión asignada: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



## Datos técnicos

Número de conductores x sección (mm <sup>2</sup> )	Espesor de aislamiento (mm) (1)	Diámetro exterior (mm) (1)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (2) (A)	Intensidad admisible enterrado (3) (A)	Caída de tensión (V/A km) (2)	
							cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
1x1,5	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1x2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1x4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1x6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1x10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1x16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1x25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1x35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1x50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1x70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1x95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1x120	1,2	21,3	1240	0,16	350	230	0,34	0,36
1x150	1,4	23,4	1529	0,12	401	260	0,27	0,31
1x185	1,6	25,6	1826	0,10	460	291	0,22	0,26
1x240	1,7	28,6	2383	0,08	545	336	0,17	0,22
1x300	1,8	31,3	2942	0,06	630	380	0,14	0,19
1x400	2	36	3921	0,05		446	0,11	0,17
2x1,5	0,7	10	134	13,3	23	24	30,98	24,92
2x2,5	0,7	10,9	169	7,98	32	32	18,66	15,07
2x4	0,7	11,8	213	4,95	44	42	11,68	9,46
2x6	0,7	12,9	271	3,3	57	53	7,90	6,42
2x10	0,7	15,2	399	1,91	78	70	4,67	3,84
2x16	0,7	17,7	566	1,21	104	91	2,94	2,45
2x25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	135	116	1,86	1,59
2x35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	168	140	1,34	1,16
2x50	1	Consultar	Consultar	0,38	204	166	0,99	0,88
3G1,5	0,7	10,4	150	13,3	23	24	30,98	24,92
3G2,5	0,7	11,4	193	7,98	32	32	18,66	15,07
3G4	0,7	12,4	250	4,95	44	42	11,68	9,46
3G6	0,7	13,6	324	3,3	57	53	7,90	6,42
3G10	0,7	16	486	1,91	78	70	4,67	3,84
3G16	0,7	18,7	696	1,21	104	91	2,94	2,45
3x25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	115	96	1,62	1,38
3x35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	143	117	1,17	1,01
3x50	1	Consultar	Consultar	0,38	174	138	0,86	0,77
3x70	1,1	Consultar	Consultar	0,27	223	170	0,6	0,56
3x95	1,1	Consultar	Consultar	0,20	271	202	0,43	0,42
3x120	1,2	Consultar	Consultar	0,16	314	230	0,34	0,35
3x150	1,4	Consultar	Consultar	0,12	359	260	0,28	0,3
3x185	1,6	Consultar	Consultar	0,10	409	291	0,22	0,26
3x240	1,7	Consultar	Consultar	0,08	489	336	0,17	0,21
3x300	1,8	Consultar	Consultar	0,06	549	380	0,14	0,18.../...

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLP3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLP2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLP3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m /W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.



PROYECTO FIN DE CARRERA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL  
DISEÑO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y  
AUTOMÁTICA

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
AISLADA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL EN EL  
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

ANEXO II: MANUAL DE MANTENIMIENTO



## ÍNDICE

<b>1. GENERALIDADES .....</b>	<b>102</b>
<b>2. PLANES DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>102</b>
2.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	102
2.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	102
<b>3. MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS .....</b>	<b>102</b>
3.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	102
3.2. ESTRUCTURA SOPORTE .....	103
3.3. REGULADORES .....	103
3.4. BATERÍAS .....	103
3.5. INVERSORES .....	103
3.6. GRUPO ELECTRÓGENO .....	103
3.7. CABLEADO .....	104
3.8. PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA .....	104





## 1. GENERALIDADES

El presente anexo se basa y cumple en todo momento con el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red publicado en febrero de 2009 por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) [9].

Se establecerá un contrato de mantenimiento con una duración mínima de tres años que comprenderá tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo. El mantenimiento preventivo se llevará a cabo una vez al año.

El programa de mantenimiento planteado para la instalación incluye todas las tareas de mantenimiento recomendadas por los fabricantes para todos los componentes de la instalación. De esta manera, se logra revisar y verificar el correcto funcionamiento del sistema.

## 2. PLANES DE MANTENIMIENTO

Se definen dos tipos de mantenimientos indispensables a lo largo de la duración de la instalación, con el objetivo de garantizar su correcto funcionamiento, incrementar la productividad y prolongar la vida útil de esta. Estos dos tipos de mantenimiento son el preventivo y el correctivo, tal como se ha mencionado previamente.

### 2.1. Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento incluye la verificación del correcto funcionamiento del sistema, para comprobar que se sitúa dentro de los límites recomendados, a través de una revisión visual.

### 2.2. Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento incluye las reparaciones o reemplazos necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

## 3. MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

Todas las labores de mantenimiento serán ejecutadas por personal técnico cualificado, quien deberá registrar todas las operaciones realizadas en un libro de mantenimiento. A continuación, se describen las tareas a realizar a cada componente de la instalación.

### 3.1. Módulos fotovoltaicos

Se llevará a cabo la limpieza de todas las placas solares de la instalación para eliminar cualquier elemento, polvo u otras suciedades que afecten a la eficiencia de generación energética.

Se examinará que las conexiones entre paneles siguen correctas y si existen posibles caídas de tensión entre los terminales.

Se comparará el estado actual de los paneles con su estado inicial, con el fin de comprobar si su eficiencia disminuye a un ritmo mayor al indicado por el fabricante.



Se realizará una inspección visual para detectar cualquier daño o anomalía que también puedan afectar a las protecciones.

### 3.2. Estructura soporte

Se realizará una inspección visual para identificar cualquier tipo de daño o desperfecto causado por algún factor ambiental o por oxidación

Se comprobará que los módulos están correctamente sujetos a la estructura.

Se verificará que la orientación de la estructura sigue siendo la adecuada y que se encuentra bien sujeta al suelo.

### 3.3. Reguladores

Se confirmará que la temperatura es adecuada y que no existen indicaciones de fallos en su funcionamiento.

Se examinará que las conexiones siguen correctas y si existen posibles caídas de tensión entre los terminales.

Se limpiará lo dispositivos si existe acumulación de suciedad.

Se verificarán que los valores de las tensiones y corrientes de entrada y salida se sitúan dentro del rango adecuado.

### 3.4. Baterías

Se realizará un control del nivel de líquido de las baterías.

Se comprobará que la ventilación de la sala es la adecuada y se confirmará que la temperatura de trabajo se encuentre en el rango recomendado.

Se examinará que las conexiones siguen correctas y bien engrasadas.

Se limpiará lo dispositivos si existe acumulación de suciedad.

Se verificarán que los valores de las tensiones y corrientes de entrada y salida se sitúan dentro del rango adecuado.

### 3.5. Inversores

Se confirmará que la temperatura es adecuada y que no existen indicaciones de fallos en su funcionamiento.

Se examinará que las conexiones siguen correctas y si existen posibles caídas de tensión entre los terminales.

Se limpiará lo dispositivos si existe acumulación de suciedad.

### 3.6. Grupo electrógeno

Se confirmará que la temperatura es adecuada y que no existen indicaciones de fallos en su funcionamiento.



Se examinará que las conexiones siguen correctas y si existen posibles caídas de tensión entre los terminales.

Se limpiará lo dispositivos si existe acumulación de suciedad.

Se revisarán los valores de las tensiones y corrientes de salida del generador para verificar que se sitúan dentro del rango adecuado.

### 3.7. Cableado

Se realizará una inspección visual de todo el cableado de la instalación comprobando el estado de aislamiento de los cables, la correcta conexión de los cables en los bornes de cada conexión.

Se verificará que todos los tubos por donde pasa el cableado se encuentran en buen estado, sin daños ni obstrucciones.

### 3.8. Protecciones y puesta a tierra

Se llevará a cabo un control del funcionamiento y actuación de los elementos de seguridad y protección como los fusibles, magnetotérmicos y puesta a tierra.

Se examinará que las conexiones siguen correctas.

Se medirá la resistencia de puesta a tierra y la resistividad del terreno por si se producen variaciones.



PROYECTO FIN DE CARRERA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL  
DISEÑO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y  
AUTOMÁTICA

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
AISLADA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL EN EL  
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

DOCUMENTO N.º 2: PLANOS



## ÍNDICE

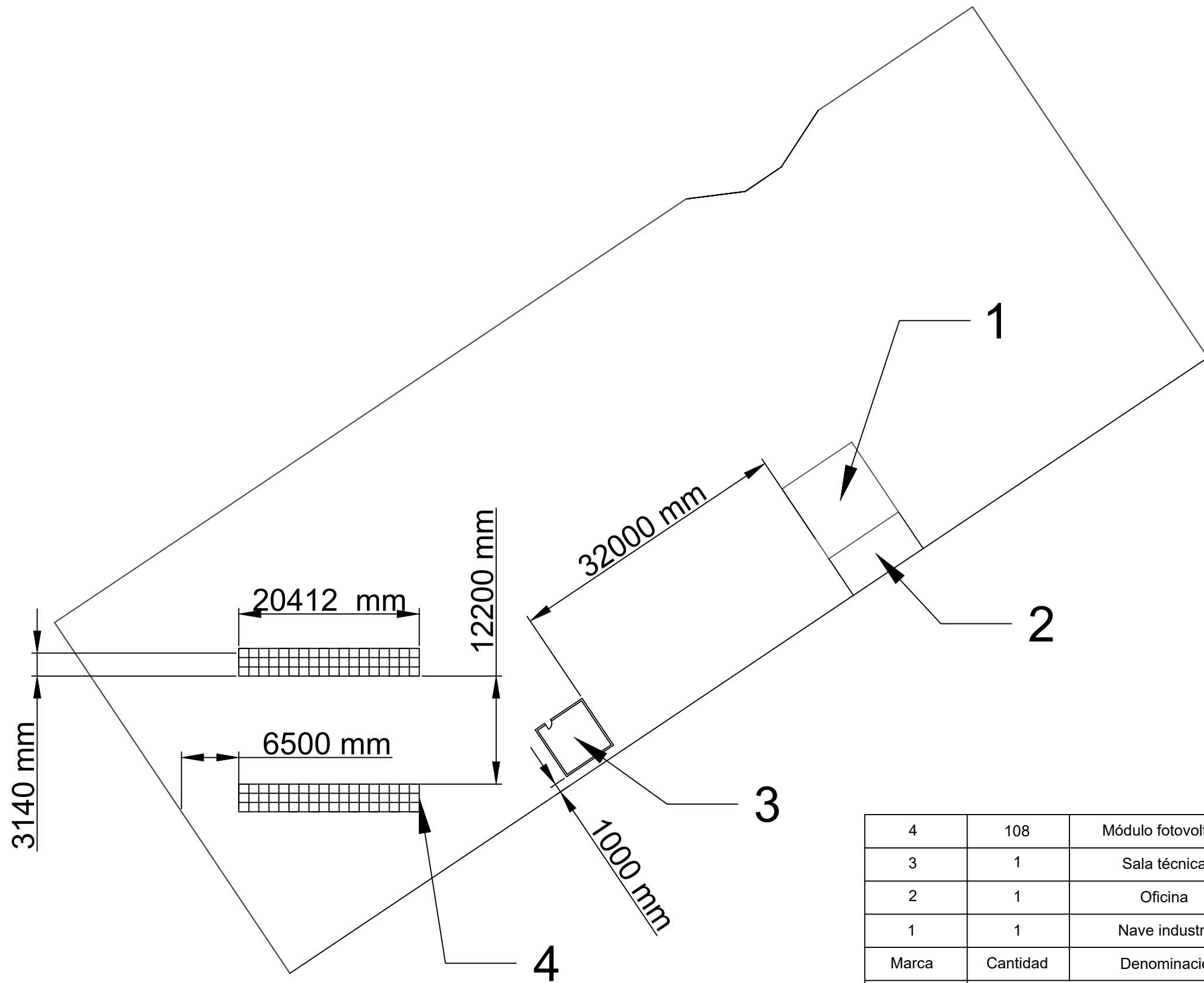
<b>1. PLANO DE SITUACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PLANO DE EMPLAZAMIENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. PLANO DE PLANTA GENERAL .....</b>	<b>3</b>
<b>4. PLANO DE INCLINACIÓN Y SEPARACIÓN ENTRE FILAS .....</b>	<b>4</b>
<b>5. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>6. PLANO DE CANALIZACIÓN .....</b>	<b>6</b>
6.1. PLANO DETALLE DE CANALIZACIÓN .....	7
<b>7. PLANO DE PUESTA A TIERRA.....</b>	<b>8</b>
7.1. PLANO DETALLE DE PUESTA A TIERRA.....	9
<b>8. PLANO DE LA SALA TÉCNICA .....</b>	<b>10</b>





Proyecto	Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una nave industrial en el sector de la construcción	Autor	Alberto Ferra Borgoñoz	
Titular	Estructuras Consejero S.L.	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		
Situación	Lorca, Región de Murcia			
Denominación del plano		Escala	Número de plano	
<b>Plano de situación</b>		<b>1:5000</b>	<b>1</b>	

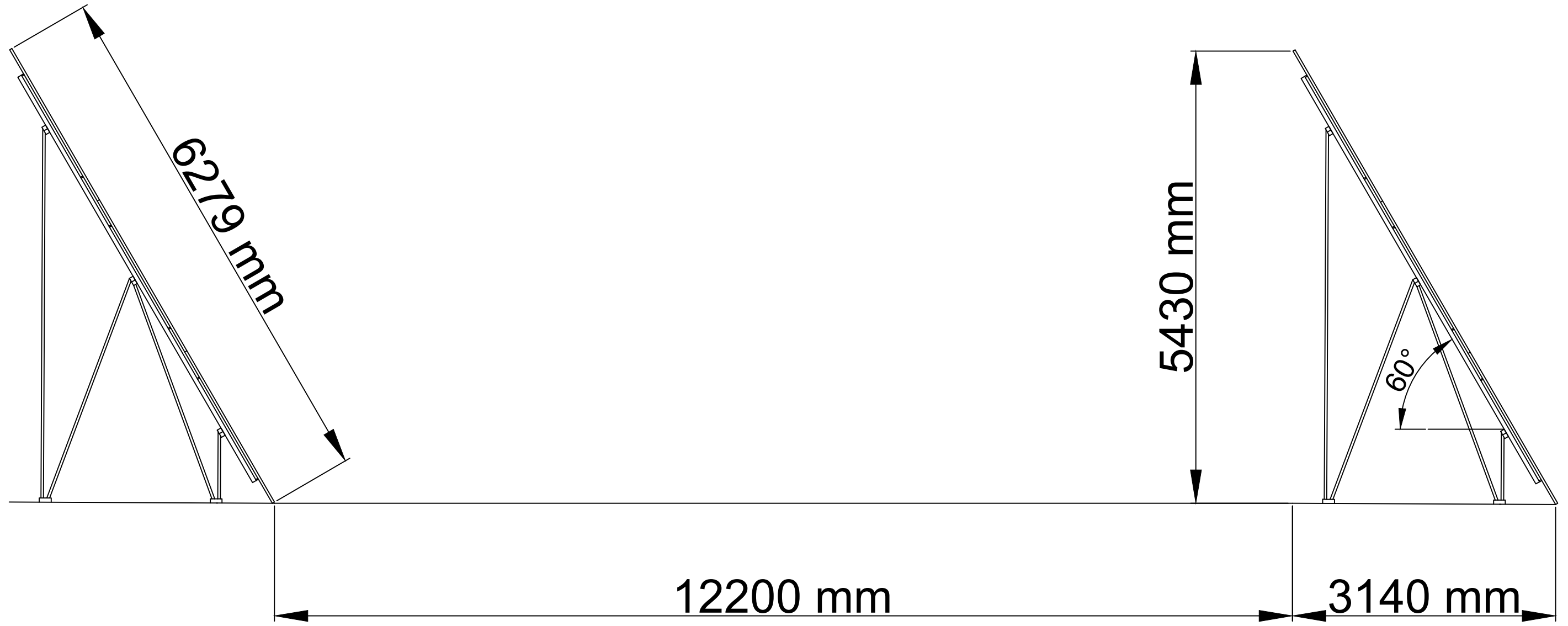




Proyecto	Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una nave industrial en el sector de la construcción	Autor	Alberto Ferra Borgoñoz	
Titular	Estructuras Consejero S.L.	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		
Situación	Lorca, Región de Murcia			
Denominación del plano		Escala	Número de plano	
Plano de emplazamiento		1:1000	2	

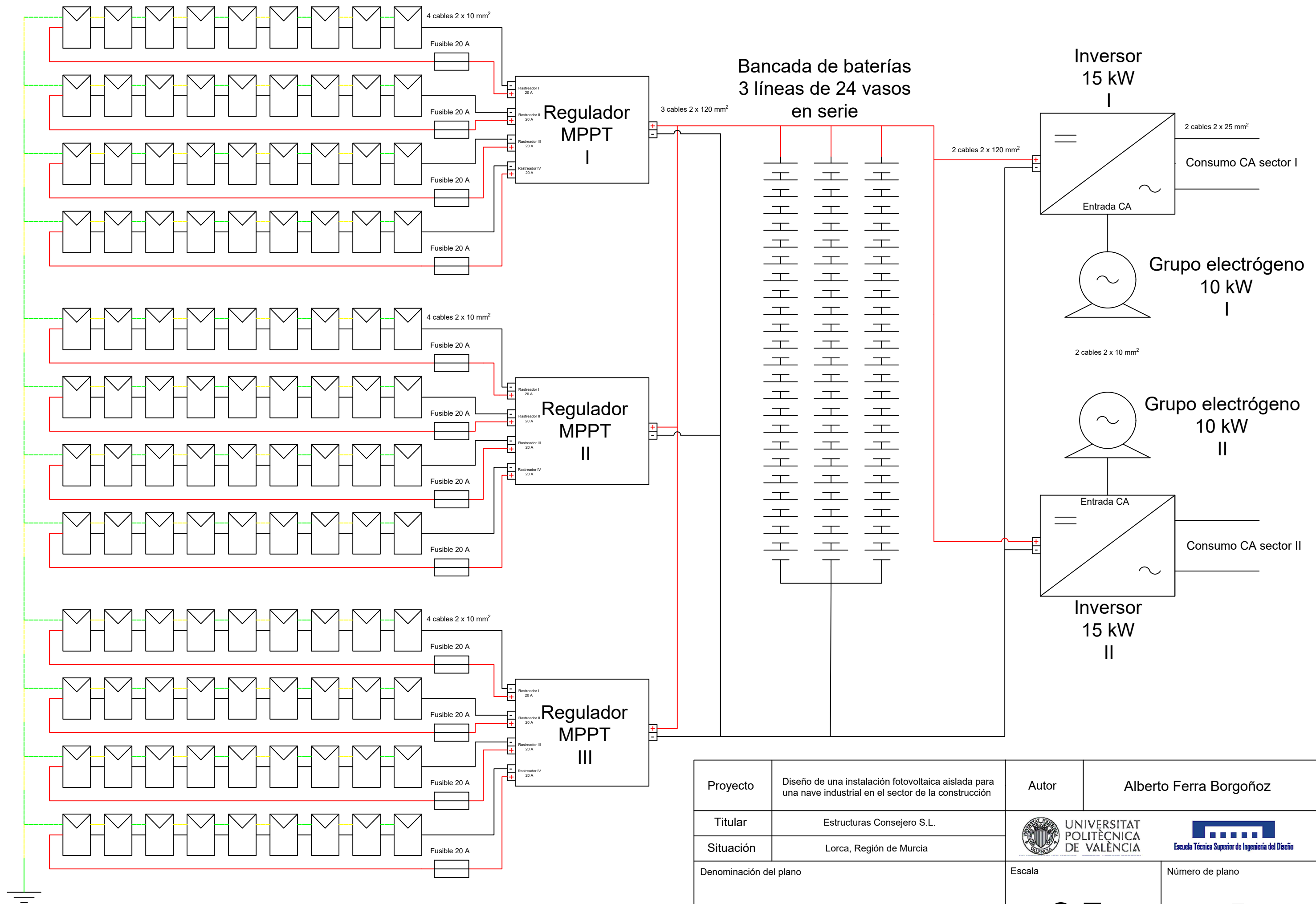


4	108	Módulo fotovoltaico	JA Solar JAM66S30-500/MR	$W_p = 500 \text{ W}$
3	1	Sala técnica	Plano 8	$36 \text{ m}^2$ 3 m de altura
2	1	Oficina		$36 \text{ m}^2$ 3,5 m de altura
1	1	Nave industrial		$100 \text{ m}^2$ 6 m de altura
Marca	Cantidad	Denominación	Norma, plano, fabricante	Observaciones
Proyecto	Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una nave industrial en el sector de la construcción		Autor	Alberto Ferra Borgoñoz
Titular	Estructuras Consejero S.L.		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>	
Situación	Lorca, Región de Murcia			
Denominación del plano			Escala	Número de plano
<b>Plano de planta general</b>			<b>1:500</b>	<b>3</b>

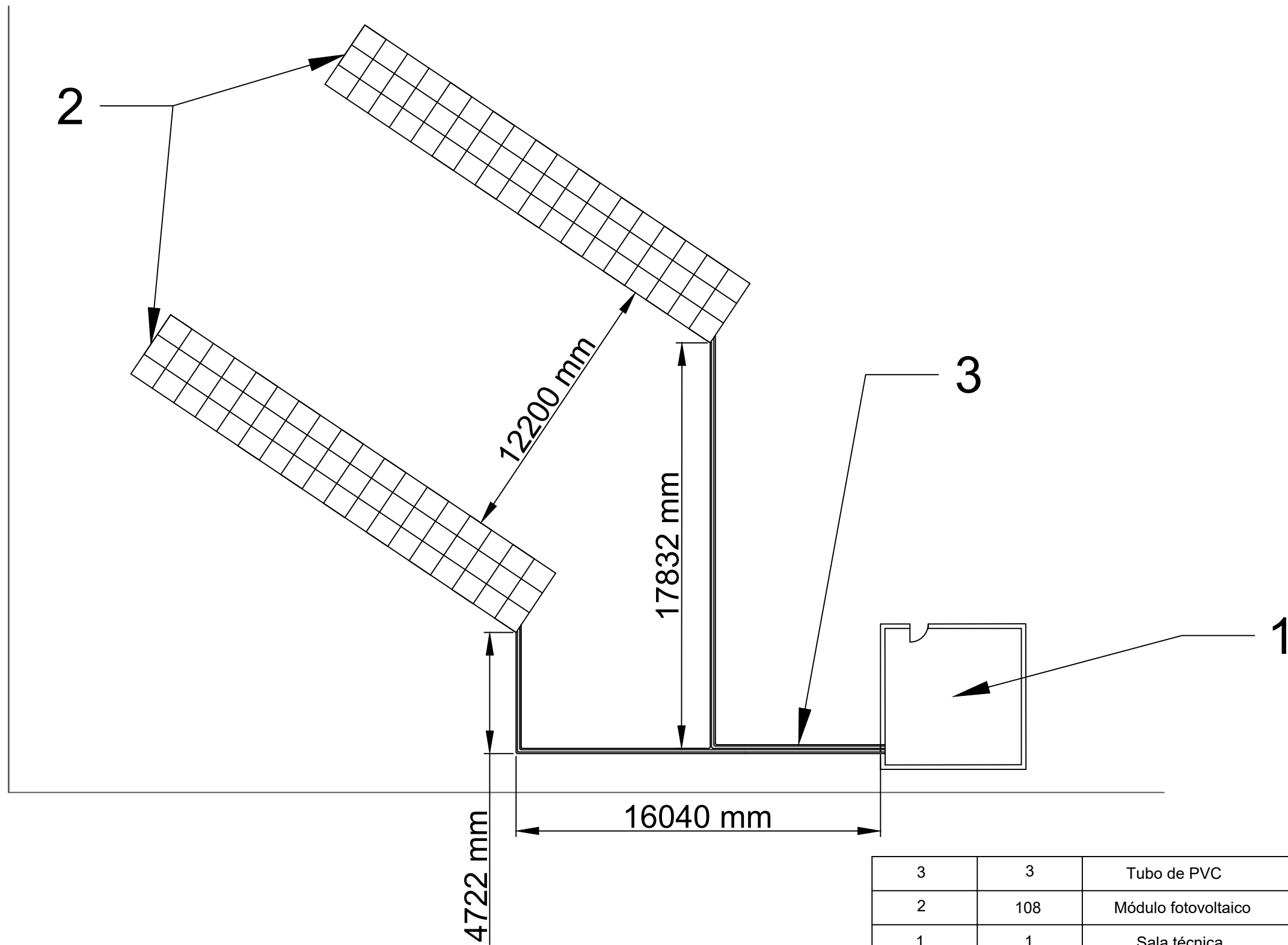




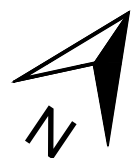
Proyecto	Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una nave industrial en el sector de la construcción	Autor	Alberto Ferra Borgoñoz
Titular	Estructuras Consejero S.L.	 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Situación	Lorca, Región de Murcia		
Denominación del plano		Escala	Número de plano
Plano de inclinación y separación entre filas		1:50	4

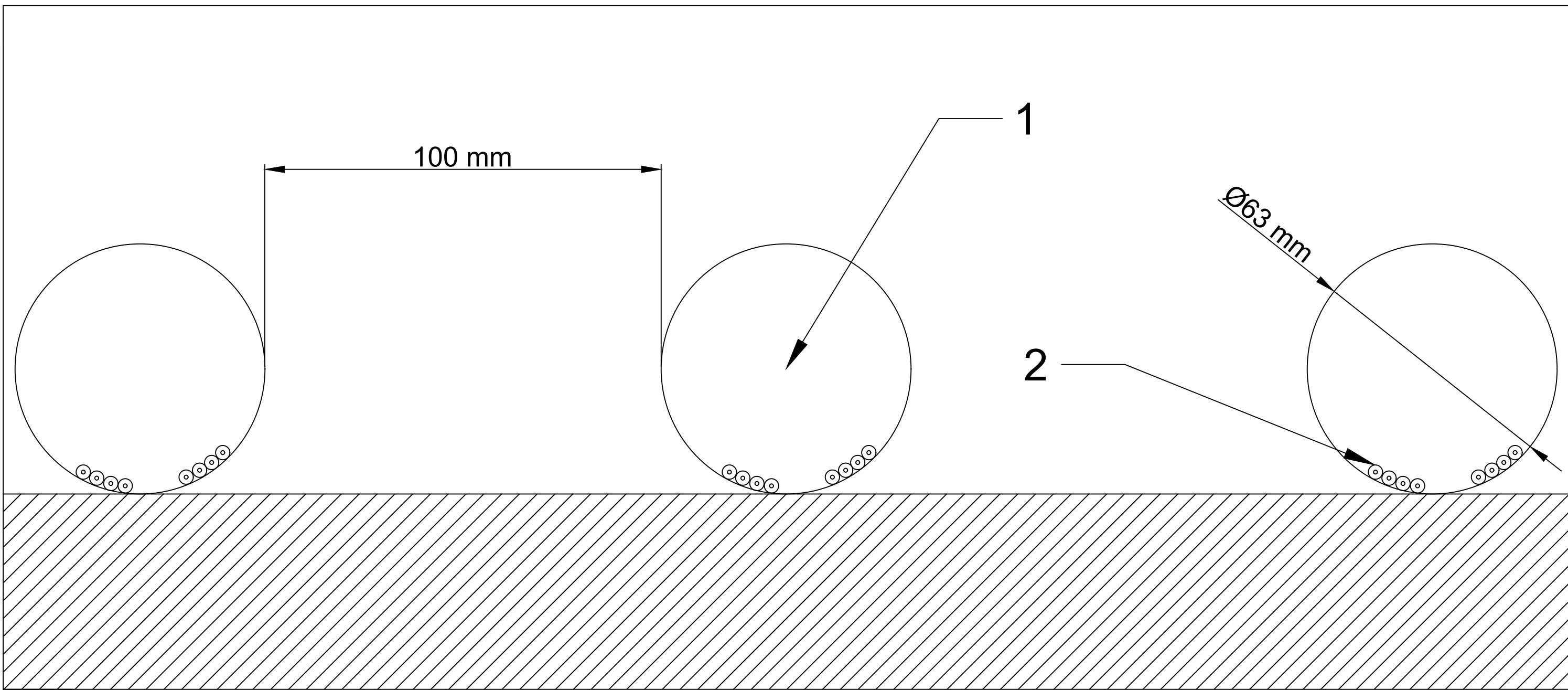



Proyecto	Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una nave industrial en el sector de la construcción	Autor	Alberto Ferra Borgoñoz
Titular	Estructuras Consejero S.L.	 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> 	
Situación	Lorca, Región de Murcia		
Denominación del plano	<b>Esquema de la instalación</b>	Escala	Número de plano
		<b>S.E.</b>	<b>5</b>

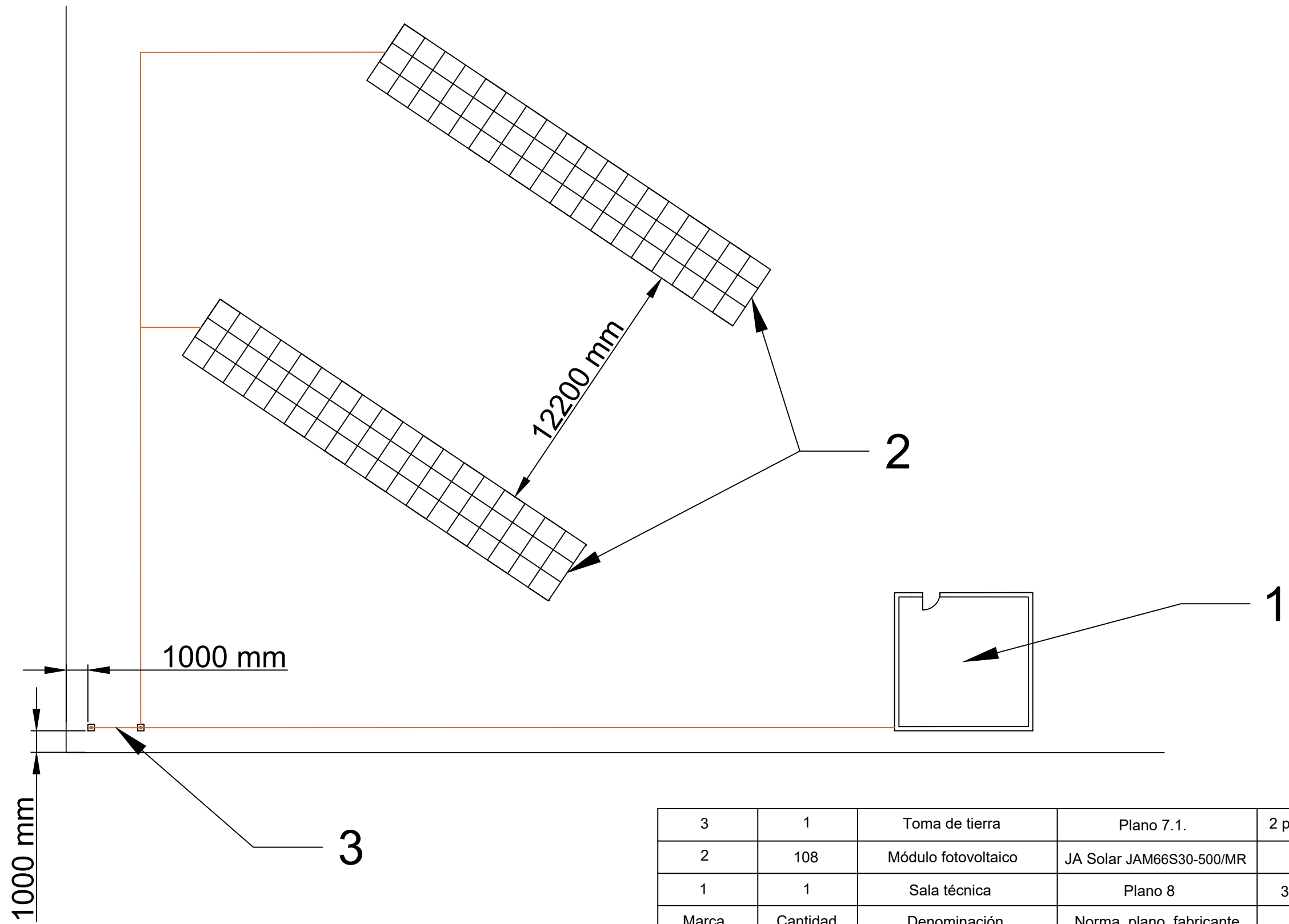


3	3	Tubo de PVC	Plano 6.1.	Tubos de Ø63 mm cada uno con 4 cadenas de módulos
2	108	Módulo fotovoltaico	JA Solar JAM66S30-500/MR	
1	1	Sala técnica	Plano 8	36 m <sup>2</sup> 3 m de altura
Marca	Cantidad	Denominación	Norma, plano, fabricante	Observaciones
Proyecto	Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una nave industrial en el sector de la construcción		Autor	Alberto Ferra Borgoñoz
Titular	Estructuras Consejero S.L.		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Situación	Lorca, Región de Murcia			
Denominación del plano			Escala	Número de plano
<b>Plano de canalización</b>			<b>1:200</b>	<b>6</b>

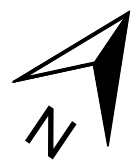


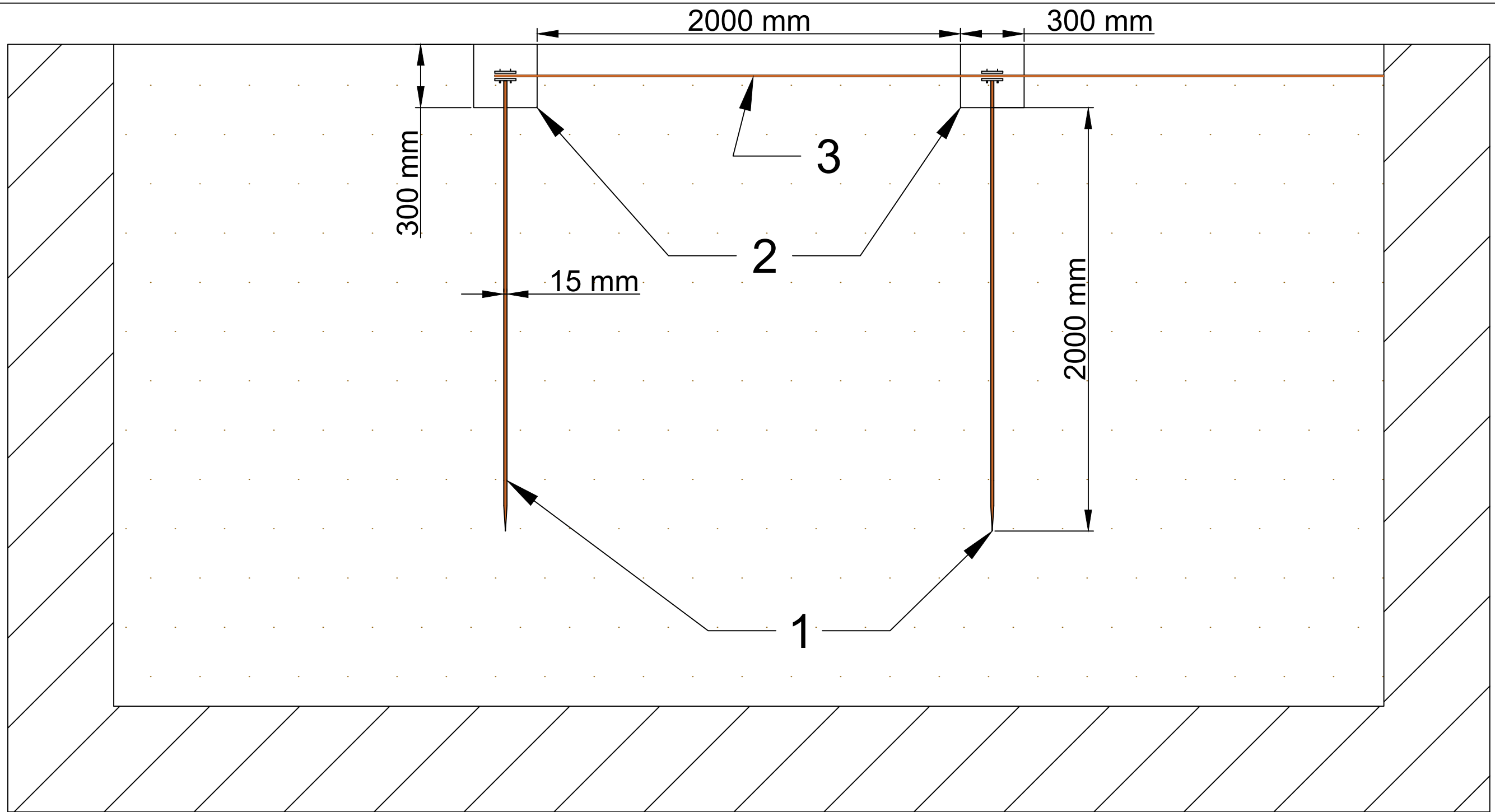




2	24	Conductores		10 mm <sup>2</sup> de sección
1	3	Tubo de PVC		Tubos superficiales
Marca	Cantidad	Denominación	Norma, plano, fabricante	Observaciones
Proyecto	Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una nave industrial en el sector de la construcción		Autor	Alberto Ferra Borgoñoz
Titular	Estructuras Consejero S.L.		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> 	
Situación	Lorca, Región de Murcia			
Denominación del plano			Escala	Número de plano
<b>Plano detalle de canalización</b>			<b>1:1</b>	<b>6.1.</b>

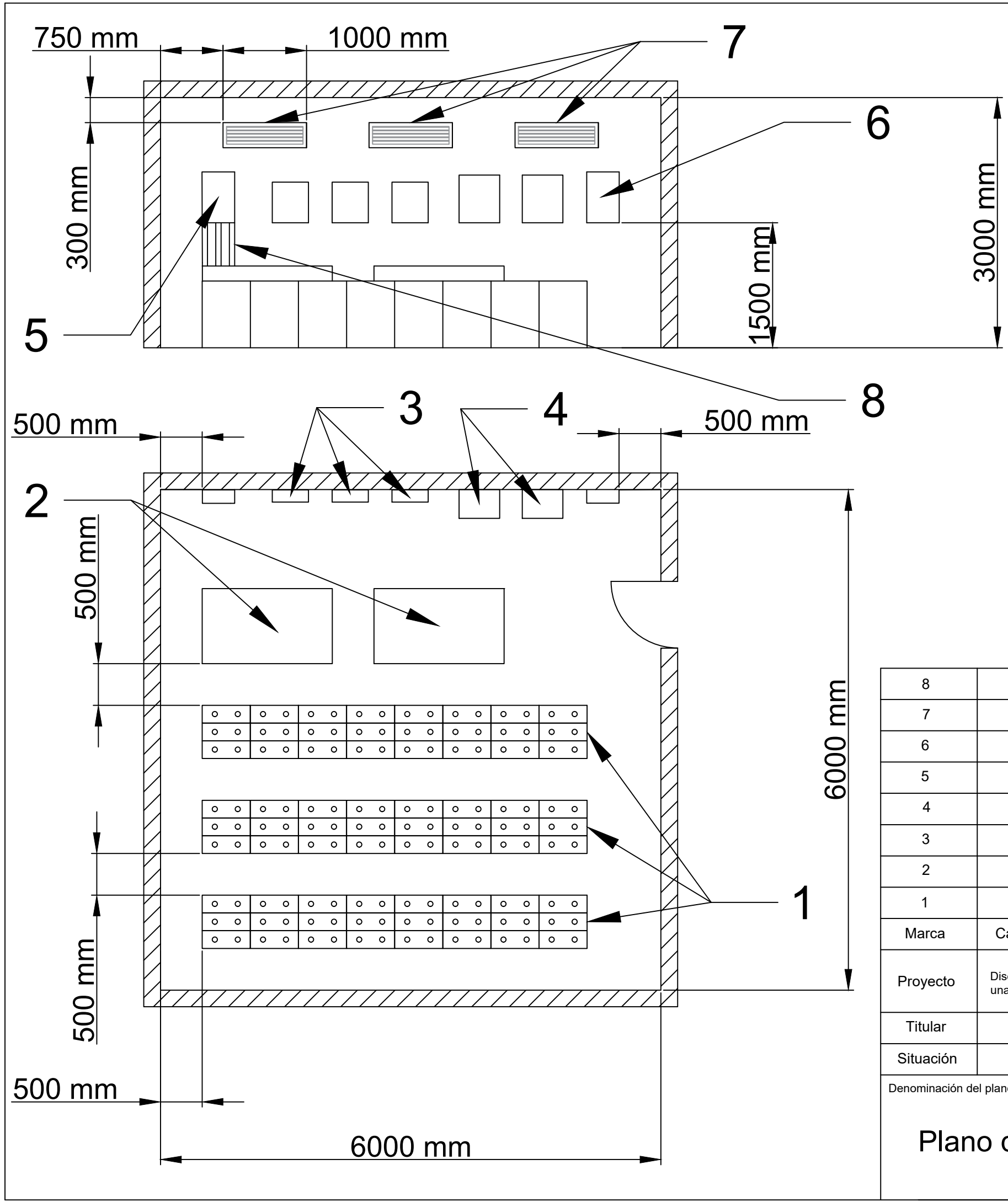


3	1	Toma de tierra	Plano 7.1.	2 picas de cobre de 2 m
2	108	Módulo fotovoltaico	JA Solar JAM66S30-500/MR	
1	1	Sala técnica	Plano 8	36 m <sup>2</sup> 3 m de altura
Marca	Cantidad	Denominación	Norma, plano, fabricante	Observaciones
Proyecto	Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una nave industrial en el sector de la construcción		Autor	Alberto Ferra Borgoñoz
Titular	Estructuras Consejero S.L.		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> 	
Situación	Lorca, Región de Murcia			
Denominación del plano			Escala	Número de plano
<b>Plano de puesta a tierra</b>			<b>1:200</b>	<b>7</b>





3	1	Conductor de cobre desnudo		35 mm <sup>2</sup>
2	2	Arqueta		De polipropileno 300 x 300 mm
1	2	Pica de cobre		2 m de longitud 15 mm de diámetro
Marca	Cantidad	Denominación	Norma, plano, fabricante	Observaciones
Proyecto	Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una nave industrial en el sector de la construcción		Autor	Alberto Ferra Borgoñoz
Titular	Estructuras Consejero S.L.		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> 	
Situación	Lorca, Región de Murcia			
Denominación del plano			Escala	Número de plano
<b>Plano detalle de puesta a tierra</b>			<b>1:20</b>	<b>7.1.</b>



8	3	Tubo de PVC		Tubos de Ø63 mm cada uno con 4 cadenas de módulos
7	12	Rejilla de ventilación	Lamas fijas de acero galvanizado	Habrà 3 en cada pared como en el alzado
6	1	Cuadro de protección de alterna	Cofret Kaedra	3 filas 36 módulos
5	1	Cuadro de protección de continua	Cofret Kaedra	3 filas 36 módulos
4	2	Inversor cargador	Victron Energy	Quattro 48/15000/200-100/100
3	3	Regulador	Victron Energy	MPPT RS Smart Solar 450/200
2	2	Grupo electrógeno	DHY11K(S)Em Hyundai	10 kW
1	72	Baterías	Formula Star 2750	OPzS 3698 Ah
Marca	Cantidad	Denominación	Norma, plano, fabricante	Observaciones

Proyecto	Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una nave industrial en el sector de la construcción		Autor	Alberto Ferra Borgoñoz
Titular	Estructuras Consejero S.L.		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> 	
Situación	Lorca, Región de Murcia			
Denominación del plano			Escala	Número de plano
<b>Plano de la sala técnica</b>			<b>1:50</b>	<b>8</b>



PROYECTO FIN DE CARRERA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL  
DISEÑO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y  
AUTOMÁTICA

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
AISLADA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL EN EL  
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

DOCUMENTO N.º 3: PLIEGO DE CONDICIONES





## ÍNDICE

<b>1. CONDICIONES GENERALES</b> .....	<b>1</b>
1.1. VIGENCIA .....	1
1.2. DESCRIPCIÓN .....	1
1.3. PLIEGOS OFICIALES .....	1
1.4. MODIFICACIONES.....	1
1.5. DIRECCIÓN E INSPECCIÓN .....	1
<b>2. CONDICIONES FACULTATIVAS</b> .....	<b>2</b>
<b>3. CONDICIONES TÉCNICAS</b> .....	<b>2</b>
3.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	2
3.1.1. <i>Módulos fotovoltaicos</i> .....	2
3.1.2. <i>Estructura de soporte</i> .....	3
3.1.3. <i>Reguladores de carga</i> .....	4
3.1.4. <i>Acumuladores</i> .....	5
3.1.5. <i>Grupo electrógeno</i> .....	6
3.1.6. <i>Inversores</i> .....	6
3.1.7. <i>Conductores eléctricos</i> .....	7
3.1.8. <i>Protecciones y toma a tierra</i> .....	8
<b>4. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS Y GARANTÍA</b> .....	<b>8</b>
<b>6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD</b> .....	<b>10</b>
6.1. OBLIGACIONES DE LA EMPRESA.....	10
6.2. OBLIGACIONES DE LA EMPRESA MANTENEDORA .....	10
<b>7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>8. LIBRO DE ÓRDENES</b> .....	<b>10</b>



## 1. CONDICIONES GENERALES

Este proyecto es vinculante una vez sellado y legalizado. Cualquier modificación que se realice durante el período de ejecución está sujeta a aprobación previa.

### 1.1. Vigencia

Este Pliego de Condiciones estará en vigor durante toda la fase de ejecución, hasta la finalización de la instalación, dándose por hecho que los apartados de este documento se han comprendido y aceptado en su totalidad por el adjudicatario de la instalación. En el caso de posibles incongruencias en los documentos del proyecto, se aplicará el siguiente orden de prioridad:

- 1) Planos
- 2) Pliego de Condiciones
- 3) Presupuesto
- 4) Memoria

### 1.2. Descripción

Este proyecto regula las instalaciones oportunas y la puesta en marcha de una instalación fotovoltaica aislada de la red para la nave industrial de Estructuras Consejero S.L. destinada al sector de la construcción. Ubicándose específicamente en Tr.<sup>a</sup> Carril del Puente Madera, 6, Panel 37, con código postal 30813, Lorca, Región de Murcia.

### 1.3. Pliegos oficiales

El presente documento se basa y cumple en todo momento con el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red publicado en febrero de 2009 por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Además, la instalación eléctrica obedece al Real Decreto 842/2002, del 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) y las Instrucciones Complementarias (ITC-BT). Se destaca que será el contratista el que asuma la responsabilidad de cumplir con las legalidades relacionadas con el al aspecto laboral.

### 1.4. Modificaciones

Durante el desarrollo del proyecto, se podrán llevar a cabo todas las modificaciones que se consideren oportunas y necesarias, siempre que sean aprobadas por el responsable de la dirección del proyecto y por la entidad contratante.

### 1.5. Dirección e inspección

El responsable de la dirección del proyecto será responsable de supervisar toda la instalación. Sin embargo, podrá delegar en cualquier personal encargado de la ejecución práctica de dicha instalación.



## 2. CONDICIONES FACULTATIVAS

El director del proyecto debe llevar a cabo la revisión de los trabajos que se realicen, incluyendo el reconocimiento de los elementos utilizados. En el caso de que algún componente de la instalación no se especifique se deberán usar en su defecto materiales que cumplan los requisitos mínimos denominados, siendo obligatorio su normalización y aprobación por el director del proyecto.

## 3. CONDICIONES TÉCNICAS

A continuación, se explican brevemente las especificaciones y condiciones para la instalación, conexión y colocación de los distintos dispositivos.

### 3.1. Calidad de los Materiales

La instalación en su totalidad deberá cumplir con los requisitos de protección y seguridad de las personas establecidos en el REBT. Se garantizará al menos un grado básico de aislamiento eléctrico para todos equipos y materiales, además de incorporar todos los elementos de seguridad necesarios para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos.

Los materiales situados en exteriores se protegerán contra los agentes ambientales, especialmente contra la radiación solar y la humedad, con un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

Todos los dispositivos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética que podrán ser certificadas por el fabricante.

Para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de estos estarán en castellano.

#### 3.1.1. Módulos fotovoltaicos

Se instalarán 108 paneles solares Deep Blue 3.0 JAM66S30-500/MR de JA Solar Technology Co. Este modelo contará con las siguientes características proporcionadas por el fabricante:

- Potencia máxima ( $W_p$ ): 500 W
- Tensión nominal ( $V_n$ ): 24 V
- Tensión a máxima potencia ( $V_p$ ): 38,35 V
- Intensidad a máxima potencia ( $I_p$ ): 13,04 A
- Tensión en circuito abierto ( $V_{oc}$ ): 45,59 V
- Intensidad de cortocircuito ( $I_{sc}$ ): 13,93 A
- Tipo de célula: Monocristalino
- Número de células: 136 (6 x 22)
- Dimensiones: 2093 x 1134 x 30 mm



- Peso: 23,6 kg
- Eficiencia del módulo: 21,1 %

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según el Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión

Todos los módulos deberán satisfacer la especificación UNE-EN 61215 sobre cualificación del diseño y homologación de los módulos fotovoltaicos para uso terrestre, así como la especificación UNE-EN IEC 61730-1-2:2019 sobre la cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos. Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado que normalmente irá otorgado por el fabricante.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación:

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles variaciones de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección mínimo IP65.
- Los marcos laterales serán de acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del

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.

La estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

### 3.1.2. Estructura de soporte

La estructura de soporte será el modelo RackSmart proporcionado por Gonvarri Industries Solar Steel y contará con las siguientes características:

- Tipo: Estructura fija
- Configuración de los módulos: Vertical
- Configuración: 3 filas en vertical
- Inclinación: 60 °
- Orientación: Sur geográfico



Se instalarán dos filas de 3 x 18 módulos que contarán con una distancia de separación de 12,2 metros.

En cualquier caso, las estructuras deberán cumplir con lo obligado en el Código Técnico de la Edificación (CTE) respecto a seguridad y ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el CTE.

Tanto la estructura como los sistemas de fijación de los paneles permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.

Se tendrá en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos futuras.

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 esta.

La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.

### 3.1.3. Reguladores de carga

Se instalarán 3 reguladores MPPT RS SmartSolar 450|200 de Victron Energy B.V. Este modelo contará con las siguientes características proporcionadas por el fabricante:

- Voltaje de trabajo: 36 - 62 V
- Voltaje máximo en generación fotovoltaica: 450 V
- Voltaje mínimo de arranque: 120 V
- Voltaje de entrada de baterías: 48 V
- Intensidad de carga nominal: 200 A
- Número de rastreadores: 4
- Intensidad de cortocircuito máximo por rastreador: 20 A
- Dimensiones: 487 x 434 x 146 mm
- Peso: 13,7 kg

El regulador deberá proteger a las baterías contra sobrecargas y sobredescargas.

El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes



condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador-acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador.

Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.

Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.

El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

- Tensión nominal (V)
- Corriente máxima (A)
- Fabricante y número de serie
- Polaridad de terminales y conexiones

#### 3.1.4. Acumuladores

Se instalarán 72 unidades de batería FS 2750 de Formula Star. Son baterías OPzS que son un tipo de batería estacionaria de plomo ácido con plancha de blindaje. Este modelo contará con las siguientes características proporcionadas por el fabricante:

- Voltaje nominal: 2 V
- Capacidad  $C_{48}$ : 3698 Ah
- Dimensiones: 576 x 212 x 800 mm
- Peso: 153,7 kg

Se instalarán en tres líneas en paralelo de 24 unidades en serie para conseguir los 48 V de trabajo.

No se permitirá el uso de baterías de arranque.

La máxima profundidad de descarga no superará el 70 % al ser una instalación que no se prevén descargas tan profundas frecuentemente. La capacidad inicial del acumulador debe ser superior al 90 % de la capacidad nominal. En cada uno de los casos expuestos, se debe hacer caso a las recomendaciones del fabricante. Por otra parte, la autodescarga del acumulador a 20 °C no deberá ser superior al 6 % de su capacidad nominal por mes.

El acumulador será instalado en la caseta siguiendo las recomendaciones del fabricante y se asegurará que el lugar este ventilado y con acceso restringido y se deberán adoptar medidas de protección necesarias para evitar cortocircuito accidental de los terminales del acumulador.

Cada vaso deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:

- Tensión nominal (V)
- Polaridad de los terminales
- Capacidad nominal (Ah)



- Fabricante y número de serie

### 3.1.5. Grupo electrógeno

Se instalarán 2 generadores eléctricos DHY11K(S)Em de Hyundai Este modelo contará con las siguientes características proporcionadas por el fabricante:

- Tipo: Generador eléctrico diésel
- Revoluciones: 1500 rpm
- Frecuencia: 50 Hz
- Voltaje: 230 V
- Fase: Monofásico
- Potencia nominal: 10 kW
- Capacidad depósito estándar: 50 L
- Dimensiones: 1560 x 900 x 980 mm
- Peso: 480 kg

Irán colocados en la caseta para estar cerca del resto de dispositivos y para insonorizarlos.

Cada grupo electrógeno deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:

- Potencia nominal (W)
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante y número de serie
- Polaridad y terminales

### 3.1.6. Inversores

Se instalarán 2 inversores cargadores Quattro 48/15000/200-100/100 de Victron Energy B.V. Este modelo contará con las siguientes características proporcionadas por el fabricante:

- Tensión de salida corriente alterna: 230 V  $\pm$  2 %
- Rango de tensión de entrada corriente continua: 38 – 66 V
- Potencia nominal: 15000 W
- Rango de frecuencia: 50 Hz  $\pm$  0,1 %
- Dimensiones: 572 x 488 x 344 mm
- Peso: 72 kg

Estos tendrán las entradas conectadas en paralelo y se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes de la batería. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas. Se les conectará el grupo electrógeno externo a una de sus entradas de corriente alterna.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.



El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque, sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Los inversores estarán correctamente protegidos frente a tensiones de entrada fuera del margen de operación, desconexión de las baterías, cortocircuito en la salida de corriente alterna y sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de *stand-by* para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío.

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante y número de serie
- Polaridad y terminales

### 3.1.7. Conductores eléctricos

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados, el positivo de color rojo y el negativo de color negro, de acuerdo con la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie con tubos de PVC.

Los conductores empleados en la generación energética serán unipolares de cobre, con un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), cero halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos.

En el tramo entre los paneles solares y los reguladores se utilizarán conductores de sección de 10 mm<sup>2</sup>.

En el tramo entre los reguladores y las baterías se utilizarán conductores de sección de 120 mm<sup>2</sup>.

Las baterías se conectarán entre si con una sección estándar de 50 mm<sup>2</sup>.

En el tramo entre las baterías y los inversores se utilizarán conductores de sección de 120 mm<sup>2</sup>.





En el tramo entre los grupos electrógenos y los inversores se utilizarán conductores de sección de 10 mm<sup>2</sup>.

En el tramo entre los inversores y el cuadro de protección de alterna se utilizarán conductores de sección de 25 mm<sup>2</sup>.

### 3.1.8. Protecciones y toma a tierra

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones y a las personas frente a contactos directos e indirectos.

Se instalarán en el cuadro de continua 12 fusibles gPV cilíndricos de DF Electric de 20 A, uno para cada línea de paneles. Cada uno con su respectiva base portafusiles PMX.

Se instalarán en el cuadro de alterna 2 magnetotérmicos Acti9 C120N de Schneider Electric de 80 A para proteger la salida de cada inversor.

Se instalarán autoválvulas para proteger el sistema cuando se produzcan descargas atmosféricas.

## 4. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Todos los componentes deben categorizarse por grupos o familias para realizar el seguimiento adecuado de la lista de materiales, comprobando que se cuenta con lo establecido en la totalidad de esta.

La instalación solar fotovoltaica se ubicará en el espacio designado para ella.

El director de la obra tendrá que indicar todos los pasos necesarios para la ejecución de la obra en presencia del responsable de la empresa instaladora. La empresa contratada de realizar la obra es responsable de proporcionar los materiales específicos en el presupuesto para la correcta ejecución de los trabajos.

En caso de existir discrepancias o deficiencias en la documentación del proyecto, la empresa contratada está obligada a comunicarlo al director técnico de la obra, quien decidirá cómo proceder. En ningún caso se suplirá la falta de material sin previo aviso.

## 5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS Y GARANTÍA

El instalador autorizado del proyecto entregará al representante legal de la empresa un documento en el que se detalle el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación descrito en el Anexo II. Este documento será firmado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al representante estarán redactados en castellano para no provocar ningún error de interpretación.



Antes de la puesta en marcha de todos los equipos principales de la instalación, como los módulos fotovoltaicos, los reguladores y los inversores, se deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, sobre las que se elaborarán los protocolos correspondientes y se adjuntarán los certificados de calidad.

El instalador autorizado deberá realizar, como mínimo, las siguientes pruebas:

- Comprobación de la instalación de toma a tierra.
- Realización una inspección rigurosa, al finalizar la instalación, del cableado en busca de roturas o desperfectos de aislamiento que se hayan podido producir durante las laboras de instalación.
- Prueba de todos los elementos y medidas de protección y seguridad del sistema.
- Funcionamiento y puesta en marcha de las distintas partes del sistema.

Una vez se hayan completado todas las pruebas y la puesta en marcha de la instalación, se procederá a la fase de Recepción Provisional de la Instalación. Durante esta fase, se comprobará el correcto funcionamiento del sistema durante un mínimo de 240 horas continuadas. Cuando se haya finalizado ese período con éxito se procederá a la firma del Acta de Recepción Provisional, siempre y cuando se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este Pliego de Condiciones.
- Retirada de todos los materiales sobrantes de la obra.
- Limpieza exhaustiva de las áreas ocupadas, asegurándose del transporte de los desechos a un vertedero apropiado.

Durante este período el instalador autorizado será el único responsable de la operación del sistema y deberá capacitar al personal de la empresa que se encargue del funcionamiento del sistema.

En cuanto a la garantía, en el caso de que la instalación experimente alguna avería debido a algún defecto de montaje o de cualquiera de los elementos, siempre y cuando haya sido manipulado correctamente de acuerdo con el manual de uso, se procederá a la reparación.

La garantía cubre la reparación o reemplazo de elementos y piezas defectuosas, la mano de obra, los gastos de desplazamiento, transporte, herramientas y envío de equipos a talleres de reparación. El suministrador se compromete a garantizar la instalación por un mínimo de tres años, cubriendo todos los materiales utilizados, que contarán con su propia garantía proporcionada por el fabricante, y el proceso de montaje.

Si se recibe un aviso de avería, el suministrador se compromete a realizar las reparaciones oportunas en el menor tiempo posible. En caso de incumplimiento por parte del suministrador, la empresa puede realizar las reparaciones por su propia cuenta o con la contratación de terceros, asumiendo todos los riesgos que esto incumbe.

La garantía perderá toda su validez si la instalación ha sido reparada, modificada o desmontada, aunque sea parcialmente, por usuarios ajenos al suministrador o servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados.



## 6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

### 6.1. Obligaciones de la empresa

La empresa será responsable del correcto uso y mantenimiento de la instalación. Las tareas deben ser realizadas por instaladores autorizados, quienes deben informar a la empresa suministradora de cualquier manipulación realizada en la instalación. Cualquier modificación significativa o ampliación del sistema eléctrico será realizada por un electricista autorizado.

### 6.2. Obligaciones de la empresa mantenedora

En el caso de que la empresa subcontrate a otra entidad encargada del mantenimiento de la instalación, esta debe cumplir obligatoriamente con este Pliego de Condiciones y seguir el Anexo II en el que se describe el mantenimiento adecuado para la instalación.

## 7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Antes de iniciar con los trabajos de instalación eléctrica o durante el período de estos, según el presente proyecto, el director del proyecto llevará a cabo una verificación de todos los certificados de homologación de los materiales suministrados por el proveedor. Asimismo, se revisarán las fichas técnicas que detallan las características de todos los dispositivos, asegurándose que cumplen con todos los requisitos especificados en el proyecto. Una vez finalizada la instalación, el instalador autorizado proporcionará, si lo requiere, un documento que refleje todas las adaptaciones y modificaciones pertinentes durante la ejecución del proyecto.

## 8. LIBRO DE ÓRDENES

Con el fin de llevar a cabo un seguimiento adecuado de las instalaciones y registrar cualquier detalle o aclaración relevante del proyecto, se deberá habilitar un libro de órdenes en el lugar de la instalación. Este libro contará con páginas numeradas consecutivamente, en las cuales se anotarán también todas las modificaciones aprobadas en relación con el proyecto. Esto permitirá que todos los implicados estén informados de todas las modificaciones que se puedan producir.



PROYECTO FIN DE CARRERA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL  
DISEÑO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y  
AUTOMÁTICA

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
AISLADA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL EN EL  
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

DOCUMENTO N.º 4: PRESUPUESTO



## ÍNDICE

N.º 1: ANEXO DE JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS .....	1
N.º 2: MEDICIÓN .....	13
N.º 3: PRESUPUESTO Y MEDICIÓN .....	24
N.º 4: RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	36



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# N.º 1: ANEXO DE JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

## Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>1 Generación</b>				
1.1	G1	ud	<b>Generación solar con el módulo fotovoltaico JAM66S30-500/MR de JA Solar colocado en una estructura soporte fija al suelo con 60 ° de inclinación de 18 módulos, totalmente instalado y probado.</b>	
	AT	120,000 m2	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.	1,130 135,60
	m1	18,000 ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 500 W, tensión a máxima potencia (Vp) 38,35 V, intensidad a máxima potencia (Ip) 13,04 A, tensión en circuito abierto (Voc) 45,59 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13,93 A, eficiencia 21,1 %, 136 células, temperatura de trabajo -40 °C hasta 85 °C, dimensiones 2093 x 1134 x 30 mm, peso 26,3 kg, con diodos, cables y conectores.	117,500 2.115,00
	m2	1,000 ud	Estructura soporte para 3 filas en vertical hasta 18 módulos solares fotovoltaicos, de acero galvanizado, para terreno, con inclinación fija de 60 °, con accesorios de montaje y elementos de fijación.	526,500 526,50
	mo1	1,000 h	Oficial 1ª instalador de captadores solares	22,000 22,00
	mo2	1,000 h	Ayudante instalador de captadores solares	20,300 20,30
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2.819,400 56,39
<b>Precio total por ud .....</b>				<b>2.875,79</b>
1.2	G2	ud	<b>Grupo electrógeno DHY22K(S)Em de Hyundai, totalmente instalado y probado.</b>	
	m3	1,000 ud	Grupo electrógeno de funcionamiento manual o por un contacto libre de tensión , con motor diesel, monofásico de 230 V de tensión y 50 Hz de frecuencia a 1500 r.p.m., de 10 kW de potencia de funcionamiento principal (PRP) y 11 kW de potencia de funcionamiento de tiempo limitado (LTP), de 1560 x 900 x 980 mm, depósito de combustible de 50 L, motor refrigerado por agua, compuesto por panel de control y pulsadores de parada de emergencia.	4.602,240 4.602,24
	mo3	0,266 h	Oficial 1ª electricista.	22,000 5,85
	mo4	0,266 h	Ayudante electricista.	20,300 5,40
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	4.613,490 92,27
<b>Precio total por ud .....</b>				<b>4.705,76</b>

## Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>2 Regulación</b>				
2.1 R1		ud	<b>Regulación de carga con el regulador MPPT RS SmartSolar 450 200 de Victron Energy, totalmente instalado y probado.</b>	
	m4	1,000 ud	Regulador de carga MPPT con salida para cargas, tensión de la batería 48 V, intensidad de carga nominal 200 A, potencia de carga máxima a 57,6 V 11,5 kW, tensión en generación solar máxima 450 V, 4 rastreadores con máxima corriente de corto circuito 20 A, tamaño máximo del conjunto FV por rastreador 7200 W, eficiencia máxima 96 %, dimensiones 487 x 434 x 146 mm, con puerto VE.Direct, VE.Can, Bluetooth. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.	1.524,600 1.524,60
	mo3	0,200 h	Oficial 1ª electricista.	22,000 4,40
	mo4	0,200 h	Ayudante electricista.	20,300 4,06
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	1.533,060 30,66
			<b>Precio total por ud .....</b>	<b>1.563,72</b>
2.2 R2		ud	<b>Caja de protección de continua con cuadro eléctrico y fusibles, totalmente instalada y probada.</b>	
	m5	1,000 ud	Cuadro eléctrico Cofret Kaedra de 36 módulos de Schneider Electric estanco de superficie, dimensiones 610 x 340 x 160 mm.	79,110 79,11
	m6	12,000 ud	Fusible cilíndrico, tamaño 10 x 38, 1000 VDC gPV, In 20 A, referencia 491635 de DF Electric.	7,740 92,88
	m23	12,000 ud	Base modular para fusibles cilíndricos PMX, unipolar (1P), intensidad nominal 32 A, según UNE-EN 60269-1.	4,290 51,48
	mo3	0,500 h	Oficial 1ª electricista.	22,000 11,00
	mo4	0,500 h	Ayudante electricista.	20,300 10,15
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	244,620 4,89
			<b>Precio total por ud .....</b>	<b>249,51</b>



## Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>3 Acumulación</b>				
3.1 A1		ud	<b>Acumulación de energía eléctrica con el modelo de batería FS 2750 de Formula Star, totalmente instalada y probada.</b>	
	m7	1,000 ud	Baterías de plomo-ácido estacionaria, tensión nominal 2 V, capacidad nominal de descarga C48 3698 Ah, 2400 ciclos de vida al 60 % de profundidad de descarga a 20 °C, dimensiones 576 x 212 x 800 mm, peso 153,7 kg.	628,660
	mo3	0,050 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	mo4	0,050 h	Ayudante electricista.	20,300
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	630,780
<b>Precio total por ud .....</b>				<b>643,40</b>

## Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>4 Transformación</b>				
4.1 T1		ud	<b>Transformación de energía eléctrica con inversor cargador Quattro 48/15000/200-100/100 de Victron Energy, totalmente instalado y probado.</b>	
	m8	1,000 ud	Inversor monofásico con 2 entradas CA para conectar grupo electrógeno, salida CA de 230 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, rango de voltaje de entrada de 38 a 66 Vcc, potencia nominal de salida 15 kVA, pico de potencia 25 kW, eficiencia máxima 96 %, dimensiones 572 x 488 x 344 mm, corriente de carga de la batería 200 A. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.	3.543,120 3.543,12
	mo3	0,200 h	Oficial 1ª electricista.	22,000 4,40
	mo4	0,200 h	Ayudante electricista.	20,300 4,06
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	3.551,580 71,03
			<b>Precio total por ud .....</b>	<b>3.622,61</b>
4.2 T2		ud	<b>Caja de protección de alterna con cuadro eléctrico y magnetotérmicos, totalmente instalada y probada.</b>	
	m5	1,000 ud	Cuadro eléctrico Cofret Kaedra de 36 módulos de Schneider Electric estanco de superficie, dimensiones 610 x 340 x 160 mm.	79,110 79,11
	m9	2,000 ud	Magnetotérmico Acti9 C120N, 2P, 80 A, C curva de Schneider Electric.	216,000 432,00
	mo3	0,500 h	Oficial 1ª electricista.	22,000 11,00
	mo4	0,500 h	Ayudante electricista.	20,300 10,15
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	532,260 10,65
			<b>Precio total por ud .....</b>	<b>542,91</b>

## Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>5 Puesta a tierra</b>				
5.1 TT		ud	<b>Toma de tierra con dos picas de acero cobreado de 2 m de longitud cada una, totalmente instalada y comprobada por técnico competente.</b>	
	m10	2,000 ud	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	36,00
	m11	2,500 m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> .	7,03
	m12	2,000 ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	2,00
	m13	2,000 ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	108,00
	m14	1,000 ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	46,00
	m15	0,666 ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	2,33
	m16	1,000 ud	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1,15
	mo3	0,250 h	Oficial 1ª electricista.	5,50
	mo4	0,250 h	Ayudante electricista.	5,08
	mo5	0,019 h	Peón ordinario construcción.	0,34
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	4,27
<b>Precio total por ud .....</b>				<b>217,70</b>

## Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>6 Cableado y canalización</b>				
6.1	CC1	m	<b>Cableado corriente continua de 10 mm2.</b>	
	m17	1,000 m	Cable unipolar H1Z2Z2-K, siendo su tensión asignada de 1/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido estañado flexible clase 5 de 10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento y cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos. Según UNE-EN 50618. Incluso accesorios y elementos de sujeción.	2,260
	mo3	0,010 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	mo4	0,010 h	Ayudante electricista.	20,300
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2,680
<b>Precio total por m .....</b>				<b>2,73</b>
6.2	CC2	m	<b>Cableado corriente continua de 120 mm2.</b>	
	m19	1,000 m	Cable unipolar H1Z2Z2-K, siendo su tensión asignada de 1/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido estañado flexible clase 5 de 120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento y cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos. Según UNE-EN 50618. Incluso accesorios y elementos de sujeción.	18,350
	mo3	0,010 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	mo4	0,010 h	Ayudante electricista.	20,300
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	18,770
<b>Precio total por m .....</b>				<b>19,15</b>
6.3	CC3	m	<b>Cableado corriente continua de 50 mm2.</b>	
	m20	1,000 m	Cable unipolar H1Z2Z2-K, siendo su tensión asignada de 1/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido estañado flexible clase 5 de 50 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento y cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos. Según UNE-EN 50618. Incluso accesorios y elementos de sujeción.	10,720
	mo3	0,010 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	mo4	0,010 h	Ayudante electricista.	20,300
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	11,140
<b>Precio total por m .....</b>				<b>11,36</b>
6.4	CC4	m	<b>Cableado corriente alterna de 10 mm2.</b>	
	m24	1,000 m	Cable unipolar RZ1-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca, con conductor de cobre recocido flexible clase 5 de 10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de mezcla de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de mezcla especial libre de halógenos tipo Afumex. Incluso accesorios y elementos de sujeción.	3,520
	mo3	0,010 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	mo4	0,010 h	Ayudante electricista.	20,300
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	3,940
<b>Precio total por m .....</b>				<b>4,02</b>

## Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
6.5	CC5	<b>m</b>	<b>Cableado corriente alterna de 25 mm2.</b>		
	m26	1,000 m	Cable unipolar RZ1-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca, con conductor de cobre recocido flexible clase 5 de 25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de mezcla de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de mezcla especial libre de halógenos tipo Afumex. Incluso accesorios y elementos de sujeción.	6,870	6,87
	mo3	0,010 h	Oficial 1ª electricista.	22,000	0,22
	mo4	0,010 h	Ayudante electricista.	20,300	0,20
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	7,290	0,15
			<b>Precio total por m .....</b>		<b>7,44</b>
6.6	CC6	<b>m</b>	<b>Canalización con tubo de 63 mm de diámetro.</b>		
	m18	1,000 m	Tubo de PVC de 63 mm de diámetro, con el precio incrementado el 10 % en concepto de accesorios y piezas especiales.	3,030	3,03
	mo3	0,047 h	Oficial 1ª electricista.	22,000	1,03
	mo4	0,050 h	Ayudante electricista.	20,300	1,02
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	5,080	0,10
			<b>Precio total por m .....</b>		<b>5,18</b>
6.7	CC7	<b>m</b>	<b>Canalización con tubo de 50 mm de diámetro</b>		
	m21	1,000 m	Tubo de PVC de 50 mm de diámetro, con el precio incrementado el 10 % en concepto de accesorios y piezas especiales.	2,410	2,41
	mo3	0,047 h	Oficial 1ª electricista.	22,000	1,03
	mo4	0,050 h	Ayudante electricista.	20,300	1,02
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	4,460	0,09
			<b>Precio total por m .....</b>		<b>4,55</b>
6.8	CC8	<b>m</b>	<b>Canalización con tubo de 20 mm de diámetro.</b>		
	m25	1,000 m	Tubo de PVC de 20 mm de diámetro, con el precio incrementado el 10 % en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,930	0,93
	mo3	0,047 h	Oficial 1ª electricista.	22,000	1,03
	mo4	0,050 h	Ayudante electricista.	20,300	1,02
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2,980	0,06
			<b>Precio total por m .....</b>		<b>3,04</b>
6.9	CC9	<b>m</b>	<b>Canalización con tubo de 32 mm de diámetro.</b>		
	m22	1,000 m	Tubo de PVC de 32 mm de diámetro, con el precio incrementado el 10 % en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,490	1,49
	mo3	0,047 h	Oficial 1ª electricista.	22,000	1,03
	mo4	0,050 h	Ayudante electricista.	20,300	1,02
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	3,540	0,07
			<b>Precio total por m .....</b>		<b>3,61</b>

## Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>7 Sala técnica</b>				
7.1	ST1	ud	<b>Construcción y acondicionamiento de una sala técnica de 36 m<sup>2</sup> para albergar los reguladores, las baterías, los inversores y el grupo electrógeno.</b>	
	AT	36,000 m2	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.	1,130 40,68
	m28	1,000 ud	Sala técnica de 36 m2 construida con hormigón armado, pared con ladrillo de termo arcilla 200 x 400 mm y forjado in situ de hormigón armado con cubierta no transitable aislada y puerta de paso 800 x 2000 mm.	9.000,000 9.000,00
	m29	12,000 ud	Rejilla de ventilación de lamas fijas de acero galvanizado, 1000 x 30 mm, con plegadura sencilla en los bordes. Incluso soportes del mismo material, pletinas para fijación mediante anclaje químico en obra de fábrica con varillas roscadas y resina, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra, accesorios y remates.	50,000 600,00
	m30	2,000 ud	Boca de aspiración, modelo BOC-125 o similar, con regulación de caudal, incluso apertura del conducto, sellado de juntas, accesorios, medios auxiliares y pequeño material. Unidad totalmente instalada y funcionando según normativa y reglamentación vigente.	89,000 178,00
	mo6	100,000 h	Oficial 1º construcción.	20,000 2.000,00
	mo5	100,000 h	Peón ordinario construcción.	18,000 1.800,00
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	13.618,680 272,37
<b>Precio total por ud .....</b>				<b>13.891,05</b>

---

## Anejo de justificación de precios

---

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>8 Seguridad y salud</b>				
8.1	SS	ud	Medios auxiliares a tomar para cumplimiento de las medidas de seguridad salud y obra según la normativa laboral vigente	
			Sin descomposición	400,000
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>400,00</b>

---

## Anejo de justificación de precios

---

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>9 Gestión de residuos</b>				
9.1	GR	ud	Identificación de los materiales presentes en la instalación y la naturaleza de los residuos que se van a originar en cada etapa del proyecto en relación a la Lista Europea de Residuos, estimación de la cantidad que se va a generar, reducción de los mismos en operaciones de segregación y separación en la obra, almacenamiento y transporte de residuos sobrantes al vertedero autorizado por transportista autorizado y la eliminación de los mismos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.	
			Sin descomposición	750,000
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>750,00</b>



## Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>10 Inspección inicial</b>				
10.1	II1	ud	<b>Inspección inicial de acuerdo con el procedimiento establecido por el Organismo de Control (OC) para las instalaciones eléctricas de baja tensión que involucren un proyecto y una inspección inicial. Se evalúa el alta de la instalación por un técnico titulado competente del OC.</b>	
	mo7	4,000 h	Inspector OC	240,00
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	4,80
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>244,80</b>



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

## N.º 2: MEDICIÓN

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total	
<b>1.1 G1</b>	<b>ud</b>	<b>Generación solar con el módulo fotovoltaico JAM66S30-500/MR de JA Solar colocado en una estructura soporte fija al suelo con 60 ° de inclinación de 18 módulos, totalmente instalado y probado.</b>					
					Total ud.....:	6,000	
<b>1.2 G2</b>	<b>ud</b>	<b>Grupo electrógeno DHY22K(S)Em de Hyundai, totalmente instalado y probado.</b>					
					Total ud.....:	2,000	

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total	
<b>2.1 R1</b>	<b>ud</b>	<b>Regulación de carga con el regulador MPPT RS SmartSolar 450 200 de Victron Energy, totalmente instalado y probado.</b>					
					Total ud.....:	3,000	
<b>2.2 R2</b>	<b>ud</b>	<b>Caja de protección de continua con cuadro eléctrico y fusibles, totalmente instalada y probada.</b>					
					Total ud.....:	1,000	

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total	
<b>3.1 A1</b>	<b>ud</b>	<b>Acumulación de energía eléctrica con el modelo de batería FS 2750 de Formula Star, totalmente instalada y probada.</b>					
					Total ud.....:	72,000	

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total
<b>4.1 T1</b>	<b>ud</b>	<b>Transformación de energía eléctrica con inversor cargador Quattro 48/15000/200-100/100 de Victron Energy, totalmente instalado y probado.</b>				
					Total ud.....:	2,000
<b>4.2 T2</b>	<b>ud</b>	<b>Caja de protección de alterna con cuadro eléctrico y magnetotérmicos, totalmente instalada y probada.</b>				
					Total ud.....:	1,000

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total	
<b>5.1 TT</b>	<b>ud</b>	<b>Toma de tierra con dos picas de acero cobreado de 2 m de longitud cada una, totalmente instalada y comprobada por técnico competente.</b>					
					Total ud.....:	1,000	

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total
<b>6.1 CC1</b>	<b>m</b>	<b>Cableado corriente continua de 10 mm2.</b>				
					Total m.....:	600,000
<b>6.2 CC2</b>	<b>m</b>	<b>Cableado corriente continua de 120 mm2.</b>				
					Total m.....:	20,000
<b>6.3 CC3</b>	<b>m</b>	<b>Cableado corriente continua de 50 mm2.</b>				
					Total m.....:	40,000
<b>6.4 CC4</b>	<b>m</b>	<b>Cableado corriente alterna de 10 mm2.</b>				
					Total m.....:	10,000
<b>6.5 CC5</b>	<b>m</b>	<b>Cableado corriente alterna de 25 mm2.</b>				
					Total m.....:	8,000
<b>6.6 CC6</b>	<b>m</b>	<b>Canalización con tubo de 63 mm de diámetro.</b>				
					Total m.....:	121,000
<b>6.7 CC7</b>	<b>m</b>	<b>Canalización con tubo de 50 mm de diámetro</b>				
					Total m.....:	15,000
<b>6.8 CC8</b>	<b>m</b>	<b>Canalización con tubo de 20 mm de diámetro.</b>				
					Total m.....:	12,000
<b>6.9 CC9</b>	<b>m</b>	<b>Canalización con tubo de 32 mm de diámetro.</b>				
					Total m.....:	4,000



Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total	
<b>7.1 ST1</b>	<b>ud</b>	<b>Construcción y acondicionamiento de una sala técnica de 36 m<sup>2</sup> para albergar los reguladores, las baterías, los inversores y el grupo electrógeno.</b>					
					Total ud.....:	1,000	

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total	
<b>8.1 SS</b>	<b>ud</b>	<b>Medios auxiliares a tomar para cumplimiento de las medidas de seguridad salud y obra según la normativa laboral vigente</b>					
					Total ud.....:	1,000	

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total	
<b>9.1 GR</b>	<b>ud</b>	<b>Identificación de los materiales presentes en la instalación y la naturaleza de los residuos que se van a originar en cada etapa del proyecto en relación a la Lista Europea de Residuos, estimación de la cantidad que se va a generar, reducción de los mismos en operaciones de segregación y separación en la obra, almacenamiento y transporte de residuos sobrantes al vertedero autorizado por transportista autorizado y la eliminación de los mismos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.</b>				Total ud.....:	1,000

Comentario	P.ig.	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	Total	
<b>10.1 II1</b>	<b>ud</b>	<b>Inspección inicial de acuerdo con el procedimiento establecido por el Organismo de Control (OC) para las instalaciones eléctricas de baja tensión que involucren un proyecto y una inspección inicial. Se evalúa el alta de la instalación por un técnico titulado competente del OC.</b>					
					Total ud.....:	1,000	



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

## N.º 3: PRESUPUESTO Y MEDICIÓN

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 G1	ud	Generación solar con el módulo fotovoltaico JAM66S30-500/MR de JA Solar colocado en una estructura soporte fija al suelo con 60 ° de inclinación de 18 módulos, totalmente instalado y probado.			
		Total ud .....	6,000	2.875,79	17.254,74
1.2 G2	ud	Grupo electrógeno DHY22K(S)Em de Hyundai, totalmente instalado y probado.			
		Total ud .....	2,000	4.705,76	9.411,52

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.1 R1	ud	Regulación de carga con el regulador MPPT RS Smartsolar 450 200 de Victron Energy, totalmente instalado y probado.			
		Total ud .....	3,000	1.563,72	4.691,16
2.2 R2	ud	Caja de protección de continua con cuadro eléctrico y fusibles, totalmente instalada y probada.			
		Total ud .....	1,000	249,51	249,51

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1 A1	ud	Acumulación de energía eléctrica con el modelo de batería FS 2750 de Formula Star, totalmente instalada y probada.			
		Total ud .....	72,000	643,40	46.324,80



Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.1 T1	ud	Transformación de energía eléctrica con inversor cargador Quattro 48/15000/200-100/100 de Victron Energy, totalmente instalado y probado.			
		Total ud .....	2,000	3.622,61	7.245,22
4.2 T2	ud	Caja de protección de alterna con cuadro eléctrico y magnetotérmicos, totalmente instalada y probada.			
		Total ud .....	1,000	542,91	542,91

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
5.1 TT	ud	Toma de tierra con dos picas de acero cobreado de 2 m de longitud cada una, totalmente instalada y comprobada por técnico competente.			
		Total ud .....	1,000	217,70	217,70

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
6.1 CC1	m	<b>Cableado corriente continua de 10 mm2.</b>			
		Total m .....	600,000	2,73	1.638,00
6.2 CC2	m	<b>Cableado corriente continua de 120 mm2.</b>			
		Total m .....	20,000	19,15	383,00
6.3 CC3	m	<b>Cableado corriente continua de 50 mm2.</b>			
		Total m .....	40,000	11,36	454,40
6.4 CC4	m	<b>Cableado corriente alterna de 10 mm2.</b>			
		Total m .....	10,000	4,02	40,20
6.5 CC5	m	<b>Cableado corriente alterna de 25 mm2.</b>			
		Total m .....	8,000	7,44	59,52
6.6 CC6	m	<b>Canalización con tubo de 63 mm de diámetro.</b>			
		Total m .....	121,000	5,18	626,78
6.7 CC7	m	<b>Canalización con tubo de 50 mm de diámetro</b>			
		Total m .....	15,000	4,55	68,25
6.8 CC8	m	<b>Canalización con tubo de 20 mm de diámetro.</b>			
		Total m .....	12,000	3,04	36,48
6.9 CC9	m	<b>Canalización con tubo de 32 mm de diámetro.</b>			
		Total m .....	4,000	3,61	14,44

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
7.1 ST1	ud	Construcción y acondicionamiento de una sala técnica de 36 m <sup>2</sup> para albergar los reguladores, las baterías, los inversores y el grupo electrógeno.			
		Total ud .....	1,000	13.891,05	13.891,05

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
8.1 SS	ud	Medios auxiliares a tomar para cumplimiento de las medidas de seguridad salud y obra según la normativa laboral vigente			
		Total ud .....	1,000	400,00	400,00

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
9.1 GR	ud	Identificación de los materiales presentes en la instalación y la naturaleza de los residuos que se van a originar en cada etapa del proyecto en relación a la Lista Europea de Residuos, estimación de la cantidad que se va a generar, reducción de los mismos en operaciones de segregación y separación en la obra, almacenamiento y transporte de residuos sobrantes al vertedero autorizado por transportista autorizado y la eliminación de los mismos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.			
		Total ud .....	1,000	750,00	750,00

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
10.1 III	ud	Inspección inicial de acuerdo con el procedimiento establecido por el Organismo de Control (OC) para las instalaciones eléctricas de baja tensión que involucren un proyecto y una inspección inicial. Se evalúa el alta de la instalación por un técnico titulado competente del OC.			
		Total ud .....	1,000	244,80	244,80

Presupuesto de ejecución material

1. Generación .....	26.666,26
2. Regulación .....	4.940,67
3. Acumulación .....	46.324,80
4. Transformación .....	7.788,13
5. Puesta a tierra .....	217,70
6. Cableado y canalización .....	3.321,07
7. Sala técnica .....	13.891,05
8. Seguridad y salud .....	400,00
9. Gestión de residuos .....	750,00
10. Inspección inicial .....	244,80
	<hr/>
Total:	104.544,48

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CIENTO CUATRO MIL QUINIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

Murcia  
Ingeniero Electrónico Industrial

Alberto Ferra Borgoñoz





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

## N.º 4: RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN

<b>Capítulo</b>	<b>Importe</b>
1 Generación .....	26.666,26
2 Regulación .....	4.940,67
3 Acumulación .....	46.324,80
4 Transformación .....	7.788,13
5 Puesta a tierra .....	217,70
6 Cableado y canalización .....	3.321,07
7 Sala técnica .....	13.891,05
8 Seguridad y salud .....	400,00
9 Gestión de residuos .....	750,00
10 Inspección inicial .....	244,80
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>104.544,48</b>
10% de gastos generales	10.454,45
5% de beneficio industrial	5.227,22
<b>Suma</b>	<b>120.226,15</b>
21% IVA	25.247,49
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>145.473,64</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO CUARENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Murcia  
Ingeniero Electrónico Industrial

Alberto Ferra Borgoñoz