



universidad
de león



Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Fin de Máster

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN UNA
EMPRESA DEL SECTOR DEL METAL UBICADA EN LEÓN

DESIGN OF A PHOTOVOLTAIC INSTALLATION ON THE
ROOFS OF THE INDUSTRIAL BUILDINGS OF A COMPANY
IN THE METAL SECTOR LOCATED IN LEÓN

Autor: Rubén de la Viuda Nández
Tutor: Inmaculada González Alonso

SEPTIEMBRE 2023

UNIVERSIDAD DE LEÓN
Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y
Aeroespacial

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
Trabajo de Fin de Máster

ALUMNO: Rubén de la Viuda Náñez

TUTOR: M^a Inmaculada González Alonso

TÍTULO: Diseño de una instalación fotovoltaica en las cubiertas de las naves industriales de una empresa del sector del metal ubicada en León

TITLE: Design of a photovoltaic installation on the roofs of the industrial buildings of a company in the metal sector located in León

CONVOCATORIA: Julio, 2023

RESUMEN:

El proyecto tendrá como objeto definir las condiciones técnicas de la instalación, su estudio de viabilidad, la oferta económica, las calidades y garantías de los distintos componentes y los aspectos de la ejecución de la obra de una instalación fotovoltaica conectada a red interior de una planta industrial del sector del metal ubicada en León.

La planta fotovoltaica estudiada estaría dividida en dos fases, la fase 1 será estudiada en un terreno anexo a la industria propiedad de la empresa junto con las cubiertas de los talleres principales y la fase 2 será estudiada en las cubiertas de los talleres auxiliares. También se evaluará el ahorro con las dos fases juntas.

Se planteará los componentes más idóneos para esta instalación y sus garantías y los procedimientos de mantenimiento que deberá seguir.

Por último se estudiará el presupuesto económico que tendría dicha instalación a título propio o mediante contratación de PPAs y su plazo de amortización.

ABSTRACT:

The purpose of the project will be to define the technical conditions of the installation, its feasibility study, the economic offer, the qualities and guarantees of the different components and the aspects of the execution of the work of a photovoltaic installation connected to the internal network of a plant. industrial sector of the metal located in León.

The photovoltaic plant studied would be divided into two phases, phase 1 will be studied on land attached to the industry owned by the company together

with the roofs of the main workshops and phase 2 will be studied on the roofs of the auxiliary workshops. The savings with the two phases together will also be evaluated.

The most suitable components for this installation and their guarantees and the maintenance procedures that must be followed will be considered.

Finally, the economic budget that said facility would have in its own right or through contracting PPAs and its amortization period will be studied.

Palabras clave: Fotovoltaica, autoconsumo, industria, sector del metal, metalurgia.

Firma del alumno:

VºBº Tutor/es:

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de León, por estos 9 años estudiando y formándome en ella y particularmente a la Escuela de Industriales por la visión que han tenido al realizar este máster en la modalidad presencial con la facilidad de seguirlo por streaming, ya que nos permite a las personas que trabajamos seguir estudiando.

A mi tutora, M^a Inmaculada González Alonso, por su comprensión y esfuerzo en apretar su agenda para poder apoyarme en el proyecto en los momentos en los que mi trabajo me dejaba hueco, de la que guardo un bonito recuerdo por ser mi profesora de “Tecnología Electrónica e Informática” en el primer curso del grado en Ingeniería de la Energía en 2012/2013.

A mi mujer que durante estos tres años me ha apoyado siempre y ha asumido gran parte del cuidado de nuestros perros, Dobby y Bella, y de la carga doméstica que he dejado de realizar por dedicar mis esfuerzos al máster.

A mis padres por su esfuerzo, preocupación y constancia en darme una educación y unos estudios con los cuales he podido conseguir mi actual trabajo.

A Roldán S.A. y todos mis compañeros, que han permitido desarrollarme profesionalmente y poder desarrollar proyectos como el siguiente

ÍNDICE

Contenido

ÍNDICE	I
1 Memoria descriptiva	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	1
1.2.1 Consumidor electrointensivo.....	1
1.2.2 Obligaciones de las ayudas por ser consumidor electrointensivo	2
2 Descripción de las instalaciones	4
2.1 Modalidad de autoconsumo	4
2.2 Clasificación de la instalación fotovoltaica	5
2.3 Instalación de la empresa	5
2.4 Distribución de la instalación fotovoltaica.....	6
2.5 Hipótesis planteadas para la realización del estudio fotovoltaico	6
3 Balance energético	7
3.1 Consumo eléctrico de la empresa.....	7
3.2 Cálculo de ahorro energético.....	10
3.2.1 Consumo diurno	11
3.2.2 Ahorro estimado Fase 1.....	12
3.2.3 Ahorro estimado Fase 2.....	15
3.2.4 Ahorro estimado Fase 1 + 2	17
3.2.5 Posibilidad de subvención	19
4 Calidades y garantías de los componentes.....	20
4.1 Módulo fotovoltaico.....	20
4.1.1 Módulo fotovoltaico Talesun TP7F72M	20
4.1.2 Módulo fotovoltaico Longi solar LR5-72HPH.....	22
4.1.3 Módulo fotovoltaico ZN shine Solar ZXM7-SHLD144	24
4.2 Inversor	25
4.2.1 Inversor Sungrow SGCX y SGHX.....	25
4.2.2 Inversor Huawei SUN2000-KTL.....	26
4.2.3 Inversor SAJ.....	26

4.3	Sistema de monitorización.....	26
4.3.1	Sungrow	26
4.3.2	Huawei	27
4.3.3	SAJ	27
4.4	Sistema de inyección cero.....	27
4.5	Estructura soporte	27
4.6	Cuadro de protecciones	28
4.7	Cableado.....	28
4.8	Canalizaciones	29
5	Garantías de los materiales	30
6	Garantías de la empresa instaladora	31
6.1	Garantía de ejecución	31
7	Plan de mantenimiento	32
7.1	Frecuencia de las revisiones.....	32
7.2	Procedimientos de mantenimiento	32
7.2.1	Mantenimiento de las características eléctricas de los paneles fotovoltaicos 33	
7.2.2	Mantenimiento del conexionado de los paneles fotovoltaicos	35
7.2.3	Mantenimiento/limpieza de los paneles	36
7.2.4	Mantenimiento/revisión de la sujeción de los paneles.....	37
7.2.5	Mantenimiento de la sujeción de la estructura	38
7.2.6	Mantenimiento del estado general del inversor y conexionado	39
7.2.7	Mantenimiento de caída de tensión en instalaciones.....	40
7.2.8	Mantenimiento del cableado	41
7.2.9	Procedimientos de mantenimiento correctivo	41
7.3	Mantenimiento Preventivo - Predictivo.....	42
7.4	Garantías	42
8	Calidad y gestión de residuos	43
9	Plan de tramitación y ejecución.....	44
10	Medios técnicos y auxiliares	45
11	Instalación de cubiertas	46
12	Presupuesto	47
12.1	Presupuesto Instalación 1	47
12.1.1	Plazo de amortización Instalación 1	49

12.2	Presupuesto Instalación 2	50
12.2.1	Plazo de amortización Instalación 2	52
12.3	Presupuesto Instalación 1+2	53
12.3.1	Plazo de amortización Instalación 1+2	55
13	Modalidad PPA.....	56
13.1	Instalación Fase I con modalidad PPA	56
13.2	Instalación Fase II con modalidad PPA	59
13.3	Instalación Fase I + Fase II con modalidad PPA	62
	Referencias	65

Índice de figuras

Figura 4.1 Garantía de producción panel solar Talesun. (Fuente: “ [5] Paneles solares Talesun”)	21
Figura 4.2 Garantía de producción panel solar Longisolar. (Fuente: “ [6] Paneles solares Longisolar”)	23
Figura 4.3 Garantía de producción panel solar ZN shine Solar. (Fuente: “ [4] Paneles solares ZN Shine solar”)	24
Figura 10.1 Estructura solicitada para la empresa instaladora. (Fuente: elaboración propia)	45
Figura 13.1 Valor residual instalación 1, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)	58
Figura 13.2 Valor residual instalación 2, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)	61
Figura 13.3 Valor residual instalación 1+2, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)	64

Índice de cuadros y tablas

Tabla 1.1 Obligaciones por ser beneficiario de las ayudas industriales. (Fuente: elaboración propia).....	3
Tabla 3.1 Distribución horaria de los periodos energéticos de la tarifa eléctrica de la empresa. (Fuente: “ [3] Periodos de energía y potencia”).....	7
Tabla 3.2 Cálculo económico de los periodos de la tarifa eléctrica sin y con impuestos. (Fuente: elaboración propia)	8
Tabla 3.3 Impuestos contemplados de la tarifa eléctrica. (Fuente: elaboración propia)	8
Tabla 3.4 Consumo instalación por mes y acumulado anual (Fuente: elaboración propia) .	9
Tabla 3.5 Coste consumo energético por mes y acumulado anual (Fuente: elaboración propia).....	9
Tabla 3.6 Consumo diurno de la instalación en kWh por mes y acumulado anual. (Fuente: elaboración propia).....	11
Tabla 3.7 Coste del consumo diurno de la instalación por mes y acumulado anual. (Fuente: elaboración propia)	11
Tabla 3.8 Características del módulo fotovoltaico. (Fuente: “ [2] Talesun Solar”)	12
Tabla 3.9 Características del módulo fotovoltaico en la instalación 1. (Fuente: elaboración propia).....	13
Tabla 3.10 Producción esperada por la instalación 1. (Fuente: elaboración propia).....	13
Tabla 3.11 Características del módulo fotovoltaico. (Fuente: “ [2] Talesun Solar”)	15
Tabla 3.12 Características del módulo fotovoltaico en la instalación 2. (Fuente: elaboración propia).....	16
Tabla 3.13 Características del módulo fotovoltaico. (Fuente: “ [2] Talesun Solar”)	17
Tabla 3.14 Características del módulo fotovoltaico en la instalación 1+2. (Fuente: elaboración propia).....	18
Tabla 3.15 Producción esperada por la instalación 1+2. (Fuente: elaboración propia).....	18
Tabla 4.1 Clasificación de Talesun frente a sus competidores por capacidad anual fabricada. (Fuente: “ [7] Fabricantes de módulos solares según su capacidad”)	20
Tabla 4.2 Clasificación de Longisolar frente a sus competidores por resultado de los test de pruebas. (Fuente: “ [1] Fabricantes de módulos solares según su resultados de test de pruebas”)	22
Tabla 4.3 Inversores utilizados en las diferentes fases de la instalación. (Fuente: elaboración propia).....	25
Tabla 5.1 Garantía de los materiales. (Fuente: elaboración propia).....	30
Tabla 7.1 Procedimiento de mantenimiento de las características eléctricas de los paneles solares. (Fuente: elaboración propia).....	33

Tabla 7.2 Procedimiento de mantenimiento de conexionado de los paneles solares. (Fuente: elaboración propia)	35
Tabla 7.3 Procedimiento de mantenimiento/limpieza de los paneles solares. (Fuente: elaboración propia).....	36
Tabla 7.4 Procedimiento de mantenimiento/revisión de la sujeción de los paneles solares. (Fuente: elaboración propia)	37
Tabla 7.5 Procedimiento de mantenimiento de la sujeción de los estructura. (Fuente: elaboración propia).....	38
Tabla 7.6 Procedimiento de mantenimiento del estado general del inversor y conexionado. (Fuente: elaboración propia)	39
Tabla 7.7 Procedimiento de mantenimiento de caída de tensión en instalaciones. (Fuente: elaboración propia).....	40
Tabla 7.8 Procedimiento de mantenimiento del cableado. (Fuente: elaboración propia) .	41
Tabla 12.1 Presupuesto del equipamiento eléctrico de la instalación 1. (Fuente: elaboración propia).....	47
Tabla 12.2 Presupuesto del equipamiento mecánico de la instalación 1. (Fuente: elaboración propia).....	48
Tabla 12.3 Presupuesto de la tramitación e ingeniería de la instalación 1. (Fuente: elaboración propia).....	48
Tabla 12.4 Presupuesto total de la instalación 1. (Fuente: elaboración propia).....	49
Tabla 12.5 Presupuesto del equipamiento eléctrico de la instalación 2. (Fuente: elaboración propia).....	50
Tabla 12.6 Presupuesto del equipamiento mecánico de la instalación 2. (Fuente: elaboración propia).....	51
Tabla 12.7 Presupuesto de la tramitación e ingeniería de la instalación 2. (Fuente: elaboración propia).....	51
Tabla 12.8 Presupuesto total de la instalación 2. (Fuente: elaboración propia).....	52
Tabla 12.9 Presupuesto del equipamiento eléctrico de la instalación 1+2. (Fuente: elaboración propia).....	53
Tabla 12.10 Presupuesto del equipamiento mecánico de la instalación 1+2. (Fuente: elaboración propia).....	54
Tabla 12.11 Presupuesto de la tramitación e ingeniería de la instalación 1+2. (Fuente: elaboración propia).....	54
Tabla 12.12 Presupuesto total de la instalación 1+2. (Fuente: elaboración propia)	55
Tabla 13.1 Viabilidad económica instalación 1, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia).....	57
Tabla 13.2 Amortización instalación 1, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)	58
Tabla 13.3 Viabilidad económica instalación 2, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia).....	60

Tabla 13.4 Amortización instalación 2, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)	61
Tabla 13.5 Viabilidad económica instalación 1+2, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia).....	63
Tabla 13.6 Amortización instalación 1+2, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia) ..	64

Índice de ecuaciones

Ecuación 3.1 Cálculo de la tarifa media ponderada. (Fuente: elaboración propia)	10
Ecuación 3.2 Cálculo del ahorro energético. (Fuente: elaboración propia)	10

1 Memoria descriptiva

1.1 Introducción

La presente memoria tiene por objeto definir las características de la propuesta técnico-económica de instalación de una planta fotovoltaica dividida en dos fases en una industria del sector del metal conectada a red interior para autoconsumo. La fase 1 será estudiada en un terreno anexo a la industria propiedad de la empresa junto con las cubiertas de los talleres principales y la fase 2 será estudiada en las cubiertas de los talleres auxiliares.

Se definen las condiciones técnicas de la instalación, un estudio de viabilidad, la oferta económica, las calidades y garantías de los componentes y el plan de mantenimiento.

1.2 Antecedentes

Las normativas europeas y nacionales aumentan día a día su exigencia sobre el uso de energías renovables, la optimización y de los recursos y maximizar la eficiencia.

La energía solar fotovoltaica reduce el uso de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. Con el autoconsumo fotovoltaico, se puede llegar a conseguir ahorros sustanciales en la factura aprovechando al máximo las instalaciones de la empresa o ciudad, cumpliendo con los objetivos de Responsabilidad Social Corporativa.

- Disminución de los costes energéticos de la empresa frente a la volatilidad del mercado
- Rentabilidad en la inversión y revalorización del inmueble.
- Reducción en el uso de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Contribución a los objetivos de Responsabilidad Social Corporativa.

1.2.1 Consumidor electrointensivo

La empresa en cuestión, como la mayoría de fabricantes del sector del metal, es un consumidor electrointensivo, cumpliendo con los siguientes requisitos descritos en el artículo 3 del Real Decreto 1106/2020 que regula el Estatuto de los consumidores electrointensivos:

1. Ser consumidores que contraten su energía en el mercado de producción de energía eléctrica por cualquiera de las modalidades previstas en la normativa.
2. Haber consumido, durante al menos dos de los tres años anteriores un volumen anual de energía eléctrica superior a 1 GWh, y consumir en periodo tarifario valle al menos el 50 por ciento de la energía. A estos efectos, el consumo anual incorporará todo el consumo eléctrico, incluido el autoconsumo.
3. Operar en un sector o subsector que pertenezca a uno de los códigos de Clasificación Nacional de Actividades Económicas (en adelante CNAE) incluidos en el anexo del Real Decreto 1106/2020.

4. Tener un cociente durante al menos dos de los tres años anteriores entre el consumo anual y el valor añadido bruto de la instalación correspondiente al punto de suministro para el cual tenga la categoría de consumidor electrointensivo superior a 1,5 kWh/€. Este valor se revisará anualmente por resolución de la persona titular de la Secretaría General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo para adaptar su valor en función del precio medio del mercado eléctrico del año inmediatamente anterior.
5. La empresa titular del punto de suministro o instalación deberá estar válidamente constituida conforme a la normativa en vigor.

Con el certificado de consumidor electrointensivo se pueden acceder a ayudas que significan una importante cifra para la empresa:

- Ayuda de consumidor electrointensivo.
- Ayuda gas intensiva.
- Ayuda de emisiones indirectas de CO₂.

1.2.2 Obligaciones de las ayudas por ser consumidor electrointensivo

Al acceder a estas ayudas, la empresa, considerada entre “grandes empresas” por el Real Decreto 56/2016 (tener más de 250 empleados), debe de cumplir ciertos requisitos.

En la **ayuda de consumidor electrointensivo**, en el artículo 12.1 del Real Decreto 1106/2020, esta impuesta la obligación de que el consumidor electrointensivo que se beneficie de la ayuda debe acreditar la contratación de, al menos, un 10% de su consumo anual de electricidad mediante instrumentos a plazo, directa o indirectamente, de electricidad de origen renovable con una duración mínima de cinco años. Se considerará que cumplen con estos requisitos.

En la **ayuda de emisiones indirectas de CO₂**, en el artículo 5.2 del Real Decreto 309/2022, obliga a cumplir uno de los siguientes requisitos:

- a. Realizar inversiones relevantes del informe de auditoría, cuando su plazo de amortización no supere los tres años y sus costes de inversión son proporcionados.
- b. Invertir una parte significativa, de al menos el 50 por ciento del importe de dicha ayuda, en proyectos que den lugar a reducciones sustanciales de las emisiones de gases de efecto invernadero de la instalación.
- c. Reducir la huella de carbono de su consumo eléctrico, de forma que se abastezca al menos el 30 por ciento de su consumo de electricidad a partir de fuentes sin emisiones de carbono, excluido el mix nacional y justificado mediante instrumentos a plazo, directos o indirectos, por medio de garantías de origen, mediante inversiones en instalaciones para autoconsumo de origen renovable o mediante otras inversiones o actuaciones similares.

La opción escogida por la empresa es la 5.2.c). del Real decreto 309/2022 y busca hacerlo mediante inversiones en instalaciones de autoconsumo de origen renovable.

La fecha límite de cumplimiento es de tres años tras recibir la primera ayuda desde que se estipularon dichas obligaciones. Según esto, la fecha límite de la empresa es de:

Tabla 1.1 Obligaciones por ser beneficiario de las ayudas industriales.
(Fuente: elaboración propia)

AYUDA ECONÓMICA	FECHA LIMITE DE CUMPLIMIENTO	PORCENTAJE DE CONSUMO DE ORIGEN RENOVABLE
Ayuda de consumidor electrointensivo	Julio 2024	10%
Ayuda de emisiones indirectas	Junio 2025	30%

Con la instalación fotovoltaica de autoconsumo renovable la empresa pretende no solo reducir la factura energética, si no cumplir con dichas obligaciones en el plazo límite para poder seguir siendo beneficiaria de estas ayudas que suponen una buena parte del coste energético de la empresa.

2 Descripción de las instalaciones

2.1 Modalidad de autoconsumo

El planteamiento, diseño, ejecución y legalización de la instalación fotovoltaica se realizará de acuerdo a las especificaciones del pliego y a las normas y disposiciones legales vigentes:

Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.

Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. La reciente publicación de este RD ha supuesto un punto de inflexión a nivel regulatorio para el impulso del autoconsumo, siendo el resultado de un proceso que se ha ido desarrollando durante los últimos años:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, cuya dicción original del artículo 9, definía el autoconsumo como el consumo de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación conectadas en el interior de una red de un consumidor o a través de una línea directa de energía eléctrica asociadas a un consumidor y distinguía varias modalidades de autoconsumo.
- 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.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011 por el que se establece la regulación del Autoconsumo fotovoltaico o Balance Neto en España.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y las ITC correspondientes, en concreto la ITC-BT-40, en la que se regulan los requisitos de los mecanismos antivertido y diversos requisitos de seguridad de las instalaciones generadoras de baja tensión
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- IDAE, octubre de 2002, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.
- Plan de Energías Renovables en España (PER) 2011-2020.
- Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020.

- Directiva 2009/72/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009.
- Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 706/2017, de 7 de julio, por el que se aprueba la instrucción técnica complementaria MI-IP 04 "Instalaciones para suministro a vehículos" y se regulan determinados aspectos de la reglamentación de instalaciones petrolíferas.
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y ordenanzas Municipales.

2.2 Clasificación de la instalación fotovoltaica

Según el RD 244/2019, en el artículo 4, la instalación fotovoltaica planteada en la empresa descrita en León se considera del tipo Modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes.

En esta modalidad se deberá instalar un mecanismo antivertido que impida la inyección de energía excedentaria a la red de transporte o de distribución.

2.3 Instalación de la empresa

La instalación fotovoltaica estudiada en esta empresa se llevará a cabo en dos fases.

En la Fase 1 se ha dimensionado la planta para una potencia de 5.932,98 kWp, obtenida a partir de 10.987 módulos de 540 W de potencia unitaria, del fabricante Talesun, en concreto del modelo TP7F72M 540W.

La potencia nominal de la instalación viene dada en por 30 inversores SG110CX y 7 inversores SG250HX, lo que supone un total de 5.050 kW.

En la Fase 2 se ha dimensionado la planta para una potencia de 633,96 kWp, obtenida a partir de 1.174 módulos de 540 W de potencia unitaria, del fabricante Talesun, en concreto del modelo TP7F72M 540W.

La potencia nominal de la instalación viene dada en por 5 inversores SG110CX, lo que supone un total de 550 kW.

De esta forma, la potencia total instalada teniendo en cuenta las dos fases será de 6.566,94 kWp, obtenida a partir de 12.161 módulos de 540 W de potencia unitaria, del fabricante Talesun, en concreto del modelo TP7F72M 540W.

Se usarán los mismos módulos y dos modelos diferentes de inversores con el fin de unificar los repuestos y facilitar el mantenimiento de la instalación.

2.4 Distribución de la instalación fotovoltaica

Se establecen dos tipologías de estructura:

- En cubierta se ha considerado una distribución de los módulos coplanar.
- En el terreno se ha considerado una distribución de los módulos inclinada mediante hincado directo.

2.5 Hipótesis planteadas para la realización del estudio fotovoltaico

- Los inversores se van a instalar en un espacio existente dentro de la edificación en la que se instalan los paneles.
- El sistema de contaje de la instalación fotovoltaica y de los consumos se ubica dentro de un armario de contadores de nueva construcción cerca del punto frontera según las distancias marcadas en el Pliego de Condiciones de cada ubicación.
- El punto de conexión para la instalación fotovoltaica situada en el terreno se ubica al otro lado de la autovía (zona de talleres).
- El punto de conexión planteado soporta una potencia suficiente para la conexión de la planta fotovoltaica planteada.
- El cableado que transmite la energía eléctrica generada por los inversores hasta el punto de conexión va a transcurrir por un paso de instalaciones existente con espacio suficiente.
- La red interior de distribución del establecimiento es una red trifásica con neutro y tiene una tensión de 400 V Fase-Fase.
- La cubierta de la edificación donde se ubican los paneles se considera que está en buen estado de conservación y es apta para la realización de los trabajos.

3 Balance energético

Partiendo de los datos de consumo horarios que tiene la instalación y considerando que se mantiene el mismo perfil de consumo se han obtenido los consumos estimados.

Posteriormente, se han enfrentado los datos horarios de producción de la planta solar con las curvas de consumo horarias, obteniendo así, los valores mensuales y anuales de autoconsumo para el emplazamiento. En caso de generarse energía excedentaria, estos valores también serán reflejados en los apartados siguientes.

A continuación se muestra la mejora energética que supondrá la implementación de la planta fotovoltaica para esta instalación.

3.1 Consumo eléctrico de la empresa

La empresa tiene una facturación eléctrica del 6.1 TD, fraccionada en 6 tarifas (P1, P2, P3, P4, P5 y P6). Este estudio se centrará solo en la parte variable de la facturación (comercialización – consumo), no teniendo en cuenta el término fijo (distribución – potencia). El ahorro se calculará solo en la parte destinada a consumo de energía (kWh).

En la siguiente tabla se muestra la distribución horaria de los periodos energéticos de esta tarifa:

Tabla 3.1 Distribución horaria de los periodos energéticos de la tarifa eléctrica de la empresa. (Fuente: “ [3] Periodos de energía y potencia”)

Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sábados, domingos y festivos
00:00 - 01:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
01:00 - 02:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
02:00 - 03:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
03:00 - 04:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
04:00 - 05:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
05:00 - 06:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
06:00 - 07:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
07:00 - 08:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
08:00 - 09:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
09:00 - 10:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
10:00 - 11:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
11:00 - 12:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
12:00 - 13:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
13:00 - 14:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
14:00 - 15:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
15:00 - 16:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
16:00 - 17:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
17:00 - 18:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
18:00 - 19:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
19:00 - 20:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
20:00 - 21:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
21:00 - 22:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
22:00 - 23:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
23:00 - 24:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6

Para realizar el cálculo económico se ha estimado el coste de cada periodo de la tarifa:

Tabla 3.2 Cálculo económico de los periodos de la tarifa eléctrica sin y con impuestos. (Fuente: elaboración propia)

PERIODO	TARIFA	TARIFA CON IMPUESTOS
P1	0,286536	0,301186
P2	0,247985	0,260664
P3	0,200277	0,210517
P4	0,174789	0,183725
P5	0,146947	0,154460
P6	0,143466	0,150801

Los impuestos que se han tenido en cuenta son los siguientes:

Tabla 3.3 Impuestos contemplados de la tarifa eléctrica. (Fuente: elaboración propia)

IMPUESTO	VALOR
I.V.A.	0 %
Impuesto electricidad	5,11%
Base imponible	4,86%

Los ahorros calculados en este estudio se realizarán con los impuestos anteriores incluidos, intentado que la percepción de la cantidad vaya acorde con sus valores finales.

En la Tabla 3.4 se presenta el consumo de la instalación en kWh por mes y acumulado anual, diferenciándolo por periodo de tarifa.

Tabla 3.4 Consumo instalación por mes y acumulado anual (Fuente: elaboración propia)

Mes	P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3 (kWh)	P4 (kWh)	P5 (kWh)	P6 (kWh)	Total (kWh)
enero	1 042 736,00	783 598,00	-	-	-	2 250 415,00	4 076 749,00
febrero	983 762,00	749 804,00	-	-	-	1 983 361,00	3 716 927,00
marzo	-	1 211 048,00	908 550,00	-	-	2 192 333,00	4 311 931,00
abril	-	-	-	1 104 180,00	854 173,00	2 207 656,00	4 166 009,00
mayo	-	-	-	1 026 943,00	796 320,00	2 219 835,00	4 043 098,00
junio	-	-	943 393,00	711 428,00	-	1 834 510,00	3 489 331,00
julio	1 013 820,00	771 927,00	-	-	-	1 977 654,00	3 763 401,00
agosto	-	-	596 788,00	450 512,00	-	1 163 465,00	2 210 765,00
septiembre	-	-	961 733,00	728 412,00	-	1 857 251,00	3 547 396,00
octubre	-	-	-	996 057,00	778 699,00	2 076 359,00	3 851 115,00
noviembre	-	931 356,00	701 206,00	-	-	1 631 344,00	3 263 906,00
diciembre	788 055,00	593 528,00	-	-	-	1 441 237,00	2 822 820,00
TOTAL	3 828 373,00	5 041 261,00	4 111 670,00	5 017 532,00	2 429 192,00	22 835 420,00	43 263 448,00

Como podemos observar, el consumo anual de la empresa es de más de 43.263,448 MWh anuales.

Aplicando las tarifas de la Tabla 3.2 y los impuestos correspondientes de la tabla 3.3 se obtiene el coste de consumo energético por mes y acumulado anual, diferenciándolo por periodo de tarifa.

Tabla 3.5 Coste consumo energético por mes y acumulado anual (Fuente: elaboración propia)

Mes	P1 (€)	P2 (€)	P3 (€)	P4 (€)	P5 (€)	P6 (€)	Total (€)
enero	314 057,19	204 255,57	-	-	-	339 364,79	857 677,55
febrero	296 295,06	195 446,70	-	-	-	299 092,78	790 834,55
marzo	-	315 676,28	191 264,82	-	-	330 605,97	837 547,06
abril	-	-	-	202 865,95	131 935,52	332 916,69	667 718,16
mayo	-	-	-	188 675,55	122 999,55	334 753,30	646 428,39
junio	-	-	198 599,84	130 707,42	-	276 645,91	605 953,17
julio	305 348,10	201 213,36	-	-	-	298 232,16	804 793,63
agosto	-	-	125 633,75	82 770,51	-	175 451,66	383 855,93
septiembre	-	-	202 460,72	133 827,81	-	280 075,27	616 363,80
octubre	-	-	-	183 001,00	120 277,81	313 116,97	616 395,79
noviembre	-	242 770,72	147 615,47	-	-	246 008,28	636 394,47
diciembre	237 350,91	154 711,22	-	-	-	217 339,95	609 402,08
TOTAL	1 153 051,26	1 314 073,85	865 574,60	921 848,23	375 212,88	3 443 603,74	8 073 364,56

El gasto anual de consumo de energía eléctrica asciende a 8.073.364,56€

Con estos dos resultados se puede obtener la tarifa media ponderada:

$$\text{Tarifa media ponderada} = \frac{8.073.364,56}{43.263,448} = 186,61\text{€/MWh}$$

Ecuación 3.1 Cálculo de la tarifa media ponderada. (Fuente: elaboración propia)

3.2 Cálculo de ahorro energético

Con la instalación fotovoltaica estudiada se daría un importante porcentaje de ahorro de energía cuando la instalación está produciendo, llegando a momentos en los que la instalación esté en producción pico.

Toda la energía producida por la instalación fotovoltaica y consumida en el mismo momento se tendría que comprar a la compañía eléctrica si no se dispone de la instalación solar. Podemos establecer así el ahorro financiero, siendo la relación de energía producida en cada momento por el valor de la tarifa que nos cobraría la compañía eléctrica en cada momento (P).

$$\text{Ahorro} = \text{kWh producido} \times \text{precio (P)}$$

Ecuación 3.2 Cálculo del ahorro energético. (Fuente: elaboración propia)

Para realizar ese cálculo, se dispone de los datos necesarios para obtener la producción de energía de la instalación fotovoltaica:

- Datos de radiación esperada en el emplazamiento de la nave para cada mes del año.
- Parámetros técnicos de los equipos utilizados (módulos, inversores, cableado, etc.).
- Datos de factores exteriores en el emplazamiento de la instalación (temperatura, sombras, etc.).

Con la producción de energía que genera la instalación fotovoltaica en cada mes podemos cuantificar el ahorro económico aplicando las tarifas medias que hemos calculado anteriormente.

No obstante, hay que tener en cuenta que la instalación fotovoltaica sólo producirá a unas determinadas horas de cada mes (variación estacional de las horas de luz y altura solar), así que el siguiente paso es calcular la tarifa media que se tendrían teniendo solo en cuenta las horas de sol de cada mes (tarifa media solar).

3.2.1 Consumo diario

En las siguientes tablas, se muestran los consumos diarios por período de la instalación en kWh y el coste que conllevaría en euros:

Tabla 3.7 Consumo diario de la instalación en kWh por mes y acumulado anual. (Fuente: elaboración propia)

Mes	P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3 (kWh)	P4 (kWh)	P5 (kWh)	P6 (kWh)	Total (kWh)
enero	702 928,00	462 002,00	-	-	-	557 182,00	1 722 112,00
febrero	706 261,00	426 660,00	-	-	-	483 912,00	1 616 833,00
marzo	-	952 181,00	621 301,00	-	-	536 006,00	2 109 488,00
abril	-	-	-	1 073 066,00	601 905,00	695 503,00	2 370 474,00
mayo	-	-	-	1 026 943,00	564 042,00	821 934,00	2 412 919,00
junio	-	-	943 393,00	586 546,00	-	719 835,00	2 249 774,00
julio	1 013 820,00	620 492,00	-	-	-	724 292,00	2 358 604,00
agosto	-	-	596 788,00	317 063,00	-	369 024,00	1 282 875,00
septiembre	-	-	846 919,00	416 680,00	-	516 266,00	1 779 865,00
octubre	-	-	-	775 482,00	451 878,00	514 019,00	1 741 379,00
noviembre	-	564 067,00	398 494,00	-	-	320 091,00	1 282 652,00
diciembre	444 844,00	339 663,00	-	-	-	265 495,00	1 050 002,00
TOTAL	2 867 853,00	3 365 065,00	3 406 895,00	4 195 780,00	1 617 825,00	6 523 559,00	21 976 977,00

Tabla 3.6 Coste del consumo diario de la instalación por mes y acumulado anual. (Fuente: elaboración propia)

Mes	P1 (€)	P2 (€)	P3 (€)	P4 (€)	P5 (€)	P6 (€)	Total (€)
enero	211 711,87	120 427,16	-	-	-	84 023,59	416 162,62
febrero	212 715,72	111 214,78	-	-	-	72 974,40	396 904,91
marzo	-	248 199,04	130 794,15	-	-	80 830,23	459 823,42
abril	-	-	-	197 149,51	92 970,22	104 882,53	395 002,27
mayo	-	-	-	188 675,55	87 121,90	123 948,45	399 745,90
junio	-	-	198 599,84	107 763,42	-	108 551,82	414 915,08
julio	305 348,10	161 739,75	-	-	-	109 223,94	576 311,80
agosto	-	-	125 633,75	58 252,54	-	55 649,18	239 535,47
septiembre	-	-	178 290,47	76 554,71	-	77 853,42	332 698,60
octubre	-	-	-	142 475,76	69 797,06	77 514,57	289 787,39
noviembre	-	147 031,80	83 889,58	-	-	48 270,04	279 191,42
diciembre	133 980,66	88 537,82	-	-	-	40 036,91	262 555,39
TOTAL	863 756,36	877 150,36	717 207,80	770 871,49	249 889,17	983 759,10	4 462 634,28

3.2.2 Ahorro estimado Fase 1

Esta fase está compuesta por los módulos utilizados en el terreno propiedad de la empresa y en las cubiertas de los talleres principales.

Los módulos fotovoltaicos escogidos para el estudio de la instalación fotovoltaica presentan las siguientes características eléctricas y mecánicas:

Tabla 3.8 Características del módulo fotovoltaico. (Fuente: “ [2] Talesun Solar”)

CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO	
PARÁMETROS ELÉCTRICOS (STC)	
Potencia nominal (Pmax) W	540
Tolerancia W (%)	0~+3W
Tensión de circuito abierto (Voc) V	49,6
Corriente de cortocircuito (Isc) A	13,86
Tensión nominal (Vmpp) V	41,64
Corriente nominal (Impp) A	12,97
Eficiencia del módulo %	20,9
Coefficiente de temperatura de Pmax %/K	-0,35
Coefficiente de temperatura de Voc %/K	-0,26
Coefficiente de temperatura de Isc %/K	0,048
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Tecnología de las células	Monocristalina
Tamaño de las células/ número	144(6X24)
Sección de los cables de conexión mm ²	400
Longitud de los cables de conexión mm	400
Cristal frontal	Cristal templado
Marco	Aluminio anodizado
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Dimensiones mm	2279 x 1134 x 35
Peso kg	29
Máximo voltaje del sistema V (DC)	1500
Temperatura de operación	-40°C#~85°C

Específicamente, para el cálculo energético de la instalación proyectada para la Fase 1 se han tenido en cuenta, además, los siguientes datos:

Tabla 3.9 Características del módulo fotovoltaico en la instalación 1. (Fuente: elaboración propia)

DATOS MÓDULO	
Potencia (Wp)	540
Largo (m)	2,28
Ancho (m)	1,13
Superficie (m ²)	2,58
Cantidad	10987
Sup. Total (m ²)	28 394,65
Potencia total (kWp)	5 932,98
Horas equivalentes	1340

En la tabla anterior, se muestran las horas equivalentes al número de horas bajo condiciones estándar (STC) de radiación y temperatura que permitirían a un módulo fotovoltaico instalado horizontalmente en dicha ubicación determinada generar una cierta cantidad de energía anual. Este parámetro es por tanto una característica propia de cada ubicación e instalación.

En este caso se han tomado los datos de radiación mensuales de la base de datos PVGIS, ya que, en base a la experiencia, considero que se sitúa en valores intermedios respecto a otras bases de datos además de ofrecer valores muy ajustados.

Además de los módulos fotovoltaicos y la radiación anual de la ubicación, debemos tener en cuenta toda una serie de pérdidas intrínsecas al funcionamiento de la instalación, con las cuales se calcula el rendimiento final de la misma.

En la siguiente tabla se presenta la producción esperada por la instalación fotovoltaica, el porcentaje de ahorro con respecto al consumo de cada mes y el consumo anual.

Tabla 3.10 Producción esperada por la instalación 1. (Fuente: elaboración propia)

Mes	Producción (kWh)	Excedente (kWh)	Autoconsumo (kWh)	Consumo diario (kWh)	Ahorro consumo diario (%)
enero	362 859,42	0,00	362 859,42	1 722 112,00	21,07 %
febrero	464 363,31	0,00	464 363,31	1 616 833,00	28,72 %
marzo	759 349,77	234,43	759 115,34	2 109 488,00	35,99 %
abril	711 050,13	5 639,08	705 411,06	2 370 474,00	29,76 %
mayo	850 833,66	10 696,34	840 137,32	2 412 919,00	34,82 %
junio	847 798,25	20 241,03	827 557,22	2 249 774,00	36,78 %
julio	998 307,47	12 151,70	986 155,76	2 358 604,00	41,81 %
agosto	891 734,07	275 762,35	615 971,72	1 282 875,00	48,01 %
septiembre	722 156,70	16 748,01	705 408,69	1 779 865,00	39,63 %
octubre	589 733,14	1 047,95	588 685,19	1 741 379,00	33,81 %
noviembre	446 925,19	474,48	446 450,71	1 282 652,00	34,81 %
diciembre	305 188,21	3 408,85	301 779,37	1 050 002,00	28,74 %
TOTAL	7 950 299,31	346 404,23	7 603 895,09	21 976 977,00	34,60 %

Como se puede observar en la tabla anterior, con el diseño y puesta en marcha de la instalación descrita en este apartado (Instalación 1), consistente en 10.987 módulos fotovoltaicos y una potencia total instalada de 5.932,98 kWp, se obtiene un ahorro energético medio anual de 7.603.895,09 kWh, un porcentaje aproximado del 34,60 % del total del consumo eléctrico de la empresa.

El precio total para la instalación fotovoltaica descrita (Fase 1) es de 3.530.123,10 €, lo cual supone un coste específico de 0,595 €/Wp. Se amplía en el punto 12 Presupuesto.

Este coste incluye la ingeniería y elaboración de documentación necesaria, trámites, ejecución y puesta en marcha de la instalación, incluyendo el sistema de monitorización.

Se considera el hincado directo de la estructura ubicada en terreno.

La conexión de la instalación ubicada en terreno se realizará en media tensión.

La instalación ubicada en el aparcamiento y sobre la cubierta del taller situado más al este se conectará en baja tensión al transformador del propio taller. La instalación ubicada en el resto de las cubiertas disponibles se conectará en baja tensión al transformador situado en el taller más al oeste, que alimenta a dichos talleres.

Con la implementación de la instalación estudiada, no sólo se invierte en la reducción de costes de la empresa y en la mejora de su imagen social y de compromiso ambiental, sino que también se apoyan a las normativas y planes ambientales vigentes tanto nacionales como internacionales, evitando la emisión anual de aproximadamente 24.470 toneladas de CO₂, contribuyendo así a mejorar la sostenibilidad, la conciencia social y la preservación del medioambiente.

En punto 13 de este estudio se adjunta la propuesta con la modalidad PPA a 15 años.

3.2.3 Ahorro estimado Fase 2

Esta fase está compuesta por los módulos utilizados en las cubiertas de los talleres auxiliares.

Los módulos fotovoltaicos escogidos para instalación fotovoltaica presentan las siguientes características eléctricas y mecánicas:

Tabla 3.11 Características del módulo fotovoltaico. (Fuente: “ [2] Talesun Solar”)

CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO	
PARÁMETROS ELÉCTRICOS (STC)	
Potencia nominal (P _{max}) W	540
Tolerancia W (%)	0~+3W
Tensión de circuito abierto (V _{oc}) V	49,6
Corriente de cortocircuito (I _{sc}) A	13,86
Tensión nominal (V _{mpp}) V	41,64
Corriente nominal (I _{mpp}) A	12,97
Eficiencia del módulo %	20,9
Coefficiente de temperatura de P _{max} %/K	-0,35
Coefficiente de temperatura de V _{oc} %/K	-0,26
Coefficiente de temperatura de I _{sc} %/K	0,048
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Tecnología de las células	Monocristalina
Tamaño de las células/ número	144(6X24)
Sección de los cables de conexión mm ²	400
Longitud de los cables de conexión mm	400
Cristal frontal	Cristal templado
Marco	Aluminio anodizado
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Dimensiones mm	2279 x 1134 x 35
Peso kg	29
Máximo voltaje del sistema V (DC)	1500
Temperatura de operación	-40°C#~85°C

Específicamente, para el cálculo energético de la instalación proyectada para la Fase 2 se han tenido en cuenta, además, los siguientes datos:

Tabla 3.12 Características del módulo fotovoltaico en la instalación 2. (Fuente: elaboración propia)

DATOS MÓDULO	
Potencia (Wp)	540
Largo (m)	2,28
Ancho (m)	1,13
Superficie (m ²)	2,58
Cantidad	1174
Sup. Total (m ²)	33 028,92
Potencia total (kWp)	633,96

La Fase 2 descrita en el presente estudio consiste en 1.174 módulos fotovoltaicos y una potencia instalada de 633,96 kWp.

Por diferencia entre el ahorro descrito en el punto 3.2.2 *Ahorro estimado Fase 1* y el punto 3.2.4 *Ahorro estimado Fase 1+2*, con el diseño y puesta en marcha de la instalación total descrita (Instalación 2), consistente en 1.174 módulos fotovoltaicos y una potencia total instalada de 633,96 kWp, se obtiene un ahorro energético medio anual de 680.240,99 kWh, un porcentaje aproximado del 3,1 % del total del consumo eléctrico de la empresa.

El precio total para la Fase 2 de la instalación fotovoltaica descrita es de 377.206,20 €, lo cual supone un coste específico de 0,595 €/Wp. Se amplía en el punto 12 Presupuesto.

Este coste incluye la ingeniería y elaboración de documentación necesaria, trámites, ejecución y puesta en marcha de la instalación, incluyendo el sistema de monitorización.

La conexión de la instalación de la Fase 2 se realizará en baja tensión en el transformador del taller situado más al este.

En punto 13 de este estudio se adjunta la propuesta con la modalidad PPA a 15 años.

3.2.4 Ahorro estimado Fase 1 + 2

Esta fase es el resultado de la suma de las dos fases anteriores.

Los módulos fotovoltaicos escogidos para instalación fotovoltaica presentan las siguientes características eléctricas y mecánicas:

Tabla 3.13 Características del módulo fotovoltaico. (Fuente: “ [2] Talesun Solar”)

CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO	
PARÁMETROS ELÉCTRICOS (STC)	
Potencia nominal (Pmax) W	540
Tolerancia W (%)	0~+3W
Tensión de circuito abierto (Voc) V	49,6
Corriente de cortocircuito (Isc) A	13,86
Tensión nominal (Vmpp) V	41,64
Corriente nominal (Impp) A	12,97
Eficiencia del módulo %	20,9
Coefficiente de temperatura de Pmax %/K	-0,35
Coefficiente de temperatura de Voc %/K	-0,26
Coefficiente de temperatura de Isc %/K	0,048
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Tecnología de las células	Monocrystalina
Tamaño de las células/ número	144(6X24)
Sección de los cables de conexión mm ²	400
Longitud de los cables de conexión mm	400
Cristal frontal	Cristal templado
Marco	Aluminio anodizado
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Dimensiones mm	2279 x 1134 x 35
Peso kg	29
Máximo voltaje del sistema V (DC)	1500
Temperatura de operación	-40°C#~85°C

Específicamente, para el cálculo energético de la instalación total proyectada (Fases 1 y 2) se han tenido en cuenta, además, los siguientes datos:

Tabla 3.14 Características del módulo fotovoltaico en la instalación 1+2.
(Fuente: elaboración propia)

DATOS MÓDULO	
Potencia (Wp)	540
Largo (m)	2,28
Ancho (m)	1,13
Superficie (m ²)	2,58
Cantidad	12161
Sup. Total (m ²)	31 428,72
Potencia total (kWp)	6 566,94
Horas equivalentes	1332

En la tabla anterior, se denomina horas equivalentes al número de horas bajo condiciones estándar (STC) de radiación y temperatura que permitirían a un módulo fotovoltaico instalado horizontalmente en dicha ubicación determinada generar una cierta cantidad de energía anual. Este parámetro es por tanto una característica propia de cada ubicación e instalación.

En este caso se han tomado los datos de radiación mensuales de la base de datos PVGIS, ya que, en base a la experiencia, considero que se sitúa en valores intermedios respecto a otras bases de datos además de ofrecer valores muy ajustados.

Además de los módulos fotovoltaicos y la radiación anual de la ubicación, debemos tener en cuenta toda una serie de pérdidas intrínsecas al funcionamiento de la instalación, con las cuales se calcula el rendimiento final de la misma.

En la siguiente tabla se presenta la producción esperada por la instalación fotovoltaica, el porcentaje de ahorro con respecto al consumo de cada mes y el consumo anual.

Tabla 3.15 Producción esperada por la instalación 1+2. (Fuente: elaboración propia)

Mes	Producción (kWh)	Excedente (kWh)	Autoconsumo (kWh)	Consumo diario (kWh)	Ahorro consumo diario (%)
enero	394 609,56	0,00	394 609,56	1 722 112,00	22,91 %
febrero	506 708,38	162,84	506 545,54	1 616 833,00	31,33 %
marzo	833 522,97	2 398,18	831 124,79	2 109 488,00	39,40 %
abril	784 902,84	9 852,22	775 050,62	2 370 474,00	32,70 %
mayo	941 796,96	21 155,15	920 641,81	2 412 919,00	38,15 %
junio	939 170,03	39 393,86	899 776,16	2 249 774,00	39,99 %
julio	1 105 509,30	23 383,99	1 082 125,31	2 358 604,00	45,88 %
agosto	984 887,27	327 214,94	657 672,33	1 282 875,00	51,27 %
septiembre	794 216,92	27 762,64	766 454,28	1 779 865,00	43,06 %
octubre	644 669,07	3 123,53	641 545,54	1 741 379,00	36,84 %
noviembre	485 235,79	1 586,21	483 649,59	1 282 652,00	37,71 %
diciembre	331 028,28	6 087,71	324 940,56	1 050 002,00	30,95 %
TOTAL	8 746 257,37	462 121,29	8 284 136,08	21 976 977,00	37,69 %

Como se puede observar en la tabla anterior, con el diseño y puesta en marcha de la instalación total descrita en este apartado (Instalación 1 y 2), consistente en 12.161 módulos fotovoltaicos y una potencia total instalada de 6.566,94 kWp, se obtiene un ahorro energético medio anual de 8.284.136,08 kWh, un porcentaje aproximado del 37,69 % del total del consumo eléctrico de la empresa.

El precio total para la Fase 1+2 de la instalación fotovoltaica descrita es de 3.907.329,30€, lo cual supone un coste específico de 0,595 €/Wp. Se amplía en el punto 12 Presupuesto.

Este coste incluye la ingeniería y elaboración de documentación necesaria, trámites, ejecución y puesta en marcha de la instalación, incluyendo el sistema de monitorización.

Con la implementación de la instalación estudiada, no sólo se invierte en la reducción de costes de la empresa y en la mejora de su imagen social y de compromiso ambiental, sino que también se apoyan a las normativas y planes ambientales vigentes tanto nacionales como internacionales, evitando la emisión anual de aproximadamente 24.470 toneladas de CO₂, contribuyendo así a mejorar la sostenibilidad, la conciencia social y la preservación del medioambiente.

En punto 13 de este estudio se adjunta la propuesta con la modalidad PPA a 15 años.

3.2.5 Posibilidad de subvención

Actualmente, para las instalaciones estudiadas, la subvención a la que se puede acoger la empresa es la proporcionada por el I.D.A.E., que subvenciona hasta 5 MWp. El porcentaje de ayuda sería de 15% por ser gran empresa y un 5% a mayores por estar situado en una población de menos de 5.000 habitantes.

Se entiende por gran empresa aquellas empresas que ocupen al menos a 250 personas como las que, aun sin cumplir dicho requisito, tengan un volumen de negocio que exceda de 50 millones de euros y, a la par, un balance general que exceda de 43 millones de euros. La empresa en la que se estudia dichas instalaciones es considerada gran empresa y se ubica en un núcleo poblacional con menos de 5.000 habitantes.

Así, el importe máximo de subvención ascendería en cada caso el 20% del coste elegible. En el último caso estudiado, la opción fase 1+2 (coste instalación: 3.907.329,30€), el importe subvencionable es de 460.00€, siendo el importe restante a pagar de 3.447.329,30€.

4 Calidades y garantías de los componentes

4.1 Módulo fotovoltaico

Se ha realizado el estudio proponiendo el uso de los módulos fotovoltaicos del fabricante Talesun, en concreto el modelo TP7F72M de 540 Wp. Existe la posibilidad de escoger otros fabricantes de módulos para la misma potencia:

- Longi Solar, en concreto el modelo LR5-72HPH de 540 Wp.
- ZNshine Solar, en concreto el modelo ZXM7-SHLD144 de 540 Wp.

Las características técnicas de los tres modelos son semejantes, de forma que se opta por el uso de módulos Talesun al tener mayor presencia en España, lo que nos asegura un menor coste, una mayor posibilidad de stock ante un panel averiado y mayor facilidad en el mantenimiento al ser módulos más conocidos

4.1.1 Módulo fotovoltaico Talesun TP7F72M

Talesun es el tercer mayor fabricante de células fotovoltaicas a nivel mundial y es el primer fabricante a nivel mundial de módulos, como empresa del grupo GCL, con una capacidad que supera los 10 GW anuales.

Tabla 4.1 Clasificación de Talesun frente a sus competidores por capacidad anual fabricada. (Fuente: “ [7] Fabricantes de módulos solares según su capacidad”)

Firm/ brand	Annual module capacity, MW/year	Firm/ brand	Annual module capacity, MW/year
Jinko*	10,000	Sumec/ Phono Solar*	2,000
Canadian Solar*	8,700	Jinneng	2,000
Risen Energy*	8,600	REC Group*	1,500
JA Solar*	8,500	Waaree	1,500
Hanwha Q-Cells*	8,000	HT-SAAE*	1,500
Trina Solar*	8,000	Adani/Mundra*	1,200
Longi*	7,500	Vikram Solar*	1,100
GCL*	5,400	ET Solar	1,000
Talesun	4,800	Neo Solar Power/ URE	1,000
Seraphim*	4,000	Lightway	1,000
Suntech*	3,900	Boviet*	800
Renesola	3,500	Hansol Technics	600
ZNSHine*	3,200	S-Energy	530
First Solar*	2,900	AU Optronics	500
Chint/Astronergy*	2,500	Shinsung	300
LG Electronics*	2,500	Heliene*	250
BYD*	2,400	Sharp	210
Eging	2,100	Total	113,490

Source: BloombergNEF. Methodology [here](#). * denotes module makers for which a technical due diligence report is available from PV Evolution Labs (PVEL, formerly part of DNV GL). Contact Tara.Doyle@pvel.com for details.

Tal y como se puede observar en la tabla anterior, la producción conjunta de GCL y Talesun, los cuales conforman el mismo grupo, supera a las firmas que ocupan los primeros puestos del ranking, como Jinko o Canadian Solar.

Características diferenciadoras del módulo propuesto

- La potencia unitaria del modelo propuesto es 540 Wp.
- Se trata de módulos monocristalinos PERC half-cut de alta eficiencia, siendo esta del 20,9%. Además, tienen tecnología “low LID”, que garantiza una menor degradación inducida por potencial.
- Esta característica diferenciadora hace que la degradación en los paneles fotovoltaicos, causante de una pérdida de rendimiento, sea menor del 2% en el primer año, con un promedio del 0,55% del año 2 al año 25.
- Cuenta con un seguro externo de producción, emitido por la compañía alemana MUNICH RE que garantiza de forma complementaria las condiciones de garantía del fabricante.
- La garantía de producción (25 años) es lineal, mayor que la estándar del sector, encontrándose por encima del 90% durante los primeros 12 años y llegando al año 25 por encima del 80%.



Figura 4.1 Garantía de producción panel solar Talesun. (Fuente: “ [5] Paneles solares Talesun”)

- Cuenta con certificación anti-PID, gracias a la optimización del proceso de fabricación de la célula solar y de selección del módulo.
- Tecnología multi-busbar o “multi-wire”, que ha representado el avance tecnológico que ha seguido en la configuración de las células, permitiendo aumentar la potencia pico del módulo. Una de las grandes ventajas de esta nueva tecnología es que se minimiza el riesgo de micro-roturas, gracias a la menor distancia entre los hilos adyacentes.
- La tolerancia de potencia es del 3%.

4.1.2 Módulo fotovoltaico Longi solar LR5-72HPH

Este módulo fotovoltaico propuesto como alternativa tiene también una potencia de 540W.

Durante el año 2019, el crecimiento de LONGISOLAR ha sido exponencial, llegando a destacar y a ocupar de manera individual el primer puesto del ranking al final de Q3. De esta manera, el volumen de producción de esta empresa durante los tres primeros trimestres del año ascendió a 15 GW.

Especialmente ha crecido la producción de módulos con tecnología monocristalina de alta eficiencia (mono PERC).

Longisolar ocupa los primeros puestos del ranking a nivel mundial por volumen de producción. Al final del primer trimestre de 2019 (Q1), Longisolar, con bancabilidad demostrada siendo también un fabricante Tier 1, ocupaba el séptimo puesto a nivel mundial de producción de módulos, con una capacidad de 7,5 GW.

En 2012, DNVGL, organismo de certificación de terceros, desarrolló el Programa de Calificación de Productos de Módulos Fotovoltaicos. La siguiente tabla muestra un resumen de cuáles fueron, en los test DNVGL de 2018, los mejores fabricantes que superaron los 4 test de alto rendimiento realizados por la DNVGL.

Tabla 4.2 Clasificación de Longisolar frente a sus competidores por resultado de los test de pruebas. (Fuente: “ [1] Fabricantes de módulos solares según su resultados de test de pruebas”)

Test Ciclos Térmicos	Test Temperatura Húmeda	Test de Carga Mecánica + Ciclos Térmicos + Frío Húmedo	Test de degradación por Potencial Inducido PID
SunPower P19	SunPower P19	SunPower P19	SunPower P19
Longisolar	Longisolar	Longisolar	Longisolar
Astronergy	Astroenergy	Astroenergy	Astroenergy
BYD	BYD	BYD	BYD
Flex	Flex	Flex	Flex
GCL	GCL	GCL	GCL
Jinko	Jinko	Jinko	Jinko
REC	REC	REC	REC
Suntech	SunTech	SunTech	SunTech
Trina Solar	Trina Solar	Trina Solar	Trina Solar
Yingli Solar	Yingli Solar	Yingli Solar	Yingli Solar

Características diferenciadoras del módulo alternativo

- La potencia unitaria del modelo propuesto es 540 Wp.
- Se trata también de módulos monocristalinos PERC half-cut de alta eficiencia, siendo esta del 21,1%. Además, tienen tecnología “low LID”, que garantiza una menor degradación inducida por potencial.
- Esta característica diferenciadora hace que la degradación en los paneles fotovoltaicos, causante de una pérdida de rendimiento, sea menor del 2% en el primer año, con un promedio del 0,55% del año 2 al año 25.
- Cuenta con un seguro externo de producción, emitido por la compañía alemana MUNICH RE que garantiza de forma complementaria las condiciones de garantía del fabricante.
- La garantía de producción (25 años) es lineal, mayor que la estándar del sector, encontrándose por encima del 90% durante los primeros 10 años y llegando al año 25 por encima del 80%.



Figura 4.2 Garantía de producción panel solar Longisolar. (Fuente: “ [6] Paneles solares Longisolar”)

- Cuenta con certificación anti-PID, gracias a la optimización del proceso de fabricación de la célula solar y de selección del módulo.
- Tecnología multi-busbar o “multi-wire”, que ha representado el avance tecnológico que ha seguido en la configuración de las células, permitiendo aumentar la potencia pico del módulo.
- Una de las grandes ventajas de esta nueva tecnología es que se minimiza el riesgo de micro-roturas, gracias a la menor distancia entre los hilos adyacentes.
- La tolerancia de potencia es de 5Wp.

4.1.3 Módulo fotovoltaico ZN shine Solar ZXM7-SHLD144

El último módulo fotovoltaico propuesto como alternativa en la instalación fotovoltaica proyectada igualmente tiene una potencia de 540 Wp.

Características diferenciadoras del módulo alternativo

- La potencia unitaria del modelo propuesto es 540 Wp.
- Se trata también de módulos monocristalinos PERC half-cut de alta eficiencia, siendo esta del 20,89%.
- Esta característica diferenciadora hace que la degradación en los paneles fotovoltaicos, causante de una pérdida de rendimiento, sea menor del 2% en el primer año, con un promedio del 0,55% del año 2 al año 25.
- Cuenta con un seguro externo de producción, emitido por la compañía alemana MUNICH RE que garantiza de forma complementaria las condiciones de garantía del fabricante.
- La garantía de producción (25 años) es lineal, mayor que la estándar del sector, encontrándose por encima del 90% durante los primeros 10 años y llegando al año 25 por encima del 80%.

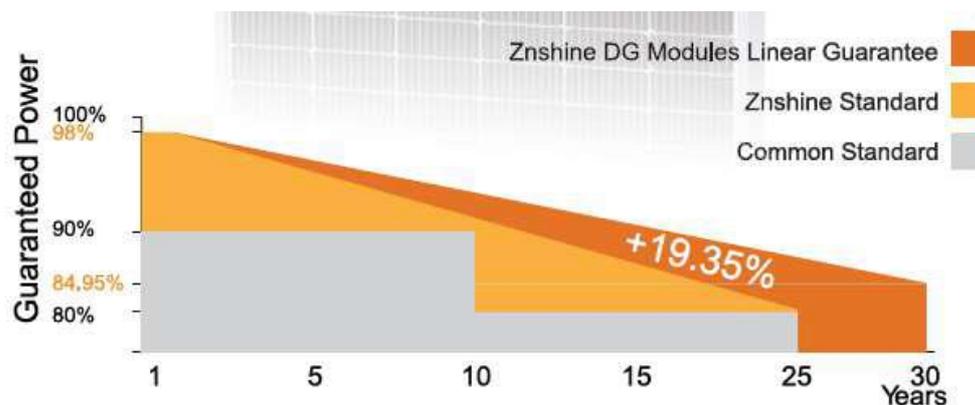


Figura 4.3 Garantía de producción panel solar ZN shine Solar. (Fuente: “[4] Paneles solares ZN Shine solar”)

- Cuenta con certificación anti-PID, gracias a la optimización del proceso de fabricación de la célula solar y de selección del módulo.
- Tecnología multi-busbar o “multi-wire”, que ha representado el avance tecnológico que ha seguido en la configuración de las células, permitiendo aumentar la potencia pico del módulo.
- Una de las grandes ventajas de esta nueva tecnología es que se minimiza el riesgo de micro-roturas, gracias a la menor distancia entre los hilos adyacentes.
- La tolerancia de potencia es de 3%.

4.2 Inversor

El inversor es el elemento que permite que la energía producida por los módulos fotovoltaicos se pueda emplear en el consumo de la nave.

En este estudio se contempla el uso de inversores del fabricante Sungrow, en concreto los modelos SGCX y SGHX. Existe la posibilidad de escoger otros fabricantes de módulos para la misma potencia:

- Huawei, modelo SUN2000-KTL.
- SAJ.

Las características técnicas de los distintos modelos propuestos son semejantes. En este estudio se opta por la marca Sungrow por la actual ruptura de stock que tiene Huawei y porque se ajustan mejor a la instalación que los inversores SAJ.

4.2.1 Inversor Sungrow SGCX y SGHX

Para la instalación fotovoltaica estudiada, se ha propuesto inversores de la marca Sungrow, fabricante que ocupa los primeros puestos a del ranking a nivel mundial en el mercado fotovoltaico.

Se propone la instalación de los modelos SGCX y SG250HX, por su elevada eficiencia (próximas al 99%), y optimización del punto de máxima producción fotovoltaica gracias a sus múltiples MPPT.

Los modelos seleccionados cuentan con las protecciones adecuadas indicadas en el RD 1699/2011, en la ITC-BT-40 y certificaciones en las normas UNE 206006 IN: 2011 y UNE-EN 62116:2014 V2. Esto incluye la protección contra sobretensiones. El grado de protección en todos los casos es IP66, mayor al mínimo exigido por la norma, ya que, la IP65, bastaría para su montaje en exteriores.

A continuación, se muestra una tabla con el resumen de las potencias nominales en kVA dimensionadas para cada instalación, así como, la configuración de inversores.

- Inversor Sungrow SG110CX tiene una potencia nominal unitaria de 110 kVA.
- Inversor Sungrow SG250HX tiene una potencia nominal unitaria de 250 kVA.

Tabla 4.3 Inversores utilizados en las diferentes fases de la instalación. (Fuente: elaboración propia)

INSTALACION	SG110CX	SG250HX	TOTAL
FASE 1	30	7	5050
FASE 2	5	-	550

En tal caso de optar por la opción de fase 1+2, habría un total de 42 inversores, con una potencia total de 5600 kVA.

4.2.2 Inversor Huawei SUN2000-KTL

Este inversor propuesto como alternativa es de la marca Huawei, fabricante que también ocupa los primeros puestos a del ranking a nivel mundial en el mercado fotovoltaico.

Se propone la instalación de los modelos SUN2000-20KTL, SUN2000-60KTL, SUN2000-110KTL y SUN2000-185KTL, por su elevada eficiencia (próximas al 99%), y optimización del punto de máxima producción FV gracias a sus múltiples MPPT.

El modelo seleccionado también cuenta con las protecciones adecuadas indicadas en el RD 1699/2011, en la ITC-BT-40 y certificaciones en las normas UNE 206006 IN: 2011 y UNE-EN 62116:2014 V2. Esto incluye la protección contra sobretensiones. El grado de protección es menor que el seleccionado, pero en todos los casos cumple con la normativa, siendo de IP65 para su montaje en exteriores.

4.2.3 Inversor SAJ

El último inversor propuesto como alternativa es del fabricante SAJ, una empresa de alta tecnología con amplia experiencia en la prestación de soluciones tecnológicas en el sector de las energías renovables

Cuenta con las protecciones adecuadas indicadas en el RD 1699/2011, en la ITC-BT- 40 y certificaciones en las normas UNE 206006 in:2011 y UNE-EN 62116:2014 v2.

En todos los modelos el rendimiento europeo mayor del 98% y la eficiencia máxima superior al 98,3%. El grado de protección es IP65, permitiendo su montaje en exteriores.

4.3 Sistema de monitorización

El sistema de monitorización instalado se seleccionará en función de los inversores, de forma que la propuesta principal será el fabricante Sungrow mientras que como alternativa se propone Huawei y SAJ.

4.3.1 Sungrow

Los inversores fotovoltaicos se instalarán con el sistema de monitorización de Sungrow, con un equipo llamado COM100E, que actúa como contador, permite medir no solo los datos de producción de los inversores sino también de los consumos, así como distintos parámetros meteorológicos. Con este equipo se puede realizar el vertido cero.

Así, se trata de un dispositivo que permite monitorizar y gestionar la producción fotovoltaica de forma inteligente, con la capacidad de regular el nivel de generación de los inversores de una instalación fotovoltaica en función del consumo instantáneo.

En este equipo convergen todos los inversores, almacena datos y permite realizar mantenimientos remotos, permitiendo mostrar datos instantáneos en pantalla. La comunicación con los inversores se realiza a través de Ethernet o RS485, siendo la comunicación externa con protocolo Modbus TCP.

4.3.2 Huawei

Los inversores fotovoltaicos se instalarán con el sistema de monitorización de Huawei, con un equipo llamado Smartlogger, un dispositivo que permite monitorizar y gestionar la producción fotovoltaica de forma inteligente.

En este equipo convergen todos los inversores, almacena datos y permite realizar mantenimientos remotos, permitiendo mostrar datos instantáneos en pantalla. La comunicación con los inversores se realiza a través de Ethernet o RS485, siendo la comunicación externa con protocolo Modbus TCP.

4.3.3 SAJ

Los inversores propuestos se instalarán con el software y sistema de monitorización propia del fabricante SAJ, eSolar Portal. Este programa de seguimiento y supervisión permite monitorizar y gestionar la producción fotovoltaica de forma inteligente.

En este equipo convergen todos los inversores, almacena datos y permite realizar mantenimientos remotos, permitiendo mostrar datos instantáneos en pantalla. La interfaz gráfica de usuario es sencilla e intuitiva, y permite consultar los datos de varios inversores, así como las cifras históricas.

4.4 Sistema de inyección cero

La modalidad de autoconsumo pensada para este estudio será sin excedentes. Para ello la instalación fotovoltaica debe contar con un kit de inyección cero, certificado y cumpliendo con la norma UNE 217001 IN:2015 para evitar vertidos a la red.

En este estudio se contempla el uso de un sistema de inyección cero del fabricante Weidmüller, que actuaría como regulador de potencia, garantizando la no inyección de la energía excedentaria.

Existe la posibilidad de escoger otros fabricantes de sistemas de inyección cero cuyas características son parecidas pero se ven más afectadas por la falta de stock:

- Real Energy Systems
- GPM

4.5 Estructura soporte

En la instalación fotovoltaica estudiada, una parte de los módulos fotovoltaicos se instalarían en la cubierta de los talleres mediante estructura coplanar de aluminio anodizado con tratamiento específico anti-corrosión, quedando perfectamente integrados con la estética del edificio.

Con esta propuesta, el módulo se instala con la misma inclinación que la cubierta, uniéndolo a carril de aluminio mediante grapas. Toda la tornillería será de acero.

La durabilidad de los materiales queda garantizada por las calidades y acabados del acero utilizado.

La otra parte de los módulos se instalará sobre suelo con una estructura solar fija de acero galvanizado, con los pilares hincados en el terreno, quedando el campo el campo

fotovoltaico elevado sobre el mismo. Las dimensiones de la estructura se ajustarán al módulo instalado y la profundidad del hincado variará según el tipo de terreno. Estas estructuras son de tipo comercial, sin necesidad de ser fabricadas a medida como las de la cubierta, pudiendo acudir a fabricantes como Segui.

Toda la tornillería será también de acero galvanizado en caliente, cumpliendo con la normativa UNE-EN ISO 1461. En el plano de apoyo se distribuyen las cerchas y carriles soporte, donde se fijan los módulos mediante grapas.

Esta solución estructural no necesita obra civil ni ejecución de cimentaciones, facilitando su montaje y reduciendo los plazos de ejecución.

4.6 Cuadro de protecciones

Los cuadros de protección serían de corriente continua (propia de la generación) de fabricantes como Schneider, que cumplan los requisitos más exigentes de calidad y durabilidad.

Antes de la conexión de la instalación fotovoltaica en el cuadro general del consumo eléctrico, se incorporaría un cuadro de protecciones con térmico general (cuadro de alterna).

Este elemento aloja los elementos de protección de las líneas generales de distribución, para dar cumplimiento a la normativa (al RD 1699/2011 en el apartado de protecciones y a la ITC-BT-40 del REBT). Incluiría un relé de corte de generación que se activaría si se diese un corte de suministro eléctrico y que contará con un motor de rearme automático.

4.7 Cableado

- **Instalación de corriente continua**

Todo el cableado de corriente continua de la instalación fotovoltaica se realizaría con cable específico para ello. Este cable es el P-SUN 2.0 CPRO ZZ-F 1/1 kV (1,8 kV DC) libre de halógenos, no propagador de incendios ni de llama. Este cable puede ser provisto por fabricantes como Miguelez.

Este tipo de cable está especialmente diseñado para su uso en instalaciones solares fotovoltaicas, al tener unas buenas características de calidad y durabilidad en exteriores, alta resistencia al ozono y rayos ultravioletas, mayor capacidad en régimen permanente, baja emisión de humos, etc.

- **Instalación de corriente alterna**

Todo el cableado de corriente alterna, se realizaría con cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, que cumple con la normativa vigente. Este cableado cumple con la UNE 60332-3 de reacción frente al fuego y tiene clasificación CPR Ccas1b,d1,a1. También podría ser provisto por el fabricante Miguelez.

Todos los elementos de la instalación deberán estar conectados a tierra para proteger contra contactos indirectos. El cable de tierra será de tipo H07Z-K libre de halógenos, de 750 V, no propagador de incendios ni de llama, que cumple con la normativa vigente.

En la parte de media tensión que se encontrará enterrada, se utilizará cable de 240 mm² de sección y tensión asignada 12/20 kV según norma UNE HD 632-6A, con conductor de aluminio RH5Z1, con aislamiento XLPE libre de halógenos, admitiendo una T^a de 90 °C en régimen permanente. Dispondrán de pantalla metálica con el fin de homogenizar el potencial y evitar la ionización entre los hilos del conductor.

Existe la posibilidad de escoger otros fabricantes de cableado con características similares a Miguelez como:

- Prysmian.
- Top Cables.

Aunque trataríamos de dar prioridad al fabricante de la propia provincia.

4.8 Canalizaciones

- **Canalización de cables exterior**

El cableado que une los paneles fotovoltaicos hasta la sala de inversores se canalizará mediante bandeja metálica tipo Rejiband, que es una bandeja de rejilla tipo malla, resistente a la corrosión, que facilita la ventilación de los cables y la acumulación de polvo. Cabe destacar qué sería la propia protección del aislamiento del cable la que cumpliría con la protección necesaria según viene indicado en el punto 2 de la ITC-BT-30.

El trazado y conducción de estas bandejas irían por el exterior.

Este tipo de bandeja puede ser provista por fabricantes como Pemsa.

- **Canalización de cables interior**

Dentro de la sala de inversores, la conducción del cuadro general de mando protección, etc. se realizaría mediante canalización metálica, cumpliendo con los requisitos de protección especial IP5X que indica el punto 4 de la ITC-BT-30 y con lo especificado en el punto 2 de la ITC-BT-21.

Este tipo de bandeja puede ser provista por fabricantes como Unex.

5 Garantías de los materiales

A continuación se muestra un pequeño resumen de los tiempos de las garantías materiales que ofrecen los fabricantes de los productos que conforman la instalación fotovoltaica, cuyas características y elementos diferenciadores han sido explicados en el punto 4.

Tabla 5.1 Garantía de los materiales. (Fuente: elaboración propia)

COMPONENTE	PLAZO DE GARANTIA
MÓDULO	12 años de garantía material y 25 años de producción
INVERSOR	15, ampliable a 20, incluye servicio de reposición automática
SISTEMA DE MONITORIZACIÓN	10
ESTRUCTURA SOPORTE	15
CUADRO DE PROTECCIONES	10
CABLEADO	15
CANALIZACIONES	2

6 Garantías de la empresa instaladora

6.1 Garantía de ejecución

La empresa instaladora adjudicataria daría esta garantía, pudiendo conseguir periodos de garantía de las tareas de montaje y puesta en marcha de todos los materiales que compondrían las instalaciones de hasta 10 años desde la fecha de finalización y entrega de la obra, con excepción de los defectos o daños ocasionados por fuerza mayor o caso fortuito. Estas empresas pueden ofertar una ampliación de la garantía si se subcontrata con ellos el plan de mantenimiento de las instalaciones durante todo el periodo de la garantía.

7 Plan de mantenimiento

En este apartado se plantea un plan de mantenimiento adecuado para las instalaciones estudiadas, indicando los procedimientos a seguir en cada revisión. El fin de esto es conocer las tareas que hay que realizar para que dicha instalación opere con normalidad y eficiencia y poder planificarlo antes de la ejecución, para que la empresa lo tenga en cuenta y especialice a parte de su plantilla en este mantenimiento o piense en subcontratarlo, siendo esta la opción más aconsejable.

El alcance del mismo abarca las labores preventivas detalladas en siguientes apartados, así como, la gestión de alarmas y monitorización de la planta.

7.1 Frecuencia de las revisiones

El mantenimiento consistirá en revisiones anuales y trimestrales que comenzarían transcurridos 12 y 3 meses respectivamente desde la finalización y puesta en marcha de la instalación.

Este mantenimiento debe recogerse en un informe técnico de cada una de las visitas, reflejando el estado de las instalaciones y las incidencias detectadas.

7.2 Procedimientos de mantenimiento

A continuación se dividen los mantenimientos aconsejados en procedimientos, con el fin de clasificar los tipos de trabajo.

7.2.1 Mantenimiento de las características eléctricas de los paneles fotovoltaicos

Tabla 7.1 Procedimiento de mantenimiento de las características eléctricas de los paneles solares. (Fuente: elaboración propia)

MANTENIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS	
Objetivo	Verificar las características eléctricas de los paneles fotovoltaicos. En este mantenimiento se verificarán que los valores de tensión e intensidad sean los adecuados, trazando los valores teóricos o de ensayo, con los valores medidos.
Documentación necesaria	Para realizar este mantenimiento será necesario el plano de conexionado de los paneles fotovoltaicos con el fin de conocer las conexiones serie-paralelo y los parámetros característicos de los paneles
Herramientas a emplear	Será necesario emplear el polímetro/multímetro y/o la pinza amperimétrica para comprobar la intensidad si fuese muy elevada
Frecuencia	Trimestral
Necesidades	Es necesario realizar este mantenimiento en un día soleado
<p>Descripción de los pasos a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partiendo de los datos característicos de voltaje e intensidad del panel, se obtendrán el voltaje de ensayo en circuito abierto y la intensidad de ensayo de cortocircuito de un panel, correspondiente a los valores de irradiancia y temperatura presentes en ese mismo momento. Estos son datos teóricos. • Localizar la caja principal de conexiones de los paneles solares. • Desconectar el terminal positivo y el terminal negativo de la instalación, actuando sobre los elementos de protección y desconexión presentes en el circuito eléctrico. • Comprobar que el voltaje existente entre el terminal positivo y el terminal negativo de cada circuito generador (es decir, cada rama en paralelo) y del circuito principal es la misma e igual al voltaje de ensayo multiplicada por el número de paneles en serie que forman cada circuito generador. $V_{\text{circuito } n} = V_{\text{ensayo}} \times n_{\text{paneles circuito } n}$ <ul style="list-style-type: none"> • Comprobar que la intensidad de cortocircuito de cada circuito generador (es decir, cada rama en paralelo) es la misma e igual a la intensidad de ensayo. • Verificar que la intensidad de cortocircuito del circuito principal es igual a la de ensayo multiplicado por el número de circuitos generadores (ramas en paralelo). $I_{cc \text{ circuito principal}} = I_{\text{ensayo}} \times n_{\text{circuitos}}$	

Medición de la tensión a circuito abierto:

- Encender el polímetro/multímetro para medir tensiones, seleccionando la escala adecuadamente.
- Colocar los terminales del polímetro/multímetro en los terminales del circuito correspondiente.
- Si existieran valores negativos solo se debe a la inversión de polaridad, teniendo que intercambiar los terminales para obtener la lectura positiva.

Medición de la corriente de cortocircuito:

- Encender el polímetro/multímetro para medir intensidad, seleccionando la escala adecuadamente.
- Colocar los terminales del polímetro/multímetro en los terminales del circuito correspondiente.
- Si existieran valores negativos solo se debe a la inversión de polaridad, teniendo que intercambiar los terminales para obtener la lectura positiva.

Si la corriente fuese levada se podría emplear una pinza amperimétrica. En este caso, el cortocircuito se provocará puenteando los terminales correspondientes con un conductor de sección adecuada. Para intensidades muy elevadas, el puente se realizará mediante un interruptor de calibre adecuado.

7.2.2 Mantenimiento del conexionado de los paneles fotovoltaicos

Tabla 7.2 Procedimiento de mantenimiento de conexionado de los paneles solares. (Fuente: elaboración propia)

MANTENIMIENTO DEL CONEXIONADO DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS	
Objetivo	Verificar el estado de estanquidad, conservación y apriete de las conexiones eléctricas de la instalación fotovoltaica.
Documentación necesaria	Para realizar este mantenimiento será necesario el plano de conexionado de los paneles fotovoltaicos serie-paralelo
Herramientas a emplear	Destornilladores, protector contra corrosión y cinta selladora.
Frecuencia	Anual
Necesidades	Es necesario realizar este mantenimiento en un día que no llueva
<p>Descripción de los pasos a seguir en todas y cada una de las cajas de conexiones de la instalación (de módulos, principales, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar mediante pequeños tirones que los cables están firmemente conectados y apretados. Si se encuentra alguna conexión aflojada, realizar el apriete correspondiente o volver a realizar la conexión. • Verificar que la longitud de los cables en el interior de las cajas es la adecuada y están correctamente canalizados para que las conexiones no se vean sometidas a esfuerzos y los cables no puedan ser atrapados por el cierre de la caja. • Verificar los prensaestopas de cada caja, comprobado su fijación a las cajas (apretados, sin holguras y sin que giren sobre sí mismos). Si se observa algún aflojamiento y/o pérdida de estanqueidad, apretar o sustituir si corresponde. • Comprobar que los terminales no presentan corrosión y que las conexiones son eléctricamente eficaces. Si se observan ambientes adversos, limpiar y proteger las conexiones con un protector contra la corrosión en spray. • Comprobar de que las cajas quedan convenientemente cerradas y estancas. Si se observa alguna caja de conexiones en mal estado emplear cinta selladora especial para asegurar la estanquidad de la misma hasta programar su sustitución. 	

7.2.3 Mantenimiento/limpieza de los paneles

Tabla 7.3 Procedimiento de mantenimiento/limpieza de los paneles solares.
(Fuente: elaboración propia)

MANTENIMIENTO/LIMPIEZA DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS	
Objetivo	Verificar el estado de limpieza de la superficie de los paneles fotovoltaicos.
Documentación necesaria	N/A
Herramientas a emplear	Agua, productos de limpieza no abrasivos y trapos
Frecuencia	Trimestral
Necesidades	Es necesario realizar este mantenimiento en un día que no llueva y que no haya exceso de calor (que el panel fotovoltaico no este caliente)
<p>Descripción:</p> <p>Verificar que la superficie de los paneles fotovoltaicos no tiene restos de suciedad que no se puedan eliminar de forma natural (polvo, virutas, pequeña vegetación, etc.). Si es así, eliminarla sin rayar la superficie de los paneles ni degradar sus juntas por abrasión química, utilizando productos de limpieza no abrasivos.</p>	

7.2.4 Mantenimiento/revisión de la sujeción de los paneles

Tabla 7.4 Procedimiento de mantenimiento/revisión de la sujeción de los paneles solares. (Fuente: elaboración propia)

MANTENIMIENTO/REVISIÓN DE LA SUJECIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS	
Objetivo	Verificar la estabilidad, rigidez y sujeción de los paneles
Documentación necesaria	N/A
Herramientas a emplear	Juego de llaves (fijas, de carraca, inglesas, etc.)
Frecuencia	Anual
Necesidades	Es necesario realizar este mantenimiento en un día que no llueva
<p>Descripción:</p> <p>Comprobar, mediante el intento de mover los paneles de forma manual, que los paneles fotovoltaicos están bien fijados a la estructura que los soporta y que no existen holguras y/o aflojamientos en las fijaciones que puedan provocar vibraciones debidas al viento. Si es así, realizar al apriete adecuado para dotar a los paneles de la estabilidad, rigidez y fijación adecuadas.</p>	

7.2.5 Mantenimiento de la sujeción de la estructura

Tabla 7.5 Procedimiento de mantenimiento de la sujeción de los estructura.
(Fuente: elaboración propia)

MANTENIMIENTO DE LA SUJECIÓN DE LA ESTRUCTURA	
Objetivo	Verificar la estabilidad, rigidez y sujeción de la estructura que soporta los paneles fotovoltaicos
Documentación necesaria	Características mecánicas de la estructura
Herramientas a emplear	Juego de llaves (fijas, de carraca, inglesas, etc.)
Frecuencia	Anual
Necesidades	Es necesario realizar este mantenimiento en un día que no llueva
<p>Descripción de los pasos a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar visualmente que la cimentación de la estructura y/o la superficie de sustentación de la misma no muestran signos de deterioro como grietas, desprendimientos, etc. Si es así, proceder con la obra civil necesaria para asegurar la reparación del estado de deterioro. • Verificar de la misma forma que la realizada en el punto 7.2.4 que las uniones y anclajes e la estructura no muestran signos de holgura o aflojamiento que puedan provocar vibraciones debidas al viento. Si es así, realizar al apriete adecuado para dotar a los paneles de la estabilidad, rigidez y fijación adecuadas. • Verificar de forma visual que los elementos de la estructura no sufren deformaciones no especificadas en el análisis estructural efectuado en la fase de diseño. 	

7.2.6 Mantenimiento del estado general del inversor y conexionado

Tabla 7.6 Procedimiento de mantenimiento del estado general del inversor y conexionado. (Fuente: elaboración propia)

MANTENIMIENTO DEL ESTADO GENERAL DEL INVERSOR Y CONEXIONADO	
Objetivo	Verificar el estado general del conexionado, sujeción y limpieza del regulador, inversor y otros aparatos.
Documentación necesaria	N/A
Herramientas a emplear	Destornilladores, protector contra corrosión en spray, paños y limpiador multiusos.
Frecuencia	Trimestral
Necesidades	Es necesario realizar este mantenimiento en un día que no llueva
<p>Descripción de los pasos a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar mediante pequeños tirones que los cables están firmemente conectados y apretados. Si se encuentra alguna conexión aflojada, realizar el apriete correspondiente o volver a realizar la conexión. • Verificar que la longitud de los cables en el interior del regulador e inversor es suficiente y están canalizados de forma adecuada para que las conexiones no tengan esfuerzos y los cables no puedan ser atrapados por el cierre de la caja. • Verificar los prensaestopas de cada caja, comprobado su fijación a las cajas (apretados, sin holguras y sin que giren sobre sí mismos). Si se observa algún aflojamiento y/o pérdida de estanqueidad, apretar o sustituir si corresponde. • Verificar que los terminales no presentan corrosión y que las conexiones son eléctricamente eficaces. Si se observan ambientes adversos, limpiar y proteger las conexiones con un protector contra la corrosión en spray. Verificar que el regulador e inversor no muestran suciedad que dificulte la visualización de sus indicaciones. Si es así, limpiar con un paño humedecido en agua o limpiador multiusos. • Verificar de forma visual y aplicando ligeros movimientos que la sujeción del regulador e inversor es firme y que no tiene signos de deterioro como grietas, desprendimientos de material, etc. Si es así, proceder con la obra civil necesaria para asegurar la reparación del estado de deterioro. 	

7.2.7 Mantenimiento de caída de tensión en instalaciones

Tabla 7.7 Procedimiento de mantenimiento de caída de tensión en instalaciones.
(Fuente: elaboración propia)

MANTENIMIENTO DE CAÍDA DE TENSIÓN EN INSTALACIONES	
Objetivo	Verificar la caída de voltaje en los circuitos de los paneles fotovoltaicos y del inversor de red.
Documentación necesaria	Plano eléctrico de la instalación solar
Herramientas a emplear	Será necesario emplear el polímetro/multímetro y/o la pinza amperimétrica para comprobar la intensidad si fuese muy elevada
Frecuencia	Trimestral
Necesidades	Es necesario realizar este mantenimiento en un día soleado y la instalación esté en funcionamiento
<p>Descripción de los pasos a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar con la pinza amperimétrica que la intensidad en el circuito de la instalación e inversor de red es aproximadamente igual a la máxima prevista. • Verificar con el polímetro/multímetro que la diferencia entre el voltaje en los terminales principales de la caja de conexiones principal de la instalación solar y la tensión en los terminales del inversor correspondientes a la instalación solar está dentro del rango permitido. • Comprobar con la pinza amperimétrica que la intensidad en el circuito del inversor de red y la red es aproximadamente igual a la máxima prevista. • Verificar con el polímetro/multímetro que la diferencia entre la tensión en los terminales de salida del inversor y la tensión en el punto de conexión con la red está dentro del rango permitido. • Verificar que los terminales no presentan corrosión y que las conexiones son eléctricamente eficaces. Si se observan ambientes adversos, limpiar y proteger las conexiones con un protector contra la corrosión en spray. • Si la longitud de los cables y la accesibilidad simultánea a los terminales de prueba lo permiten, las caídas de tensión se pueden determinar midiendo directamente la tensión en los terminales de prueba de igual polaridad. 	

7.2.8 Mantenimiento del cableado

Tabla 7.8 Procedimiento de mantenimiento del cableado. (Fuente: elaboración propia)

MANTENIMIENTO DEL CABLEADO	
Objetivo	Verificar EL estado del cableado en la instalación fotovoltaica
Documentación necesaria	Plano eléctrico de la instalación solar
Herramientas a emplear	Será necesario emplear el polímetro/multímetro y/o la pinza amperimétrica para comprobar la intensidad si fuese muy elevada
Frecuencia	Trimestral
Necesidades	Es necesario realizar este mantenimiento en un día soleado y la instalación esté en funcionamiento
Descripción de los pasos a seguir: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el cableado, los conductos de protección y las canalizaciones se encuentran en perfecto estado, sin signos de deterioro ni defectos de aislamiento o estanquidad. Si es así, sustituir o reparar el elemento afectado. • Comprobar que la sujeción de los conductores tendidos al aire, los conductos de protección y las canalizaciones es la adecuada. 	

7.2.9 Procedimientos de mantenimiento correctivo

Si el equipo técnico de mantenimiento es subcontratado, la empresa se deberá encargar de realizar todas las operaciones de sustitución necesarias para que el sistema funcione correctamente durante el período del contrato de mantenimiento, asegurando la posibilidad de proveer los componentes que forman la instalación en plazo razonable con el fin de mantener el funcionamiento de esta lo máximo posible.

La empresa subcontratada se debe comprometer a cumplir los siguientes tiempos de respuestas:

1. Ante cualquier avería se realizará una visita a la instalación en un plazo máximo de 24 horas.
2. Se incluye el análisis y realización de presupuestos de los trabajos necesarios para subsanar cualquier error en la planta.
3. Se corregirá cualquier avería en un plazo máximo de 48 horas, salvo causas de fuerza mayor.

7.3 Mantenimiento Preventivo - Predictivo

El mantenimiento preventivo de la Fase 1 tiene una tarifa de 27.529€ al año, el de la Fase 2 tiene una tarifa de 3.119 € al año y el de las Fases 1 y 2 juntas tiene una tarifa de 30.471 € al año. En caso de la modalidad PPA, el mantenimiento se incluye durante los 15 años de duración del contrato.

Si mantenimiento preventivo es subcontratado, la empresa debe realizar las siguientes operaciones:

- Monitorización, gestión de alarmas y asistencia técnica
- Mantenimiento preventivo
- Análisis predictivo
- Informe de mantenimiento anual
- Extensión de garantías

7.4 Garantías

La empresa tiene que contar con las garantías que tendría la instalación de decidir ponerla en marcha. Esta garantía se desglosa de la siguiente forma:

- La empresa instaladora deberá asumir la responsabilidad de las condiciones y especificaciones técnicas de los materiales empleados en la instalación.
- Las intervenciones serían cubiertas por la garantía de funcionamiento durante los dos primeros años sin coste.
- Deberá responder durante un período de 10 años, siguientes a la fecha de entrega oficial de la instalación, ante posibles daños ocasionados por defectos de montaje.
- A mayores de todos los elementos que compondrían la instalación (módulos, inversores, cableado y estructura) contaría con un período de garantía otorgado por el propio fabricante.
- La garantía del fabricante cubriría el coste del material, pero no la mano de obra.
- Las intervenciones no cubiertas por la garantía se realizarían siempre bajo aprobación previa de presupuesto.
- No cubrirían los defectos o daños ocasionados por fuerza mayor o caso fortuito, que se pongan de manifiesto durante los años siguientes a la fecha de entrega de la obra.

8 Calidad y gestión de residuos

La empresa para la que se realiza dicho estudio cumple con la ISO 14001 de Manejo de Residuos, por lo que hay que tener en cuenta que la empresa instaladora deberá contar con certificados de calidad y medio ambiente en vigor.

Exige también que todas las partes y componentes de la instalación se realizarán con materiales y equipos que cumplan las más exigentes normas de calidad (ISO 9000, ISO 14000, EN ISO 1461, TUV...) y con un control de calidad que cumpla con las normas ISO 14001 y 9001.

Gestión de residuos:

Se dará cumplimiento a los requisitos marcados por la empresa relativos a la gestión de residuos.

Se prevé que no se generarían residuos de importancia, pues todo el material se entregará dimensionado en obra. Los principales residuos serán cartón, plástico, madera (restos de embalajes y medios auxiliares de transporte), restos de cables, de aluminio, etc. Se exige que sean entregados a un gestor autorizado.

9 Plan de tramitación y ejecución

Por petición de la empresa, si el estudio es convincente para ella se ejecutaría con cumpliendo la normativa vigente.

Sería necesario presentar por parte de la empresa instaladora subcontratada, previamente al inicio de la obra, un plan de seguridad y salud y toda la documentación requerida a la empresa principal, incluyendo la apertura del centro de trabajo y la presentación del libro de subcontratación.

Se redactará el proyecto de ejecución de acuerdo a las necesidades de la instalación y las condiciones marcadas por la empresa principal.

Será de obligado cumplimiento y descrito por la empresa principal estudiar la resistencia estructural y estado de la cubierta, así como el estudio de acciones sobre la edificación.

Si el estudio se ejecuta, la empresa principal también exigiría a la empresa instaladora subcontratada el asesoramiento y apoyo en valoración y tramitación de subvenciones de las que pueda beneficiarse la obra, así como la tramitación administrativa de la instalación y su legalización ante todos los organismos pertinentes. Además, exigiría solicitar la licencia de obra en el ayuntamiento de su municipio y todos aquellos permisos que sean oportunos para la realización de la obra.

Previamente a la recepción de la instalación se deberá realizar un Test de aceptación de pruebas de funcionamiento y puesta en servicio.

Se pasará la inspección inicial OCA (la marcada por la empresa principal) y se preparará el boletín de baja tensión, para su presentación telemática.

Se suministrará la documentación fin de obra a la empresa principal, en formato electrónico.

En cuanto a la ejecución material de la obra la empresa principal exigiría un planning marcando el espacio temporal de las siguientes tareas:

1. Replanteo.
2. Preparación de la zona de trabajo.
3. Suministro de material y acopio.
4. Planificación de montaje.
5. Montaje de la estructura soporte.
6. Instalación de los módulos fotovoltaicos
7. Ejecución de las conexiones eléctricas.
8. Pruebas de funcionamiento y puesta en servicio.
9. Retirada de residuos generados y limpieza de zonas de trabajo.

10 Medios técnicos y auxiliares

La empresa de León solicita que la empresa instaladora tenga como mínimo la siguiente estructura, con intención de buscar una óptima comunicación y un buen grado de seguridad.



Figura 10.1 Estructura solicitada para la empresa instaladora. (Fuente: elaboración propia)

El jefe de obra supervisaría todo el proceso cumpliendo los requisitos del proyecto.

El coordinador de Seguridad y Salud Laboral deberá de ser subcontratado a empresa de prevención ajena a la empresa instaladora, con titulación apropiada y formación en prevención. Algunas empresas locales que pueden realizar dichos servicios son Quirón Prevención o Grupo R.

La empresa de León solicitaría que se designe a un arquitecto que certifique las prestaciones mecánicas y de aislamiento de la cubierta.

En las subcontrataciones realizadas, la empresa de León solicitaría que los electricistas dispusieran de titulación FP2 o superior y fueran coordinados por el Encargado de obra de la empresa instaladora. De la misma forma solicitaría que para el montaje de las estructuras fotovoltaicas los montadores dispusieran de titulación FP2 o superior y también sean coordinados por el Encargado de Obra.

11 Instalación de cubiertas

Actualmente las cubiertas de los talleres principales son de uralita, siendo un total de 12.812 m². Se estudia económicamente en el punto 12 Presupuesto el desmontaje de estas y el montaje de nuevas cubiertas tipo chapa trapezoidal nervada de 0,6 mm de espesor tipo PL 46 AC en 871.216,00 €, un coste específico de 68€/m².

Para realizar dicho trabajo se puede contar con empresas locales dedicadas al montaje y desmontaje de cubiertas con amianto registradas en el RERA (Registro de Empresas con Riesgo de Amianto), como es la empresa Montanor S.L. (León).

12 Presupuesto

12.1 Presupuesto Instalación 1

Tabla 12.1 Presupuesto del equipamiento eléctrico de la instalación 1. (Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO INSTALACIÓN 1				
Descripción	Medición	Unidad	Precio unitario [€]	Subtotal [€]
Suministro e instalación de módulos solares Talesun, modelo TP7F72M	10987	Ud	195,04	2.142.904,48
Suministro e instalación de inversor trifásico Sungrow, modelo SG110CX	30	Ud	2.159,99	64.799,70
Suministro e instalación de inversor trifásico Sungrow, modelo SG250HX	7	Ud	3.797,99	26.585,93
Suministro e instalación de cableado eléctrico de la caja de string al inversor. P-SUN 2.0 CPRO ZZ-F 1/1 kV (1,8 kV DC)	2000	Metros	0,82	1.640,00
Conectores rápidos para conexión entre módulos.	21974	Ud	1,95	42.849,30
Suministro e instalación de caja general de protección de material aislante auto extinguable. Incluye interruptores diferenciales y automáticos, así como bornes de entrada y salida.	1	Ud	3.500,00	3.500,00
Suministro y montaje de caja, cable y picas de cobre desnudo de dimensiones apropiadas para conexión equipotencial de la instalación.	1	Ud	1.000,00	1.000,00
Suministro e instalación de canalización eléctrica de unión del inversor con el cuadro de protección de alterna. Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV	300	Metros	8,75	2.625,00
Suministro e instalación de canalización eléctrica de cuadro de protección de alterna con el contador. Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV	150	Metros	19,70	2.955,00
			TOTAL	2.288.859,41

Tabla 12.2 Presupuesto del equipamiento mecánico de la instalación 1. (Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO EQUIPAMIENTO MECÁNICO INSTALACIÓN 1				
Descripción	Medición	Unidades	Precio unitario [€]	Subtotal [€]
Estructura/soporte de módulos fotovoltaicos	10987	Ud	30,13	330.983,38
Suministro e instalación de canalización de líneas de CC desde los módulos fotovoltaicos hasta inversor	1000	Ud	8,23	8.230,00
Suministro e instalación de canalización de líneas de CA desde el Inversor hasta cuadro de interconexión.	300	Ud	9,27	2.781,00
Suministro e instalación de líneas de vida, barandillas y escaleras en las zonas de cubiertas	1	Ud	50.000,00	50.000,00
Desmontaje de cubierta de fibrocemento con amianto y montaje de nuevas cubiertas tipo chapa trapezoidal nervada de 0,6 mm de espesor tipo PL 46 AC	64,516	Ud	12.332,00	795.611,31
			TOTAL	1.187.605,69

Tabla 12.3 Presupuesto de la tramitación e ingeniería de la instalación 1. (Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO TRAMITACIÓN E INGENIERÍA INSTALACIÓN 1				
Descripción	Medición	Unidades	Precio unitario [€]	Subtotal [€]
Legalización de la instalación (Gestiones y trámites administrativos)	1	Ud	12.400,00	12.400,00
Proyecto ejecutivo de la instalación	2	Ud	13.700,00	27.400,00
Dirección de obra	1	Ud	7.028,00	7.028,00
Plan de Seguridad y Salud (Incluye realización del plan, coordinación de la obra y presupuesto)	1	Ud	6.830,00	6.830,00
			TOTAL	53.658,00

Tabla 12.4 Presupuesto total de la instalación 1. (Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN 1: 3.530.123,10 €
SUBVENCIÓN MÁXIMA (20% HASTA UN MAX. DE 460.000€): 460.000,00€
PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN 1 CON SUBVENCIÓN: 3.070.123,10 €

12.1.1 Plazo de amortización Instalación 1

Teniendo un ahorro anual de 7.603,9 MWh calculado en el apartado 3.2.2 *Ahorro estimado Fase 1* y estudiando la propuesta con el precio medio para el año 2021 de aproximadamente 120€/MWh se obtendría un ahorro de 912.468€ al año. Entonces, el plazo de amortización sería de 3 años y 5 meses.

12.2 Presupuesto Instalación 2

Tabla 12.5 Presupuesto del equipamiento eléctrico de la instalación 2. (Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO INSTALACIÓN 2				
Descripción	Medición	Unidad	Precio unitario [€]	Subtotal [€]
Suministro e instalación de módulos solares Talesun, modelo TP7F72M	1174	Ud	225,04	264.196,96
Suministro e instalación de inversor trifásico Sungrow, modelo SG110CX	5	Ud	2.259,99	11.299,95
Suministro e instalación de inversor trifásico Sungrow, modelo SG250HX	0	Ud	3.997,99	0,00
Suministro e instalación de cableado eléctrico de la caja de string al inversor. P-SUN 2.0 CPRO ZZ-F 1/1 kV (1,8 kV DC)	1000	Metros	0,82	820,00
Conectores rápidos para conexión entre módulos.	2348	Ud	1,95	4.578,60
Suministro e instalación de caja general de protección de material aislante auto extingible. Incluye interruptores diferenciales y automáticos, así como bornes de entrada y salida.	1	Ud	1.500,00	1.500,00
Suministro y montaje de caja, cable y picas de cobre desnudo de dimensiones apropiadas para conexión equipotencial de la instalación.	1	Ud	500,00	500,00
Suministro e instalación de canalización eléctrica de unión del inversor con el cuadro de protección de alterna. Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV	150	Metros	8,75	1.312,50
Suministro e instalación de canalización eléctrica de cuadro de protección de alterna con el contador. Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV	75	Metros	19,70	1.477,50
			TOTAL	285.685,51

Tabla 12.6 Presupuesto del equipamiento mecánico de la instalación 2. (Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO EQUIPAMIENTO MECÁNICO INSTALACIÓN 2				
Descripción	Medición	Unidades	Precio unitario [€]	Subtotal [€]
Estructura/soporte de módulos fotovoltaicos	1174	Ud	30,13	35.366,75
Suministro e instalación de canalización de líneas de CC desde los módulos fotovoltaicos hasta inversor	500	Ud	8,23	4.115,00
Suministro e instalación de canalización de líneas de CA desde el Inversor hasta cuadro de interconexión.	150	Ud	9,27	1.390,50
Suministro e instalación de líneas de vida, barandillas y escaleras en las zonas de cubiertas	1	Ud	15.000,00	15.000,00
			TOTAL	55.872,25

Tabla 12.7 Presupuesto de la tramitación e ingeniería de la instalación 2. (Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO TRAMITACIÓN E INGENIERÍA INSTALACIÓN 2				
Descripción	Medición	Unidades	Precio unitario [€]	Subtotal [€]
Legalización de la instalación (Gestiones y trámites administrativos)	1	Ud	8.400,00	8.400,00
Proyecto ejecutivo de la instalación	2	Ud	9.700,00	19.400,00
Dirección de obra	1	Ud	5.018,44	5.018,44
Plan de Seguridad y Salud (Incluye realización del plan, coordinación de la obra y presupuesto)	1	Ud	2.830,00	2.830,00
			TOTAL	35.648,44

Tabla 12.8 Presupuesto total de la instalación 2. (Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN 2: 377.206,20 €
SUBVENCIÓN MÁXIMA (20% HASTA UN MAX. DE 460.000€): 75.441,24€
PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN 1 CON SUBVENCIÓN: 301.764,96€

12.2.1 Plazo de amortización Instalación 2

Teniendo un ahorro anual de 680,24 MWh calculado en el apartado 3.2.3 *Ahorro estimado Fase 2* y estudiando la propuesta con el precio medio para el año 2021 de aproximadamente 120€/MWh se obtendría un ahorro de 81.628,8€ al año. Entonces, el plazo de amortización sería de 3 años y 9 meses.

12.3 Presupuesto Instalación 1+2

Tabla 12.9 Presupuesto del equipamiento eléctrico de la instalación 1+2.
(Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO INSTALACIÓN 1+2				
Descripción	Medición	Unidad	Precio unitario [€]	Subtotal [€]
Suministro e instalación de módulos solares Talesun, modelo TP7F72M	12161	Ud	195,93	2.382.704,73
Suministro e instalación de inversor trifásico Sungrow, modelo SG110CX	35	Ud	2.158,99	75.564,65
Suministro e instalación de inversor trifásico Sungrow, modelo SG250HX	7	Ud	3.796,99	26.578,93
Suministro e instalación de cableado eléctrico de la caja de string al inversor. P-SUN 2.0 CPR0 ZZ-F 1/1 kV (1,8 kV DC)	2000	Metros	0,82	1.640,00
Conectores rápidos para conexión entre módulos.	24322	Ud	1,95	47.427,90
Suministro e instalación de caja general de protección de material aislante auto extinguido. Incluye interruptores diferenciales y automáticos, así como bornes de entrada y salida.	1	Ud	5.000,00	5.000,00
Suministro y montaje de caja, cable y picas de cobre desnudo de dimensiones apropiadas para conexión equipotencial de la instalación.	1	Ud	1.500,00	1.500,00
Suministro e instalación de canalización eléctrica de unión del inversor con el cuadro de protección de alterna. Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV	450	Metros	8,75	3.937,50
Suministro e instalación de canalización eléctrica de cuadro de protección de alterna con el contador. Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV	225	Metros	19,70	4.432,50
			TOTAL	2.548.786,21

Tabla 12.10 Presupuesto del equipamiento mecánico de la instalación 1+2.
(Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO EQUIPAMIENTO MECÁNICO INSTALACIÓN 1+2				
Descripción	Medición	Unidades	Precio unitario [€]	Subtotal [€]
Estructura/soporte de módulos fotovoltaicos	12161	Ud	30,13	366.350,13
Suministro e instalación de canalización de líneas de CC desde los módulos fotovoltaicos hasta inversor	1500	Ud	8,23	12.345,00
Suministro e instalación de canalización de líneas de CA desde el Inversor hasta cuadro de interconexión.	450	Ud	9,27	4.171,50
Suministro e instalación de líneas de vida, barandillas y escaleras en las zonas de cubiertas	1	Ud	50.818,45	50.818,45
Desmontaje de cubierta de fibrocemento con amianto y montaje de nuevas cubiertas tipo chapa trapezoidal nervada de 0,6 mm de espesor tipo PL 46 AC	68	Ud	12.812,00	871.216,00
			TOTAL	1.304.901,08

Tabla 12.11 Presupuesto de la tramitación e ingeniería de la instalación 1+2.
(Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO TRAMITACIÓN E INGENIERÍA INSTALACIÓN 1+2				
Descripción	Medición	Unidades	Precio unitario [€]	Subtotal [€]
Legalización de la instalación (Gestiones y trámites administrativos)	1	Ud	12.400,00	12.400,00
Proyecto ejecutivo de la instalación	2	Ud	13.700,00	27.400,00
Dirección de obra	1	Ud	7.012,02	7.012,02
Plan de Seguridad y Salud (Incluye realización del plan, coordinación de la obra y presupuesto)	1	Ud	6.830,00	6.830,00
			TOTAL	53.642,02

Tabla 12.12 Presupuesto total de la instalación 1+2. (Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN 1+2: 3.907.329,30 €
SUBVENCIÓN MÁXIMA (20% HASTA UN MAX. DE 460.000€): 460.000,00€
PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN 1 CON SUBVENCIÓN: 3.447.329,3€

12.3.1 Plazo de amortización Instalación 1+2

Teniendo un ahorro anual de 8284,14 MWh calculado en el apartado 3.2.4 *Ahorro estimado Fase 1+2* y estudiando la propuesta con el precio medio para el año 2021 de aproximadamente 120€/MWh se obtendría un ahorro de 994.096,8€ al año. Entonces, el plazo de amortización sería de 3 años y 5 meses.

13 Modalidad PPA

En la actualidad existen empresas del sector fotovoltaico que ofrecen una solución para acometer la instalación fotovoltaica sin necesidad de una inversión directa a través de PPAs (acuerdos de compra venta de energía a largo plazo).

A través de un PPA, un contrato de suministro a largo plazo con un precio de energía pactado, la instalación fotovoltaica no será propiedad de la empresa, pero esta se podrá aprovechar de un producto seguro y flexible con las siguientes ventajas:

- Elimina el riesgo financiero.
- Elimina el riesgo tecnológico.
- Comienza a ahorrar desde la puesta en marcha de la instalación.
- Mantenimiento y monitorización de la producción de la instalación.

13.1 Instalación Fase I con modalidad PPA

Tras el estudio visto con la opción de la Fase 1 obtenemos los siguientes datos técnicos:

- Potencia total instalada: 5932,98 kWp.
- Porcentaje de autoconsumo: 96,5%.
- Producción de energía: 7950 MWh.
- Reducción de emisiones de CO₂: 2225 TCO₂

Estudiando la propuesta con un precio medio para el año 2021 de aproximadamente 120€/MWh, una duración de contrato de 15 años y un precio aproximado de 75€/MWh (precio medio que se puede obtener en un contrato de este tipo, sin incluir una tasa de actualización anual del precio) que se puede obtener con un contrato PPA, el ahorro total a 25 años (basándonos en el consumo medio) sería de más de 43 millones de euros. A continuación podemos contrastar este resumen con la siguiente tabla de viabilidad económica:

Tabla 13.1 Viabilidad económica instalación 1, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)

AÑO	Energía Autoconsumida	Tarifa actualizada (situación actual)	Tarifa PPA	Pagos anuales (situación actual)	Pagos por energía producida (PPA)	Beneficios anuales	Porcentaje de ahorro
1	7.671.699 kWh	15,6780 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.202.768,95 €	582.895,68 €	619.873,27 €	51,54%
2	7.652.520 kWh	16,3866 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.253.991,27 €	581.438,41 €	672.552,83 €	53,63%
3	7.633.340 kWh	17,1273 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.307.386,78 €	579.981,20 €	727.405,58 €	55,64%
4	7.614.161 kWh	17,9015 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.363.047,30 €	578.523,96 €	784.523,33 €	57,56%
5	7.594.982 kWh	18,7106 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.421.068,48 €	577.066,72 €	844.001,75 €	59,39%
6	7.575.803 kWh	19,5563 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.481.550,01 €	575.609,48 €	905.940,53 €	61,15%
7	7.556.623 kWh	20,4403 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.544.595,78 €	574.152,24 €	970.443,54 €	62,83%
8	7.537.444 kWh	21,3642 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.610.314,02 €	572.695,00 €	1.037.619,01 €	64,44%
9	7.518.265 kWh	22,3299 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.678.817,51 €	571.237,77 €	1.107.579,75 €	65,97%
10	7.499.086 kWh	23,3392 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.750.223,79 €	569.780,53 €	1.180.443,26 €	67,45%
11	7.479.906 kWh	24,3941 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.824.655,30 €	568.323,29 €	1.256.332,01 €	68,85%
12	7.460.727 kWh	25,4967 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.902.239,64 €	566.866,05 €	1.335.373,60 €	70,20%
13	7.441.548 kWh	26,6492 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	1.983.109,77 €	565.408,81 €	1.417.700,96 €	71,49%
14	7.422.369 kWh	27,8537 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	2.067.404,20 €	563.951,57 €	1.503.452,63 €	72,72%
15	7.403.189 kWh	29,1127 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	2.155.267,28 €	562.494,33 €	1.592.772,95 €	73,90%
16	7.384.010 kWh	30,4286 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	2.246.849,38 €	561.037,09 €	1.684.812,29 €	75,12%
17	7.364.831 kWh	31,8040 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	2.342.307,22 €	559.579,84 €	1.782.727,38 €	76,36%
18	7.345.652 kWh	33,2415 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	2.441.804,04 €	558.122,59 €	1.885.681,45 €	77,61%
19	7.326.472 kWh	34,7440 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	2.545.509,94 €	556.665,34 €	1.994.844,60 €	78,87%
20	7.307.293 kWh	36,3144 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	2.653.602,15 €	555.208,09 €	2.110.394,06 €	80,14%
21	7.288.114 kWh	37,9558 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	2.766.265,33 €	553.750,84 €	2.232.514,49 €	81,42%
22	7.268.935 kWh	39,6715 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	2.883.691,83 €	552.293,59 €	2.361.398,24 €	82,71%
23	7.249.755 kWh	41,4646 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	3.006.082,11 €	550.836,34 €	2.505.245,77 €	84,01%
24	7.230.576 kWh	43,3388 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	3.133.644,96 €	549.379,09 €	2.654.265,87 €	85,32%
25	7.211.397 kWh	45,2977 c€/kWh	7,5980 c€/kWh	3.266.597,95 €	547.921,84 €	2.808.676,11 €	86,64%

Con estos datos también se puede ver la amortización o valor residual de la instalación con el paso de los años:

Tabla 13.2 Amortización instalación 1, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)

Año	Valor Residual
1	3.754.727 €
2	3.614.281 €
3	3.460.667 €
4	3.292.652 €
5	3.108.886 €
6	2.907.892 €
7	2.688.055 €
8	2.447.608 €
9	2.184.619 €
10	1.896.974 €
11	1.582.363 €
12	1.238.258 €
13	861.892 €
14	450.242 €
15	0 €



Figura 13.1 Valor residual instalación 1, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)

13.2 Instalación Fase II con modalidad PPA

Tras el estudio visto con la opción de la Fase 2 obtenemos los siguientes datos técnicos:

- Potencia total instalada: 633,96 kWp.
- Porcentaje de autoconsumo: 99%.
- Producción de energía: 802 MWh.
- Reducción de emisiones de CO₂: 230 TCO₂.

Estudiando la propuesta con un precio medio para el año 2021 de aproximadamente 120€/MWh, una duración de contrato de 15 años y un precio aproximado de 55€/MWh (precio medio que se puede obtener en un contrato de este tipo, sin incluir una tasa de actualización anual del precio) que se puede obtener con un contrato PPA, el ahorro total a 25 años (basándonos en el consumo medio) sería de más de 4,5 millones de euros. A continuación, podemos contrastar este resumen con la siguiente tabla de viabilidad económica:

Tabla 13.3 Viabilidad económica instalación 2, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)

AÑO	Energía Autoconsumida	Tarifa actualizada (situación actual)	Tarifa PPA	Pagos anuales (situación actual)	Pagos por energía producida (PPA)	Beneficios anuales	Porcentaje de ahorro
1	793.834 kWh	15,6780 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	124.457,37 €	44.327,72 €	80.129,65 €	64,38%
2	791.850 kWh	16,3866 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	129.757,63 €	44.216,90 €	85.540,74 €	65,92%
3	789.865 kWh	17,1273 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	135.282,77 €	44.106,08 €	91.176,69 €	67,40%
4	787.881 kWh	17,9015 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	141.042,28 €	43.995,26 €	97.047,02 €	68,81%
5	785.896 kWh	18,7106 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	147.046,07 €	43.884,44 €	103.161,63 €	70,16%
6	783.912 kWh	19,5563 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	153.304,44 €	43.773,62 €	109.530,82 €	71,45%
7	781.927 kWh	20,4403 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	159.828,14 €	43.662,80 €	116.165,34 €	72,68%
8	779.942 kWh	21,3642 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	166.628,38 €	43.551,98 €	123.076,40 €	73,86%
9	777.958 kWh	22,3299 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	173.716,83 €	43.441,16 €	130.275,67 €	74,99%
10	775.973 kWh	23,3392 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	181.105,65 €	43.330,34 €	137.775,30 €	76,07%
11	773.989 kWh	24,3941 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	188.807,50 €	43.219,52 €	145.587,98 €	77,11%
12	772.004 kWh	25,4967 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	196.835,59 €	43.108,70 €	153.726,89 €	78,10%
13	770.019 kWh	26,6492 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	205.203,69 €	42.997,89 €	162.205,80 €	79,05%
14	768.035 kWh	27,8537 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	213.926,11 €	42.887,07 €	171.039,05 €	79,95%
15	766.050 kWh	29,1127 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	223.017,81 €	42.776,25 €	180.241,56 €	80,82%
16	764.066 kWh	30,4286 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	232.494,33 €	42.665,43 €	189.828,90 €	81,68%
17	762.081 kWh	31,8040 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	242.371,90 €	42.554,61 €	199.817,29 €	82,54%
18	760.097 kWh	33,2415 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	252.667,40 €	42.443,79 €	210.223,61 €	83,40%
19	758.112 kWh	34,7440 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	263.398,44 €	42.332,97 €	221.065,47 €	84,26%
20	756.127 kWh	36,3144 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	274.583,36 €	42.222,15 €	232.361,21 €	85,12%
21	754.143 kWh	37,9558 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	286.241,26 €	42.111,33 €	244.129,93 €	85,98%
22	752.158 kWh	39,6715 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	298.392,05 €	42.000,51 €	256.391,54 €	86,84%
23	750.174 kWh	41,4646 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	311.056,47 €	41.889,69 €	269.166,78 €	87,70%
24	748.189 kWh	43,3388 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	324.256,13 €	41.778,87 €	282.477,26 €	88,56%
25	746.204 kWh	45,2977 c€/kWh	5,5840 c€/kWh	338.013,54 €	41.668,05 €	296.345,49 €	89,42%

Con estos datos también se puede ver la amortización o valor residual de la instalación con el paso de los años:

Tabla 13.4 Amortización instalación 2, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)

Año	Valor Residual
1	401.206 €
2	386.199 €
3	369.785 €
4	351.832 €
5	332.196 €
6	310.719 €
7	287.228 €
8	261.536 €
9	233.434 €
10	202.698 €
11	169.081 €
12	132.312 €
13	92.096 €
14	48.110 €
15	0 €



Figura 13.2 Valor residual instalación 2, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)

13.3 Instalación Fase I + Fase II con modalidad PPA

Tras el estudio visto con las dos opciones obtenemos los siguientes datos técnicos:

- Potencia total instalada: 6566,94 kWp.
- Porcentaje de autoconsumo: 94,7%.
- Producción de energía: 8744 MWh.
- Reducción de emisiones de CO2: 2401 TCO2.

Estudiando la propuesta con un precio medio para el año 2021 de aproximadamente 120€/MWh, una duración de contrato de 15 años y un precio aproximado de 75€/MWh (precio medio que se puede obtener en un contrato de este tipo, sin incluir una tasa de actualización anual del precio) que se puede obtener con un contrato PPA, el ahorro total a 25 años (basándonos en el consumo medio) sería de más de 4,5 millones de euros. A continuación, podemos contrastar este resumen con la siguiente tabla de viabilidad económica:

Tabla 13.5 Viabilidad económica instalación 1+2, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)

AÑO	Energía Autoconsumida	Tarifa actualizada (situación actual)	Tarifa PPA	Pagos anuales (situación actual)	Pagos por energía producida (PPA)	Beneficios anuales	Porcentaje de ahorro
1	8.280.441 kWh	15,6780 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	1.298.207,56 €	628.319,87 €	669.887,69 €	51,60%
2	8.259.740 kWh	16,3866 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	1.353.494,32 €	626.749,07 €	726.745,25 €	53,69%
3	8.239.039 kWh	17,1273 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	1.411.126,72 €	625.178,27 €	785.948,45 €	55,70%
4	8.218.338 kWh	17,9015 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	1.471.203,84 €	623.607,47 €	847.596,37 €	57,61%
5	8.197.637 kWh	18,7106 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	1.533.828,95 €	622.036,67 €	911.792,28 €	59,45%
6	8.176.936 kWh	19,5563 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	1.599.109,64 €	620.465,87 €	978.643,77 €	61,20%
7	8.156.234 kWh	20,4403 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	1.667.158,03 €	618.895,07 €	1.048.262,96 €	62,88%
8	8.135.533 kWh	21,3642 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	1.738.090,95 €	617.324,27 €	1.120.766,68 €	64,48%
9	8.114.832 kWh	22,3299 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	1.812.030,14 €	615.753,47 €	1.196.276,66 €	66,02%
10	8.094.131 kWh	23,3392 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	1.889.102,44 €	614.182,67 €	1.274.919,76 €	67,49%
11	8.073.430 kWh	24,3941 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	1.969.440,02 €	612.611,87 €	1.356.828,15 €	68,89%
12	8.052.729 kWh	25,4967 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	2.053.180,61 €	611.041,07 €	1.442.139,54 €	70,24%
13	8.032.028 kWh	26,6492 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	2.140.467,70 €	609.470,27 €	1.530.997,43 €	71,53%
14	8.011.327 kWh	27,8537 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	2.231.450,82 €	607.899,48 €	1.623.551,35 €	72,76%
15	7.990.626 kWh	29,1127 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	2.326.285,75 €	606.328,68 €	1.719.957,08 €	73,94%
16	7.969.925 kWh	30,4286 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	2.425.134,82 €	604.757,88 €	1.819.376,94 €	75,12%
17	7.949.223 kWh	31,8040 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	2.528.167,14 €	603.187,08 €	1.923.980,06 €	76,30%
18	7.928.522 kWh	33,2415 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	2.635.558,94 €	601.616,28 €	2.034.942,66 €	77,48%
19	7.907.821 kWh	34,7440 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	2.747.493,81 €	600.045,48 €	2.153.448,33 €	78,66%
20	7.887.120 kWh	36,3144 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	2.864.163,04 €	598.474,68 €	2.281.688,36 €	79,84%
21	7.866.419 kWh	37,9558 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	2.985.765,94 €	596.903,88 €	2.420.862,06 €	81,02%
22	7.845.718 kWh	39,6715 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	3.112.510,13 €	595.333,08 €	2.571.177,05 €	82,20%
23	7.825.017 kWh	41,4646 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	3.244.611,96 €	593.762,28 €	2.730.849,68 €	83,38%
24	7.804.316 kWh	43,3388 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	3.382.296,81 €	592.191,48 €	2.890.105,33 €	84,56%
25	7.783.615 kWh	45,2977 ¢€/kWh	7,5880 ¢€/kWh	3.525.799,50 €	590.620,68 €	3.059.178,82 €	85,74%

Con estos datos también se puede ver la amortización o valor residual de la instalación con el paso de los años:

Tabla 13.6 Amortización instalación 1+2, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)

Año	Valor Residual
1	4.155.933 €
2	4.000.479 €
3	3.830.452 €
4	3.644.484 €
5	3.441.082 €
6	3.218.611 €
7	2.975.283 €
8	2.709.143 €
9	2.418.053 €
10	2.099.673 €
11	1.751.445 €
12	1.370.570 €
13	953.988 €
14	498.352 €
15	0 €

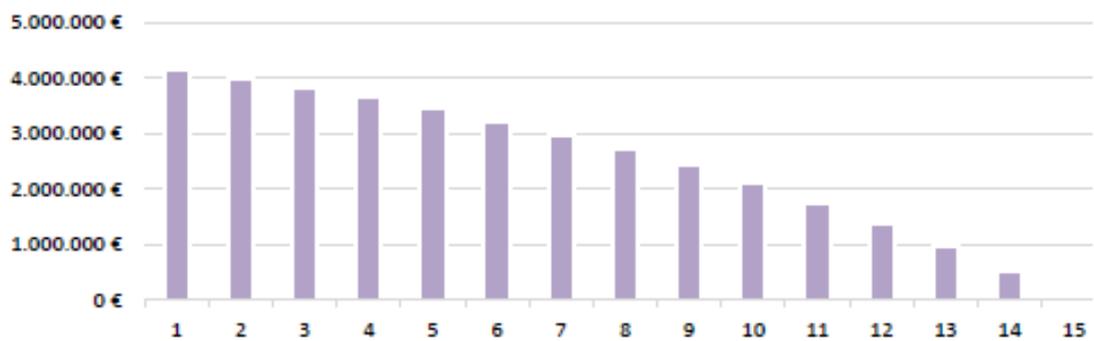


Figura 13.3 Valor residual instalación 1+2, modalidad PPA. (Fuente: elaboración propia)

Referencias

- [1] F. d. m. s. s. r. d. t. d. pruebas, «Fabricantes de módulos solares según resultados de test de pruebas,» [En línea]. Available: <https://selectra.es/autoconsumo/info/componentes/placas-solares/tier1>.
- [2] T. solar, «Talesun solar,» [En línea]. Available: <https://es.enfsolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/45946>.
- [3] P. d. e. y. p. eléctrica, «Periodos de energía y potencia eléctrica,» [En línea]. Available: <https://www.megaraenergia.com/nuevas-tarifas-electricas-para-empresas/>.
- [4] P. s. Z. S. solar, «Paneles solares ZN Shine solar,» [En línea]. Available: <https://solarbex.com/comprar/panel-solar-znshine-540w-monocristalino/>.
- [5] P. s. Talesun, «Paneles solares Talesun,» [En línea]. Available: <https://www.talesun-solar.com/es/>.
- [6] P. s. Longisolar, «Paneles solares Longisolar,» [En línea]. Available: <https://www.longi.com/es/>.
- [7] F. d. m. s. s. s. capacidad, «Fabricantes de módulos solares según su capacidad,» [En línea]. Available: <https://energiaestrategica.es/bloombergnef-clasifica-a-fabricante-de-paneles-fotovoltaicos-longi-como-100-bancable/>.

Anexos

Planos



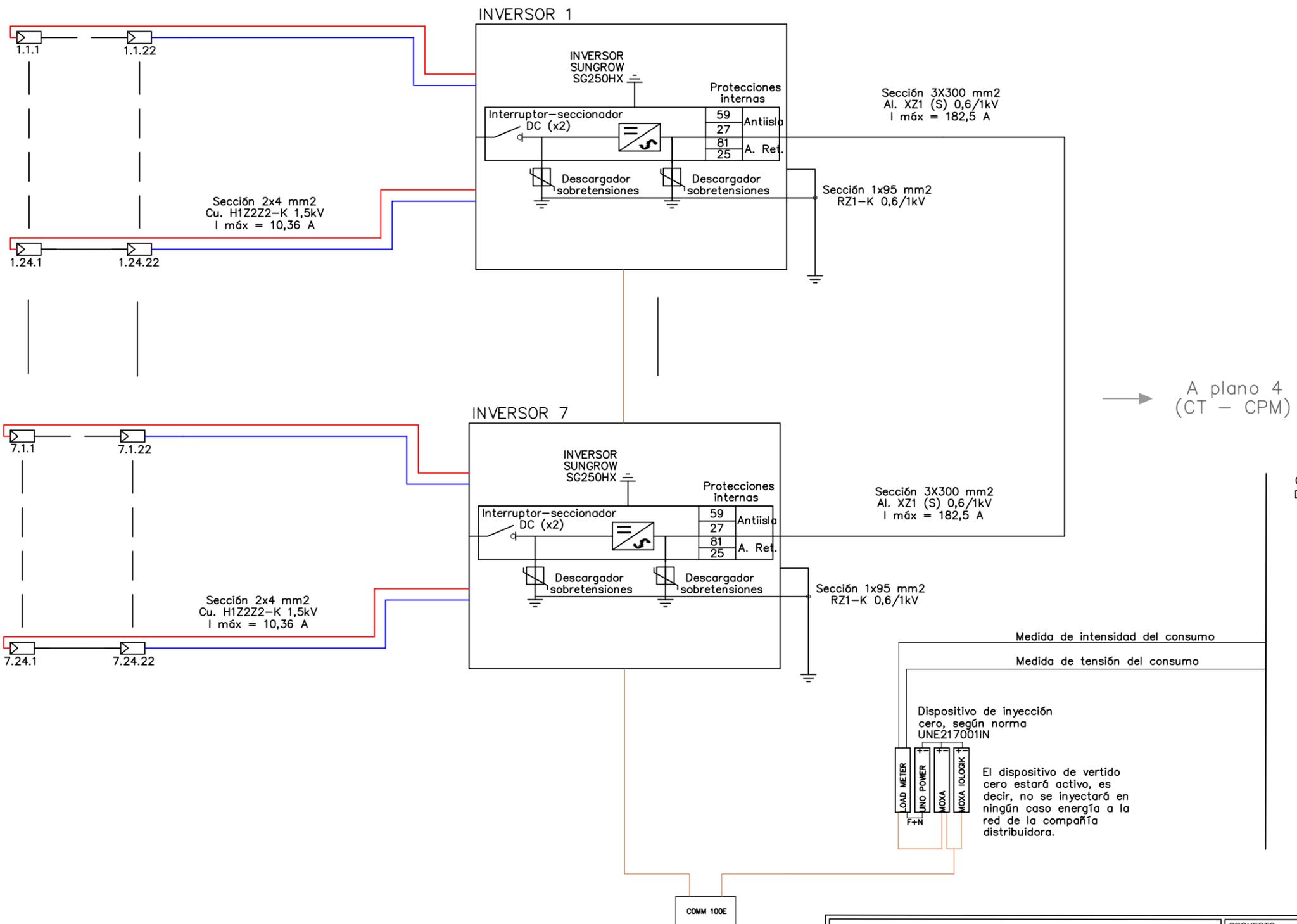
INSTALACIÓN 1 (TERRENO ANEXO A
EMPRESA Y TALLERES PRINCIPALES)
10987 MÓDULOS DE 540 Wp
TOTAL 5932,98 kWp

UNIVERSIDAD DE LÉON Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial		PROYECTO: DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL METAL UBICADA EN LÉON	
PLANO : INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS INSTALACIÓN 1	ESCALA: -	FECHA: 07/2023	Nº PLANO : 1
EL ALUMNO: RUBÉN DE LA VIUDA NÁÑEZ		TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	



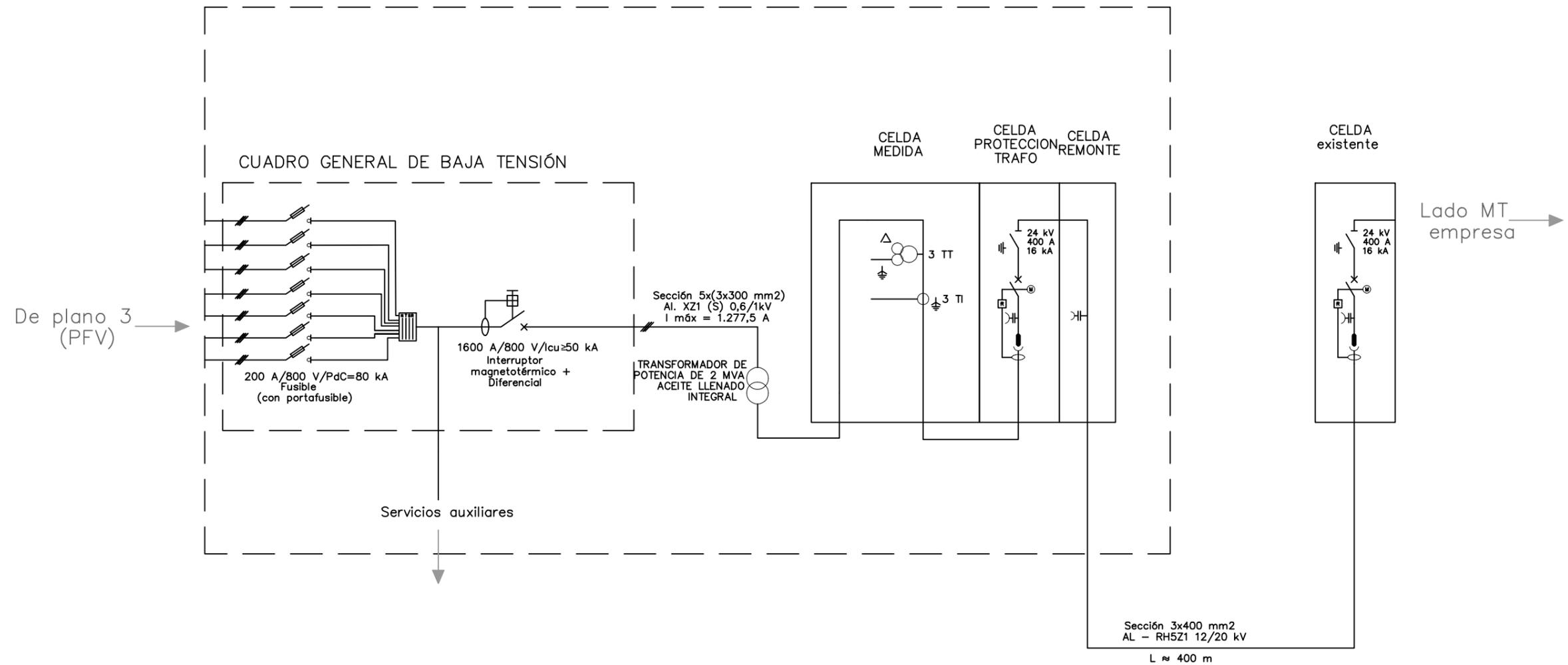
INSTALACIÓN 1+2 (TERRENO ANEXO A EMPRESA,
TALLERES PRINCIPALES Y AXULIARES)
12161 MÓDULOS DE 540 Wp
TOTAL 6566,94 kWp

UNIVERSIDAD DE LÉON Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial		PROYECTO: DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL METAL UBICADA EN LÉON	
PLANO : INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS INSTALACIÓN 1+2	ESCALA: -	FECHA: 07/2023	Nº PLANO : 2
EL ALUMNO: RUBÉN DE LA VIUDA NÁÑEZ		TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	

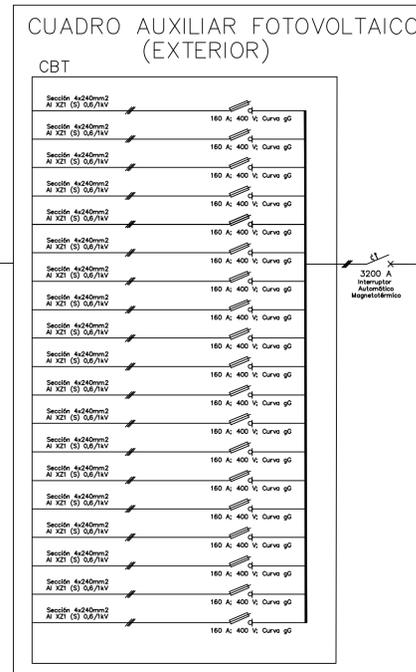
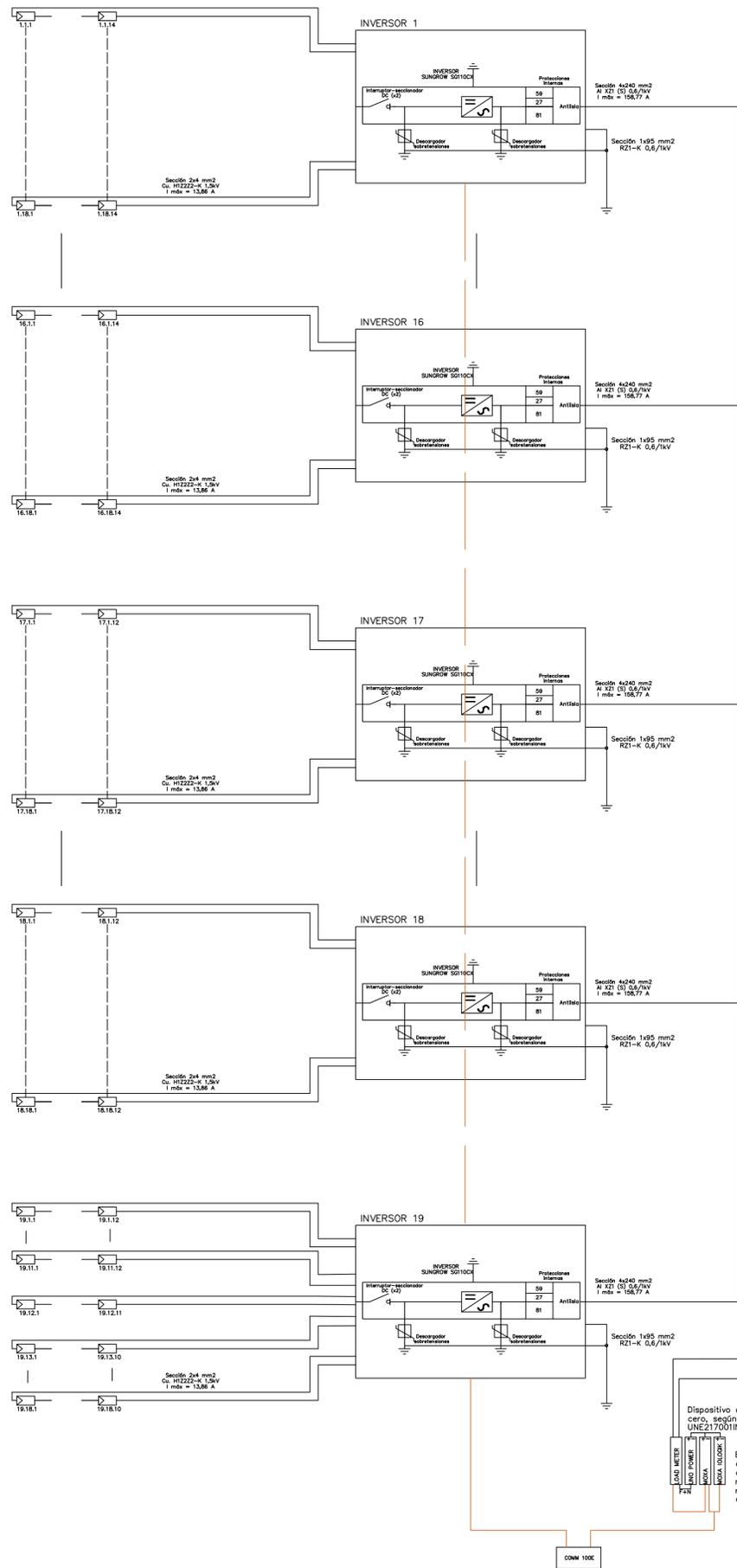


UNIVERSIDAD DE LÉON Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial		PROYECTO: DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL METAL UBICADA EN LÉON	
PLANO : INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA FASE 1 - TERRENO MT. ESQUEMA UNIFILAR	ESCALA: -	FECHA: 07/2023	Nº PLANO : 3
EL ALUMNO: RUBÉN DE LA VIUDA NÁÑEZ	TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		

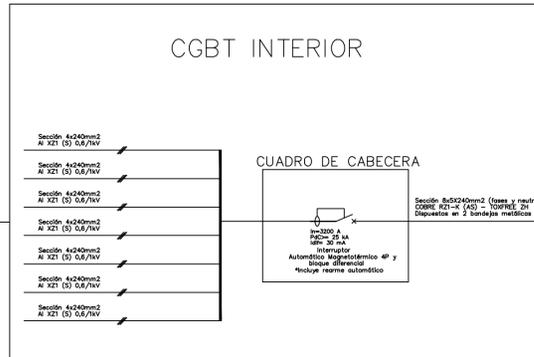
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA (CT-CPM)



UNIVERSIDAD DE LÉON Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial		<small>PROYECTO:</small> DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL METAL UBICADA EN LÉON	
<small>PLANO:</small>	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA FASE 1 - TERRENO MT. ESQUEMA UNIFILAR	<small>ESCALA:</small>	-
		<small>FECHA:</small>	07/2023
<small>EL ALUMNO:</small>	RUBÉN DE LA VIUDA NÁÑEZ	<small>TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</small>	
			4



Cuadro IP-67
Entrada y salida de cables por el inferior

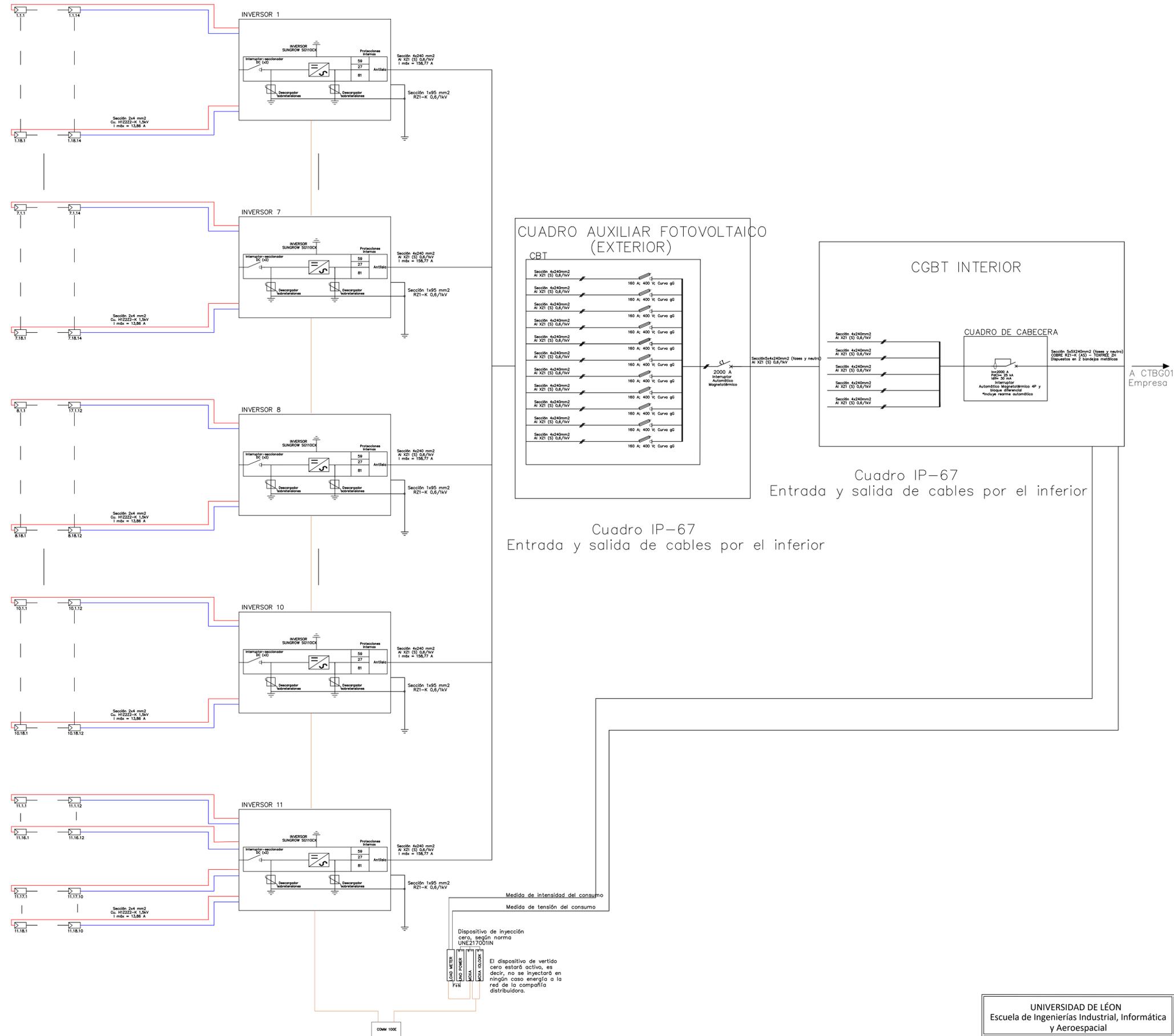


Cuadro IP-67
Entrada y salida de cables por el inferior

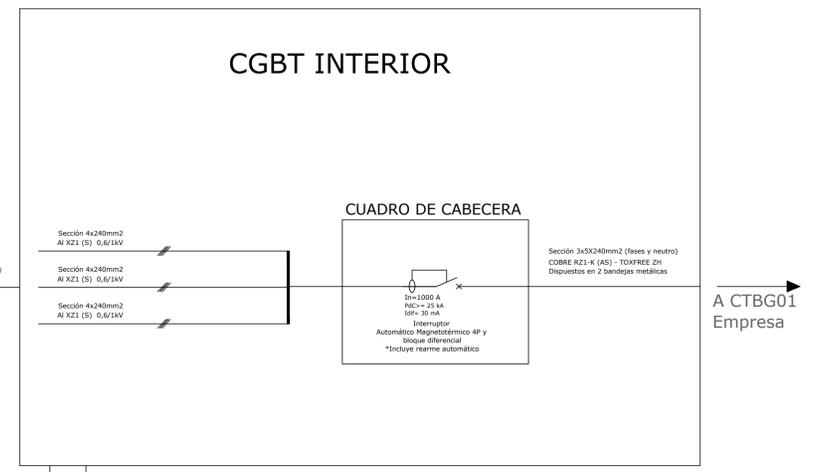
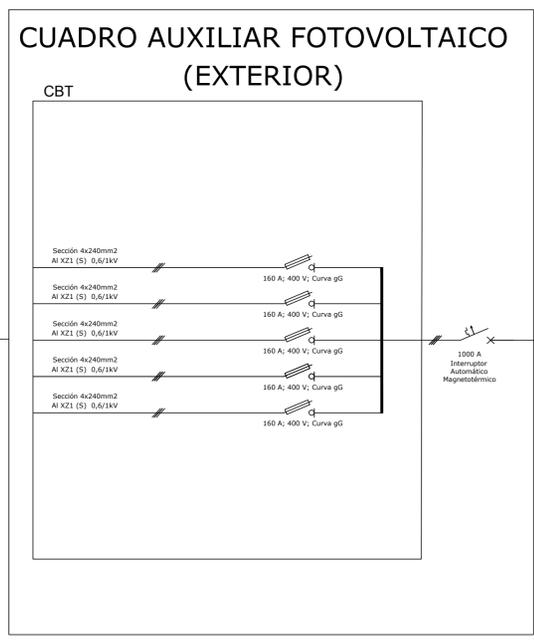
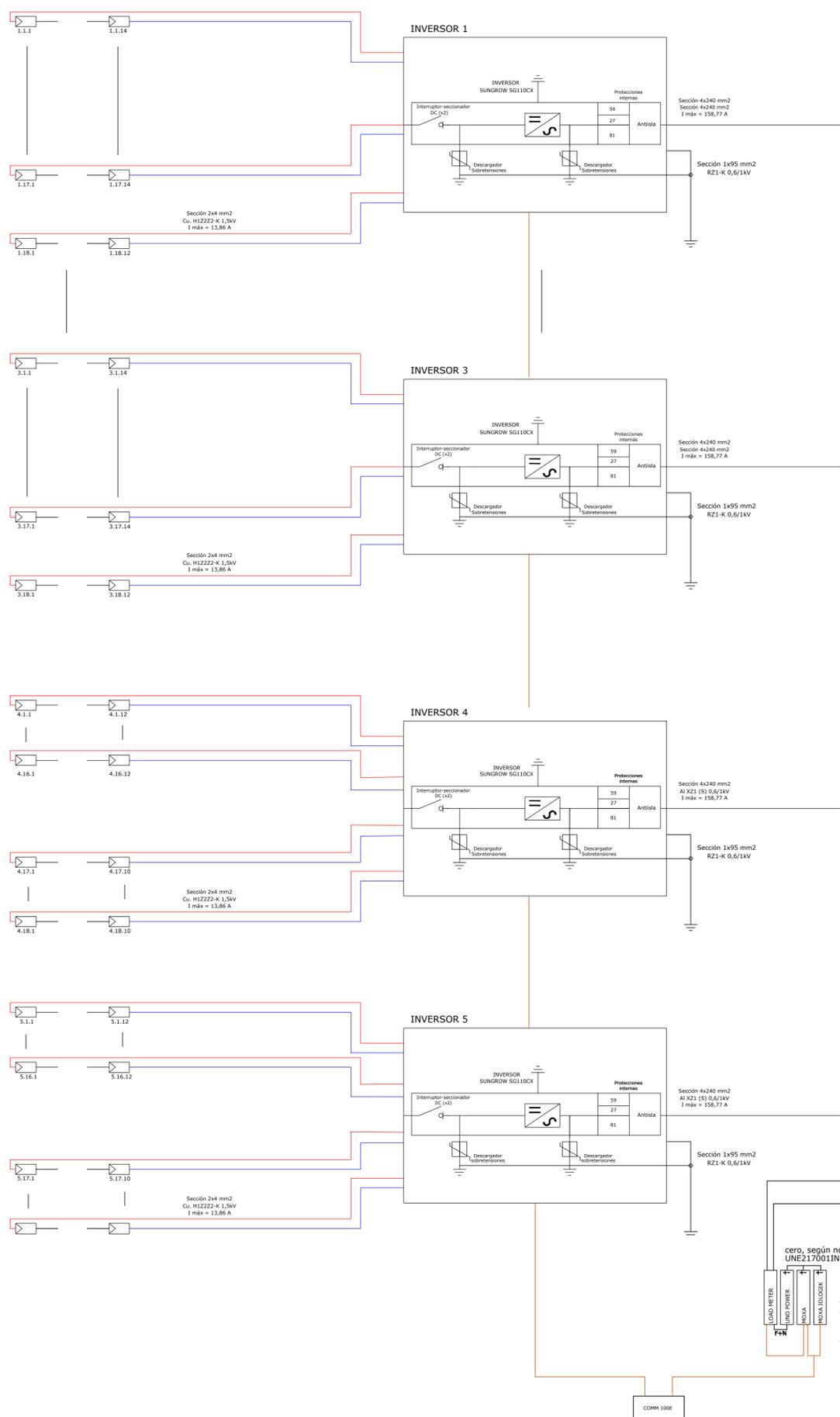
A CTBG01
Empresa



UNIVERSIDAD DE LEÓN Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial		PROYECTO: DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL METAL UBICADA EN LEÓN	
PLANO: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA FASE 1 - NAVE 8 BT. ESQUEMA UNIFILAR	ESCALA: -	FECHA: 07/2023	Nº PLANO: 5
EL ALUMNO: RUBÉN DE LA VIUDA NAÑEZ		TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	

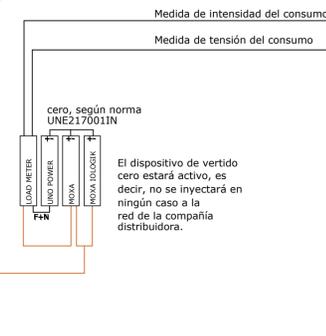


UNIVERSIDAD DE LEÓN Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial		PROYECTO: DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL METAL UBICADA EN LEÓN	
PLANO: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA FASE 1 - NAVE 1 BT. ESQUEMA UNIFILAR	ESCALA: -	FECHA: 07/2023	Nº PLANO: 6
EL ALUMNO: RUBÉN DE LA VIUDA NÁÑEZ		TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	



Cuadro IP-67
Entrada y salida de cables por el inferior

Cuadro IP-67
Entrada y salida de cables por el inferior



UNIVERSIDAD DE LEÓN Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial		PROYECTO: DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DEL METAL UBICADA EN LEÓN	
PLANO: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA FASE 2 - NAVE 1 BT. ESQUEMA UNIFILAR	ESCALA: -	FECHA: 07/2023	Nº PLANO: 7
EL ALUMNO: RUBÉN DE LA VIUDA NÁÑEZ		TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	

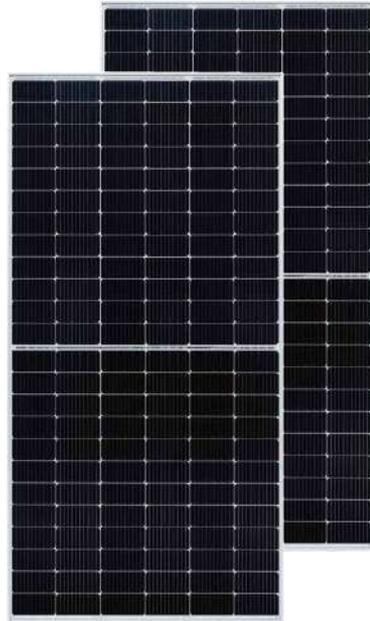
Fichas técnicas de los materiales

BISTAR

TP7F72M
TP7F72M(H) **144 half-cell**

530 - 550W

10BB half-cut mono perc



KEY FEATURES



10BB half-cut cell technology

New circuit design, lower internal current, lower Rs loss
Ga doped wafer, attenuation < 2% (1st year) / ≤ 0.55% (Linear)



Significantly lower the risk of hot spot

Special circuit design with much lower hot spot temperature



Lower LCOE

2% more power generation, lower LCOE



Excellent Anti-PID performance

2 times of industry standard Anti-PID test by TUV SUD



IP68 junction box

High waterproof level

SYSTEM & PRODUCT CERTIFICATES

- IEC 61215 / IEC 61730 / UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality Management System
- ISO 14001: 2015 Environment Management System
- ISO 45001: 2018 Occupational Health and Safety Management Systems

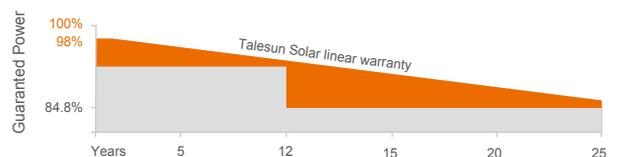


PERFORMANCE WARRANTY



Linear Performance Warranty

Standard Performance Warranty



ELECTRICAL PARAMETERS

Performance at STC (Power Tolerance 0 ~ +3%)

Maximum Power (Pmax/W)	530	535	540	545	550
Operating Voltage (Vmpp/V)	41.32	41.48	41.64	41.80	41.96
Operating Current (Impp/A)	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Open-Circuit Voltage (Voc/V)	49.32	49.46	49.60	49.76	49.92
Short-Circuit Current (Isc/A)	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Module Efficiency η m(%)	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3

Performance at NMOT

Maximum Power (Pmax/W)	395	398	402	406	410
Operating Voltage (Vmpp/V)	38.6	38.7	38.8	39.0	39.1
Operating Current (Impp/A)	10.24	10.30	10.36	10.41	10.47
Open-Circuit Voltage (Voc/V)	46.4	46.5	46.7	46.8	47.0
Short-Circuit Current (Isc/A)	11.06	11.12	11.17	11.23	11.28

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 NMOT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Air Mass AM1.5, Wind Speed 1m/s

MECHANICAL SPECIFICATION

Cell Type	Monocrystalline
Cell Dimensions	182*182mm
Cell Arrangement	144 (6*24)
Weight	29kg (63.9lbs.)
Module Dimensions	2279*1134*35mm (89.72*44.65*1.38inches)
Cable Length	Portrait 300mm(11.81 inches) or Customized Length
Cable Cross Section Size	TUV: 4mm ² (0.006inches ²)/UL: 12AWG
Front Glass	3.2mm (0.13inches) AR Coating Tempered Glass
No. of Bypass Diodes	3
Packing Configuration (1)	31pcs/carton, 620pcs/40hq
Packing Configuration (for USA)	31pcs/carton, 620pcs/40hq
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68

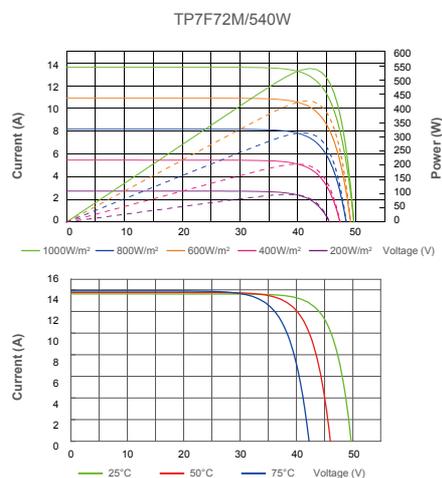
OPERATING CONDITIONS

Maximum System Voltage	1000V/1500V/DC(IEC)
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Maximum Series Fuse	25A
Static Loading	Snow Loading: 5400Pa/ Wind Loading: 2400Pa
Conductivity at Ground	≤0.1Ω
Safety Class	II
Resistance	≥100MΩ
Connector	T01/LJQ-3-CSY/MC4/MC4-EVO2

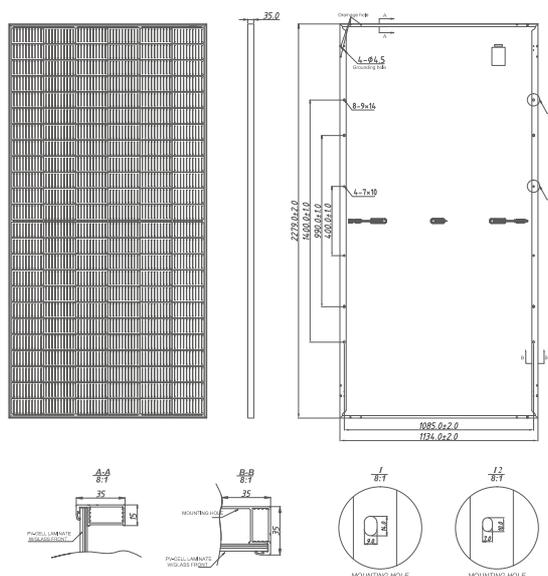
TEMPERATURE COEFFICIENT

Temperature Coefficient Pmax	-0.35%/°C
Temperature Coefficient Voc	-0.26%/°C
Temperature Coefficient Isc	+0.048%/°C
NMOT	43±2°C

I-V CURVE



TECHNICAL DRAWINGS



Hi-MO **5m**

LR5-72HPH 525~550M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M10 Gallium-doped Wafer
 - Smart Soldering
 - 9-busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability

12

12-year Warranty for Materials and Processing

25

25-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2008: ISO Quality Management System

ISO 14001: 2004: ISO Environment Management System

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety

LONGI



21.5%
MAX MODULE
EFFICIENCY

0~+5W
POWER
TOLERANCE

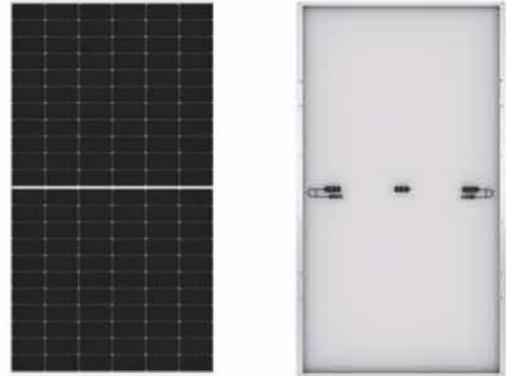
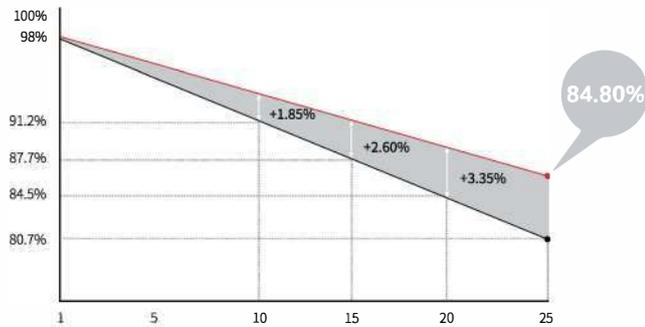
<2%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.55%
YEAR2-25
POWER DEGRADATION

HALF-CELL
Lower operating temperature

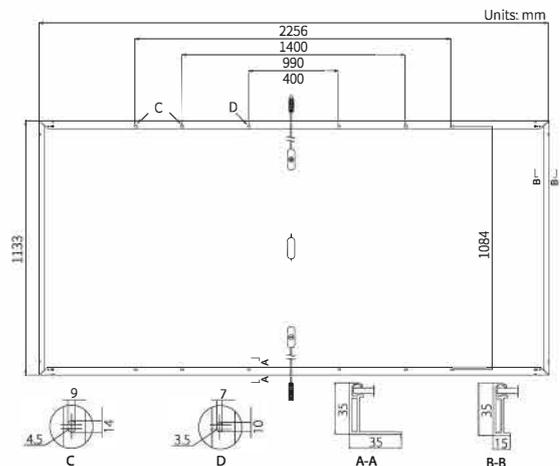
Additional Value

25-Year Power Warranty



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , positive 400 / negative 200mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	27.2kg
Dimension	2256×1133×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC



Electrical Characteristics

STC: AM1.5 1000W/m² 25°C

Test uncertainty for Pmax: ±3%

PowerClass	525	530	535	540	545	550
Maximum Power (Pmax/W)	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.05	49.20	49.35	49.50	49.65	49.80
Short Circuit Current (Isc/A)	13.65	13.71	13.78	13.85	13.92	13.98
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.20	41.35	41.50	41.65	41.80	41.95
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.75	12.82	12.90	12.97	13.04	13.12
Module Efficiency(%)	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2

Mechanical Loading

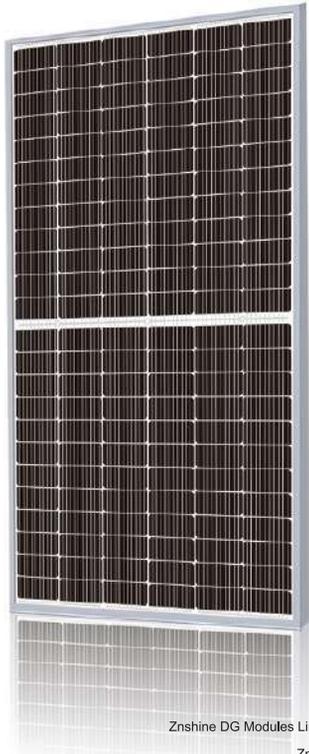
Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C

ZXM7-SHLD144 Series

10BB HALF-CELL Double Glass Monocrystalline PERC PV Module



525-550W

POWER RANGE

21.28%

MAXIMUM EFFICIENCY

0.45%

YEARLY DEGRADATION

12 12 YEARS PRODUCT WARRANTY

30 30 YEARS OUTPUT GUARANTEE



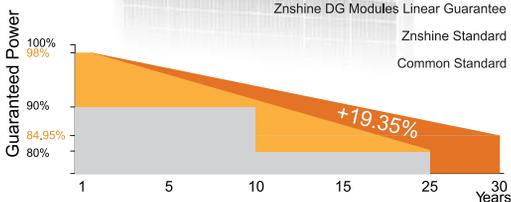
IEC 61215/IEC 61730/IEC 61701/IEC 62716/UL6 1730

ISO 14001: Environmental Management System

ISO 9001: Quality Management System

ISO45001: Occupational Health and Safety Management System

*As there are different certification requirements in different markets, please contact your local znshine sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.



*Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by ZNSHINE PV-TECH Co.,Ltd.

KEY FEATURES



Excellent Cells Efficiency

MBB technology reduce the distance between busbars and finger grid line which is benefit to power increase.



Better Weak Illumination Response

More power output in weak light condition, such as haze, cloudy, and early morning.



Anti PID

Ensured PID resistance through the quality control of cell manufacturing process and raw materials.



Adapt To Harsh Outdoor Environment

Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity environment.



TIER 1

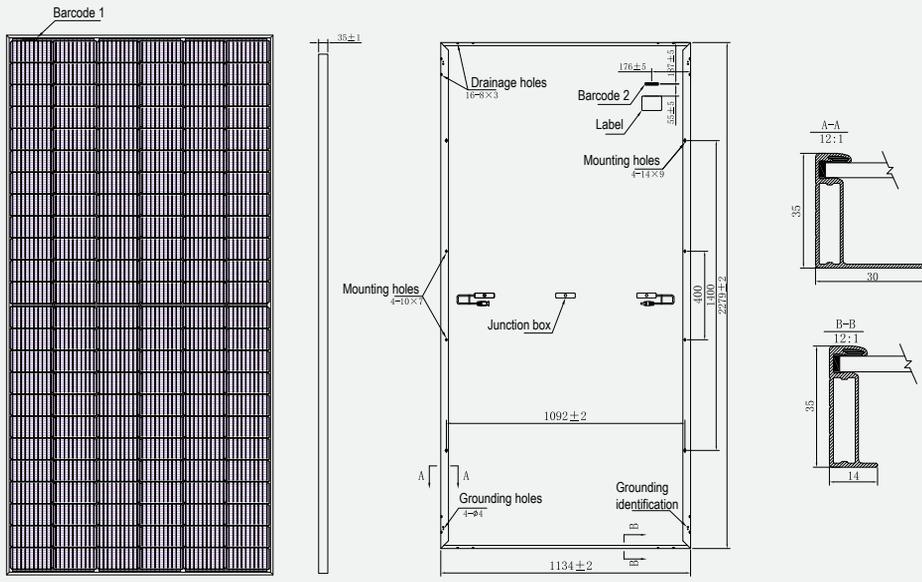
Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified advanced automated manufacturing.



Excellent Quality Management System

Warranted reliability and stringent quality assurances well beyond certified requirements.

DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)

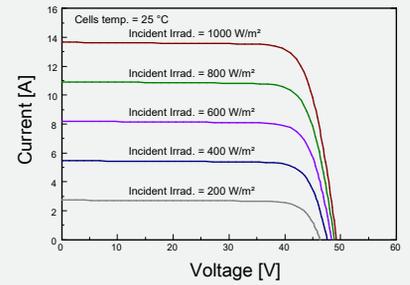


Front View

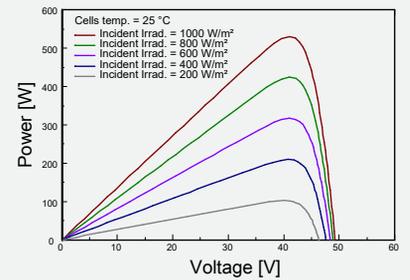
Back View

*Remark: customized frame color and cable length available upon request

I-V CURVES OF PV MODULE(530W)



P-V CURVES OF PV MODULE(530W)



ELECTRICAL CHARACTERISTICS | STC*

Nominal Power Watt Pmax(W)*	525	530	535	540	545	550
Power Output Tolerance Pmax(%)	0~+3	0~+3	0~+3	0~+3	0~+3	0~+3
Maximum Power Voltage Vmp(V)	40.80	41.00	41.20	41.40	41.60	41.80
Maximum Power Current Imp(A)	12.88	12.94	13.00	13.05	13.11	13.16
Open Circuit Voltage Voc(V)	49.10	49.30	49.50	49.70	49.90	50.10
Short Circuit Current Isc(A)	13.60	13.66	13.72	13.78	13.84	13.90
Module Efficiency (%)	20.31	20.51	20.70	20.89	21.09	21.28

*The data above is for reference only and the actual data is in accordance with the practical testing
*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m², Module Temperature 25°C, AM 1.5
*Measuring tolerance: ±3%

MECHANICAL DATA

Solar cells	Mono PERC
Cells orientation	144 (6×24)
Module dimension	2279×1134×35 mm (With Frame)
Weight	32±1 kg
Glass	2.0 mm+2.0mm, High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Junction box	IP 68, 3 diodes
Cables	4 mm² ,350 mm (With Connectors)

Connectors* MC4-compatible
*Please refer to regional datasheet for specified connector

ELECTRICAL CHARACTERISTICS | NMOT

Maximum Power Pmax(Wp)	392.60	396.30	400.00	403.50	407.20	410.80
Maximum Power Voltage Vmpp(V)	38.00	38.20	38.30	38.50	38.70	38.90
Maximum Power Current Imp(A)	10.34	10.39	10.43	10.48	10.52	10.57
Open Circuit Voltage Voc(V)	45.90	46.10	46.20	46.40	46.60	46.80
Short Circuit Current Isc(A)	10.98	11.03	11.08	11.13	11.18	11.23

*NMOT: Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20°C, AM 1.5, Wind Speed 1m/s

TEMPERATURE RATINGS*

NMOT	44°C ±2°C	Maximum system voltage	1500 V DC
Temperature coefficient of Pmax	-0.35%/°C	Operating temperature	-40°C~+85°C
Temperature coefficient of Voc	-0.29%/°C	Maximum series fuse	25 A
Temperature coefficient of Isc	0.05%/°C	Front Side Maximum Static Loading	Up to 5400 Pa
		Rear Side Maximum Static Loading	Up to 2400 Pa

*Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection
**Customized packaging is available upon request.

PACKAGING CONFIGURATION **

Piece/Box	31
Piece/Container(40'HQ)	620

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.

Caution: Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

SG110CX New

Multi-MPPT String Inverter for 1000 Vdc System



High Yield

- 9 MPPTs with max. efficiency 98.7%
- Compatible with bifacial module
- Built-in PID recovery function



Smart O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Online IV curve scan and diagnosis
- Fuse free design with smart string current monitoring



Low Cost

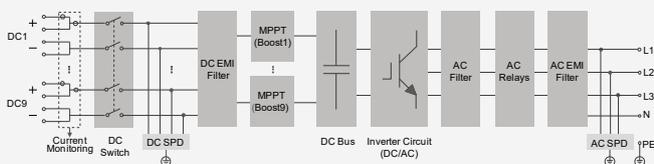
- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Q at night function



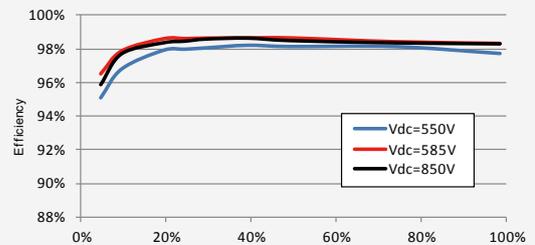
Proven Safety

- IP66 and C5 protection
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code

Circuit Diagram



Efficiency Curve



Input (DC)

Max. PV input voltage	1100 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	200 V / 250 V
Nominal PV input voltage	585 V
MPP voltage range	200 – 1000 V
MPP voltage range for nominal power	550V – 850 V
No. of independent MPP inputs	9
Max. number of PV strings per MPPT	2
Max. PV input current	26 A * 9
Max. current for input connector	30 A
Max. DC short-circuit current	40 A * 9

SG110CX**Output (AC)**

AC output power	110 kVA @ 45 °C / 100 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	158.8 A
Nominal AC voltage	3 / N / PE, 400 V
AC voltage range	320 – 460 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3

Efficiency

Max. efficiency / Euro. efficiency	98.7 % / 98.5 %
------------------------------------	-----------------

Protection

DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch / AC switch	Yes / No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
PID recovery function	Optional
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II

General Data

Dimensions (W*H*D)	1051*660*362.5 mm
Weight	85 kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C (> 50 °C derating)
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / Optional: Wi-Fi, Ethernet
DC connection type	MC4 (Max. 6 mm ²)
AC connection type	OT terminal (Max. 240 mm ²)
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-3, EN 50438, AS/NZS 4777.2:2015, CEI 0-21, VDE 0126-1-1/A1 VFR 2014, UTE C15-712-1:2013, DEWA
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control



SG33CX/SG40CX/SG50CX New

Multi-MPPT String Inverter for 1000 Vdc System



High Yield

- 5 MPPTs with max. efficiency 98.7%
- Compatible with bifacial module
- Built-in PID recovery function



Smart O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Online IV curve scan and diagnosis
- Fuse free design with smart string current monitoring



Low Cost

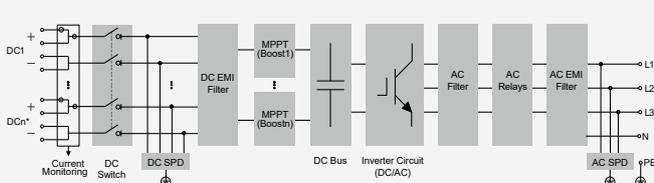
- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Cable free communication with optional Wi-Fi



Proven Safety

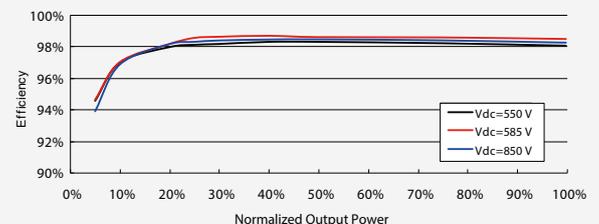
- IP66 and C5 protection
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code

Circuit Diagram



*: m3(SG33CX)4(SG40CX)5(SG50CX)

Efficiency Curve



Input (DC)	SG33CX	SG40CX	SG50CX
Max. PV input voltage	1100 V		
Min. PV input voltage / Start-up input voltage	200 V / 250 V		
Nominal PV input voltage	585 V		
MPP voltage range	200 – 1000 V		
MPP voltage range for nominal power	550 – 850V		
No. of independent MPP inputs	3	4	5
Max. number of PV strings per MPPT	2		
Max. PV input current	78 A	104 A	130 A
Max. current for input connector	30 A		
Max. DC short-circuit current	120 A	160 A	200 A
Output (AC)			
AC output power	36.3 kVA @ 40 °C / 33 kVA @ 45 °C	44 kVA @ 40 °C / 40 kVA @ 45 °C	55 kVA @ 40 °C / 50 kVA @ 45 °C
Max. AC output current	55.2 A	66.9 A	83.6 A
Nominal AC voltage	3 / N / PE, 230 / 400 V		
AC voltage range	312 – 528 V		
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz		
THD	< 3 % (at nominal power)		
DC current injection	< 0.5 % In		
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging		
Feed-in phases / connection phases	3 / 3		
Efficiency			
Max. efficiency / European efficiency	98.6 % / 98.3 %	98.6% / 98.3%	98.7% / 98.4%
Protection			
DC reverse connection protection	Yes		
AC short circuit protection	Yes		
Leakage current protection	Yes		
Grid monitoring	Yes		
DC switch / AC switch	Yes / No		
PV String current monitoring	Yes		
Q at night	Yes		
PID recovery function	optional		
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II		
General Data			
Dimensions (W*H*D)	702*595*310mm	782*645*310mm	782*645*310mm
Weight	50 kg	58 kg	62 kg
Isolation method	Transformerless		
Degree of protection	IP66		
Night power consumption	≤2 W		
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C (> 45 °C derating)		
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %		
Cooling method	Smart forced air cooling		
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating)		
Display	LED, Bluetooth+APP		
Communication	RS485 / Optional: Wi-Fi, Ethernet		
DC connection type	MC4 (Max. 6 mm ²)		
AC connection type	OT or DT terminal (Max.70 mm ²)		
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4105:2018, VDE-AR-N 4110:2018, IEC 61000-6-3, EN 50438, AS/NZS 4777.2:2015, CEI 0-21, VDE 0126-1-1/A1 VFR 2014, UTE C15-712-1:2013, DEWA		
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control		



SG250HX New

Multi-MPPT String Inverter for 1500 Vdc System



High Yield

- 12 MPPTs with max. efficiency 99%
- Compatible with bifacial module
- Built-in An-ti PID and PID recovery function optional



Smart O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Online IV curve scan and diagnosis
- Fuse free design with smart string current monitoring



Low Cost

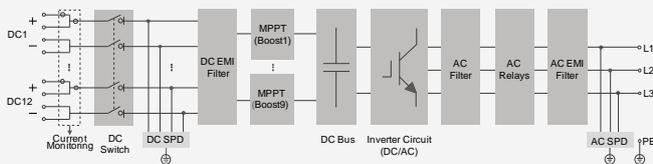
- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Power line communication (PLC) optional
- Q at night function



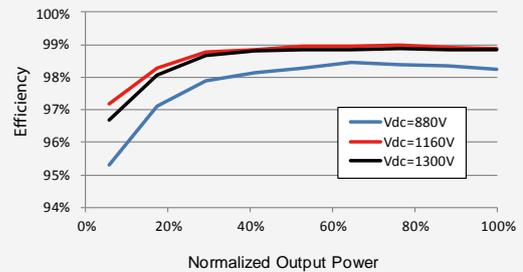
Proven Safety

- IP66 and C5 protection
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code

Circuit Diagram



Efficiency Curve



Input (DC)

	SG250HX
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	600 V / 600 V
Nominal PV input voltage	1080 V
MPP voltage range	600 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12
Max. number of PV strings per MPPT	2
Max. PV input current	26 A * 12
Max. current for input connector	30 A
Max. DC short-circuit current	40 A * 12

Output (AC)

AC output power	250 kVA @ 30 °C / 220 kVA @ 45 °C / 200 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	182.5 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 – 880V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3

Efficiency

Max. efficiency / Euro. efficiency	99.0 % / 98.7 %
------------------------------------	-----------------

Protection

DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch/ AC switch	Yes / No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
An-ti PID and PID recovery function	Optional
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II

General Data

Dimensions (W*H*D)	1051*660*363 mm
Weight	95kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / Optional: PLC
DC connection type	Amphenol UTX (Max. 6 mm ²)
AC connection type	OT terminal (Max. 300 mm ²)
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-3, EN 50438, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741SA, IEEE1547, IEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, FCC Part15 Sub-part B Class A Limits, California Rule 21
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control



SUN2000-185KTL-H1

Inversor de String Inteligente



9 Seguidores MPP



99.0% Máx. Eficiencia



Monitorización a nivel de string



Diagnóstico inteligente de curvas I-V admitido



MBUS Soportado



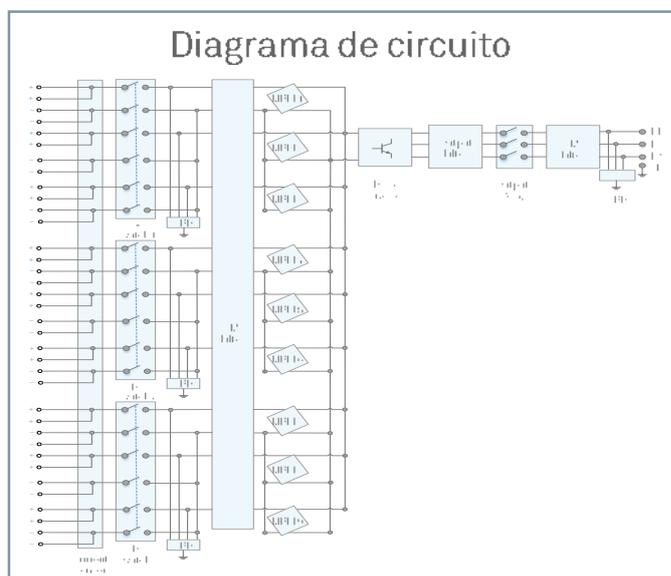
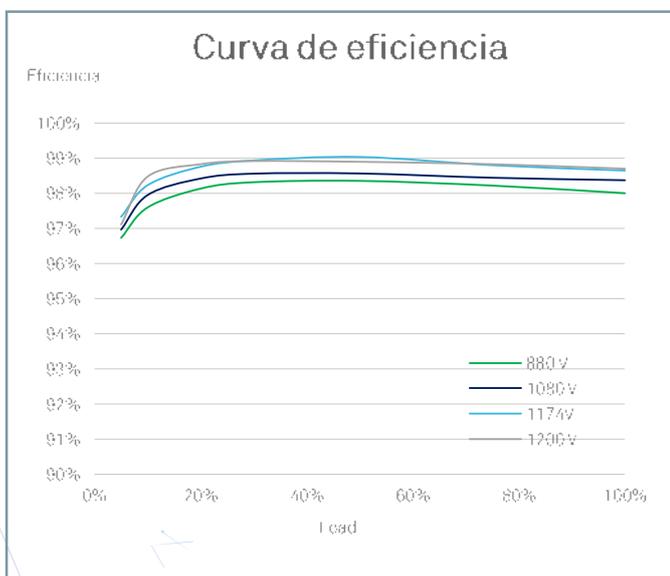
Diseño sin fusibles



Protección contra sobretensiones DC y AC



IP66 Protección



Especificaciones técnicas

Eficiencia	
Máx. Eficiencia	99.03%
Eficiencia europea	98.69%
Entrada	
Máx. tensión de entrada	1,500 V
Máx. intensidad por MPPT	26 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	40 A
Tensión de entrada inicial	550 V
Rango de tensión de operación de MPPT	500 V ~ 1,500 V
Tensión nominal de entrada	1,080 V
Número de entradas	18
Número de MPPTs	9
Salida	
Potencia nominal activa de CA	185,000 W @25°C, 175,000 W @40°C
Máx. potencia aparente de CA	185,000 VA
Máx. potencia activa de CA (cosφ=1)	185,000 W
Tensión nominal de salida	800 V, 3W + PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad de salida nominal	134.9A @25°C, 126.3 A @40°C
Máx. intensidad de salida	134.9 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%
Protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado CC	Sí
Protección contra funcionamiento en isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa de CC	Sí
Monitorización de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos	Sí
Protector contra sobretensiones de CC	Tipo II
Protector contra sobretensiones de CA	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	Sí
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	Sí
Comunicaciones	
Monitor	Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Sí
MBUS	Sí
RS485	Sí
General	
Dimensiones (ancho x alto x profundidad)	1.035 x 700 x 365 mm (40,7 x 27,6 x 14,4 pulgadas)
Peso (con soporte de montaje)	84 kg (185.2 lb.)
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Enfriamiento	Ventilación inteligente
Altitud de operación	4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%
Conector de CC	Staubli MC4 EVO2
Conector de CA	Conector resistente al agua + OT/DT Terminal
Clase de protección	IP66
Topología	Sin transformador
Cumplimiento estándar (Más información disponible a pedido)	
Certificados	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62920, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, IEC 62910, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006

SUN2000-110KTL-M0

Smart String Inverter



Smart I-V Curve
Diagnosis Supported



String-level
Management



98.6%
Max. Efficiency



Surge Arresters
for DC & AC



Fuse Free
Design



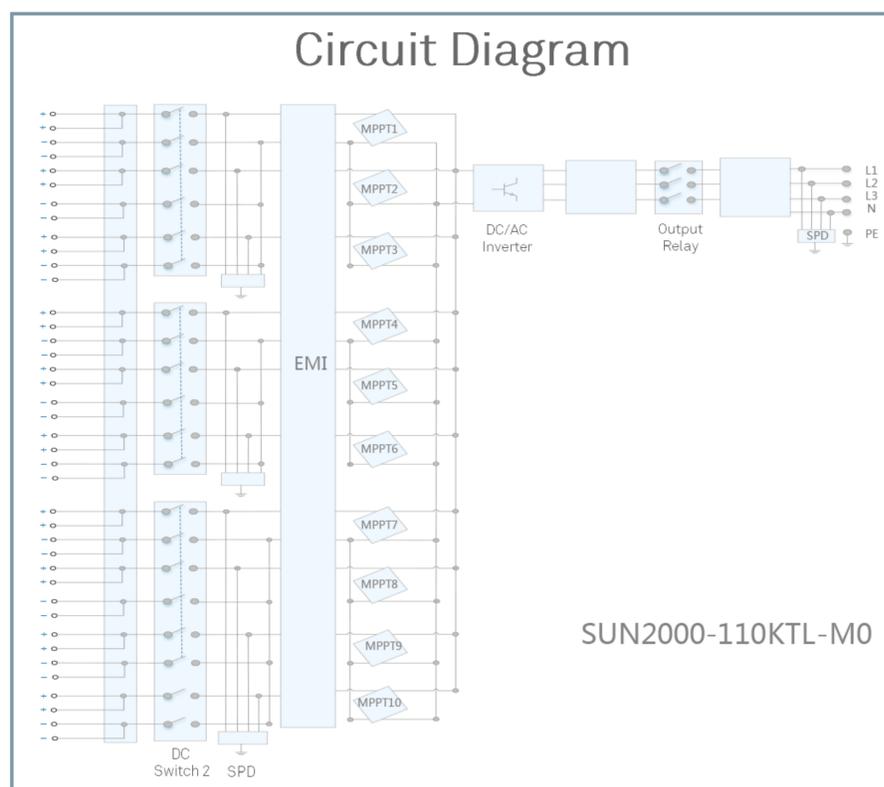
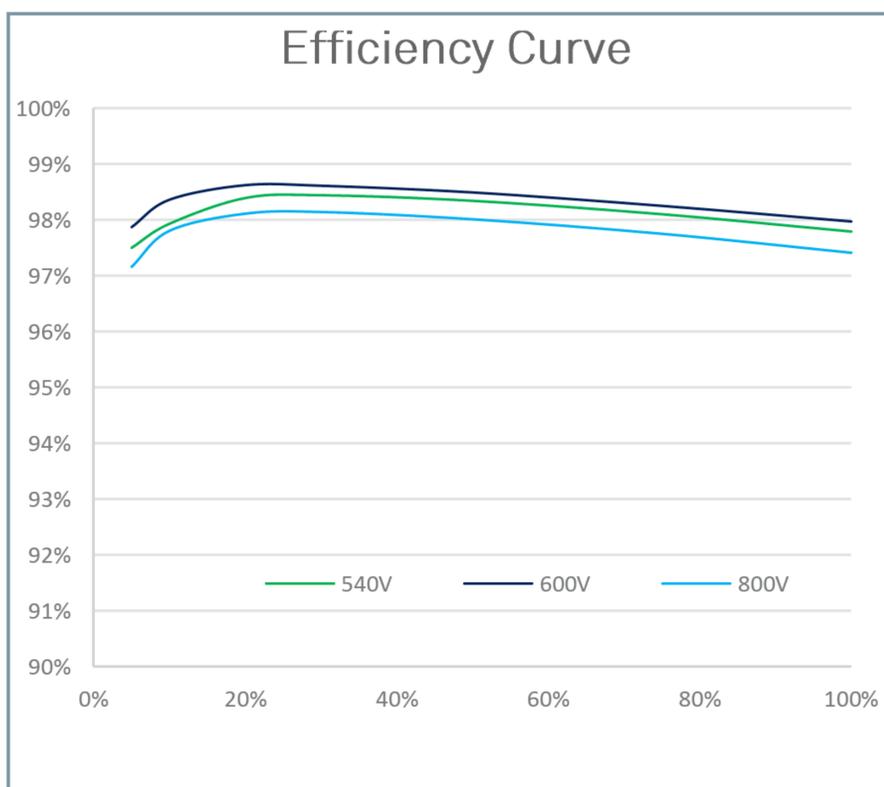
Residual Current
Monitoring Integrated



IP65
Protection



MBUS Supported



SUN2000-110KTL-M0

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	98.6%
Chinese Efficiency	98.1%
Input	
Max. Input Voltage	1,100 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
MPPT Operating Voltage Range	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	600 V
Number of Inputs	20
Number of MPP Trackers	10
Output	
Rated AC Active Power	110,000 W
Max. AC Apparent Power	121,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	121,000 W
Rated Output Voltage	3 × 220 V/380 V, 3 × 230 V/400 V, 3W+N+PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz
Rated Output Current	167.2A (380Vac) , 158.8A (400Vac)
Max. Output Current	185.7A (380Vac) , 176.4A (400Vac)
Adjustable Power Factor Range	0.8 超前 ... 0.8 滞后
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485	Yes
USB	Yes
MBUS	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Weight (with mounting plate))	85 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	5,000 m (> 4,000 m降额)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol HH4
AC Connector	OT端子
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless

SUN2000-60KTL-M0 Smart String Inverter



Smart

12 strings intelligent monitoring



Efficient

Max. efficiency 98.7%



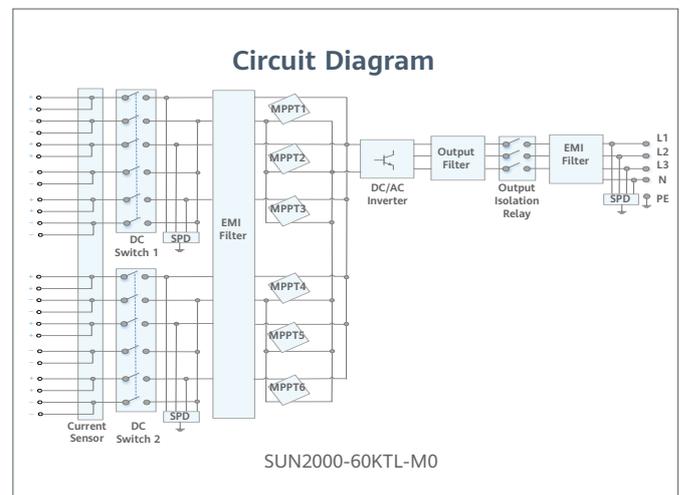
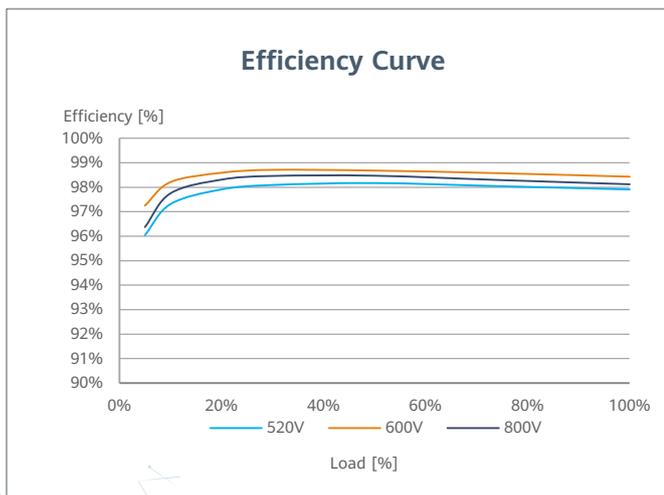
Safe

Fuse free design



Reliable

Type II surge arresters for DC & AC



Technical Specification	SUN2000-60KTL-M0
-------------------------	------------------

Efficiency	
Max. efficiency	98.9% @480 V; 98.7% @380 V / 400 V
European efficiency	98.7% @480 V; 98.5% @380 V / 400 V

Input	
Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	600 V @380 Vac / 400 Vac; 720 V @480 Vac
Number of MPP trackers	6
Max. number of inputs	12

Output	
Rated AC Active Power	60,000 W
Max. AC Apparent Power	66,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	66,000 W
Rated Output Voltage	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, default 3W + N + PE; 3W + PE optional in settings; 277 V / 480 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	91.2 A @380 V, 86.7 A @400 V, 72.2 A @480 V
Max. Output Current	100 A @380 V, 95.3 A @400 V, 79.4 A @480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 leading... 0.8 lagging
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%

Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes

Communication	
Display	LED indicators; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485	Yes
USB	Yes
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (isolation transformer required)

General Data	
Dimensions (W x H x D)	1,075 x 555 x 300 mm (42.3 x 21.9 x 11.8 inch)
Weight (with mounting plate)	74 kg (163.1 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol Helios H4
AC Connector	Waterproof PG Terminal + Terminal Clamp
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	< 2 W

Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, VDE 4120, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11

^{*1} The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
^{*2} Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

String Inverter (8-23KTL)



SUN2000-8/10/12/15/17/20/23KTL



Smart

- Maximum of 3 MPPT for versatile adaption to different module types or quantities built up with different alignments
- Up to 6 strings intelligent monitoring and fault detection
- RS 485 and USB ports for connectivity and data management
- Local graphic LCD and remote monitoring

Efficient

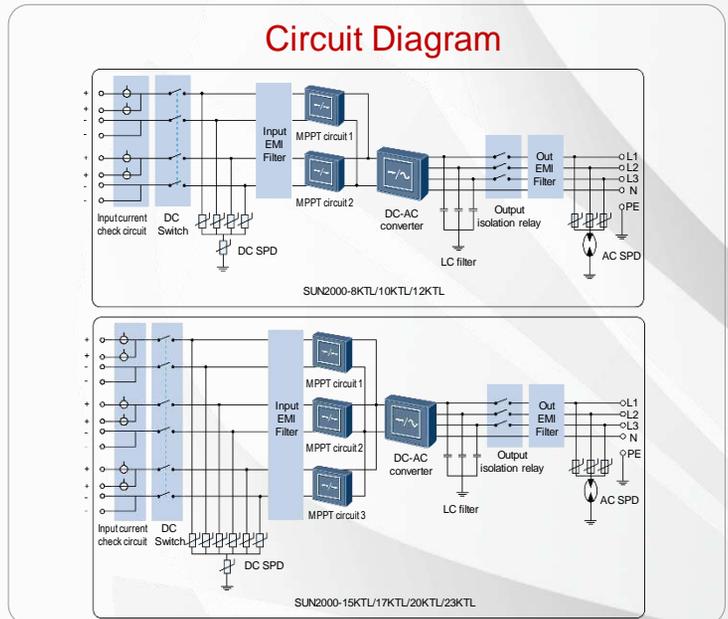
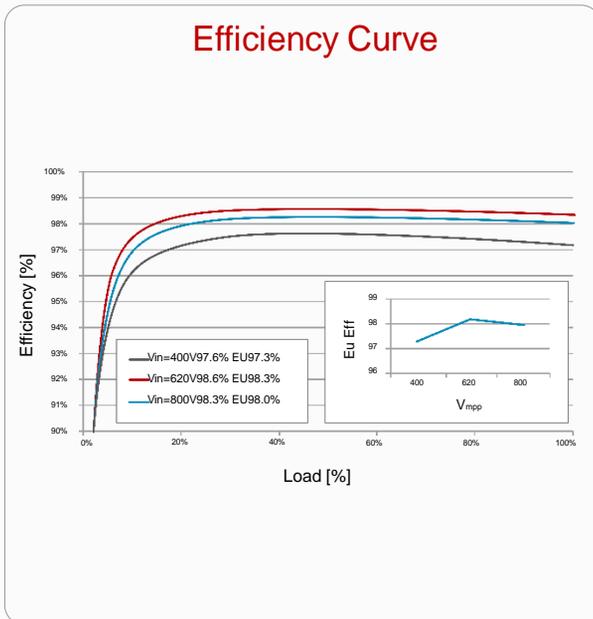
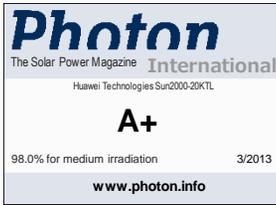
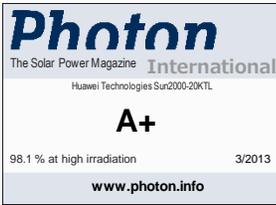
- SUN2000-20KTL Photon test result: A+/A+ at medium and high irradiation
- Maximum efficiency 98.6%
- European efficiency 98.3%

Safe

- Type II DC and AC surge protection devices integrated
- Noise ≤ 29 dB, Class-B electromagnetic radiation
- RCD protection function

Reliable

- Warranty up to 25 years
- No need of external fan with natural cooling technology
- Outdoor application of IP65



String Inverter (8-23KTL)



Technical Specifications	SUN2000-8KTL	SUN2000-10KTL	SUN2000-12KTL	SUN2000-15KTL	SUN2000-17KTL	SUN2000-20KTL	SUN2000-23KTL
Efficiency							
Max. efficiency	98.5%	98.5%	98.5%	98.6%	98.6%	98.6%	98.6%
European efficiency	98.0%	98.0%	98.0%	98.3%	98.3%	98.3%	98.3%
Input							
Max. DC input	9,100 W	11,400 W	13,700 W	17,100 W	19,200 W	22,500 W	23,600 W
Max. input voltage	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V
Max. input current per MPPT	18 A	18 A	18 A	18 A	18 A	18 A	18 A
Min. operating voltage	200 V	200 V	200 V	200 V	200 V	200 V	200 V
MPP voltage range	320 V - 800 V	320 V - 800 V	380 V - 800 V	400 V - 800 V	400 V - 800 V	480 V - 800 V	480 V - 800 V
Rated input voltage	620 V	620 V	620 V	620 V	620 V	620 V	620 V
Max. number of inputs	4	4	4	6	6	6	6
Number of MPP trackers	2	2	2	3	3	3	3
Output							
Rated output power	8,000 kW	10,000 kW	12,000 kW	15,000 kW	17,000 kW	20,000 kW	23,000 kW
Max. apparent output power	8,800 VA	11,000 VA	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA	23,000 VA
Rated output voltage	3×230V/400V+N+PE 3×220V/380V+N+PE	3×230V/400V+N+PE 3×220V/380V+N+PE	3×230V/400V+N+PE 3×220V/380V+N+PE	3×230V/400V+N+PE 3×220V/380V+N+PE	3×230V/400V+N+PE 3×220V/380V+N+PE	3×230V/400V+N+PE 3×220V/380V+N+PE	3×230V/400V+N+PE 3×220V/380V+N+PE
AC power frequency	50 Hz/60 Hz	50 Hz/60 Hz	50 Hz/60 Hz	50 Hz/60 Hz	50 Hz/60 Hz	50 Hz/60 Hz	50 Hz/60 Hz
Max. output current	12.8 A	16 A	19.2 A	24 A	27.2 A	32 A	33.5 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging	0.8 leading ... 0.8 lagging	0.8 leading ... 0.8 lagging	0.8 leading ... 0.8 lagging	0.8 leading ... 0.8 lagging	0.8 leading ... 0.8 lagging	0.8 leading ... 0.8 lagging
Max. total harmonic distortion	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
Protection							
Input-side disconnection protection	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Anti-Islanding protection	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
AC over current protection	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
DC reverse-polarity protection	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
PV array string fault monitoring	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
DC surge arresters	Type II	Type II	Type II	Type II	Type II	Type II	Type II
AC surge arresters	Type II	Type II	Type II	Type II	Type II	Type II	Type II
Insulation monitoring	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Residual current detection	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Display and Communication							
Display	Graphic LCD	Graphic LCD	Graphic LCD	Graphic LCD	Graphic LCD	Graphic LCD	Graphic LCD
RS485	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
USB	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
General Data							
Dimensions(W/H/D)	520 x 610 x 255 mm (20.5 x 24.0 x 10.0 in.)	520 x 610 x 255 mm (20.5 x 24.0 x 10.0 in.)	520 x 610 x 255 mm (20.5 x 24.0 x 10.0 in.)	520 x 610 x 255 mm (20.5 x 24.0 x 10.0 in.)	520 x 610 x 255 mm (20.5 x 24.0 x 10.0 in.)	520 x 610 x 255 mm (20.5 x 24.0 x 10.0 in.)	520 x 610 x 255 mm (20.5 x 24.0 x 10.0 in.)
Weight	40 kg	40 kg	40 kg	48 kg	48 kg	48 kg	48 kg
Operating temperature range	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)
Cooling	Natural convection	Natural convection	Natural convection	Natural convection	Natural convection	Natural convection	Natural convection
Operating altitude	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%	0 - 100%	0 - 100%	0 - 100%	0 - 100%	0 - 100%	0 - 100%
DC connector	Amphenol H4	Amphenol H4	Amphenol H4	Amphenol H4	Amphenol H4	Amphenol H4	Amphenol H4
AC connector	Amphenol C16/3	Amphenol C16/3	Amphenol C16/3	Amphenol C16/3	Amphenol C16/3	Amphenol C16/3	Amphenol C16/3
Degree of protection	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65
Self-consumption at night	< 1 W	< 1 W	< 1 W	< 1 W	< 1 W	< 1 W	< 1 W
Topology	Transformerless	Transformerless	Transformerless	Transformerless	Transformerless	Transformerless	Transformerless
Noise emission	≤29 dB	≤29 dB	≤29 dB	≤29 dB	≤29 dB	≤29 dB	≤29 dB
Warranty	5 years 10/15/20/25 years optional	5 years 10/15/20/25 years optional	5 years 10/15/20/25 years optional	5 years 10/15/20/25 years optional	5 years 10/15/20/25 years optional	5 years 10/15/20/25 years optional	5 years 10/15/20/25 years optional
Standards Compliance							
Safety/EMC	EN61000-6-2, EN61000-6-3, EN61000-3-2, EN61000-3-3, EN61000-3-11, EN61000-3-12, EN/IEC62109-1, EN/IEC62109-2						
Grid Code	VDE-AR-N4105, VDE0126-1-1, BDEW 2008, Enel-Guideline, CEI 0-21, G59/3, G83/2, AS4777, CGC/GF004:2011, IEC61727, IEC62116, RD1669, UTE C 15-712-1						

Always Available for Highest Yields

info.energys@huawei.com
inverter@huawei.com
Tel: 49 911 255 22 3053
Tel: 800 0889977



R5 Series Residential Solar Inverter

R5-4K/5K/6K/8K/9K/10K/12K/13K/15K/17K/20K-T2



-  Lightning protection
High precision leakage monitoring
-  Die-casting case cover
Beautiful & reliable
-  Low standby consumption
High efficiency, high yield
-  Bluetooth APP connection
All data at real time
-  Remote Maintenance
Remote Configuration
-  Quiet generation
No noise pollution
-  Intelligent & Grid-friendly
Active response to grid dispatch

GUANGZHOU SANJING ELECTRIC CO., LTD.

Website: www.saj-electric.com

E-mail: info@saj-electric.com

Add: SAJ Innovation Park, No.9, Lizhishan Road, Science City, Guangzhou, Guangdong, P.R.China.



Technical Data

R5-4K/5K/6K/8K/9K/10K/12K/13K/15K/17K/20K-T2

Type	R5-4K-T2	R5-5K-T2	R5-6K-T2	R5-8K-T2	R5-9K-T2	R5-10K-T2	R5-12K-T2	R5-13K-T2	R5-15K-T2	R5-17K-T2	R5-20K-T2	
Input (DC)												
Recommended Accessed DC power ¹ [W]	4840	6050	7260	9680	10890	12100	14400	15730	18150	20570	24200	
Max. DC Voltage[V]						1100						
MPPT Voltage range [V]						160-950						
Nominal DC Voltage[V]						600						
Start Voltage [V]						180						
Min. DC Voltage[V]					150					160		
Max. DC Input Current PV1/PV2 [A]					12.5/12.5					25/12.5		
Number of DC Connection Sets per MPPT					1/1					2/1		
Number of MPPT						2						
DC Switch						Integrated						
Output (AC)												
Rated AC Power[W]	4000	5000	6000	8000	9000	10000	12000	13000	15000	17000	20000	
Max. AC Power[VA]	4400	5500	6600	8800	9900	11000	12000	14300	16500	18700	22000	
Rated AC Current [A]	5.8	7.3	8.7	11.6	13.1	14.5	17.4	18.9	21.8	24.7	29.0	
Max. AC Current [A]	6.7	8.4	10.0	13.4	15.0	16.7	18.2	21.7	25.0	28.4	33.4	
Nominal AC voltage/ range[V]						220/380, 230/400, 240/415; 180-280/312-485						
Grid frequency/ range[Hz]						50, 60/45-55, 55-65						
Power factor[cos φ]						0.8 leading~0.8 lagging						
Total Harmonic Distortion [THDi]						<2%(at nominal power)						
Feed-in						3L+N+PE						
Efficiency												
Max. Efficiency	98.3%	98.3%	98.3%	98.6%	98.6%	98.6%	98.6%	98.7%	98.7%	98.8%	98.8%	
Euro Efficiency [@600Vdc]	98.0%	98.0%	98.0%	98.2%	98.2%	98.3%	98.3%	98.4%	98.4%	98.46%	98.46%	
MPPT Accuracy						>99.5%						
Protection												
Internal Over-voltage Protection						Integrated						
DC Insulation Monitoring						Integrated						
DC Surge Protection						Integrated						
Grid Monitoring						Integrated						
AC Short Circuit Current Protection						Integrated						
AC grounding detection						Integrated						
GFCI Monitoring						Integrated						
DCI Monitoring						Integrated						
AC Surge Protection						Integrated						
Thermal Protection						Integrated						
Inverter position monitoring						AFD						
Interface												
DC Connection						MC4						
AC Connection	Plug-in connector					Terminal Block						
Human machine interface						LED+(bluetooth/Wi-Fi+APP)						
Communication port						RS232(USB joints)+RS485(RJ45 crystal joints)						
Communication Mode						Wi-Fi/GPRS/4G(Optional)						
General Data												
Topology						Transformerless						
Consumption at Night [W]						<0.6						
Consumption at Standby [W]						<10						
Operating Temperature Range						-40°C to +60°C (running in reduced load condition when the temperature is above 45°C)						
Cooling Method						Natural Convection						
Ambient Humidity						0-100% Non-condensing						
Altitude						4000m (>3000m power derating)						
Noise[dBA]						<29						
Ingress Protection						IP65						
Mounting						Rear Panel						
Dimensions[H*W*D][mm]					429*418*177					480*440*200		
Weight [kg]					19					23.5		
Standard Warranty [Year]						5 (standard)/10/15/20/25 (Optional)						
Certificates	IEC62109-1/2,IEC61000-6-1/2/3/4,EN50438,C10/C11,IEC62116,IEC61727,RD1699,UNE 206006,UNE 206007,CEI 0-21,CEI 0-16,CQC NB/T 32004-2013											

* Remarks: 1. 1000W/M² 25°C 2. Products are continuously upgraded and parameters are for reference only.

COM100E

Smart Communication Box

SUNGROW

Clean power for all



SMART AND FLEXIBLE

- Support of RS485, Ethernet and WiFi communication
- Support of energy meter, meteo station, sensors and other equipment



CONVENIENT O&M

- Inverter batch parameter settings and firmware updates
- PV-Plant maintenance via remote Web access for optimized OPEX
- Active and reactive power control
- Local monitoring



EASY OPERATION

- Night light for maintenance
- Robust enclosure, easy to install

Type designation	
Communication	
Max. number of devices	30
RS485 interface	3
Ethernet	1 * RJ45, 10 / 100 / 1000 Mbps
Digital input	5, Max. 24 VDC
Analog input	4, support 4 ~ 20 mA or 0~10 VDC
Wireless Communication	
WiFi communication	802.11 b / g / n / ac HT20 / 40 / 80 MHz 2.4GHz / 5GHz
Power Supply	
AC input	100 VAC ~ 300 VAC, 50 / 60 Hz
Power consumption	Typ. 20 W, Max. 30 W
Night light for maintenance	<1 W
Ambient Conditions	
Operating Temperature	30 °C ~ 60 °C
Storage Temperature	-40 °C ~ 80 °C
Relative air humidity	≤95 % (non-condensing)
Elevation	≤4000 m
Protection class	IP66

COM100E

Mechanical parameters

Dimensions (W * H * D)	460 mm * 315 mm * 126 mm
Weight	6 kg
Mounting type	Wall mounted, outdoor and indoor
Box material	PC
Cable specification	AC cable: outdoor UV protection cable of 1~1.5 mm ² , outside diameter 13~18mm RS485 cable: outdoor UV protection shielded twisted pair (STP) of 0.75~1.5 mm, outside diameter 6~18mm Ethernet: CAT5 cable, outdoor UV protection shielded, outside diameter 6~18mm AI, DI: outdoor UV protection cable of 1~1.5 mm ² , outside diameter 4.5~6mm

Ordering information

COM100E	The COM100E includes Logger1000B, AC adapter, SPD, Air switch, Night light Support of WiFi wireless communication Apply to Global
---------	---





Inteligente

Diseño de control de exportación inteligente cero



Seguro

Fácil de instalar en el sitio



Fiable

Protección contra sobretensiones

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

¹ Al poner dentro de la caja de metal, se necesitará antena extendida.

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



Product Description

Introduction of eSolar O&M Portal

Monitoring, Operation and Maintenance (O&M) platform is becoming more and more important for PV plants. Based on the demand of PV development, SAJ publishes its innovation of a new generation of PV intelligent monitoring system —— eSolar O&M Portal.

eSolar O&M Portal has 3 parts:

eSolar O&M Portal website, for all users

eSolar Portal APP, for end users

eSolar O&M App, for EPCs, installers, distributors and SAJ service partner

Besides monitoring function, the most important innovation of eSolar O&M Portal is to assist service technician to follow up alarm device and solve error swiftly.



ENERGY METER 610-230

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
 Klingenbergstraße 26
 D-32758 Detmold
 Germany
 Fon: +49 5231 14-0
 Fax: +49 5231 14-292083
 www.weidmueller.com

Imagen de producto



Energy Meters

A muchas empresas les gustaría ahorrar energía desde el principio, utilizar la energía de un modo más eficiente y maximizar la disponibilidad de las redes energéticas. Esto no solo demuestra responsabilidad, sino que también es recomendable por motivos económicos.

Los Energy Meters de Weidmüller pueden hacer mucho más que simplemente calcular el consumo de energía eléctrica. Por ejemplo, también es posible determinar los parámetros básicos de la calidad energética o analizar las corrientes de todos los conductores de forma individual o diferencial, por ejemplo, con nuestro Energy Meter. Esto permite echar rápidamente un vistazo al estado de la energía eléctrica de las instalaciones de producción. Esto se aplica tanto al uso eficiente como a la calidad, la estabilidad y la disponibilidad.

Datos generales para pedido

Tipo	ENERGY METER 610-230
Código	2540850000
Versión	Tensión de alimentación : 230 V
GTIN (EAN)	4050118552973
Cantidad	1 Pieza

ENERGY METER 610-230

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
 Klingenbergstraße 26
 D-32758 Detmold
 Germany
 Fon: +49 5231 14-0
 Fax: +49 5231 14-292083
 www.weidmueller.com

Datos técnicos

Dimensiones y pesos

Anchura	96	Anchura (pulgadas)	3,78 inch
Altura	96 mm	Altura (pulgadas)	3,78 inch
Profundidad	65 mm	Profundidad (pulgadas)	2,559 inch
Peso neto	250 g		

Temperaturas

Humedad a temperatura de almacenamiento	0...90 % RH	Humedad a temperatura de servicio	0 - 75 % HR
Temperatura de almacenamiento, max.	70 °C	Temperatura de almacenamiento, min.	-25 °C
Temperatura de servicio, max.	55 °C	Temperatura de servicio, min.	-10 °C
Temperatura de servicio	-10 °C...55 °C	Temperatura de almacenamiento	-25 °C...70 °C

Conformidad medioambiental del producto

REACH SVHC Lead 7439-92-1

Entrada de corriente de medición

Armónicos, por pedido/corriente	1.-40.	Canales de medición de corriente	4
Factor de distorsión THD-I en %	Sí	Intensidad nominal	1 / 5 A
Medición de la corriente diferencial	No	Precisión de medición de la corriente	0,2 %

Entrada de tensión de medición

Armónicos, por pedido/tensión	1.-40.	Cuadrantes	4
Factor de distorsión THD-U en %	Sí	Precisión de medición de la tensión	0,2 %
Rango de medida, tensión L-L, AC	480 V	Rango de medida, tensión L-N, AC	277 V
Sistema 3-hilos:	Sí	Sistema 4-hilos:	Sí

Comunicación

Interfaz	RS485: 9,6 – 115,2 kbps, USB	Protocolo	Modbus RTU
----------	---------------------------------	-----------	------------

Control de la calidad de la tensión

Armónicos, por pedido/tensión	1.-40.	Armónicos, por pedido/corriente	1.-40.
Factor de distorsión THD-U en %	Sí	Factor de distorsión THD-I en %	Sí
No balanceado	No	Sistema positivo, negativo y cero	Sí
Interrupciones breves	No	Función de grabación de secuencia de eventos	No

ENERGY METER 610-230

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
 Klingenbergstraße 26
 D-32758 Detmold
 Germany
 Fon: +49 5231 14-0
 Fax: +49 5231 14-292083
 www.weidmueller.com

Datos técnicos

Datos técnicos

Normas	DIN EN 61326, IEC 61010-1, IEC 61010-2-030	Rango de medida, tensión L-N, AC	277 V
Rango de medida, tensión L-L, AC	480 V	Categoría de sobretensión	300 V CAT III
Tensión de alimentación	90 - 277 V AC (50/60 Hz), 90 - 250 V DC	Tensión de alimentación	230 V
Sistema 3-hilos:	Sí	Sistema 4-hilos:	Sí
Cuadrantes	4	Frecuencia de muestreo 50/60 Hz	25,6 kHz
Mediciones continuas	Sí	Valor real desde el período (50/60 Hz)	10 / 12
Resultado de medición por segundo	5	Medición de la corriente diferencial	No
Precisión de medición de la tensión	0,2 %	Precisión de medición de la corriente	0,2 %
Precisión de medición de la energía activa (kWh, .../5 A)	Clase 0.5S	Contador de horas de servicio	Sí
Conmutación de hora semanal	No	Canales de medición de corriente	4
Reloj	Sí	Función bimetal	Sí

Entradas/Salidas

Entradas digitales	4	Salidas digitales	6
Número de salidas de impulso	6	Entrada de temperatura	No

Registro de datos de medición

Memoria; valores mínimos y máximos	Sí	Tamaño de la memoria	256 MB
Número de valores de memoria	10.000 k	Registro intervalo de actualización	200 ms
Intervalo de registro de memoria mín.	60 s	Software	ecoExplorer go®
Lógica integrada	Sí		

Coordenadas de aislamiento

Categoría de sobretensión	300 V CAT III
---------------------------	---------------

Clasificaciones

ETIM 6.0	EC002301	ETIM 7.0	EC002301
eClass 9.0	27-14-23-30	eClass 9.1	27-21-03-01
eClass 10.0	27-14-23-30	UNSPSC	39-12-15-35

Homologaciones en línea

Homologaciones



Homologaciones	CE
ROHS	Conformidad

ENERGY METER 610-230

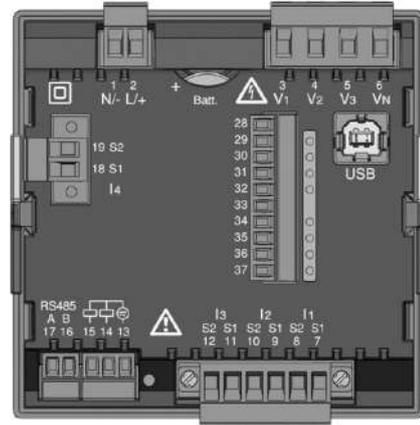
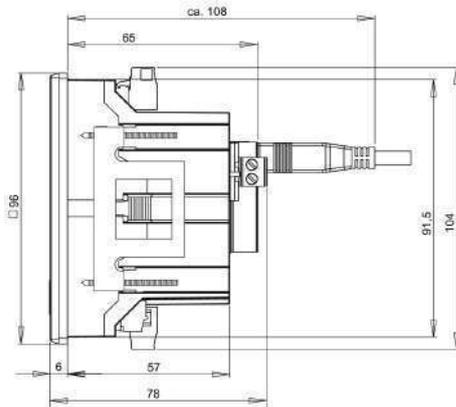
Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Klingenbergstraße 26
D-32758 Detmold
Germany
Fon: +49 5231 14-0
Fax: +49 5231 14-292083
www.weidmueller.com

Datos técnicos**Descargas**

Homologación/certificado/documento de conformidad	EU-Declaration of Conformity KC-Certification
Software	MODBUS address list GSD DATA Win64 - ecoExplorer.go USB File
Documentación del usuario	Quick Guide German/English Manual ECOEXPLORER GO English Manual Energy Meter 610 PB German/English

ENERGY METER 610-230

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Klingenbergstraße 26
D-32758 Detmold
Germany
Fon: +49 5231 14-0
Fax: +49 5231 14-292083
www.weidmueller.com

Dibujos**Dibujo acotado**

PRISMA 310A

Hoja de producto

Regulador de potencia para el autoconsumo

Con cumplimiento de los criterios de la UNE 217001-IN



Figura 1 PRISMA 310A - un controlador dinámico de potencia con inyección CERO compacto

Autoconsumo de electricidad sin excedentes

PRISMA 310A permite regular la potencia obtenida de fuentes renovables y aportar garantías físicas y lógicas para decidir qué potencia debemos o deseamos consumir de la red.

Integra en el mismo dispositivo un contador para la regulación instantánea y elimina la necesidad de otros componentes externos en la regulación de la potencia

Descripción

El PRISMA 310A es un controlador dinámico de potencia que permite regular el nivel de generación de los inversores de una instalación de producción (fotovoltaica, eólica,...) en función del consumo instantáneo. El objetivo final es limitar o eliminar la exportación de energía, de la manera más eficiente, consiguiendo maximizar la producción cumpliendo las restricciones normativas y técnicas.

Características

Equipo multifunción con capacidad de:

- Gestionar múltiples modelos de inversores de distintos fabricantes.:
 - Comunicación TCP (Sunspec/Modbus).
 - Comunicación RS485 RTU (Modbus+...).
- Ajustado según legislación local (Ej: España fase de mínimo consumo, media de consumos, ...)
- Aplicable a instalaciones monofásicas y trifásicas.
- Proporciona Servidor Modbus/TCP para monitorización
- Datos instantáneos en pantalla y mediante señalización luminosa y acústica.
- En modalidad autoconsumo sin excedentes:
 - Evita la inyección de energía a la red (doble control físico y lógico).
 - Con cumplimiento de norma UNE 217001-IN
- En modalidades más complejas:
 - Con distintos contadores o consumos para instalaciones próximas (hasta 6 instalaciones trifásicas)
 - Con grupos electrógenos (doble control de no inyección y protección de grupo integrada).
 - Controles independientes para cada fase (balanceo dinámico de fases mediante inversores monofásicos), etc.

Las capacidades de comunicación permiten virtualmente el control de cualquier inversor (*) con capacidad de regulación externa que disponga de los protocolos/mapas de regulación publicados.

* consultar la lista de equipos homologados

Datos técnicos

Características físicas

Declaración de conformidad	CE
Alimentación	90-265 VAC, 50-60Hz
Condiciones de trabajo	-20..+70°C // 5-95% HR sin condensación
Dimensiones	90x158x58
Peso	400gr.
Grado de protección	IP20
Material caja	Plástico PC/ABS autoextinguible UL94-V0
Montaje	Sobre Carril DIN EN 60715
Fabricado en	España. Union Europea
Conexiones de Voltaje Primario	3x (85-265VAC) (50/60Hz)
Clase térmica	Ta70C/B
Denominación de la electrónica	E310A
Denominación del firmware	PRISMA 310A
Relé de desconexión/contactador	Contacto seco (sin tensión) Tipo AC1. Máximo 16A / 250VAC. Tipo AC15. Máximo 1,5A / 240V

Comunicaciones

Comunicación inversores	RS-485 Ethernet
Protocolos	ComLynx Modbus TCP Modbus RTU (Configurable, incluye Sunspec)
Contaje directo	Transformador XXX/5A
Comunicación Contadores externos	Ethernet
Comunicación externa	Modbus TCP
Mapa Modbus	Publicado mediante LDV (Descargable desde dispositivo)

El dispositivo dispone de:

- Pantalla integrada OLED 1.3" con pulsador.
- Ethernet RJ45
- 3 lecturas de voltaje + 3 lecturas de intensidad (5A)
- Salida digital (relé).
 - Tipo AC1. Máximo 16A / 250VAC.
 - Tipo AC15. Máximo 1,5A / 240V
- Fuente de alimentación continua integrada (se alimenta externamente con 220V)
- Entrada digital (Señalización de encendido de grupo).
- Bus de comunicaciones TTL (5V). Permite comunicación con equipos 485 (accesorio REN TTL-485) u ordenador USB (Cable REN TTL/USB).
- Leds de señalización (2 verdes/2 naranja/2 rojos)
- Buzzer interno para notificación sonora.
- Reloj interno integrado (+Pila)
- Permite instalación sobre rack-DIN

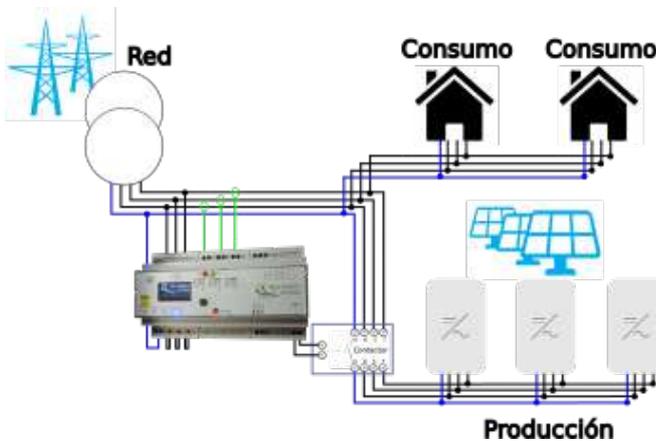
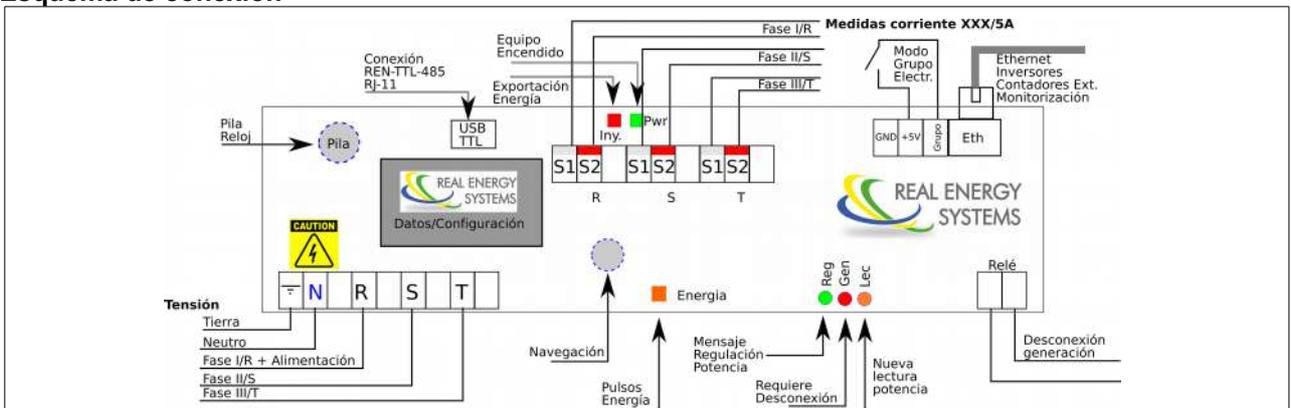


Figura 2 Esquema unifilar

Esquema de conexión



GPM Inyección Zero

¿Qué es la solución GPM Inyección Zero?

La solución inteligente “Inyección Zero” permite la regulación y el control dinámico de la potencia entregada por uno o varios inversores, en función de los datos de consumo interno del cliente.

Este sistema de control interactúa entre el consumo (medido por un analizador de redes) y la generación fotovoltaica, de tal manera que la producción se ajusta a la demanda de energía.

La regulación que realiza la solución “GPM Inyección Zero” garantiza que nunca se inyectará energía a la red eléctrica por parte de los inversores, incluso en el caso de no existir consumo.

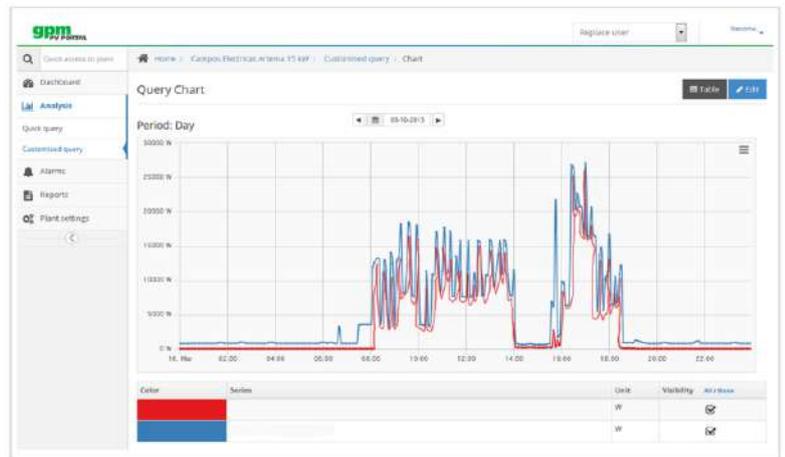
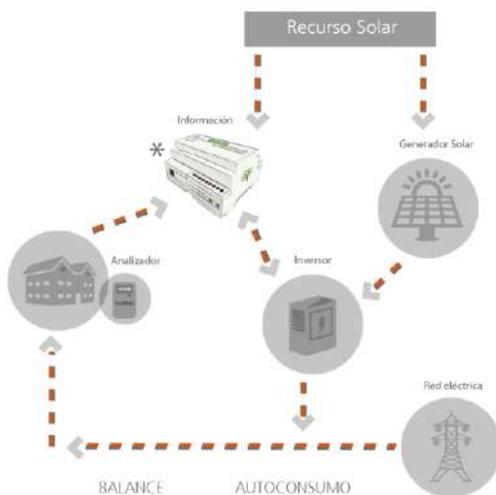
Ya que, el sistema dispone de una franja de seguridad y elementos de protección como suplemento a los tiempos de respuesta.

El sistema de GPM, es capaz incluso de desconectar la generación ante situaciones de pérdida de alimentación, o de mal funcionamiento de la electrónica a través de elementos de desconexión.

Además, GPM monitoriza de forma remota el comportamiento de todo el sistema, y almacena los datos históricos de funcionamiento.

GPM garantiza por escrito el perfecto funcionamiento de su solución inteligente “Inyección Zero”.

Esquema de funcionamiento



Tal y como podemos observar en el “Esquema de conexión”, el analizador de redes es el dispositivo encargado de enviar al BMD (Basic Monitoring Device) los datos de consumo.

Una vez recibidos los datos, el BMD es el encargado de enviar las órdenes al inversor para que regule de forma dinámica la potencia entregada en función de los datos de consumo.

En los casos en que el consumo sea superior a la producción fotovoltaica se realizará una importación de la red eléctrica.

En ningún caso se producirá una inyección a red.

Valores añadidos

- El mismo sistema regula de forma dinámica la potencia entregada por los inversores y monitoriza los valores extraídos.
- Se utiliza el mismo producto en instalaciones monofásicas o trifásicas incluyendo las sondas adicionales necesarias.

Dispositivos necesarios

Para poder realizar la configuración de la solución inteligente “GPM Inyección Zero” serán necesarios los siguientes dispositivos:

1. BMD (Basic Monitoring Device)
2. Analizador de Redes y Transformador de Corriente
3. Relé de estado sólido más resistencia y Contactor industrial (fuera del alcance de suministro de GPM)
4. Router 3G más temporizador digital (en aquellos casos en sea necesario)

Compatibilidad

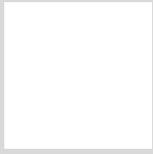
El sistema es compatible con todos los inversores del mercado.





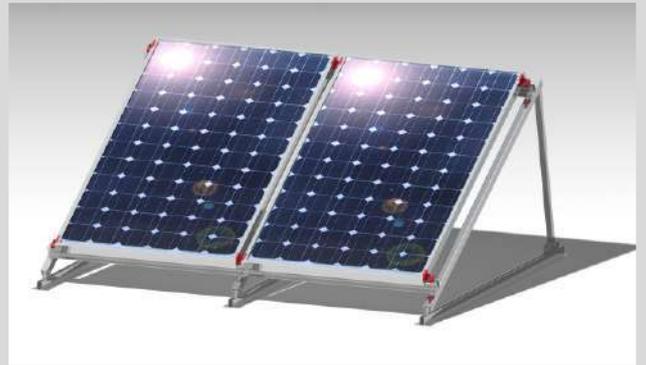
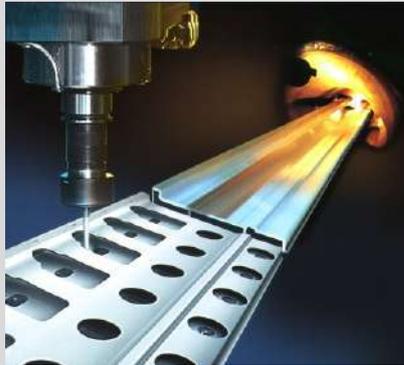
Extrugasa

Extrusión, Lacado, Anodizado y Mecanizado de Perfiles de Aluminio.



Estructura modular solar para cubierta

www.extrugasa.com



Estructura fotovoltaica de Aluminio

Facilidad de Montaje: Reducción de costes de mano de obra de montaje.

Ligereza del aluminio: Las aleaciones de aluminio extruído empleadas en las estructuras de paneles fotovoltaicos pesan 3 veces menos que en acero.

Aumento de rentabilidad: La ligereza del aluminio supone una reducción en el peso a soportar por la cubierta o tejado por consiguiente, el sobre peso que deben sufrir estos es casi nulo.

Resistencia al fuego. El rango de fusión de las aleaciones de aluminio empleados en el en las estructuras fotovoltaicas es superior a 600º C, además su buena conductividad térmica hace que el calor se distribuya rápidamente por toda la masa, impidiendo las fusiones puntuales en caso de incendio en un punto fijo de la estructura.

Mantenimiento prácticamente nulo: con las consiguientes ventajas económicas.

Resistencia a la corrosión: El aluminio en contacto con el aire crea de manera natural una capa protectora que le protege de posteriores corrosiones.

Facilidad de puesta en obra: Se puede cortar, mecanizar, taladrar, y remachar con facilidad. Asimismo, se suelda con facilidad.

Versatilidad de diseños: Gracias a la facilidad de extrusión de los perfiles de aluminio se consiguen formas más complejas permitiendo su interconexión, disminuyendo las operaciones y tiempos de fabricación.

Reciclabilidad y alto valor residual: Aproximadamente el 95% del aluminio empleado en las estructuras fotovoltaicas se puede recuperar.

Además es un material 100% inocuo, fácil de reparar con una larga durabilidad y alta estabilidad.

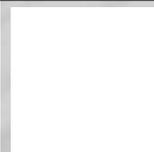
- Y es medioambientalmente sostenible.
- El aluminio se puede reciclar sin alterar sus características.
- Al reciclar el aluminio se consume solamente el 5% de la energía necesaria para fabricar aluminio de primera fusión.



Extrugasa se basa en un Desarrollo sostenible tomándolo como su Concepto

El Concepto **Extrugasa** se apoya en tres pilares básicos que son los principales para el desarrollo de carpinterías con proyección y futuro:

- **El ahorro de energía**, ya que una carpintería de R.P.T. con perfiles de aluminio bien concebida, y bien fabricada, junto a una buena instalación, es un factor determinante para conseguir un ahorro de energía eficaz.
- **El reciclado de los recortes de producción de los perfiles aluminio**, junto con los recortes que nos entregan los clientes, más la retirada del mercado de perfiles obsoletos permite, evidentemente, reducir la energía necesaria para la producción de nuevo material a nuestros proveedores, y mantener un perfecto equilibrio en el medio ambiente.
- **Optimización de los componentes de la materia prima**. Siendo el aluminio más puro nos permite garantizar una durabilidad y un envejecimiento mucho más tardío, lo cual nos garantiza que en las obras con cerramientos de aluminio, la existencia de degradación sea nula.



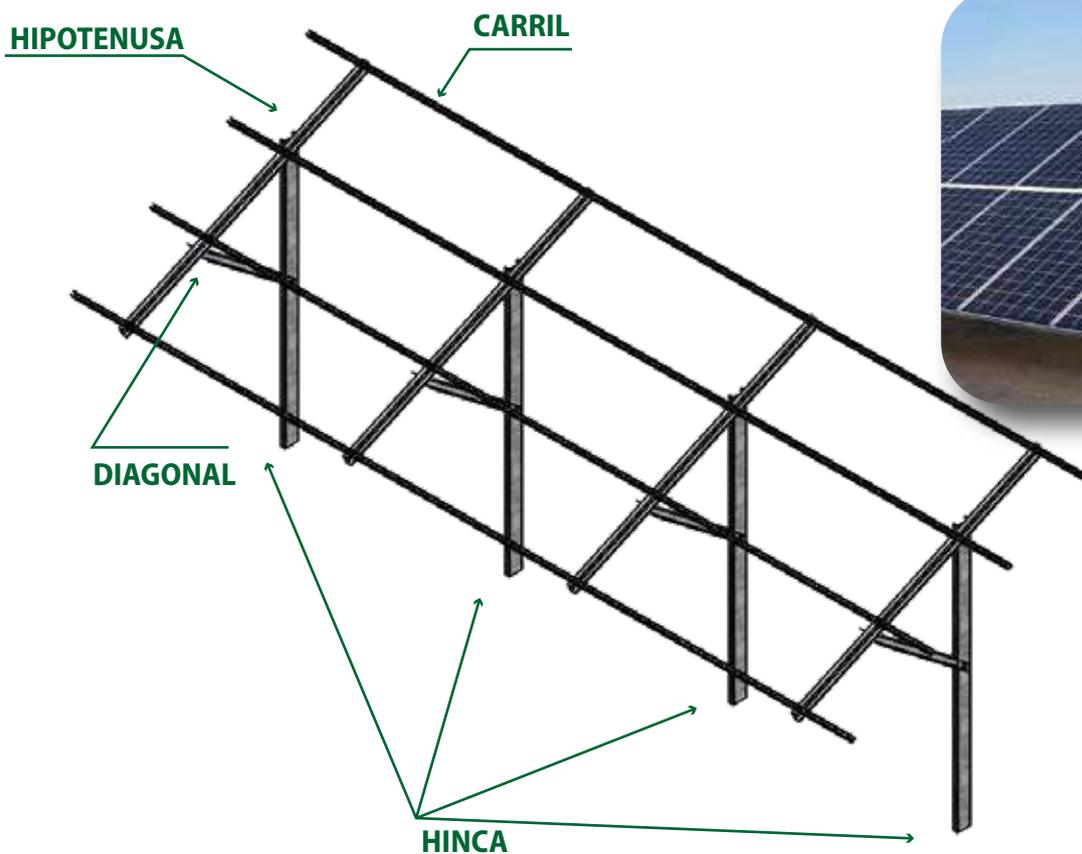
Extrugasa
Transformación, S.A.



ISO 9001
CERTIFICADO N: SGI 1052034



Extrugasa se reserva la posibilidad de aportar las modificaciones que crea oportuno a los productos presentes en este catálogo sin ningún preaviso. Este catálogo anula los anteriores



Nº	Referencia	Definición	Dimensiones	Material	Imagen
1	38X25C	CARRIL ALUMINIO	38x25x6400	ALUMINIO	
	41X41X6	CARRIL ACERO	41x41x6000	ACERO	
2	UNCARIN	UNIÓN DE CARRIL	200x47	ALUMINIO	
	UNCARG			ACERO	
3	FIN(*)	PINZA FINAL	30/35/40/45/50	ALUMINIO	
4	INT(*)	PINZA INTERMEDIA	10/20/30	ALUMINIO	
5	9128X()A2	TORNILLO ALLEN	M8x20/25/30 M10x20/25/30	ACERO INOXIDABLE	
6	125M8A2	ARANDELA	M8 /M10	ACERO INOXIDABLE	
7	9338X20A2	TUERCA HEXAGONAL	M10	ACERO INOXIDABLE	
8	TCM8	TUERCA CARRIL	M8	ALUMINIO	
9	DIAGONAL	DEPENDIENDO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO			
10	HINCA	DEPENDIENDO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO			

P-SUN 2.0 CPR

ZZ-F



Tensión asignada: 1/1 kV (1,8/1,8 kVcc)
 Norma de referencia: DKE-VDE AK 411.2.3
 Designación genérica: ZZ-F



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
 EN 60332-1-2
 IEC 60332-1-2
 NFC 32070-C2



LIBRE DE HALÓGENOS
 EN 60754-1
 IEC 60754-1
 BS 6425-1



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
 EN 61034-2
 IEC 61034-2



NULA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS
 EN 60754-2
 IEC 60754-2
 pH ≥ 4,3; C ≤ 10 uS/mm



RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA



RESISTENCIA AL FRÍO



CABLE FLEXIBLE



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS



RESISTENCIA A LAS GRASAS Y ACEITES



RESISTENCIA A LOS GOLPES



RESISTENCIA A LA ABRASIÓN



DESCÁRGATE la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP

N° DoP 1006545



ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV P-SUN 2.0 CPR

Garantía 30 años	SI
Verificación Bureau Veritas	SI
Servicios móviles	SI
Temperatura máxima 120 °C en el conductor	20000 h
Resistencia al ozono	EN 50396, test B
Resistencia a los rayos UVA	UL 1581 (Xenotest); ISO 4892-2 (Método A) HD 605/A1-2.4.20
Resistencia a la absorción del agua	EN 60811-1-3
Protección contra el agua	AD7 (inmersión)
Resistencia al frío	doblado a baja temperatura EN 60811-1-4
Presión a temperatura elevada	EN 60811-3-1
Dureza	DIN 53505 Shore A ≤ 85
Resistencia a los aceites minerales	EN 60811-2-1, 24 h, 100 °C
Resistencia a los ácidos y bases	EN 60811-2-1, 7 días, 23 °C ácido n-oxálico, hidróxido sódico
Doble aislamiento (clase II)	SI

- Temperatura de servicio: -40 °C, +120 °C (20000 h); -40 °C, +90 °C (30 años). (Cable termoestable).
 - Tensión continua de diseño: 1,5/1,5 kV.
 - Tensión continua máxima: 1,8/1,8 kV.
 - Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
 - Tensión alterna máxima: 1,2/1,2 kV.
 - Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
 - Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV.
- Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado): 4D (D = diámetro exterior del cable máximo).

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

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

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: EN 60754-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: EN 60754-2; IEC 60754-2; pH ≥ 4,3; C ≤ 10 uS/mm.

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cobre electrolítico.

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

Temperatura máxima en el conductor: 120 °C (20000 h); 90 °C (30 años) 250 °C en cortocircuito.

ASLAMIENTO

Material: Goma tipo E16 según UNE-EN 50363-1.

CUBIERTA

Material: mezcla libre de halógenos tipo EM5 según UNE-EN 50363-2-2 ó EM8 según UNE-EN 50363-6.

Colores: negro, rojo o azul.

Doble aislamiento (clase II).

P-Sun 2.0 CPRO

ZZ-F



Tensión asignada: 1/1 kV (1,8/1,8 kVcc)
 Norma de referencia: DKE-VDE AK 411.2.3
 Designación genérica: ZZ-F



APLICACIONES

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

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)
1 x 1,5	1,8	4,5	31	13,3	24	30	30,48
1 x 2,5	2,4	5	43	7,98	34	41	18,31
1 x 4	3	5,6	59	4,95	46	55	11,45
1 x 6	3,9	6,2	79	3,30	59	70	7,75
1 x 10	5,1	7,2	122	1,91	82	98	4,60
1 x 16	6,3	8,6	182	1,21	110	132	2,89
1 x 25	7,8	10,1	274	0,780	146	176	1,83
1 x 35	9,2	11,3	374	0,554	182	218	1,32
1 x 50	11	12,8	508	0,386	220	276	0,98
1 x 70	13,1	15,6	709	0,272	282	347	0,68
1 x 95	15,1	16,4	900	0,206	343	416	0,48
1 x 120	17	18,6	1153	0,161	397	488	0,39
1 x 150	19	20,4	1452	0,129	458	566	0,31
1 x 185	21	22,4	1713	0,106	523	644	0,25
1 x 240	24	24,0	2245	0,0801	617	775	0,20

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
 → 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).
 Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
 Valor que puede soportar el cable, 20000 h a lo largo de su vida útil (30 años).

AFUMEX CLASS 750 V (AS) H07Z1-K TYPE 2 (AS)



ECOLÓGICO

Tensión asignada: 450/750 V
Norma diseño: UNE 211002; EN 50525-3-31
Designación genérica: H07Z1-K TYPE 2 (AS)



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2



NO PROPAGACIÓN DEL INCENDIO
EN 50399
EN 60332-3-24
IEC 60332-3-24



LIBRE DE HALÓGENOS
EN 60754-2
EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1



Cca-s1b,d1,a1



DESCÁRGATE la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP

N° DoP 1003887



REDUCIDA EMISIÓN DE GASES TÓXICOS
EN 60754-2
NFC 20454
DEF-STAN 02-713



BAJA EMISIÓN DE HUMOS
EN 50399



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2



RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA



RESISTENCIA AL FRÍO



CABLE FLEXIBLE



ALTA SEGURIDAD



ULTRA DESLIZANTE



NULA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS
EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453



BAJA EMISIÓN DE CALOR
EN 50399



REDUCIDO DESPRENDIMIENTO DE GOTAS / PARTICULAS INFLAMADAS
EN 50399



MÁXIMA DESLIZABILIDAD

Supone hasta un 25% de ahorro en el tiempo de instalación y la cuarta parte de esfuerzo de tracción. Además, esa mayor deslizabilidad y menor esfuerzo de tracción supone una mayor garantía de seguridad para la instalación, ya que el aislamiento no se deteriora durante la tracción en el proceso de inserción del cable en la canalización.

- Temperatura de servicio: -25 °C, +70 °C (Cable termoplástico).
- Tensión asignada: 300/500 V [ES05Z1-K TYPE 2 (AS)] hasta 1 mm² y 450/750 [H07Z1-K TYPE 2 (AS)] desde 1,5 mm².
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 2000 V para ES05Z1-K TYPE 2 (AS) y 2500 V para H07Z1-K TYPE 2 (AS)

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

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

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

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

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cobre electrolítico recocido.

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

Temperatura máxima en el conductor: 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Materia: mezcla especial termoplástica, cero halógenos, tipo AFUMEX TI 7 según EN 50363-7.

Colores: Amarillo/verde, azul, blanco, gris, marrón, rojo y negro.

APLICACIONES

- Cable extradeslizante 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, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
- En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable como por ejemplo: instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios, etc. o donde se requieran las mejores

propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de construcción.

- Derivaciones individuales (ITC-BT 15).
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
- Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28)
- Cableado interior de cuadros (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).

AFUMEX CLASS 750 V (AS)

H07Z1-K TYPE 2 (AS)



ECOLÓGICO

Tensión asignada: 450/750 V
 Norma diseño: UNE 211002; EN 50525-3-31
 Designación genérica: H07Z1-K TYPE 2 (AS)



DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	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	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	0,7	3,4	20	13,3	14,5	28,84	23,22
1 x 2,5	0,8	4,1	32	7,98	20	17,66	14,25
1 x 4	0,8	4,8	46	4,95	26	10,99	8,91
1 x 6	0,8	5,3	65	3,30	34	7,34	5,99
1 x 10	1,0	6,8	111	1,91	46	4,36	3,59
1 x 16	1,0	8,1	164	1,21	63	2,74	2,29
1 x 25	1,2	10,2	255	0,78	82	1,73	1,48
1 x 35	1,2	11,7	351	0,554	101	1,25	1,09
1 x 50	1,4	13,9	520	0,386	122	0,92	0,84
1 x 70	1,4	16	700	0,272	155	0,64	0,61
1 x 95	1,6	18,2	920	0,206	187	0,46	0,46
1 x 120	1,6	20,2	1130	0,161	216	0,36	0,38
1 x 150	1,8	22,5	1410	0,127	247	0,29	0,33
1 x 185	2,0	20,6	1770	0,106	281	0,26	0,28
1 x 240	2,2	28,4	2300	0,0801	330	0,18	0,24

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.

→ PVC2 con instalación tipo B1 → columna 6a de UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

Caídas de tensión monofásicas. Para valores trifásicos dividir por 1,15.

AL EPROTENAX H COMPACT AL HEPRZ1

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE-HD 620-9E
 Designación genérica: AL HEPRZ1



AL Eprotenax® H Compact F_{ca}

CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



LIBRE DE HALÓGENOS
 EN 60754-1
 IEC 60754-1



**REDUCIDA EMISIÓN
 DE GASES TÓXICOS**
 EN 60754-2
 IEC 60754-2



**BAJA OPACIDAD
 DE HUMOS**
 EN 61034-2
 IEC 61034-2



**ALTA RESISTENCIA
 A LA ABSORCIÓN
 DE AGUA**



**RESISTENCIA
 AL FRÍO**



**RESISTENCIA
 A LOS RAYOS
 ULTRAVIOLETA**



DESCÁRGATE
 la DoP (Declaración de
 Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP



N° DoP 1003884



CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA PELABLE EN FRÍO Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

TRIPLE EXTRUSIÓN Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

AISLAMIENTO RETICULADO EN CATENARIA Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

CUBIERTA VEMEX Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos uva.

GARANTÍA ÚNICA PARA EL SISTEMA Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

MAYOR INTENSIDAD ADMISIBLE Por mayor temperatura de servicio gracias al aislamiento de HEPR (105 °C frente a 90 °C del XLPE).

MENOR DIÁMETRO EXTERIOR Mayor facilidad de instalación por su mayor flexibilidad y menores peso y diámetro que redonda en un menor coste de la línea eléctrica.

FORMULACIÓN DE AISLAMIENTO PRYSMIAN Mayor vida útil gracias a la formulación propia basada en la amplia experiencia de Prysmian.

EXCELENTE COMPORTAMIENTO FRENTE A LA ACCIÓN DEL AGUA Gracias a su aislamiento de goma HEPR de formulación Prysmian.

NORMALIZADO POR IBERDROLA

- Temperatura de servicio: -25 °C, +105 °C,
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV), 63 kV (cables 18/30 kV).
- Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): F_{ca}.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos: EN 60754-1; EN 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.



TOPSOLAR PV ZZ-F / H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

DISEÑO



E_{ca}

Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

Aislamiento

Goma libre de halógenos

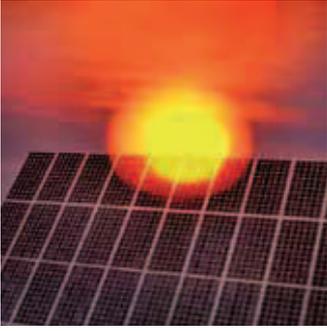
Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.

APLICACIONES

El cable Topsolar ZZ-F/H1Z2Z2-K, certificado TÜV y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua o alterna. Compatible con la mayoría de conectores. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 1,5/1,5 · 1kV · (1,8) kV DC



Norma de referencia

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



Certificaciones

Certificados

CE
TÜV
EN
RoHS



E_{ca}



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
Reacción al fuego CPR, E_{ca} según la norma EN 50575



Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.
Resistencia a los ataques químicos: excelente.



Resistencia a los rayos Ultravioleta

Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.



Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



Otros

Marcaje: metro a metro.



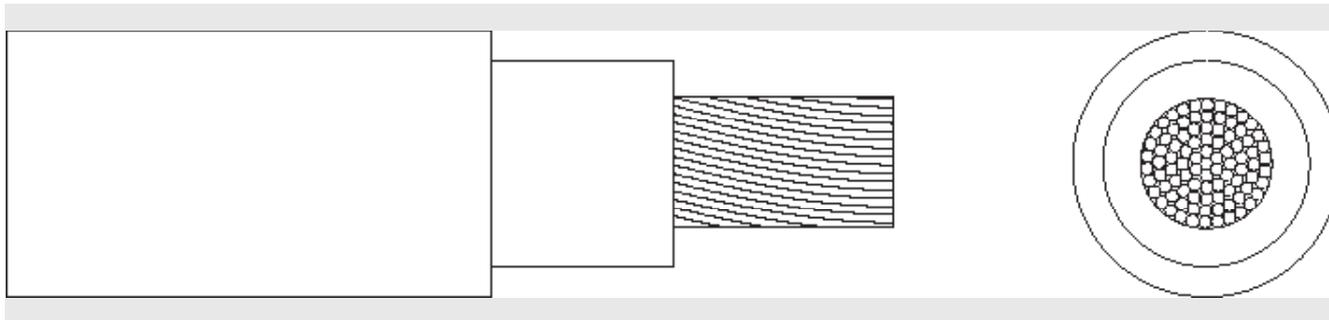
Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.



Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.



DIMENSIONES

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre (A)	Int. Sobre Superficie (A)	Int. Adyacente a Superficie (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 2,5	4,8	42	41	39	33	23,0
1 x 4	5,3	57	55	52	44	14,3
1 x 6	5,9	76	70	67	57	9,49
1 x 10	7,0	120	98	93	79	5,46
1 x 16	8,2	179	132	125	107	3,47
1 x 25	10,8	294	176	167	142	2,23
1 x 35	11,9	390	218	207	176	1,58

Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.

Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo.

Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable y en la Declaración de Prestaciones (DoP).

Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com



TOPSOLAR PV DUAL ZZ-F/H1Z2Z2-K/PV WIRE

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV, UL y EN.

UL PV WIRE / UL USE-2 / EN 50618 / TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

Aislamiento

Goma libre de halógenos (tipo XLEVA según UL / tipo EI6 según TÜV).

Cubierta

Goma (tipo XLEVA según UL / tipo EM16 según TÜV) libre de halógenos.
Color negro.

APLICACIONES

El cable Topsolar ZZ-F/H1Z2Z2-K 600V Dual, certificado TÜV, UL y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua o alterna. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie con plenas garantías. Cable con certificado Dual, para los principales fabricantes mundiales de paneles solares y cajas de conexión. Apto para ambientes húmedos y mojados.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN: 1,5/1,5 1kV · (1,8) kV EN DC
UL2000V



Norma de referencia

UL PV WIRE / UL USE-2 / EN 50618 /
TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



Certificaciones

Certificados
CE
UL LISTED
TÜV
EN
RoHS



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1
e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC
61034. Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2
e IEC 60754-2.
Resistencia a la llama UL VW-1.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.
Resistencia a los ataques químicos: excelente.



Resistencia a los rayos Ultravioleta

Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618,
TÜV 2Pfg 1169-08 y UL 2556.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.



Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



Otros

Marcaje: metro a metro.



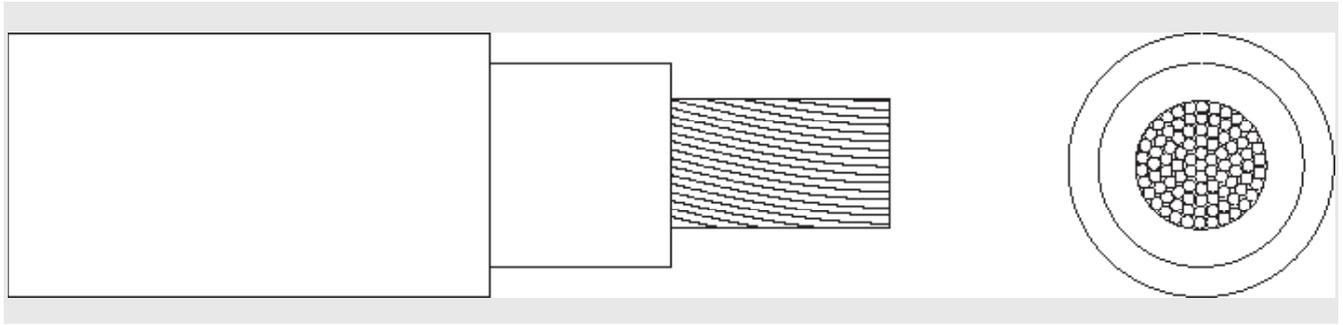
Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.



Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.



DIMENSIONES

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire: Libre (A)	Int. Sobre Superficie (A)	Int. Adyacente a Superficie (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 4 (12 AWG)	7,1	83	55	52	44	14,3
1 x 6 (10 AWG)	7,7	104	70	67	57	9,49
1 x 10 (8 AWG)	9,1	159	98	93	79	5,46
1 x 16 (6 AWG)	10,1	218	132	125	107	3,47
1 x 25 (4 AWG)	11,5	309	176	167	142	2,23
1 x 35 (2 AWG)	12,6	404	218	207	176	1,58



Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.

Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo.

Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable.

Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com

- Norma. Construcción y ensayos: EN 50618
- CONFORMIDAD CON LA DIRECTIVA DE BAJA TENSIÓN: 2014/35/UE
- CONFORMIDAD REGLAMENTO CPR nº 305/2011/UE: Reacción al fuego (E_{ca})
- Certificado AENOR <HAR> (Nº 042/001106 – Gama: De 1x1,5 a 1x50 mm²)
- Cumplimiento Directiva RoHS.

1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

1.1. Designación técnica.

H1Z2Z2-K

1.2. Tensión nominal.

- Corriente continua (C.C.):
 - Tensión asignada: 1,5 kV en C.C (conductor-conductor o conductor-tierra)
 - La máxima tensión de trabajo permitida en sistemas de corriente continua no debe superar 1,8 kV.
- Corriente alterna (C.A.):
 - $U_0/U (U_m)$: 0,6 / 1 (1,2) kV.

1.3. Temperatura máxima de servicio

- En servicio permanente: 120° C ¹
- En cortocircuito: 250° C

1.4. Tensión de ensayo.

- 6,5 kV en C.A (5 minutos) o
- 15 kV en C. Continua (5 minutos).

1.5. Comportamiento frente al fuego. Reacción al fuego (CPR). Normativa

El cable SOLFLEX H1Z2Z2-K a efectos de cumplimiento del Reglamento de productos de la construcción (UE) nº 305/2011 y de la norma EN 50575:2014+A1:2016² posee una clasificación de reacción al fuego E_{ca} y está sujeto al Sistema "3" de Evaluación y Verificación de la Constancia de las prestaciones (EVCP):

- Clase reacción al fuego: E_{ca}
(EN 60332-1-2³; IEC 60332-1-2 (H≤425 mm) – no propagador de la llama)
- DoP: MEH1Z2Z2K (Gama cubierta: De 2,5 a 35 mm²)
- Código de identificación único del producto tipo: SOLFLEX H1Z2Z2-K CPR

La etiqueta del embalaje de estos cables poseerá el marcado CE que indica el Reglamento CPR UE nº 305/2011 artículos 8 y 9.

Otros comportamientos en caso de incendio:

- Baja emisión de gases tóxicos. Libre de halógenos:
UNE EN 50267-2-1, UNE EN 60684-2, IEC 60754-1, IEC 60684-2 (HCl <0,5 % y Flúor < 0,1 %)
- Baja opacidad de humos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2 (Transmitancia lumínica superior al 60 %)
- Bajo índice de acidez de los gases de combustión:
UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2 (pH≥4,3 y conductividad de los gases < 10 µS/mm)

¹ Están diseñados para trabajar a una temperatura máxima en el conductor de 90°C, pero pueden trabajar un período máximo de 20.000 h (2,28 años) a una temperatura máxima en el conductor de 120°C y una temperatura ambiente máxima de 90°C

² EN 50575.- Cables de energía, control y comunicación. Cables para aplicaciones generales en construcciones sujetos a requisitos de reacción al fuego

³ EN 60332-1-2.- Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable.

2. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA.

2.1 Construcción.

Construido según la norma EN 50618⁴.

Son siempre cables unipolares.

- Conductor.

Conductor formado por hilos de cobre recocido estañado. Conductor flexible, clase 5 según UNE EN 60228⁵ / IEC 60228. Apto para uso móvil.

- Aislamiento.

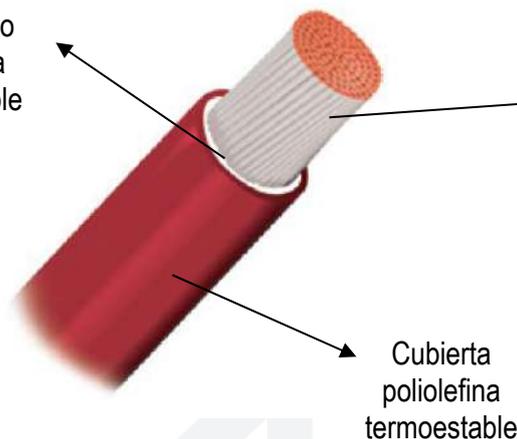
Compuesto elastómero reticulado (poliolefina termoestable) de baja emisión de humos y gases corrosivos según norma EN 50618.

- Cubierta exterior

Compuesto elastómero reticulado (poliolefina termoestable) de baja emisión de humos y gases corrosivos según norma EN 50618.

2.1. Diseño.

Aislamiento
poliolefina
termoestable



Conductor de cobre
estañado
Flexible clase 5
(apto uso móvil)

Cubierta
poliolefina
termoestable

2.2. Marcado.

S = 1x1,5 mm²

AENOR <HAR> MIGUELEZ SOLFLEX H1Z2Z2-K 1x1,5 mm² MM/AA EN 50618

S= De 1x2,5 a 1x35 mm²

AENOR <HAR> MIGUELEZ SOLFLEX H1Z2Z2-K 1xS mm² MM/AA EN 50618 clase Eca EN 50575

S= 1x50 mm²

AENOR <HAR> MIGUELEZ SOLFLEX H1Z2Z2-K 1x50 mm² MM/AA EN 50618

S= De 1x70 a 1x240 mm²

MIGUELEZ SOLFLEX H1Z2Z2-K 1xS mm² MM/AA EN 50618

Siendo:

- S: sección nominal en mm²
- MM/AA: Fecha de fabricación → Mes / Año

La etiqueta del embalaje de estos cables poseerá el marcado CE que indica el Reglamento CPR UE nº 305/2011 artículos 8 y 9.

⁴ EN 50618.- Electric cables for photovoltaic systems

⁵ UNE EN 60228.- Conductores de cables aislados.

3. APLICACIONES.

3.1. Tipo de instalación.

Móvil o fija. Servicio móvil exigente.

3.2. Guía de utilización.

- ✓ Se recomiendan para instalaciones fijas o móviles de energía solar fotovoltaica.
- ✓ Destinados a un uso permanente tanto en el exterior como en el interior para instalación móvil, suspendida o fija.
- ✓ Ideal para seguidores fotovoltaicos, muy comunes en huertos solares, que precisan flexibilidad y aptitud para servicio móvil.
- ✓ Están diseñados para trabajar a una temperatura máxima en el conductor de 90°C, pero pueden trabajar un período máximo de 20.000 h (2,28 años) a una temperatura máxima en el conductor de 120°C y una temperatura ambiente máxima de 90°C.
- ✓ La vida útil esperada siempre y cuando se respeten las condiciones de instalación indicadas en esta ficha técnica y para un uso normal es de al menos 25 años.
- ✓ Son cables adecuados para uso en equipos de nivel de seguridad clase II.
- ✓ Están intrínsecamente protegidos contra los cortocircuitos y los defectos a tierra de acuerdo con el Documento de Armonización HD 60364-5-52.

Usos concretos:

- Instalación entre placas fotovoltaicas,
- Instalación entre paneles fotovoltaicos,
- Instalación entre paneles fotovoltaicos y la caja de conexiones
- Instalación directa entre paneles fotovoltaicos y el inversor de corriente continua a alterna cuando no existe caja de conexiones.

3.3. Métodos adecuados de instalación.⁶

- En montaje superficial directamente instalado o dentro de tubo o canal protectora o sobre abrazaderas, escalera de cables, bandeja de cables.
 - Pueden ser instalados dentro de equipos como cableado interno.
 - En el caso de colocar el cable sobre abrazaderas, la distancia horizontal entre las abrazaderas no será más de 20 veces el diámetro del cable. La distancia también es válida entre puntos de soporte en caso de tender sobre rejillas porta cables o sobre bandejas. En ningún caso esta distancia debe sobrepasar los 80 cm.
 - Los cables y los haces de cables deben fijarse de manera que se eviten los daños en forma de huellas penetrantes, debido a dilataciones térmicas.
-
- ✓ Resistentes a la intemperie y a los rayos UV según anexo E de la norma EN 50618.
 - ✓ Utilización a la intemperie permanente, condición AN3
 - ✓ Apto para presencia de vibraciones, condición AH3
 - ✓ Resistencia a los impactos, condición AG2
 - ✓ Resistencia a sustancias corrosivas o contaminantes, condición AF3
 - ✓ Presencia de agua, condición AD7
 - ✓ Resistencia a temperaturas extremas (*ver "rangos de temperatura" a continuación*).
 - ✓ Resistencia al ozono.
 - ✓ Ensayo durabilidad térmica según EN 60216-1 y EN 60216-2.
 - ✓ Resistencia de la cubierta a soluciones ácidas (N-Oxalic acid) y alcalinas (N-Sodium Hydroxide) según norma EN 60811-404

⁶ Deberán respetarse los sistemas de instalación establecidos en la reglamentación y normativa que le afecte en cada caso particular.

Rangos de temperatura:

Rango de temperatura ambiente para cable instalado:

- Temperatura mínima: - 40° C
- Temperatura máxima: + 90° C

Máxima temperatura para el almacenamiento del cable: + 40° C

Mínima temperatura para las tareas de tendido e instalación del cable: - 25° C

Radio mínimo de curvatura:

Durante su instalación, se respetará un radio de curvatura mínimo

	PARA UN DIÁMETRO DEL CABLE (mm)			
	D≤8	8<D≤12	12<D≤20	D>20
Instalación fija	3D	3D	4D	4D
Libre movimiento	4D	4D	5D	6D
A la entrada de un aparato o de un equipo móvil sin esfuerzo mecánico sobre el cable	4D	4D	5D	6D

4. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Sección nominal	Espesor aislamiento	Espesor cubierta	Ø exterior	Peso	Resistencia eléctrica máxima del conductor a 20°C D.C	Intensidad máxima admisible. Un único cable al aire libre (1)	Intensidad máxima admisible. Un único cable en contacto con una superficie (1)	Intensidad máxima admisible. Dos cables cargados en contacto con una superficie (1)	Caída de tensión en C.C
mm ²	mm	mm	mm	kg/km	Ω / km	A	A	A	Tª: 120°C V/(A*km)
1 x 1,5	0,7	0,8	4,5	28	13,7	30	29	24	38,14
1 x 2,5	0,7	0,8	5,1	39	8,21	41	39	33	22,86
1 x 4	0,7	0,8	5,6	54	5,09	55	52	44	14,17
1 x 6	0,7	0,8	6,1	72	3,39	70	67	57	9,44
1 x 10	0,7	0,8	6,9	111	1,95	98	93	79	5,43
1 x 16	0,7	0,9	8,2	168	1,24	132	125	107	3,45
1 x 25	0,9	1	10,6	257	0,795	176	167	142	2,213
1 x 35	0,9	1,1	11,5	352	0,565	218	207	176	1,573
1 x 50	1	1,2	13,4	498	0,393	276	262	221	1,094
1 x 70	1,1	1,2	15,1	687	0,277	347	330	278	0,771
1 x 95	1,1	1,3	16,8	891	0,21	416	395	333	0,585
1 x 120	1,2	1,3	18,8	1.132	0,164	488	464	390	0,457
1 x 150	1,4	1,4	21,2	1.413	0,132	566	538	453	0,367
1 x 185	1,6	1,6	24,2	1.740	0,108	644	612	515	0,301
1 x 240	1,7	1,7	26,8	2.284	0,0817	775	736	620	0,227

(1) Para temperatura ambiente de 60°C, y temperatura máxima en el conductor de 120°C

El período de tiempo máximo esperado para uso a la temperatura máxima de 120°C y una temperatura ambiente de 90°C se limita a 20.000 h.

Los valores de peso y diámetro exterior indicados son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de fabricación

AVISO IMPORTANTE: En azul las secciones clasificadas CPR.

Factor de corrección para temperaturas diferentes a 60°C.

Temperatura ambiente	Factor de corrección
hasta 60°C	1
70°C	0,92
80°C	0,84
90°C	0,75

5. COLORES.

El color de la cubierta será preferentemente negro o rojo.

Ficha técnica

Canales **73** en **U23X**

color blanco

Homologaciones ⁽¹⁾



Rules for the Classification
of Steel Ships
Certificat d'Approbation de
type n° 05116/G3 BV



Φ3 or 22.0708 N 123-Φ3
FOCT P 53313-2009
C-ES.1625.B.03232



NI 52.40.02
Licencia: Anexo de
Suministradores. Canales:
30x40, 40x60, 60x90 y
60x110 mm

Características del sistema de canales

MATERIA PRIMA

Canales	U23X (Ver datos técnicos de materia prima).
Elementos de acabado y funcionales	U24X (Ver datos técnicos de materia prima).

APLICACIONES

Aplicaciones ⁽³⁾	Instalaciones exteriores e interiores. Ver selección de canales según REBT.
-----------------------------	---

CONTENIDO DE SILICONA

Sin silicona	<0,01%
--------------	--------

DIRECTIVA 2011/65/EU

RoHS Compliant ⁽¹⁾	Conforme.
-------------------------------	-----------

EN 50085-2-1:2006 + A1:2011

Temperatura mínima de almacenamiento y transporte	-45°C
Temperatura mínima de instalación y aplicación	-25°C
Temperatura máxima de aplicación	+60°C
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador de la llama.
Continuidad eléctrica	Sin continuidad eléctrica.
Características de aislamiento eléctrico	Con aislamiento eléctrico.

Ficha técnica

Canales **73** en **U23X**

color blanco

Características del sistema de canales

EN 50085-2-1:2006 + A1:2011

Grado de protección proporcionado por la envolvente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IP4X. Semiempotrado o de montaje superficial en la pared o techo. ▪ IP2X. Montado separado de la pared o techo utilizando dispositivos de fijación.
Retención de la cubierta de acceso al sistema	Cubierta de acceso que solo puede abrirse con herramientas.
Separación de protección eléctrica	Con y sin tabique de separación de protección interna.
Tipos de montaje previstos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Semiempotrado o de montaje superficial en la pared o techo. ▪ Montado separado de la pared o techo utilizando dispositivos de fijación.
Prevención contacto con líquidos	No aplica.
Tipo	Tipo 2. Tipo 3.
Tensión asignada	750 V
Protección contra daños mecánicos	IK08
Fijación del adaptador para mecanismos destinados a tomas de corriente	Resistencia a la extracción de 81 N

EN 60695-2-11:2001

Resistencia al calor anormal: Ensayo del hilo incandescente	Grado de severidad: 960°C
--	---------------------------

Normativa de obligado cumplimiento

DIRECTIVA DE BAJA TENSIÓN 2014/35/CE

Marcado CE	Conformidad a la norma EN 50085-2-1:2006+A1:2011.
------------	---

REBT, RD 842/2002, ITC-BT-21, APARTADO 3.2. / RICT, RD 346/2011 / CLASIFICACIÓN UNEX SEGÚN EN 50085-1:1997

Resistencia al impacto	Fuerte.
Temperatura mínima de instalación y de servicio	-25°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C
Propiedades eléctricas	Aislante.
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador.

Ficha técnica

Canales **73** en **U23X**

color blanco

Normativa de obligado cumplimiento

REBT, RD 842/2002, ITC-BT-21, APARTADO 3.2. / RICT, RD 346/2011 / CLASIFICACIÓN UNEX SEGÚN EN 50085-1:1997

Resistencia a la penetración de objetos sólidos ⁽⁴⁾	IP4X
Retención de la tapa	Abrible solo con herramienta.

Características de materia prima U23X

- Materia Prima base: PVC
- Contenido en siliconas: <0,01% ⁽⁵⁾
- Contenido en ftalatos s/ASTM D2124-99:2004: <0,01% ⁽⁵⁾
- Rigidez dieléctrica s/EN 60243-1:2013: 18±4 kV/mm
- Reacción al fuego s/UNE 201010:2015: Clasificación: M1
- Ensayos de inflamabilidad UL de materiales plásticos s/ANSI/UL 94: 1990: Grado UL94: V0
- L.O.I. Índice de oxígeno s/EN ISO 4589:1999 + A1:2006: (Concentración %) = 52±5
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,07 mm/°C m. ⁽⁶⁾
- Comportamiento frente a agentes químicos: Las normas ISO/TR 10358 y DIN 8061 indican el comportamiento del PVC rígido frente a una serie de productos químicos en función de la temperatura y la concentración. (ver tabla de agentes químicos en www.unex.net/Agentes_quimicos.pdf) ⁽⁶⁾
- Homologación UL: UL File E317944 (sólo formulación extrusión color gris y azul)

Características de materia prima U24X

- Materia Prima base: PVC
- Contenido en siliconas: <0,01% ⁽⁵⁾
- Contenido en ftalatos s/ASTM D2124-99:2004: <0,01% ⁽⁵⁾
- Rigidez dieléctrica: Aislante
- Reacción al fuego s/UNE 201010:2015: Clasificación: M2
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,07 mm/°C m. ⁽⁶⁾
- Comportamiento frente a agentes químicos: Las normas ISO/TR 10358 y DIN 8061 indican el comportamiento del PVC rígido frente a una serie de productos químicos en función de la temperatura y la concentración. (ver tabla de agentes químicos en www.unex.net/Agentes_quimicos.pdf) ⁽⁶⁾

Ficha técnica

Canales **73** en **U23X** color blanco

Notas

1. Excepto referencias nuevas, en proceso de obtención de marcas de calidad y homologaciones. Ver lista numérica de referencias www.unex.net/QM.pdf
2. Homologación para el tipo de montaje siguiente: Semiempotrado o de montaje superficial en la pared o techo.
3. En instalaciones exteriores y ambientes químicos agresivos es conveniente una revisión periódica del estado de la instalación. En instalaciones al exterior puede producirse un cambio de color del material que no afecta a las características mecánicas del mismo. Con el fin de absorber las dilataciones causadas por los cambios de temperatura de las instalaciones exteriores, se recomienda usar fijaciones metálicas cada 0,5 m, dejar una separación de 1 cm entre tapas y colocar tapas finales en los extremos de los recorridos en vertical. En caso de pintado, las pinturas de color oscuro provocan un mayor calentamiento del producto una vez expuesto al sol, por ello se recomienda utilizar Canales 73 en U41X/U43X.
4. Montada sobre pared o techo. En caso de instalaciones suspendidas, la canal tiene un grado de protección IP2X debiéndose usar solo cable con cubierta.
5. Limite de detección para la técnica analítica aplicada
6. Las características marcadas se basan en ensayos puntuales sobre la materia prima utilizada para la fabricación de nuestros productos o bien reflejan los valores generalmente aceptados en la práctica por los fabricantes de materia prima y que facilitamos únicamente a título informativo y de orientación.

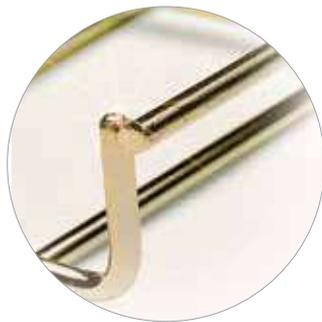
* La información de este documento es un resumen de los datos más utilizados por nuestros clientes. Para más detalle visite nuestra página web.

** Unex aparellaje eléctrico, S.L. se reserva el derecho de modificar cualquiera de las características de los productos que fabrica. Este documento es una copia no controlada, que no se actualizará al producirse cambios en su contenido.

29/8/2016

rejiband®

Bandeja metálicas tipo Malla de varillas electrosoldadas, con Borde de Seguridad para la conducción de cableado eléctrico y de Telecomunicaciones.



Borde de Seguridad Patentado. Evita el daño a los cables y al instalador.
Es ligera ofreciendo la máxima ventilación y limpieza sobre los cables.
Proporciona gran resistencia y elasticidad.
Ahorro en Precio de material y Mano de Obra.

Unidades en mm.

DIM. Ax B	rejiband®				
	Bycro	E.Z.	G.C.*	Capacidades de carga (kg/m)	Emb. (ud)
	Ref. nº	Ref. nº	Ref. nº		
60x35	60221060	60211060	60231060	27	24
100x35	60221100	60211100	60231100	27	24
200x35	60221200	60211200	60231200	27	18
300x35	60221300	60211300	60231300	28	18
400x35	60221400	60211400	60231400	34	12
60x60	60222060	60212060	60232060	34	24
100x60	60222100	60212100	60232100	47	24
150x60	60222150	60212150	60232150	48	24
200x60	60222200	60212200	60232200	48	18
300x60	60222300	60212300	60232300	75	12
400x60	60222400	60212400	60232400	78	6
500x60	60222500	60212500	60232500	96	6
600x60	60222600	60212600	60232600	107	6
100x100	60223100	60213100	60233100	95	6
150x100	60223150	60213150	60233150	95	6
200x100	60223200	60213200	60233200	95	6
300x100	60223300	60213300	60233300	106	6
400x100	60223400	60213400	60233400	106	6
500x100	60223500	60213500	60233500	150	6
600x100	60223600	60213600	60233600	137	6



Aplicaciones:

- Canalización, transporte y distribución de cableado eléctrico y de telecomunicaciones en instalaciones de Obras Civiles, Túneles, Edificios Públicos, Centros Comerciales, Grandes Infraestructuras, Aeropuertos, Líneas de Metro, Tren, etc.
- Instalaciones en Sector Terciario e Industrial. Aplicaciones Navales, Petroquímicas, Textil, Químicas y Alimentarias.
- Especialmente adecuada para instalaciones Fotovoltáicas, Eólicas, Industria Energética, Energías Renovables.

Bycro / Z.B.
E.Z.

Electrocincado Bicromatado, UNE-EN ISO 2081
Electrocincado, UNE-EN ISO 2081

G.C. Galvanizado en Caliente, UNE-EN-ISO 1461

INOX 304 Acero Inoxidable AISI 304
INOX 316 Acero inoxidable AISI 316

Instalaciones Comerciales / Terciario / Residencial / Oficinas

		Ambiente SECO		Ambiente HUMEDO	
		Interior de Instalaciones	Exterior de Instalaciones	Interior de Instalaciones	Exterior de Instalaciones
E.Z.	Electrocincado	R	—	—	—
P.G.	Pregalvanizado	R	P	P	—
BYCRO	Electrocincado bicromatado	R	P	P	—
G.C.	Galvanizado caliente	P	R	R	R

Instalaciones Industriales

		Ambiente SECO		Ambiente HUMEDO	
		Interior de Instalaciones	Exterior de Instalaciones	Interior de Instalaciones	Exterior de Instalaciones
E.Z.	Electrocincado	—	—	—	—
P.G.	Pregalvanizado	P	—	P	—
BYCRO	Electrocincado bicromatado	P	—	P	—
G.C.	Galvanizado caliente	R	R	R	R
INOX 304	A. Inoxidable AISI 304	R	R	R	R
INOX 316	A. Inoxidable AISI 316	R	R	R	R

R: Recomendado P: Posible

VENTAJAS

CALIDAD GARANTIZADA AENOR AL PRECIO MÁS COMPETITIVO

COMPARE E **INSTALE rejjiband®**

AHORRO

30%
MATERIAL

FRENTE A
ESCALERILLAS
PORTA
CONDUCTORES

50%
TIEMPO

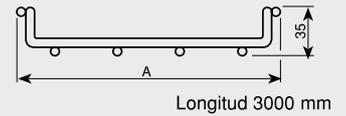
DE INSTALACIÓN

rejjiband®			
INOX 304	INOX 316 L	Valores de carga (kg/m)	Emb. (ud)
Ref. nº	Ref. nº		
60271060	60271060	25	24
60251100	60261100	25	24
60251200	60261200	25	18
60251300	60261300	25	18
60251400	60261400	30	12
60252060	60262060	26	24
60252100	60262100	35	24
60252150	60262150	35	24
60252200	60262200	38	18
60252300	60262300	40	12
60252400	60262400	41	6
60252500	60262500	52	6
60252600	60262600	64	6
60253100	60263100	55	6
60253150	60263150	55	6
60253200	60263200	59	6
60253300	60263300	61	6
60253400	60263400	70	6
60253500	60263500	66	6
60253600	60263600	59	6

(*) El galvanizado en caliente NO ES UN ACABADO ESTÉTICO NI DE PRECISIÓN. Es una muy eficaz protección contra la corrosión. PUEDE PRESENTAR DIFERENCIAS DE COLOR (tonalidades de gris), BRILLO y ACABADO SUPERFICIAL (rugosidad, uniformidad), motivadas por el proceso empleado, QUE SON NORMALES, y que NO AFECTAN A LA CALIDAD Y DURACIÓN DE LA PROTECCIÓN ANTI-CORROSIÓN.

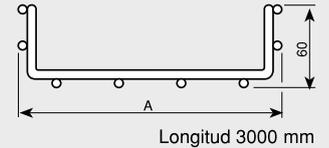
Gama de Producto

rejiband® 35



DIM. A	rejiband® 35									
	E.Z.		Bycro		G.C.		INOX 304		Sección mm ²	Emb. (m)
	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)		
100	60211100	0.65	60221100	0.65	60231100	0.70	60251100	0.65	2150	24
200	60221100	1.02	60221200	1.02	60231200	1.09	60251200	1.02	4724	18
300	60211300	1.38	60221300	1.38	60231300	1.48	60251300	1.38	7296	18
400	60211400	1.76	60221400	1.76	60231400	2.024	60251400	1.73	10280	12

rejiband® 60



DIM. A	rejiband® 35											
	E.Z.		Bycro		G.C.		INOX 304		INOX 316*		Sección mm ²	Emb. (m)
	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)		
060	60212060	0.67	60222060	0.67	60232060	0.72	60252060	0.67	60262060v	0.67	2327	24
100	60212100	0.95	60222100	0.95	60232100	1.02	60252100	0.95	60262100	0.95	4157	24
150	60212150	1.10	60222150	1.10	60232150	1.17	60252150	1.10	60262150	1.10	6644	24
200	60212200	1.31	60222200	1.31	60232200	1.41	60252200	1.31	60262200	1.31	9130	18
300	60212300	2.08	60222300	2.08	60232300	2.22	60252300	1.68	60262300	1.68	13710	12
400	60212400	2.53	60222400	2.53	60232400	2.70	60252400	2.04	60262400	2.04	18610	6
500	60212500	2.98	60222500	2.98	60232500	3.19	60252500	2.40	60262500	2.40	23487	6
600	60212600	3.43	60222600	3.43	60232600	3.67	60252600	2.76	60262600	2.76	28363	6

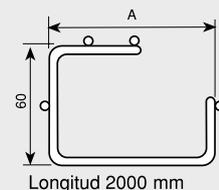
rejiband® 100



DIM. A	rejiband® 35									
	E.Z.		Bycro		G.C.		INOX 304		Sección mm ²	Emb. (m)
	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)		
200	60213200	2.07	60223200	2.07	60233200	2.21	60253200	1.65	14400	6
300	60213300	2.52	60223300	2.52	60233300	2.69	60253300	2.02	22400	6
400	60213400	2.97	60223400	2.97	60233400	3.17	60253400	3.38	30600	6
500	60213500	3.42	60223500	3.42	60233500	3.66	60253500	2.74	38200	6
600	60213600	3.87	60223600	3.87	60233600	4.14	60253600	3.10	46400	6

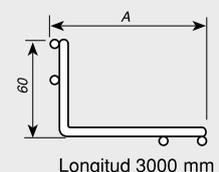
rejitech® (bandeja para falso techo)

DIM. A	rejitech® (bandeja para falso techo)					
	E.Z.		Bycro		Sección mm ²	Emb. (m)
	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)		
100	60215020	0.66	60225020	0.66	2500	16



Angular

DIM. A	Angular						
	Bycro		G.C.		INOX 304		Emb. (mv)
	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)	Ref. nº	Peso (kg/m)	
109	60220000	0.67	60230000	0.72	60250000	0.67	18

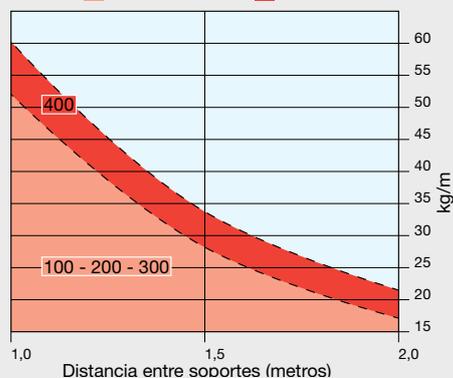


rejiband® 35 Carga de trabajo admisible en seguridad (C.T.A.) (Kg/m)

1 Kg = 9,8 N

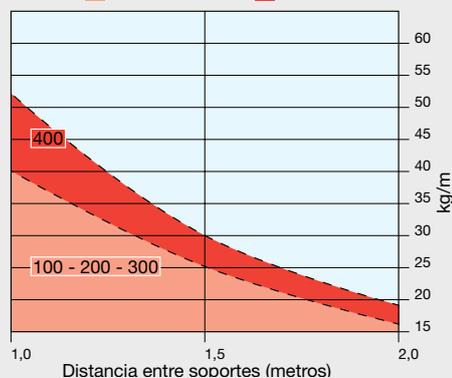
E.Z., BYCRO y G.C.

Ancho: 100 - 200 - 300 400



INOX

Ancho: 100 - 200 - 300 400

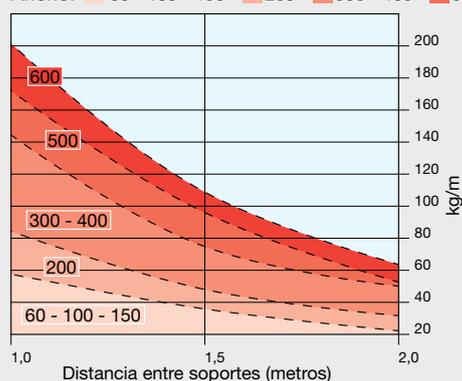


rejiband® 60 Carga de trabajo admisible en seguridad (C.T.A.) (Kg/m)

1 Kg = 9,8 N

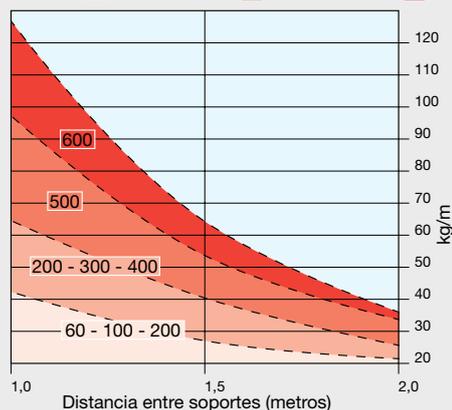
E.Z., BYCRO y G.C.

Ancho: 60 - 100 - 150 200 300 - 400 500 600



INOX

Ancho: 60 - 100 - 150 200 - 300 - 400 500 600

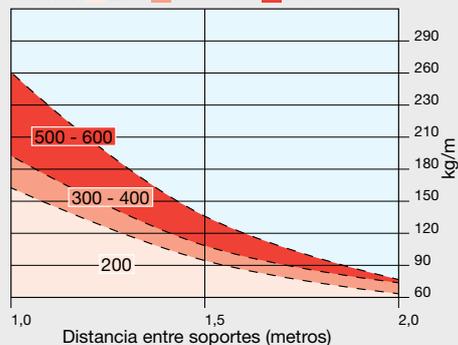


rejiband® 100 Carga de trabajo admisible en seguridad (C.T.A.) (Kg/mv)

1 Kg = 9,8 N

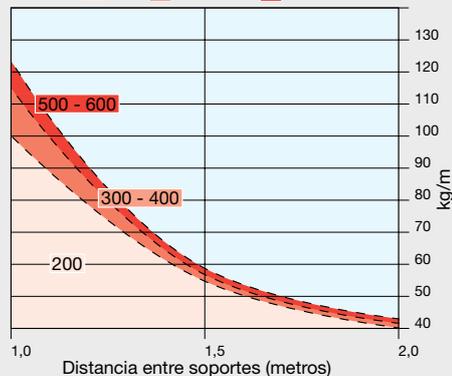
E.Z., BYCRO y G.C.

Ancho: 200 300 - 400 500 - 600



INOX

Ancho: 200 300 - 400 500 - 600

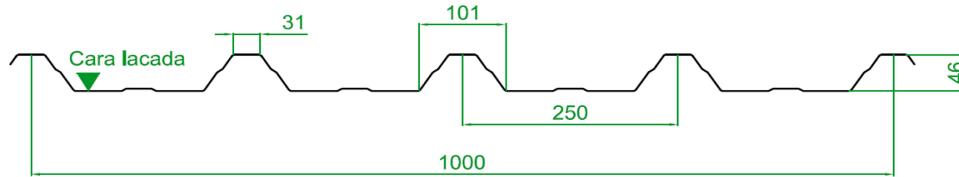


Valores obtenidos según ensayo del tipo III de la norma UNE-EN 61537, con un coeficiente de seguridad del 170% y sin alcanzar en ningún caso el colapso, empleando la UNIÓN REFORZADA como elemento de unión.

La unión de los tramos de bandejas debe estar situada a una distancia del apoyo de entre L/4 y L/5, siendo L la distancia entre apoyos.

En los vanos extremos, la distancia al apoyo debe ser como máximo 0,4 L sin ningún tipo de unión.

GEOMETRÍA/GEOMETRY



APLICACIONES/APPLICATIONS

APLICACION ESTÁNDAR: CUBIERTAS SIMPLES

Montaje recomendado según: DTU 40.35 Couverture en tôles d'acier nervurées
Recommended installation according: DTU 40.35 Couverture en tôles d'acier nervurées

CARACTERÍSTICAS GENERALES/ GENERAL CHARACTERISTICS

ESPORES / THICKNESS(mm)	0,6	0,7
INERCIAS / INERTIA (cm ⁴ /ml)	20,45	22,31
MÓDULO RESISTENTE RESISTANT MODULE (cm ³ /ml)	12,29	13,61

LONGITUD/LENGTH (mm)	MIN (*)	1000
	MAX	15000
CURVADO	Sí (concavo)	

(*) Longitudes inferiores bajo consulta / Lower length as request

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS/ MECHANICAL CHARACTERISTICS PL 46/250C AO(*)

Cargas uniformemente repartidas en / Evenly distributed loads in kN/m²
(*) Los datos mecánicos hacen referencia a la denominación del artículo completa / Mechanical data refer to the denomination of full article
Otras posibilidades de cálculo de otras resistencias a disposición / Possibilities of calculating other resistors available

P Positive sense F=L/200
N Negative sense F=L/200

BIAPOYADO/SIMPLE SPAN									
Steel grade AO	Luz/Span (m)	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40
Thickness (mm)									
0,60	P	1,61	1,33	1,04	0,82	0,65	0,52	0,43	0,36
0,70	P	1,98	1,64	1,27	1,00	0,80	0,64	0,52	0,44

TRIAPOYADO/DOUBLE SPAN									
Steel grade AO	Luz/Span (m)	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40
Thickness (mm)									
0,60	P	1,61	1,33	1,12	0,95	0,82	0,70	0,62	0,56
0,70	P	1,98	1,64	1,38	1,17	1,03	0,90	0,80	0,72

MULTIAPOYADO/TRIPLE SPAN									
Steel grade AO	Luz/Span (m)	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40
Thickness (mm)									
0,60	P	1,69	1,45	1,26	1,10	0,97	0,85	0,76	0,68
0,70	P	2,20	1,88	1,63	1,43	1,26	1,09	0,98	0,83

NORMATIVA Y CERTIFICACIONES/ NORMATIVE AND CERTIFICATIONS

UNE-EN 14782 "Chapas metálicas autoportantes para recubrimiento y revestimiento de cubiertas y fachadas"



EN 14782:2006



MÉTODO DE CÁLCULO/CALCULATION METHOD

En productos de chapa perfilada se realizan cálculos avanzados en base a combinación por fallo flecha y resistencia.
El coeficiente de seguridad utilizado en el criterio de resistencia es de 1,5.
Los valores indicados en las tablas corresponden a las cargas uniformemente repartidas aplicadas sobre el perfil.

In profiled sheets advanced calculations are made based on a combination of deflection and fault resistance.
The safety factor used in the strength criterion is 1,5.
The values shown in the tables correspond to evenly distributed loads applied to the profile.