



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ESCUELA DE
INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



ESCUELA DE
INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Departamento: Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos de ingeniería

Área de conocimiento: Área de Proyectos de ingeniería

TRABAJO FIN DE GRADO

**CREACIÓN DE COMUNIDAD ENERGÉTICA
EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL LAS
MARGARITAS.**

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR: CARLOS JIMÉNEZ REY

TUTOR: SHIRAN PERERA MOHAMED

CO-TUTOR: RAFAEL GUZMÁN SEPÚLVEDA

(Esta hoja se ha dejado en blanco intencionadamente)

(Esta hoja se ha dejado en blanco intencionadamente)

RESUMEN

El presente proyecto tiene por objetivo la constitución de una comunidad energética entre tres naves industriales ubicadas en la Ciudad Autónoma de Melilla. La finalidad de la comunidad es la de generar, compartir y vender energía eléctrica obtenida a través de una instalación fotovoltaica.

La instalación se llevará a cabo con 256 paneles fotovoltaicos con una potencia pico de 153.6kWp. La instalación se realizará de manera independiente en cada una de las naves industriales del polígono Las Margaritas. Los datos de producción de energía serán obtenidos con la ayuda de la herramienta PVGIS, software gratuito creado por la Unión Europea, Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica.

La comunidad se acogerá al autoconsumo colectivo con venta de excedentes y reparto virtual. La instalación se diseñará conforme a la normativa vigente cumpliendo todos los requisitos de seguridad en la parte de corriente continua y de corriente alterna. Para el reparto virtual de la energía generada se instalarán, por parte de la empresa, un contador bidireccional en cada nave para registrar el flujo de energía inyectado a la red y de la energía necesaria que se obtenga de la red eléctrica.

Durante el desarrollo del proyecto se estudiará la viabilidad de dotar a la instalación de baterías para tener una independencia eléctrica total. Tras los resultados obtenidos se desestima la instalación de baterías por su baja rentabilidad, vida útil de 10-12 años con precios muy elevados, imposibles de amortizar en el período de vida media de una batería para este tipo de instalaciones.

Para la constitución de la comunidad energética se decide crear una asociación sin ánimo de lucro con un gestor de autoconsumo encargado de realizar todos los trámites pertinentes con la distribuidora. Por la diferencia de consumo de cada nave se formalizará un acuerdo de reparto energético en el que se especifiquen los coeficientes de reparto pertenecientes a cada una de las naves, comunicado a la distribuidora que se encargará mediante un algoritmo, del reparto virtual.

Una vez finalizado el diseño y cálculo de la instalación se realizará un presupuesto para comprobar la viabilidad económica de la instalación

La finalidad de la comunidad energética y del autoconsumo es la de reducir las emisiones de CO₂, buscando un impacto positivo del proyecto en la lucha contra el cambio climático marcado en la Agenda 2030. Tras realizar un estudio de impacto medioambiental se demuestra que se dejan de emitir 182.73 toneladas de CO₂.

SUMMARY

The objective of this Project is the establishment of an energy community between three industrial buildings located in the Autonomous City of Melilla. The purpose of the community is to generate, share, and sell electricity obtained through a photovoltaic installation.

The system will consist of 256 photovoltaic panels with a total peak power of 153.6 kWp. The installation will be carried out independently in each of the industrial buildings located in the Las Margaritas industrial state. The energy production data will be obtained using the PVGIS tool, a free Geographic Information System for photovoltaic applications developed by the European Union.

The community will operate under the collective self-consumption scheme with surplus energy sales and virtual energy distribution. The installation will be designed in accordance with current regulations, fully complying with all safety requirements in both direct current and alternating current systems. For the virtual energy distribution, a bidirectional meter will be installed in each building by the distribution Company to record the energy injected into the grid and the energy consumed from it.

During the development of the project, the feasibility of including battery storage will be analyzed in order to achieve total electrical independence. However, based on the result, the installation of the batteries is discarded due to their low profitability, limited lifespan, 10-12 years, and high costs, which make them impossible to amortize within their average operating life in this type of system.

For the formal constitution of the energy community, a non-profit association will be created, designating a collective self-consumption manager responsible for handling all administrative procedures with the distribution Company. Due to differences in energy consumption between the buildings, an energy distribution agreement will be established, specifying the distribution coefficients for each member. These coefficients will be communicated to the distribution company, which will apply them using an automated algorithm.

Once the system has been fully designed and calculated, a cost estimate will be prepared to assess the economic viability of the installation.

The ultimate goal of the energy community and self-consumption model is to reduce CO₂ emissions and generate a positive environmental impact, in line with the objectives of the 2030 Agenda. Following an environmental impact study, it is demonstrated that the system avoids the emission of the 182.73 tons of CO₂ per year.

ÍNDICE GENERAL

AUTOR: CARLOS JIMÉNEZ REY

TUTOR: SHIRAN PERERA MOHAMED

CO-TUTOR: RAFAEL GUZMÁN SEPÚLVEDA

(Esta hoja se ha dejado en blanco intencionadamente)

1.ÍNDICE GENERAL

1.ÍNDICE GENERAL	9
2.MEMORIA	15
2.1. Objeto.	15
2.2. Alcance.	15
2.3. Antecedentes.	15
2.4. Normas y referencias.	16
2.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.	16
2.4.2. Programas de cálculo	17
2.4.3. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto.	17
2.4.4. Bibliografía	18
2.5 Definiciones y abreviaturas.	19
2.5.1 Abreviaturas.	19
2.5.2. Definiciones.	19
2.6. Requisitos de diseño.	20
2.6.1. Requisitos técnicos generales.	20
2.6.2. Requisitos de cableado.	20
2.6.3. Requisitos de protecciones eléctricas y puesta a tierra.	21
2.6.4. Requisitos organizativos.	21
2.7. Análisis de soluciones.	21
2.8. Resultados finales.	22
2.8.1. Resultados técnicos.	22
2.8.2. Resultados organizativos.	23
2.8.3. Resultados medioambientales.	23
2.8.4. Evaluación de almacenamiento.	23
2.9. Planificación.	23
2.10. Orden de prioridad entre los documentos.	24
3.Anexos	25
3.1 Instalación fotovoltaica.	27
3.2. Protecciones corriente continua.	42
3.3. Protecciones corriente alterna.	51
3.4. Cableado de corriente continua.	55

3.5. Cableado de corriente alterna.....	61
3.6. Canalizaciones y fijación de módulos.....	69
3.7. Puesta a tierra.....	73
3.8. Estudio de baterías.....	75
3.9. Amortización y recuperación de la inversión.	79
3.10. Estudio de impacto medioambiental.....	81
4.Planos.	107
5.Pliego de condiciones.....	117
6.Mediciones	147
7.Presupuesto	157

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1. Cargador STL 150.....	28
Ilustración 2. Torito eléctrico	28
Ilustración 3. Características torito electrico.....	28
Ilustración 4. Transpaleta eléctrica.....	29
Ilustración 5. Descripción técnica transpaleta.....	29
Ilustración 6. Luminaria.	30
Ilustración 7. Características técnicas luminarias.....	30
Ilustración 8. Placa de características cámara frigorífica.	32
Ilustración 9. Placa de características cámara frigorífica.	32
Ilustración 10. PLaca de características de vitrina refrigerada.....	33
Ilustración 11. Placa de características de vitrina refrigerada.	33
Ilustración 12. Placa de características de isla frigorífica.	34
Ilustración 13. Características técnicas estante de refrigeración.....	34
Ilustración 14. Croquis ángulo de inclinación.....	35
Ilustración 15. Identificación de cada vertiente.....	36
Ilustración 16. Datos eléctricos panel fotovoltaico.	37
Ilustración 17. Características mecánicas panel fotovoltaico.....	37
Ilustración 18. Características técnicas de entrada del inversor.....	40
Ilustración 19. Características técnicas de salida del inversor.	40
Ilustración 20. Railes Novotegra C47.	41
Ilustración 21. Fusible gPv 20 A.....	43
Ilustración 22. Características técnicas fusible.....	43
Ilustración 23. Fusible gPV de 20 A.	44
Ilustración 24. Protección contra sobretensiones.	45
Ilustración 25. Características técnicas protección contra sobretensiones.	45
Ilustración 26. Protección contra sobretensiones.	46
Ilustración 27. Interruptor-seccionador.	47
Ilustración 28. Características técnicas interruptor-seccionador.....	47
Ilustración 29. Interruptor-seccionador.	47
Ilustración 30. Envolverte caja de strings.....	48
Ilustración 31. Características envolvente.....	49
Ilustración 32. Magnetotérmico ABB S804PV-D125.....	51
Ilustración 33. Magnetotérmico ABB S804PV-D125.....	52
Ilustración 34. Diferencial ABB F204 B-125/0.03	53
Ilustración 35. Protección contra sobretensiones DEHN DG MOD TT 275 FM.....	53
Ilustración 36. Interruptor seccionador ABB OT60F4.....	54
Ilustración 37. Tabla A.52.3. UNE-HD 60364-5-52:2022.....	56
Ilustración 38. Tabla B.52.5 UNE-HD 60634-5-52:2022.....	57
Ilustración 39. Cable TopSolar PV de 4mm ²	58
Ilustración 40. Tabla B.52.5. UNE-HD 60634-5-52:2022	59
Ilustración 41. Tabla B.52.5 UNE-HD 60634 -5-52:2022	62
Ilustración 42. Tabla B.52.14 UNE-HD 60634-5-52:2022	63

Ilustración 43. Tabla B.52.5 UNE-HD 60634-5-52:2022	64
Ilustración 44. Tabla B.52.5 UNE-HD 60634-5-52:2022	65
Ilustración 45. Tabla B.52.5. UNE-HD 60634-5-52:2022	66
Ilustración 46. Canalización Rejiband black C8	69
Ilustración 47. Bandeja ciega AISCAN CMC.....	70
Ilustración 48. Tubo LG-PA.....	71
Ilustración 49. Conexión de puesta a tierra.	73
Ilustración 50. Secciones para puesta a tierra.....	73
Ilustración 51. Cuadro de precios Endesa.	75
Ilustración 52. Batería eco 10.6 kWh.....	76
Ilustración 53. Batería de Litio Deye 5.12kWh.....	77
Ilustración 54. Batería OPzS 225kWh.	77
Ilustración 55. Factores de emisiones proporcionado por el Ministerio.	81

MEMORIA

AUTOR: CARLOS JIMÉNEZ REY

TUTOR: SHIRAN PERERA MOHAMED

CO-TUTOR: RAFAEL GUZMÁN SEPÚLVEDA

(Esta hoja se ha dejado en blanco intencionadamente)

2.MEMORIA

2.1. Objeto.

El objeto del presente proyecto es el diseño, dimensionado y estudio técnico-económico de una instalación fotovoltaica, así como el análisis de viabilidad de un sistema de autoconsumo colectivo con venta de excedentes. Este sistema estará integrado en una comunidad energética local compuesta por tres naves industriales situadas en la Ciudad Autónoma de Melilla.

2.2. Alcance.

El alcance de este proyecto comprende todas las etapas necesarias para el diseño técnico y administrativo de la instalación fotovoltaica y de la comunidad energética.

- Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.
- Selección y justificación de los dispositivos de protección.
- Estudio económico de baterías.
- Presupuesto y retorno económico.
- Impacto medioambiental de la instalación.
- Diseño de la comunidad energética.

2.3. Antecedentes.

La Directiva Europea 2018/2001, de 11 de diciembre junto con los objetivos sostenibles de la Agenda 2030 han fomentado la creación de comunidades energéticas para reducir la dependencia de las grandes eléctricas y favorecer el autoconsumo de manera local.

Las comunidades energéticas están adquiriendo un creciente protagonismo en toda Europa debido a diversos factores como el aumento del precio de la electricidad, la concienciación ciudadana respecto al cambio climático, la democratización del acceso a la energía y el desarrollo de marcos regulatorios que facilitan la participación activa de ciudadanos, pymes y administraciones públicas en la generación y gestión de su propia energía.

La Ciudad Autónoma de Melilla por su posición geográfica fuera de la Península Ibérica depende de una red eléctrica aislada basada en la generación térmica con un coste elevado y gran contaminación. El clima mediterráneo permite disponer de una elevada disponibilidad de radiación solar siendo un sitio idóneo para la generación fotovoltaica.

Este proyecto surge como una nueva vía para el desarrollo de la ciudad en materia de energía avanzando hacia un futuro sostenible. El objetivo es avanzar hacia un modelo eficiente, sostenible y participativo que permita reducir costes energéticos y mejorar la sostenibilidad ambiental.

Existen ayudas y programas públicos para fomentar la creación de comunidad energéticas, como el programa CE IMPLEMENTA, gestionado por IDEA y financiado por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia con fondos NextGenerationEU.

2.4. Normas y referencias.

2.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.

- 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 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Especificaciones Particulares Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Directiva (EU) 2018/2001 del parlamento europeo y del consejo de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- UNE 157001:2014. Asociación Española de Normalización y Certificación. (2014). Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

2.4.2. Programas de cálculo

- Presto. Programa integrado de gestión del coste y del tiempo orientado a BIM para edificación y obra civil que comprende las diferentes necesidades de todos los agentes que intervienen en todas las fases. Comercializado por RIB software.

2.4.3. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto.

Con el propósito de asegurar un elevado estándar de calidad en el desarrollo del proyecto y de reflejar el compromiso profesional asumido durante su elaboración, se han aplicado una serie de medidas orientadas a garantizar la coherencia técnica, el rigor normativo y la claridad documental del proyecto.

- Identificación y aplicación normativa: Se ha llevado a cabo un análisis de la normativa técnica, legal vigente aplicable al diseño de instalaciones fotovoltaicas y eléctricas en baja tensión, autoconsumo colectivo y comunidades energéticas. Esta normativa ha sido aplicada rigurosamente para asegurar que las soluciones planteadas cumplen los requisitos exigibles por la legislación española y las directrices europeas.
- Verificación durante el dimensionamiento: En cada fase del diseño se ha verificado minuciosamente el cumplimiento normativo tanto desde el punto de vista técnico como documental.
- Seguimiento del proceso de redacción: Se ha realizado un control continuo del desarrollo del documento, con el fin de mantener la coherencia entre capítulos, la alineación con los objetivos generales del proyecto y una exposición clara y estructurada de los contenidos técnicos.
- Corrección inmediata de desviaciones: Cualquier error durante la elaboración se ha corregido de manera inmediata, asegurando la integridad del conjunto y evitando incoherencias entre los distintos apartados.
- Verificación técnica interna: Se han incorporado un sistema de revisión interna del contenido técnico, lo cual ha permitido asegurar un nivel homogéneo de calidad en todos los capítulos del documento.

Desde el inicio del proyecto se establecieron criterios formales y técnicos unificados para la elaboración de los distintos bloques, garantizando así un estilo coherente y una presentación uniforme en todo el documento.

La norma UNE-157001:2014 se ha tomado como referencia, establece los criterios generales para la redacción formal de proyectos técnicos. Su aplicación ha facilitado la estructuración lógica del documento y ha contribuido al cumplimiento de las buenas prácticas en el ámbito de la ingeniería.

2.4.4. Bibliografía

IDEA. (2023, 15 de marzo). *Guía técnica de instalaciones solares fotovoltaicas*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la energía. <https://www.idae.es/guia-fotovoltaica>.

AENOR. (s.f.) *UNE-HD 60634-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección y montaje de los conductores eléctricos*. Asociación Española de Normalización.

AENOR. (s.f.) *UNE-HD 60634-4-41: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41: Protección contra choques eléctricos*. Asociación Española de Normalización.

Gobierno de España (2002). *Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT)*. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. Boletín Oficial Del Estado. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099>.

Castañer, L., & Andújar, J. M. (2004). *Energía fotovoltaica: Fundamentos, tecnología y aplicaciones*. Editorial Síntesis.

Lorenzo, E. (1994). *Solar electricity: Engineering photovoltaic systems*. PROGNSA.

Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE (2023). Photovoltaics report. <https://www.ise.fraunhofer.de/>

Scheinfe Electric (2021). *Electrical installation guide*. <https://www.se.com/ww/en/work/support/resources-center/electricity-installation-guide/>.

Circuitor (2020). Guía técnica: *Protección diferencial tipo B*. <https://circuitor.com/>.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2019). *Real Decreto 244/2019. De 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica*. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2019/04/05/244>.

2.5 Definiciones y abreviaturas.

2.5.1 Abreviaturas.

- AC : Corriente alterna.
- DC: Corriente continua.
- FV: Fotovoltaico/a.
- kWh: Kilovatio-hora.
- kWp: Kilovatio-pico.
- REBT: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- ITC: Instrucción Técnica Complementaria.
- IDEA: Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.
- RD: Real Decreto.
- UE: Unión Europea.
- CGBT: Cuadro General de Baja Tensión.
- MC4: Tipo de conector estándar utilizado en instalaciones fotovoltaicas.
- MPPT: Seguidor del punto de máxima potencia.
- Iz: Intensidad máxima admisible de un conductor eléctrico.
- Id: Intensidad de diseño del sistema.
- CO₂: Dióxido de Carbono.
- UNE: Normativa técnica emitida por la Asociación Española de Normalización.
- PVGIS: Herramienta europea para estimación solar.
- IP: Índice de protección.

2.5.2. Definiciones.

- Autoconsumo colectivo: Modalidad en la que un conjunto de consumidores comparte la energía generada con reparto mediante coeficientes fijos.
- Autoconsumo con excedente: Sistema en el cual la energía no consumida se vierte a la red.
- Caída de tensión: Disminución del voltaje a lo largo de un conductor, esencial para garantizar la seguridad de la instalación.
- Bidireccionalidad: Capacidad de un contador de medir tanto la energía consumida desde la red como la inyectada a ella desde una instalación generadora.
- Comunidad energética: Entidad jurídica basada en la participación voluntaria de socios.
- Coefficiente de reparto: Porcentaje fijo de energía generada asignado a cada palpitante en la comunidad energética.
- Inversor: Dispositivo encargado de convertir la corriente continua generada en los módulos fotovoltaicos.
- Intensidad de diseño (Id): Corriente máxima prevista que circulará por un conductor durante el funcionamiento del sistema.
- Intensidad admisible (Id): Corriente máxima que puede soportar el conducto durante el funcionamiento.

- Punto de conexión: Lugar físico donde se conecta la instalación generadora a la red.
- Seccionador: Dispositivo que permite aislar eléctricamente una parte de la instalación.
- Venta de excedentes: Modalidad en la que parte de la energía generada no se consume y es inyectada a la red por una retribución económica.

2.6. Requisitos de diseño.

En este apartado se recogen los requisitos técnicos, funcionales y operativos que se han tenido en consideración para el diseño de la instalación fotovoltaica. El objetivo de estos requisitos es el de garantizar que las soluciones propuestas satisfagan las condiciones de viabilidad técnica, económica y de seguridad. Las instalaciones fotovoltaicas de las tres naves constituyen una comunidad energética en la Ciudad Autónoma de Melilla con una modalidad de autoconsumo colectivo con venta de excedentes y reparto virtual. El diseño de las instalaciones se realiza de manera independiente en cada una de las naves, con un punto de conexión a la red particular de cada instalación.

2.6.1. Requisitos técnicos generales.

La potencia total instalada es de **153,6 kWp** correspondiente a **256 módulos fotovoltaicos** de **600 W** cada uno. Cada nave contará con su propia instalación fotovoltaica completa, contando con inversores propios, protecciones del lado de continua y de alterna con punto de suministro individual.

Para la transformación de la energía generada se instalan **4 inversores** trifásicos sin transformadores de **36 kW**, 2 inversores para la nave 02 y un inversor para cada una de las naves 12 y 13.

2.6.2. Requisitos de cableado.

El cableado de corriente continua comprendido desde los módulos hasta los inversores se realizará con conductores del tipo **H1Z2Z2-K**, con aislamiento libre de halógenos, resistentes a rayos UV y aptos para instalación en intemperie.

El cableado de corriente alterna comprendido desde los inversores hasta los CGBT de cada nave se llevarán a cabo con conductores de cobre del tipo **RZ1-K** bajo canalización cerrada o tubo, tipo de instalación C.

Para el cálculo de las secciones referentes al cableado se tendrá en cuenta la intensidad de diseño del sistema, la caída de tensión máxima admisible, **1,5%** desde los paneles hasta el punto de conexión a red, así como un sobredimensionamiento del **125%** como marca la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. La conductividad del cobre será de **44 m/Ωmm² a 90°C**.

2.6.3. Requisitos de protecciones eléctricas y puesta a tierra.

Para cumplir con la normativa y la asegurar la seguridad en la instalación se instalarán protecciones en el lado de continua y de alterna.

El lado de corriente continua contará con fusibles para la protección contra sobreintensidades, protecciones contra sobretensiones e interruptor-seccionador de corriente continua con capacidad de corte en carga y de manera simultánea para los cables positivos y negativo. Todas las protecciones irán alojadas en una caja de protección ubicada en la cubierta de la nave.

Para el lado de corriente alterna se instalarán magnetotérmicos para proteger de las sobreintensidades, protección diferencial para evitar los contactos indirectos con sensibilidad de 30 mA, protecciones contra sobretensiones e interruptores-seccionadores.

Con respecto a la puesta a tierra de la instalación, todos los elementos mecánicos accesibles de la instalación serán conectados a la red de tierra mediante cableado de protección PE, se instalará una toma de tierra común en cada nave.

2.6.4. Requisitos organizativos.

La comunidad energética se constituirá jurídicamente como una asociación sin ánimo de lucro. Se firmará un acuerdo de reparto energético especificando los participantes en la comunidad, puntos de suministros, coeficientes de reparto y la designación de un gestor de autoconsumo. El gestor será el encargado de la comunicación con la distribuidora.

2.7. Análisis de soluciones.

Durante el desarrollo del proyecto han surgido diferentes alternativas técnicas para la configuración de la comunidad energética y su sistema de distribución.

Alternativas estudiadas.

- Implementación de baterías: Se analizó la posibilidad de incorporar baterías en las naves para almacenar el excedente fotovoltaico y mejorar el autoconsumo, especialmente en la nave 02 que requiero suministro eléctrico continuo. En el anexo II referente a la instalación fotovoltaica se desarrolla el estudio técnico económico donde se valorar la capacidad óptima, el coste de la inversión, la vida útil de la batería y el retorno de la inversión.
- Creación de una red eléctrica cerrada: Se planteó la posibilidad de realizar una conexión aérea conectando las tres naves y un único punto de conexión a red. Pero el Real Decreto 314/2023, de 25 de abril, norma que regula las redes eléctricas cerradas, solo permite acogerse a esta norma a consumidores industriales cuyo código de Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) pertenezca a los grupos B o C, cuyas actividades son principalmente la industria extractora y a industria de manufactura.

Solución elegida.

Se ha optado por implementar una comunidad energética bajo el modelo de autoconsumo colectivo, donde cada nave dispone de su propia instalación fotovoltaica y la energía excedente se reparte entre los participantes según coeficientes previamente acordados.

2.8. Resultados finales.

Se presentan de manera estructurada los logros técnicos, eléctricos, medioambientales y organizativos alcanzados.

2.8.1. Resultados técnicos.

Se ha implementado una solución de generación distribuida mediante **256 módulos** fotovoltaicos de **600 W**, con una potencia pico de **153.6kWp**, repartidos entre las tres naves de la comunidad energética.

La instalación de cada nave es independiente, con su propio sistema de generación, protecciones, inversores y punto de conexión a la red.

Se instalan 4 inversores de Huawei, con una potencia de **36 kW** cada uno, dos se encuentran en la nave 02 y uno en la 12 y 13. El modelo de inversor es el Huawei SUN-2000-36KTL-M0.

La caída de tensión en el lado de continua es de **0.603%** cumpliendo con la norma debe ser inferior al **1.5%**.

Para el dimensionado de las secciones de los cables se considera un 125% de la intensidad de diseño, factor de corrección térmica de 0.91 por agrupamiento de cables cuando procede.

Las protecciones de corriente continua cuentan con un fusible por string del tipo gPV de **20 A**, para la protección contra sobretensiones se instalan protecciones SPD tipo II con una intensidad mayor a **20 kA** con interruptor seccionador de **125 A**, corte bajo carga e interrupción de línea positiva y negativa simultánea.

Las protecciones de corriente continua van ubicadas en una caja de protecciones o caja de string en las cubiertas de las naves.

Para las protecciones de corriente alterna se instalan magnetotérmicos de 125 A, para la nave 02 y de 80 A para las naves 12 y 13, todos ellos de curva D. La protección diferencial será de 4 polos, 125 A y 30 mA en el caso de la nave 02 y de 80 A en las naves 12 y 13. La protección contra sobretensiones se lleva a cabo con una protección **SPD tipo II de 4 polos** con una descarga de mínimo 20 kA. Para poder desconectar la instalación en carga se dota a la instalación de interruptor-seccionador de 125 A para la nave 02 y de 80 A para las naves 12 y 13.

Todos estos resultados quedan demostrados y explicados en los anexos y planos.

2.8.2. Resultados organizativos.

Se ha establecido la comunidad energética bajo la figura jurídica de asociación sin ánimo de lucro. Se redacta un acuerdo de reparto energético entre las naves pertenecientes a la comunidad donde se especifican:

- Participantes, ubicaciones y puntos de conexión.
- Instalaciones generadoras implicadas.
- Coeficientes horarios y fijos de reparto.
- Nombramiento del gestor de autoconsumo colectivo, figura obligatoria para la interlocución con la distribuidora.

Cada nave dispondrá de un contador bidireccional propio, proporcionado por la distribuidora para registrar el flujo de energía inyectada a la red y consumida.

2.8.3. Resultados medioambientales.

Con la ayuda de la herramienta PVGIS se estima una producción anual de 253440kWh/año. La ciudad de Melilla al depender de la generación fósil se emplea un coeficiente de paso de energía final de 0.721 kg CO₂/kWh.

Con la producción anual y el coeficiente de paso obtenemos la cantidad de CO₂ que deja de emitirse a la atmosfera, 182.7 toneladas de CO₂/año. Lo que implica una plantación de 9137 árboles por cada año de funcionamiento de la instalación fotovoltaica.

2.8.4. Evaluación de almacenamiento.

Para poder obtener una independencia total de la red se estudia la posibilidad de incorporar baterías a la instalación. Después del estudio, se descarta esta posibilidad debido a su baja rentabilidad, disponen de una vida útil limitada con un gran coste de adquisición.

2.9. Planificación.

La planificación del proyecto se estructura en diferentes fases que permiten abordar de forma ordenada el diseño e implementación de la comunidad energética.

- Establecimiento de objetivos: Se comienza definiendo con precisión los propósitos del proyecto, centrados en el diseño técnico. El foco principal incluye la instalación de sistemas fotovoltaicos, el análisis de viabilidad del almacenamiento en baterías y la optimización del intercambio energético entre las naves.
- Determinación de requisitos: Se identifican las particularidades de cada nave, además de considerar la normativa eléctrica vigente y las necesidades técnicas específicas para garantizar la seguridad y eficiencia del sistema.

- Cálculos técnicos y diseño: En esta fase se llevan a cabo los cálculos necesarios para dimensionar correctamente los generadores fotovoltaicos, las secciones del cableado tanto en corriente continua como en alterna, la selección de inversores y protecciones pertinentes, así como la verificación de las caídas de tensión. También se analiza la viabilidad técnica y económica del uso de baterías de almacenamiento.
- Selección de componentes: Se eligen los equipos en base a criterios de compatibilidad técnica, eficiencia, facilidad de mantenimiento y conformidad con la normativa. Se utilizan fichas técnicas de fabricantes y guías profesionales para dicha selección.
- Verificación y validación: Tras completar el diseño, se comprueban los resultados para asegurar que todos los elementos cumplen con los criterios técnicos establecidos.
- Elaboración de documentación: Por último, se prepara la memoria técnica que recoge todo el desarrollo del proyecto, incluyendo los cálculos justificativos, esquemas eléctricos, selección de componentes, normativa aplicada y análisis energético-económico.

2.10. Orden de prioridad entre los documentos.

El orden de los documentos de este proyecto es:

- Planos.
- Pliego de condiciones.
- Presupuesto.
- Memoria.

6 de octubre de 2025.

Fdo: JIMENEZ
REY CARLOS
- 45317841K

Digitally signed by
JIMENEZ REY CARLOS
- 45317841K
Date: 2025.10.04
17:27:01 +02'00'

3. Anexos

AUTOR: CARLOS JIMÉNEZ REY

TUTOR: SHIRAN PERERA MOHAMED

CO-TUTOR: RAFAEL GUZMÁN SEPÚLVEDA

(Esta página se ha dejado en blanco intencionadamente)

3.1 Instalación fotovoltaica.

La comunidad energética está formada por tres naves como se ha comentado anteriormente. A partir de ahora nos referiremos a cada nave por su numeración dada por el catastro, nave 02, nave 12 y nave 13.

En primer lugar, se ha realizado un trabajo de campo en las naves industriales que componen la comunidad energética para obtener diversos datos necesarios para el desarrollo del proyecto.

La nave 02 alberga un supermercado mientras que las naves 12 y 13 son utilizadas tanto como almacén como de venta al por mayor.

De la nave 02 se dispone de una cantidad de facturas suficientes para estimar el gasto de suministro eléctrico, eligiendo el caso de más consumo para así poder abastecer con la instalación fotovoltaica toda la demanda.

Para las naves 12 y 13 no se dispone de un número significativo de facturas como para dimensionar con su ayuda la potencia necesaria de instalación, por ello, durante el trabajo de campo se han fotografiado las características técnicas de cada aparato que las componen para así poder estimar de manera más exacta la potencia necesaria.

3.1.1 Descripción naves 12 y 13.

Como se ha comentado anteriormente, de la nave 02 los dueños de la empresa proporcionan las facturas de diferentes meses a lo largo del último año para la estimación de potencia necesaria para abastecer la nave industrial. Para que la instalación se dimensione de manera correcta, elegimos el consumo más desfavorable que se corresponde con el mes de julio.

Las naves 12 y 13 disponen de los mismos equipos instalados por lo que su consumo puede preverse igual. Los aparatos conectados son un cargador de carretilla eléctrica de 48 V y 90 A, un cargador de paleta eléctrica de 24 V y 50 A, así como 20 luminarias de 44 W de potencia cada una.

Con respecto a los cargadores como la maquinaria se trabaja con la marca Jungheinrich que nos proporciona los datos necesarios de la batería de la carretilla eléctrica y de la paleta eléctrica para poder calcular el tiempo necesario de carga, así como la potencia consumida por cada uno.

Los cargadores son los modelos SLT 150 de 90 A y 48 V para el cargador de la carretilla eléctrica y el SLT 150 de 50 A y 24 V para la transpaleta eléctrica.



Ilustración 1. Cargador STL 150

La carretilla eléctrica elevadora es el modelo EFG320 de la marca Jungheinrich de 48 V con una batería de 750 Ah de carga.



Ilustración 2. Torito eléctrico

Máquina

Motor	Eléctrico
Capacidad	2.000 kg
Baterías-Tipo ↗	Batería otros
Baterías	48V / 750Ah / 2019 / 55.33%

Ilustración 3. Características torito electrico.

La transpaleta eléctrica es el modelo EJE M15 de la marca Jungheinrich de 24 V con una batería de 2 módulos de 50Ah cada uno.



Ilustración 4. Transpaleta eléctrica.

Capacidad de la batería	50 Ah/per unit	Potencia motor de elevación	1.2 kW
Cargador	integrado	Radio de giro	1357 mm
Centro de gravedad de la carga	600 mm	Rango de temperaturas	0 - 40 °C
Color RAL barra timón	RAL 7016 gris antracita	Segmento	Performance
Color chasis	amarillo Jungheinrich	Sello de calidad	LI-ION technology
Contador de horas de servicio	sí	Sistema de acceso	PIN-Code
Desconexión automática sin uso	30 min	Steigränigkeit mit/ohne Last	6 / 16 %
Distancia al suelo	35 mm	Superficie barra timón	revestido de polvo
Diámetro delantero de la rueda de tracción	210 mm	Superficie del chasis	revestido de polvo
Diámetro rodillo horquilla	80 mm	Tensión de la batería	24 V/per unit
Diámetro rueda adicional	80 mm	Tiempo de carga de la batería	2 h

Ilustración 5. Descripción técnica transpaleta.

Las luminarias instaladas son de pantalla estanca con dos tubos LED de 150 cm con protección IP65 con un consumo de 44 W cada una.



Ilustración 6. Luminaria.

 Potencia 44 W	 Tensión 220-240V AC
 Luminosidad 4840 lm	 Número de LED 288
 Factor de Potencia 0.99	 Protección IP IP65
 Dimensiones 50 mm x 110 mm x 1570 mm	 Ancho 110 mm
 Alto 50 mm	 Protección IK IK07
 Material PC	 Índice Rep. Cromática (CRI) 80

Ilustración 7. Características técnicas luminarias.

3.1.2. Consumo eléctrico cada nave.

Como se ha comentado anteriormente el consumo de la nave 02 es extraído directamente de las facturas facilitadas por la empresa, el consumo más desfavorable se produce durante el mes de julio.

$$\text{Consumo nave 02} = 589.73 \text{ kWh/día.} \quad [1]$$

Para las naves 12 y 13 se ha descrito anteriormente los equipos instalados, se procede a calcular los consumos de cada equipo, así como el total de cada nave.

La carretilla eléctrica elevadora tiene una batería de 750 Ah mientras que el cargador proporcionado por la empresa es de 90 A por lo que el tiempo de carga de la carretilla será de:

$$\text{Tiempo de carga} = \frac{750 \text{ Ah}}{90 \text{ A}} = 8.33 \text{ horas.} \quad [2]$$

$$\text{Capacidad de la batería} = 48 \text{ V} * 750 \text{ A} = 36 \text{ kWh.} \quad [3]$$

$$\text{Consumo de carga de la carretilla eléctrica elevadora} = 36 \text{ kWh/día.} \quad [4]$$

La recarga de esta carretilla se produce cada dos días por lo que podríamos dividir el gasto diario entre 2 lo que supone un gasto diario de **18 kWh/día**.

La transpaleta eléctrica cuenta con una batería de 50 Ah por módulo, compuesta por 2 módulos y una alimentación de 24 V.

$$\text{Tiempo de carga} = \frac{100 \text{ Ah}}{50 \text{ A}} = 2 \text{ horas.} \quad [5]$$

$$\text{Capacidad de la batería} = 24 \text{ V} * 100 \text{ A} = 2.4 \text{ kWh.} \quad [6]$$

$$\text{Consumo de carga de la transpaleta eléctrica} = 2.4 \text{ kWh/día.} \quad [7]$$

Las luminarias tienen un consumo de 44 W y hay instaladas 20 por nave. Se utilizan una media de 10 horas al día.

$$\text{Consumo luminarias} = 44 \text{ W} * 20 = 0.88 \text{ kWh.} \quad [8]$$

$$\text{Consumo diario de luminarias} = 0.88 \text{ kWh} * 10 \text{ horas} = 8.8 \text{ kWh/día.} \quad [9]$$

Una vez calculado el consumo diario de cada aparato conectado en las naves obtenemos el consumo total de cada nave.

$$\text{Consumo total nave} = 18 \text{ kWh/día} + 2.4 \text{ kWh/día} + 8.8 \text{ kWh/día} = 29.2 \text{ kWh/día.} \quad [10]$$

Por tanto, las naves 12 y 13 disponen de los mismos equipos conectados por lo que el consumo total de las naves 12 y 13 será de **58.4 kWh/día**.

$$\text{Consumo total 3 naves} = 58.4 \text{ kWh/día} + 589.73 \text{ kWh/día} = 648.13 \text{ kWh/día.} \quad [11]$$

El consumo a cubrir por nuestra instalación fotovoltaica será de **648.13 kWh/día**.

3.1.3 Consumo nocturno.

La nave 02 es utilizada como supermercado por lo que su consumo nocturno es mayor que en otro tipo de naves industriales. El uso de neveras, cámaras frigoríficas y demás aparatos de refrigeración deben estar en funcionamiento 24 horas al día.

Para estimar el consumo nocturno que se produce en la nave 02 durante el trabajo de campo se fotografiaron los elementos que se mantienen 24 horas conectados a la red para así poder ser lo más exacto posible en estos cálculos.

- Cámara frigorífica RIVACOLD.



Ilustración 8. Placa de características cámara frigorífica.

La cámara frigorífica está compuesta por dos ventiladores de 124 W cada uno, así como una potencia de 1.2 kW de defrost, haciendo esto último en 4 ciclos de 20 minutos cada uno durante el día, suponemos 2 ciclos de defrost durante la noche.

$$\text{Potencia ventiladores} = 2 \text{ ventiladores} * 124 \text{ W} * 12 \text{ horas} = 2.976 \text{ kWh/noche.} \quad [12]$$

$$\text{Potencia defrost} = 1.2 \text{ kW} * 0.4 \text{ horas} = 0.48 \text{ kWh/noche.} \quad [13]$$

$$\text{Consumo nocturno cámara frigorífica} = 2.976 + 0.48 = 3.456 \text{ kWh/noche.} \quad [14]$$

- Cámara frigorífica LU-VE Contardo.

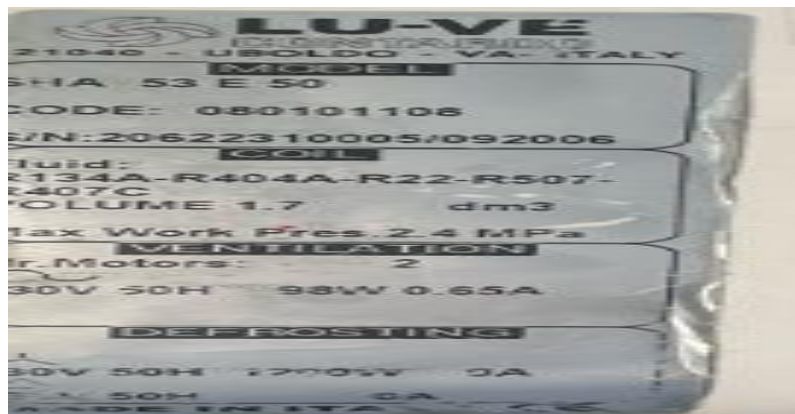


Ilustración 9. Placa de características cámara frigorífica.

Esta cámara consta de dos ventiladores de 98 W cada uno y un motor de 1.2 kW encargado del defrost, activado en 4 ciclos de 20 minutos durante el día, suponemos dos ciclos durante la noche.

$$\text{Potencia ventiladores} = 2 \text{ ventiladores} * 98 \text{ W} * 12 \text{ horas} = 2.352 \text{ kWh/noche.} \quad [15]$$

$$\text{Potencia defrost} = 1.2 \text{ kW} * 0.4 \text{ horas} = 0.48 \text{ kWh/noche.} \quad [16]$$

$$\text{Consumo nocturno cámara frigorífica} = 2.352 + 0.48 = 2.832 \text{ kWh/noche.} \quad [17]$$

- Vitrina refrigerada marca KOXKA.

De este modelo de vitrinas existen 10 unidades dentro del supermercado, cada vitrina tiene una potencia de 292 W.



Ilustración 10. Placa de características de vitrina refrigerada.

*Potencia consumida por vitrina refrigerada = 292 W*12 horas = 3.504kWh/noche. [18]*

*Potencia consumida vitrinas = 3.504kWh/noche*10 unidades = 35.04kWh/noche. [19]*

- Vitrina refrigerada marca IARP.



Ilustración 11. Placa de características de vitrina refrigerada.

Vitrinas refrigeradas de 305 W se contienen 4 vitrinas de este modelo dentro del supermercado.

*Potencia consumida por vitrina refrigerada = 305 W*12 horas = 3.660kWh/noche. [20]*

*Potencia consumida vitrinas = 3.660kWh/noche * 4 unidades = 14.64kWh/noche. [21]*

- Isla frigorífica



Ilustración 12. Placa de características de isla frigorífica.

Disponemos de 4 islas frigoríficas de 682 W cada una.

*Potencia consumida por isla frigorífica = 682 W * 12 horas = 8.184kWh/noche. [22]*

*Potencia consumida islas = 8.814kWh/noche *4 unidades = 32.7kWh/noche. [23]*

- Estante de refrigeración de pared.

MN12PM1:

- Medidas (cm): 133 x 78,5 x 200 (ancho x fondo x altura)
- Potencia (W): 1225
- Consumo (kWh/24h): 17,1

Ilustración 13. Características técnicas estante de refrigeración.

*Potencia consumida por estante = 1225 W * 12 horas = 14.7kWh/noche. [24]*

*Potencia consumida islas = 14.7kWh/noche *4 unidades = 58.8kWh/noche. [25]*

- ***Potencia total nocturna consumida nave 02 = 147.47kWh/noche.***
- ***Potencia total nocturna consumida total 3 naves = 188.27kWh/noche.***

La potencia nocturna consumida por las naves 12 y 13 es la que proviene de los cargadores de maquinaria calculados anteriormente.

Es importante saber el consumo nocturno para decidir correctamente por el tipo de comunidad que se va a formar, para comprobar si es favorable la venta de excedente o si por el contrario, la mejor opción es la instalación de baterías que sean capaces de abastecer el consumo nocturno calculado.

Nave	Consumo diurno	Consumo nocturno	Total
02	442.26kWh	147.47kWh	589.73kWh
12	8.8kWh	20.4kWh	29.2kWh
13	8.8kWh	20.4kWh	29.2kWh
Total	459.86kWh	188.27kWh	648.13kWh

Tabla 1. Elaboración propia. Resumen de consumos por nave.

3.1.4 Orientación y producción de cada nave.

Con la ayuda de AUTOCAD se realiza un croquis de planta de las naves que componen la comunidad energética para identificar sin confusiones las vertientes de cada nave. Los tejados de las 3 naves son tejados a dos aguas con una inclinación de 12°.

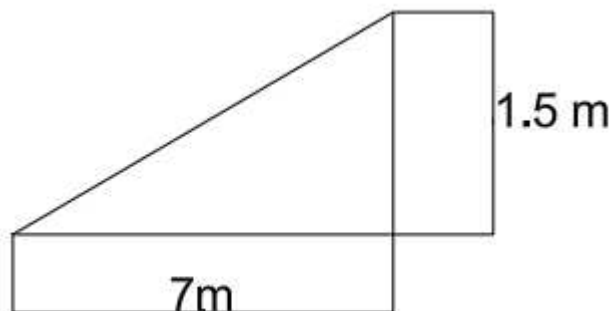


Ilustración 14. Croquis ángulo de inclinación.

Para el cálculo del ángulo de inclinación del tejado se procedió midiendo la distancia horizontal hasta el punto medio, 7 metros, y la altura máxima del tejado, 1.5 metros.

- Ángulo de inclinación del tejado (α) = $\arctg(1.5/7) = 12^\circ$. [26]

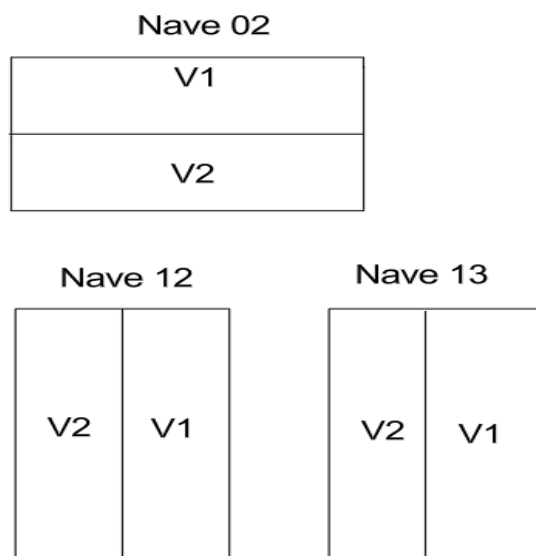


Ilustración 15. Identificación de cada vertiente.

Nave	Vertiente 1 (kWh por KwP)	Vertiente 2(kWh por KwP)
02	NOROESTE(3.94kWh por kWp)	SURESTE(4.52kWh por kWp)
12	NORESTE (3.89 kWh por kWp)	SUROESTE(4.58kWh por kWp)
13	NORESTE (3.89 kWh por kWp)	SUROESTE(4.58kWh por kWp)

Tabla 2. Elaboración propia. Orientación y consumo medio por cada kW instalado.

En la tabla se reflejan la orientación que tiene cada vertiente de los tejados, así como la cantidad de kWh que se pueden generar con 1kWp instalado en cada una de ellas.

Nuestra instalación contará con una generación media de **4.23 kWh/día** por cada kWp instalado.

3.1.5 Paneles fotovoltaicos.

Una vez tenemos la potencia total demandada procedemos a escoger el modelo de panel fotovoltaico elegido para nuestra instalación.

El panel escogido para esta instalación es el panel **EM600-PH de la marca Tensite**. Se trata de un modelo con una potencia de 600 Wp con una superficie de 2,59 metros cuadrados. El motivo principal para elegir estos paneles es por sus dimensiones, mantienen las dimensiones de módulos de menor potencia aumenta la potencia entregada por ellos.

Datos Eléctricos STC		EM600-PH
Máxima potencia (Wp)		600 Wp
Corriente de potencia máxima (Imp)		13,83A
Voltaje de potencia máxima (Vmp)		43,40V
Corriente de cortocircuito (Isc)		14,44A ± 5%
Voltaje de circuito abierto (Voc)		52,00V ± 4%
Eficiencia del módulo		22,45%
Capacidad máx. fusible en serie		25A
Número de Diodos		3
Tolerancia positiva en vatios		0~ +5W
Condiciones de prueba estándar		1000 W/m ² , 25 °C, AM 1.5
Tensión máxima del sistema		1500V / DC
Coefficiente de temperatura Isc		+0,043% / °C
Coefficiente de temperatura Voc		-0,24% / °C
Coefficiente de temperatura Pmp		-0,30% / °C
Rango temperatura funcionamiento		-40°C / +85°C
Temperatura operación célula (TONC)		45°C
Capacidad carga cubierta del módulo (vidrio)		5400Pa IEC61215 (nieve)
Capacidad carga frontal/trasera del módulo		2400Pa IEC61215 (viento)
*Condiciones Estandar de Medida STC: irradiación 1.000 W/m ² , espectro AM1.5, célula a 25°C.		

Ilustración 16. Datos eléctricos panel fotovoltaico.

Características mecánicas	
Cubierta frontal (material/espesor)	Vidrio templado / 3,2mm
Peso del módulo	27,7kg ±3%
Dimensiones del módulo	2278x1134x35mm
Revestimiento (color)	TPT en blanco
Células (cantidad/material/dimensiones)	144(6x12x2) / Silicio monocristalino
Marco (material/color)	Aluminio anodizado / Plata
Grado protección caja de conexiones	≥ IP68
Cables y conectores	4mm ² (IEC), long. 1400mm
Clasificación de calidad	Clase A
Clase de protección eléctrica	Clase II
Clase de seguridad contra incendios	IEC Clase C

Ilustración 17. Características mecánicas panel fotovoltaico.

Para saber la potencia necesaria de la instalación en kWp, dividimos la potencia demandada en un día por nuestra instalación entre la media de potencia generada por nuestros paneles fotovoltaicos.

$$\text{Potencia necesaria} = \frac{648.13 \text{ kWh/día}}{4.23 \text{ kWh/día}} = 153.22 \text{ kWp} \quad [27]$$

El número de paneles necesarios se obtiene de la repartición de los 153.22kWp instalados entre la potencia de cada panel, 600W.

$$\text{Número de paneles} = \frac{153.22kWp}{0.6kW/panel} = 255.366 \text{ paneles} = \mathbf{256 \text{ paneles.}} \quad [28]$$

Necesitaremos un mínimo de 256 paneles para poder abastecer el consumo de nuestra instalación.

3.1.6 Selección y dimensionamiento de los inversores.

3.1.6.1. Nave 02.

El inversor seleccionado es el **Huawei SUN2000-60KTL-M0**, se trata de un inversor de 60 kW de potencia. La nave 02 cuenta con una instalación de 130 paneles del modelo Tenste EM600-PH de 600 W.

$$\text{Potencia FV instalada} = 130 \times 600 \text{ W} = \mathbf{78kWp}$$

Los paneles fotovoltaicos con su tecnología convierten la energía solar en corriente continua, para que esa corriente pueda ser utilizada debe convertirse en corriente alterna. El encargado de esta transformación de corriente continua a corriente alterna es el inversor, una vez la corriente es convertida ya está lista para su uso en la instalación o para su vertido a la red.

Una de las características por las que se ha seleccionado este inversor es por el seguimiento MPPT (seguimiento del punto máximo de potencia). Los paneles fotovoltaicos mejoran su eficiencia dependiendo del voltaje que se le aplica y de la corriente que entregan, el seguimiento MMPT consta de un algoritmo inteligente que se encarga de ajustar de forma automática de cada grupo de paneles para sacar el máximo rendimiento a cada uno.

Esta característica es ideal para proyectos como en el que nos encontramos donde existen diferentes orientaciones dentro de los tejados, aunque el sol incida en cada una de manera diferente, los inversores estarán programados para sacar el máximo rendimiento de cada ramal independientemente de la orientación que tengan.

Una característica fundamental para la elección de este inversor es la del poder de sobredimensionamiento del que dispone, según datos facilitados por el fabricante admite hasta un 150% de sobredimensionamiento, el sobredimensionamiento del inversor es un factor clave en el diseño de la instalación debido a que permite a los paneles fotovoltaicos funcionar a un voltaje más alto, lo que implica un rendimiento energético mayor incluso en condiciones de poca luz.

$$\text{Potencia FV máxima admitida} = 60 \text{ kW} \times 1.5 = 90kWp. \quad [29]$$

$$90 \text{ kWp} > 78 \text{ kWp.} \quad [30]$$

Por tanto, el modelo escogido se adecua a nuestros requerimientos de potencia máxima instalada.

La instalación sobre la nave 02 se realiza en 8 strings (ramales) diferentes:

- 4 strings de 20 paneles.
- 2 strings de 16 paneles.
- 2 strings de 9 paneles.

La conexión entre paneles se realiza en serie, se debe comprobar que la disposición de los paneles es correcta y admitida por el inversor. La tensión a circuito abierto (V_{OC}) de los paneles es de 49 V con una corriente de cortocircuito (I_{CC}) de 15 A.

- Tensión de los strings.

El string de 20 paneles es el mayor en esta nave, por tanto, si cumple los requisitos los demás siendo de menor número de paneles lo cumplirán también.

$$\text{Tensión por string} = 20 \text{ paneles} \times 49 \text{ V} = 980 \text{ V.} \quad [31]$$

La máxima entrada de tensión al inversor es de 1100 V.

$$1100 \text{ V} > 980 \text{ V.} \quad [32]$$

- Corriente de entrada.

La intensidad de cada string es de 15 A muy por debajo de los 22 A permitidos por entrada de MPPT al inversor, así como también se encuentra por debajo de los 30 A de intensidad de cortocircuito.

- Distribución de strings por MPPT

MPPT	Entrada 1	Entrada 2	Nº de paneles	Tensión total	Corriente Por string	Corriente total por MPPT
MPPT 1	String 1	String 2	20	980 V	15 A	30 A
MPPT 2	String 3	String 4	20	980 V	15 A	30 A
MPPT 3	String 5	String 6	16	784 V	15 A	30 A
MPPT 4	String 7	String 8	9	441 V	15 A	30 A

Tabla 3. Elaboración propia. Conexión MPPT.

3.1.6.2. Naves 12 y 13.

Las naves 12 y 13 tienen la misma distribución fotovoltaica formada por 63 módulos de 600 W unitaria del modelo Tenste EM600-PH. Todo lo desarrollado en este apartado será de forma individual para una nave, sirviendo para ambas.

$$\text{Potencia FV instalada} = 63 \times 600 \text{ W} = 37.8 \text{ kWp.} \quad [33]$$

El inversor elegido en este caso es el Huawei SUN2000-36KTL-M3, con una potencia nominal de 36 kW. Este modelo cuenta con la misma tecnología MPPT descrita en el apartado de la nave 02. Algunas características técnicas destacables son:

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

Ilustración 18. Características técnicas de entrada del inversor.

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

Ilustración 19. Características técnicas de salida del inversor.

El poder de dimensionamiento proporcionado por Huawei es del 150 % igual que en el caso anterior.

$$\text{Potencia FV máxima admitida} = 36 \text{ kW} \times 1.5 = \mathbf{54 \text{ kWp}}. \quad [34]$$

$$\mathbf{54 \text{ kWp} > 37.8 \text{ kWp}}. \quad [35]$$

Un valor menor y relativamente lejano al límite evita cualquier riesgo de sobrecarga, garantizando un funcionamiento eficiente.

La instalación sobre las naves se realiza en 4 strings diferentes:

- 2 strings de 20 paneles.
- 1 string de 12 paneles.
- 1 string de 11 paneles.

La conexión entre paneles se realiza en serie, se debe comprobar que la disposición de los paneles es correcta y admitida por el inversor. La tensión a circuito abierto (V_{OC}) de los paneles es de 49 V con una corriente de cortocircuito (I_{CC}) de 15 A.

- Tensión de los strings.

El string de 20 paneles es el mayor en esta nave, por tanto, si cumple los requisitos los demás siendo de menor número de paneles lo cumplirán también.

$$\text{Tensión por string} = 20 \text{ paneles} \times 49 \text{ V} = 980 \text{ V}. \quad [36]$$

La máxima entrada de tensión al inversor es de 1100 V.

$$1100 \text{ V} > 980 \text{ V.} \quad [37]$$

- Corriente de entrada.

La intensidad de cada string es de 15 A muy por debajo de los 22 A permitidos por entrada de MPPT al inversor, así como también se encuentra por debajo de los 30 A de intensidad de cortocircuito.

MPPT	Entrada 1	Entrada 2	Nº de paneles	Tensión total	Corriente Por string	Corriente total por MPPT
MPPT 1	String 1	String 2	20	980 V	15 A	30 A
MPPT 2	String 3	String 4	12/11	588/539 V	15 A	30 A

Tabla 4. Elaboración propia. Resumen conexión de MPPT.

3.1.7. Fijación de los módulos.

La fijación de los módulos a la cubierta se puede hacer de diferentes formas, en este caso, la instalación de los módulos se va a realizar de manera coplanar sobre cubierta metálica grecada.

Para la instalación a la cubierta se utilizarán unos raíles cortos de Novotegra tipo C47 de 385 mm de longitud, para la sujeción de los módulos al perfil se emplearán pinzas de aluminio.



Ilustración 20. Raíles Novotegra C47.

En este modo de instalación los módulos se colocan paralelos a la cubierta de la nave, la utilización de los raíles proporcionará una separación de 47mm a la chapa, lo que beneficia una mejor ventilación de los módulos al no encontrarse en contacto directo con la cubierta metálica.

Para fijar cada módulo se instalan dos raíles por cada uno atornillados a la chapa con tornillos autorroscantes en acero inoxidable con una junta EPDM para garantizar el sellamiento de la unión.

En el plano de la estructura se detallan las medidas y como quedarían fijados los módulos a la cubierta de la nave.

3.2. Protecciones corriente continua.

3.2.1 Diseño y dimensionamiento de la caja de strings.

Para cumplir con la norma UNE-HD-60364-7-712:2017 reguladora de los sistemas de alimentación solar fotovoltaico y aumentar la seguridad de la instalación se decide instalar cajas de strings antes de la entrada a los inversores.

Ventajas de utilizar una caja de strings:

- Permite seccionar manualmente y de forma segura cada string.
- Incluye protecciones contra sobretensiones y sobreintensidades.
- Protección del inversor.

3.2.2 Protección contra sobreintensidades.

La normativa del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, más concretamente en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-40, establece la obligación de disponer de protecciones contra sobreintensidades a las instalaciones generadoras. Ante una sobreintensidad producida en alguno de los ramales los demás seguirán con su funcionamiento normal.

Para cumplir con la normativa se seleccionan fusibles gPV, son fusibles específicos para instalaciones fotovoltaicas, se encargan de proteger las instalaciones contra la corriente excesiva causada por las corrientes inversas que pueden generar estos sistemas.

3.2.2.1. Cálculo y selección de los fusibles.

- Nave 02

La instalación de esta nave consta de 8 strings conectados en serie, teniendo una intensidad de cortocircuito de 14.14 A cada uno de ellos, dato proporcionado por el fabricante. Para la protección por sobreintensidades de cada ramal se procede a instalar fusibles tipo gPV en cada uno de ellos.

La UNE-HD-60364-7-712:2017 en su apartado 712.431.102 proporciona la siguiente fórmula para el dimensionamiento del fusible:

$$I_{cc} * 1.1 \leq I_n \leq I_{MAX_FV}. \quad [38]$$

$$1.1 \times 14.44 \text{ A} \leq I_n \leq 25 \text{ A}. \quad [39]$$

$$15.88 \leq I_n \leq 25 \text{ A}. \quad [40]$$

El valor normalizado inmediatamente superior a 15.88 es el de 20 A. Como anteriormente se ha calculado la tensión máxima en esta nave puede ser de 980 V por lo que se opta por

un fusible gPV de 20 A con tensión nominal de 1500 V, tal y como recomiendan la mayoría de fabricantes.

Modelo: Fusible ZR- Vcc (10x85) de 20A gPV.



Ilustración 21. Fusible gPv 20 A.

Tamaño	10x85
Intensidad nominal	20 A
Tensión nominal	1500 Vcc
Poder de corte	50 kA
Clase	gPV
Cumple con norma	IEC60269-6
Embalaje	10 unidades

Ilustración 22. Características técnicas fusible.

- Nave 12 y 13.

La instalación en estas naves es igual, cuentan con 4 strings conectados en serie, con una intensidad de 14.14 A cada string, dato proporcionado por el fabricante. El fusible a instalar será del tipo gPV, se instalará un fusible por string.

La UNE-HD-60364-7-712:2017 en su apartado 712.431.102 proporciona la siguiente fórmula para el dimensionamiento del fusible:

$$I_{cc} * 1.1 \leq I_n \leq I_{MAX_FV}. \quad [41]$$

$$1.2 x 14.44 A \leq I_n \leq 25 A. \quad [42]$$

$$15.88 \leq I_n \leq 25 A. \quad [43]$$

Tras el resultado de 15.88 A se decide instalar un fusible gPV de 20 A, con una tensión nominal de 1500 V. El fusible escogido es el mismo que la nave 02.

Modelo: Fusible ZR-Vcc (10x85) de 20 A gPV.



Ilustración 23. Fusible gPV de 20 A.

3.2.3. Protección contra sobretensiones.

Para evitar sobretensiones debidas a caídas indirectas de rayos, maniobras de conmutación en la red o inducciones electromagnéticas, nuestra instalación debe estar protegida en caso de sobretensiones.

La base legal viene regulada en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, indicando en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-40 que toda instalación generadora debe instalar dispositivos de protección contra sobretensiones, si existe riesgo de caída de rayos, se ubica en zonas abiertas o se conecta a la red.

El dispositivo de protección contra sobretensiones (SPD) desvía la energía de la sobretensión transitoria hacia tierra evitando que se transmita al inversor o toda la instalación.

3.2.3.1. Cálculo y selección de protección contra sobretensiones.

- Nave 02.

Al igual que con los fusibles se selecciona la protección con una tensión nominal de 1500 V, de forma común los SPD tipo II tienen una intensidad nominal mayor o igual a 20 kA por polo para cubrir la ausencia de pararrayos.

Modelo: CS-40-PV1500/3s.



Ilustración 24. Protección contra sobretensiones.

Imagen 24.

Voltaje nominal DC	1500 V
Corriente de descarga (In)	20 kA
Corriente de descarga máxima (Imax)	40 kA
Nivel de protección de voltaje	5200 V
Tiempo de repuesta	< 25 ns
Número de puertos	1
Temperatura de funcionamiento	-40°C a 70°C
Montaje	Carril DIN 35 mm
Grado de protección	IP20

Ilustración 25. Características técnicas protección contra sobretensiones.

- Nave 12 y 13.

El dimensionado de las protecciones contra sobretensiones se realiza del mismo modo que en la nave 02. Se escoge un SPD tipo II con una intensidad de corte de 20kA por polo para cubrir la ausencia de pararrayos.

Modelo: CS-40-PV1500/3s.



Ilustración 26. Protección contra sobretensiones.

3.2.4. Interruptor-seccionador de corriente continua.

El interruptor es un elemento fundamental en una instalación con caja de strings, permite el corte de la corriente entre los módulos y el inversor, esencial para labores de mantenimiento o situaciones de peligro. Permite abrir el circuito mientras circula la corriente sin dañar los elementos ni provocar arcos eléctricos.

La norma reguladora es la UNE-HD-603647-712-2017 donde se refleja la obligación de incluir un interruptor-seccionador en el lado de corriente continua, capaz de interrumpir la línea positiva y negativa de forma simultánea.

3.2.4.1. Cálculo y selección del interruptor seccionador.

- Nave 02.

$$I_{TOTAL} = 8 \text{ strings} \times 14.44 = 115.52 \text{ A.} \quad [44]$$

Seleccionamos un seccionador de 125 A y 1500 V, con corte bajo carga cumpliendo con el requisito de interrupción de línea positiva y negativa simultáneamente.

Modelo: Interruptor seccionador, OT125F6, del fabricante ABB.



Ilustración 27. Interruptor-seccionador.

Atributo	Valor
Número de Polos	OT
Corriente Máxima	125A
Tipo de Montaje	Montaje de la base
Índice de Protección IP	IP20
Potencia Nominal	45kW
Número de modelo	OT125F6
Serie	OT

Ilustración 28. Características técnicas interruptor-seccionador.

- Nave 12 y 13.

$$I_{TOTAL} = 4 \text{ strings} \times 14.44 = 57.76 \text{ A.} \quad [45]$$

El seccionador será de 80 A con una tensión máxima de 1500 V, con corte bajo carga y capaz de seccionar línea positiva y negativa a la misma vez.



Ilustración 29. Interruptor-seccionador.

3.2.5 Envolverte de la caja de strings.

Una parte importante de la caja de string es la caja propiamente dicha se trata del elemento de protección de todos los demás. En ella irán alojados todos los componentes de protección del lado de continua.

Para cumplir con los requisitos exigidos por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, la envolvente al estar situada al aire debe tener una protección tipo IP43 y resistencia mecánica mínimo IK09, como reflejan las normas UNE 20.324 y UNE-EN 50.102 respectivamente.

La envolvente será la misma en las 3 naves, con la diferencia de que en la nave 12 y 13 se instalarán 8 fusibles mientras que en la nave 02 será 16.

La envolvente estará formada en su interior por:

- 16 fusibles gPV montados en portafusibles sobre carril DIN.
 - 1 SPD tipo II montado sobre carril DIN.
 - 1 interruptor-seccionador bipolar.
 - Borneras de entrada y salida.
 - Barras de puesta a tierra conectada a la envolvente y a los dispositivos.
- Modelo: Puerta ciega Spacial S3D.



Ilustración 30. Envolverte caja de strings.

- ✓ Diseñado para entornos severos con cuerpo de acero y acabado superficial en polvo de poliéster epoxi.
- ✓ Alta resistencia al polvo y a la entrada de agua con clasificación IP55.
- ✓ Alta resistencia al impacto gracias a su clasificación IK10.
- ✓ Dos puertas lisas que se abren hasta 120° y son reversibles.
- ✓ Cierre de tres puntos con inserto de doble barra de 3 mm para mayor seguridad.

Ilustración 31. Características envolvente.

(Esta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)

3.3. Protecciones corriente alterna.

Las naves antes de comenzar la instalación fotovoltaica y de la creación de la comunidad energética ya contaba con protecciones de corriente alterna, sin embargo, el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión estipula que toda instalación generadora debe tener sus propias protecciones, por lo que estas protecciones estarán destinadas a la instalación fotovoltaica. Para la selección de las protecciones se seguirán las ITC-BT-22, ITC-BT-23 e ITC-BT-24 y normas UNE específicas.

Los elementos de protección irán en una caja estanca de corriente alterna entre el inversor y el CGBT.

3.3.1 Protección contra sobreintensidades.

Estas protecciones están destinadas a proteger a la instalación ante sobrecargas y cortocircuitos, se desconecta automáticamente al detectar un fallo. Se instalará un magnetotérmico con un calibre mayor a la corriente de diseño (cumpliendo con el 125% estipulado en la norma) y menor a la intensidad máxima admisible por el conductor (aplicando el factor de corrección térmico).

- Nave 02.

$$I_d = 108.25 \text{ A}; I_{MAX_CON} = 133.77 \text{ A} \quad [99]$$

$$108.25 \text{ A} \leq 125 \text{ A} \leq 133.77 \text{ A} \quad [100]$$

Teniendo en cuenta estos requisitos de intensidades se selecciona un magnetotérmico de 125 A, 4 polos y curva D, disparo 10-20 veces la corriente nominal.

Dispone de un poder de corte de 10kA, con una tensión nominal de 400 V.

Modelo: ABB S804PV-D125.

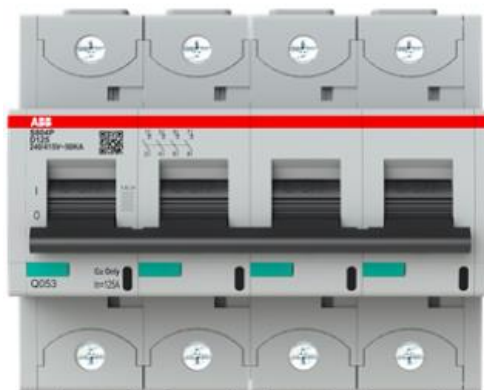


Ilustración 32. Magnetotérmico ABB S804PV-D125

- Nave 12 y 13.

$$I_d = 64.95 \text{ A}; I_{MAX_CON} = 87.36 \text{ A.} \quad [101]$$

$$64.95 \text{ A} \leq 80 \text{ A} \leq 87.36 \text{ A.} \quad [102]$$

Teniendo en cuenta estos requisitos de intensidades se selecciona un magnetotérmico de 125 A, 4 polos y curva D, disparo 10-20 veces la corriente nominal.

Dispone de un poder de corte de 50kA, con una tensión nominal de 400 V.

Modelo: ABB S804PV-D80.

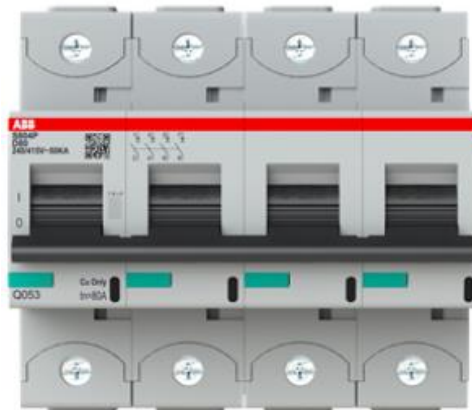


Ilustración 33. Magnetotérmico ABB S804PV-D125

3.3.2 Protección diferencial.

La protección diferencial debe proteger a las personas frente a los contactos indirectos y detectar corrientes de fuga en los inversores porque no disponen de transformador. Por normativa debe ser tipo B al no haber transformador, con una sensibilidad de 30 mA para la protección de personas.

- Nave 02.

Para esta nave la protección diferencial será de 4 polos con 125 A, 30 mA de sensibilidad y tipo B.

Modelo: ABB F204 B-125/0.03.



Ilustración 34. Diferencial ABB F204 B-125/0.03

- Nave 12 y 13.

Para esta nave la protección diferencial será de 4 polos con 80 A, 30 mA de sensibilidad y tipo B.

Modelo: ABB F204 B-80/0.03.

3.3.3. Protecciones contra sobretensiones.

Las protecciones contra sobretensiones protegen los equipos eléctricos ante sobretensiones transitorias de origen atmosférico o de maniobra. Se instalará un SPD tipo II con 4 polos, teniendo una descarga de mínimo 20kA.

- Nave 02.

Modelo: DEHN DG MOD TT 275 FM



Ilustración 35. Protección contra sobretensiones DEHN DG MOD TT 275 FM

Tiene una corriente máxima de descarga de 40kA con desconexión térmica, protege la línea frente a sobretensiones transitorias.

- Nave 12 y 13.

Se instala el mismo SPD.

3.3.4. Interruptor – seccionador.

El interruptor seccionador permite poder desconectar la instalación generadora de manera física y segura.

- Nave 02

El interruptor seccionador de esta nave será del tipo interruptor rotativo de 4 polos con una intensidad mayor o igual a 125 A.

Modelo : ABB OT60F4.



Ilustración 36. Interruptor seccionador ABB OT60F4.

- Nave 12 y 13.

Para estas naves el interruptor es del mismo tipo que el anterior, pero con una intensidad mayor o igual a 80 A.

3.4. Cableado de corriente continua.

Para el diseño y dimensionamiento del cableado que unirá toda la instalación de corriente continua debemos referirnos a la norma UNE-HD-60364-5-52:2022 donde se referencia las intensidades máximas admisibles, así como la caída de tensión máxima permitida, la UNE-EN-50618 referente a cables para sistemas fotovoltaicas y al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Como marca la ITC-BT-40 del REBT los cables deberán tener una dimensión de intensidad no inferior al 125% de la máxima proporcionada por el generador, así como no superar una caída de tensión del 1.5%.

El porcentaje de caída de tensión se divide en dos tramos, desde los paneles fotovoltaicos a caja de strings debe ser inferior al 1% y desde la caja de string al inversor menos de 0.5%, valores recomendados por los fabricantes.

Los criterios para los cálculos de las secciones y caídas de tensión máximas en el cableado será el siguiente.

$$I_z \geq I_b \quad [46]$$

Donde:

I_z → Intensidad admisible del conductor.

I_b → Corriente de diseño del circuito.

$$\Delta V = 2 \times I \times R \times L \quad [47]$$

Donde:

ΔV → Caída de tensión en V.

I → Intensidad módulo fotovoltaico en A.

R → Resistencia del conductor en Ω .

L → Longitud del conductor en km.

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\gamma \cdot \Delta V} \quad [48]$$

Donde:

S → Sección del conductor en mm^2 .

I → Intensidad módulo fotovoltaico en A.

L → Longitud del conductor en m.

$\gamma \rightarrow$ Conductividad del cobre a 90°C, 44 m / Ω mm².

$\Delta V \rightarrow$ Caída de tensión máxima admisible en el tramo en V.

Para la caída de tensión en la fórmula de la sección del conductor la ITC-BT-40 indica que la caída de tensión máxima no puede superar el 1.5%, nuestra instalación de corriente continua es de 1000 V como máximo. La caída de tensión máxima será de 15 V, 10 V para el tramo entre paneles y caja de strings y de 5 V para el tramos entre la caja de strings y el inversor.

El conductor adecuado para nuestra instalación será de cobre con un aislamiento de 90°C, resistente a rayos UV, apto para intemperie y compatible con 1500 V, el cable será de tipo H1Z2Z2-K como estipula la norma para instalaciones fotovoltaicas. Los conectores para la conexión de todo el cableado serán de tipo MC4.

Tal y como se ha diseñado nuestra instalación la norma UNE-HD 60364-5-52:2022 cataloga nuestra instalación de cables tipo C.

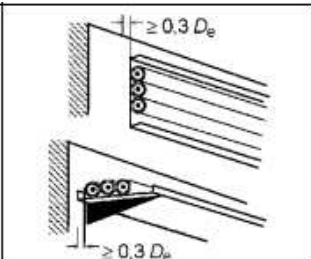
30		<p>Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas no perforadas en recorrido horizontal o vertical c^h</p>	C, con elemento 2 de la tabla B.52.17
----	--	--	---------------------------------------

Ilustración 37. Tabla A.52.3. UNE-HD 60364-5-52:2022

3.4.1. Cableado entre paneles del mismo string.

- Nave 02.

$$\Delta V = 2 \times I \times R \times L = 2 \times 14.44 \times 5.09 \times 0.001 = 0.1469 \text{ V.} \quad [49]$$

$$\% \Delta V = \frac{0.1469}{1000} \times 100 = 0.015 \% \quad [50]$$

$$S = \frac{2 \times 14.44 \times 1}{44 \times 10} = 0.0656 \text{ mm}^2 \quad [51]$$

Por seguridad y por cómo se realiza habitualmente en este tipo de instalaciones se selecciona una sección de 4 mm², con una intensidad máxima de 45 A. La ITC-BT-40 exige un coeficiente de seguridad de 125%:

$$I_{\text{diseño}} = 1.25 \times 14.14 = 17.68 \text{ A.} \quad [52]$$

$$45 \text{ A} > 17.68 \text{ A.} \quad [53]$$

Debemos aplicar un factor de reducción de 0.85.

$$I_{\text{adm}} = 45 \times 0.85 = 38.25 \text{ A.} \quad [54]$$

$$38.25 \text{ A} > 17.68 \text{ A.} \quad [55]$$







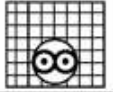
Sección nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D1
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	19	18,5	23	22	24	25	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502
Aluminio							
2,5	20	19,5	25	23	26	26	
4	27	26	33	31	35	33	
6	35	33	43	40	45	42	
10	48	45	59	54	62	55	
16	64	60	79	72	84	71	76
25	84	78	105	94	101	90	98
35	103	96	130	115	126	108	117
50	125	115	157	138	154	128	139
70	158	145	200	175	198	158	170
95	191	175	242	210	241	186	204
120	220	201	281	242	280	211	233
150	253	230	307	261	324	238	261
185	288	262	351	300	371	267	296
240	338	307	412	358	439	307	343
300	387	352	471	415	508	346	386

Ilustración 38. Tabla B.52.5 UNE-HD 60634-5-52-2022

El conductor seleccionado para este tramo es el cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K de 4 mm².

- Nave 12 y 13.

El conexionado se realiza de la misma manera, con los mismos valores de intensidad y voltaje por lo que la instalación en estas dos naves será de la misma manera, cumpliendo los mismos requisitos.

Cable seleccionado: TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K de 4 mm².



Ilustración 39. Cable TopSolar PV de 4mm²

3.4.2 Cableado desde los módulos a la caja de strings.

- Nave 02.

En este tramo nos encontramos con strings de diferentes longitudes por lo que se calcula todo para el string de mayor longitud de paneles, caso más desfavorable, para comprobar la sección mínima de cable y la caída de tensión.

$$\Delta V = 2 \times I \times R \times L = 2 \times 14.44 \times 5.09 \times 0.02 = 2.94 \text{ V.} \quad [56]$$

$$\% \Delta V = \frac{2.94}{1000} \times 100 = 0.294 \% \quad [57]$$

$$S = \frac{2 \times 14.44 \times 20}{44 \times 10} = 1.3127 \text{ mm}^2 \quad [58]$$

Con una sección de 4 mm² se cumplirían SUN1 58 los requisitos, pero al tener un agrupamiento hay que aplicar un coeficiente de reducción de 0.5.

Como indica la ITC-BT-40 el cableado debe tener un coeficiente de seguridad del 125%

$$I_{\text{diseño}} = 1.25 \times 14.14 = 17.68 \text{ A.} \quad [59]$$

$$45 \text{ A} > 17.68 \text{ A.}$$

Debemos aplicar un factor de reducción de 0.85 por el tipo de instalación del cableado.

$$I_{\text{adm}} = 45 \times 0.85 = 38.25 \text{ A.} \quad [60]$$

$$38.25 \text{ A} > 17.68 \text{ A.} \quad [61]$$

Aplicando el coeficiente de 0.5 por agrupamiento e incremento térmico:

$$I_{\text{adm}} = 38.25 \times 0.5 = 19.12 \text{ A.} \quad [62]$$

Seguiría siendo mayor la intensidad admisible que la real, pero atendiendo a las recomendaciones de fabricantes y reglamentos se decide utilizar una sección de 6 mm² para una mayor seguridad respecto al aumento térmico.








Sección nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D1
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	19	18,5	23	22	24	25	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502
Aluminio							
2,5	20	19,5	25	23	26	26	
4	27	26	33	31	35	33	
6	35	33	43	40	45	42	
10	48	45	59	54	62	55	
16	64	60	79	72	84	71	76
25	84	78	105	94	101	90	98
35	103	96	130	115	126	108	117
50	125	115	157	138	154	128	139
70	158	145	200	175	198	158	170
95	191	175	242	210	241	186	204
120	220	201	281	242	280	211	233
150	253	230	307	261	324	238	261
185	288	262	351	300	371	267	296
240	338	307	412	358	439	307	343
300	387	352	471	415	508	346	386

Ilustración 40. Tabla B.52.5. UNE-HD 60634-5-52:2022

Para 6 mm²:

$$I_{adm} = 58 \times 0.85 = 49.3 \text{ A.} \quad [63]$$

$$49.3 \text{ A} > 17.68 \text{ A.} \quad [64]$$

Aplicando el coeficiente de 0.5 por agrupamiento e incremento térmico:

$$I_{adm} = 49.3 \times 0.5 = 24.65 \text{ A.} \quad [65]$$

El conductor seleccionado es el TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K de 6mm² compatible con conectores MC4 o bornas en caja de string.

- Nave 12 y 13.

El conexionado se realiza de la misma manera, con los mismos valores de intensidad y voltaje por lo que la instalación en estas dos naves será de la misma manera, cumpliendo los mismos requisitos.

Cable seleccionado: TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K de 6 mm^2 compatible con conectores MC4 o bornas en caja de string.

3.4.3. Cableado desde la caja de strings a inversor.

- Nave 02.

En este tramo de instalación se cumplen los mismos requisitos de diseño que en el apartado anterior por lo que se realiza la misma selección de diámetro de cable, 6 mm^2 .

Cable seleccionado: TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K de 6 mm^2 compatible con conectores MC4 o bornas en caja de string.

- Nave 12 y 13.

En este tramo de instalación se cumplen los mismos requisitos de diseño que en el apartado anterior por lo que se realiza la misma selección de diámetro de cable, 6 mm^2 .

Cable seleccionado: TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K de 6 mm^2 compatible con conectores MC4 o bornas en caja de string.

3.5. Cableado de corriente alterna.

Tras pasar la corriente por el inversor se realiza la transformación de corriente continua, obtenida de los módulos, a corriente alterna. La instalación de corriente alterna se va a realizar por tramos, un primer tramo desde la salida del inversor hasta el cuadro de protecciones de corriente alterna (cuadro de AC) y un segundo tramo desde el cuadro de corriente alterna hasta el cuadro general de baja tensión (CGBT).

Para el diseño de esta parte de la instalación se deberán cumplir las especificaciones técnicas establecidas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y la norma UNE-HD-60364-5-52. La caída máxima de tensión permitida es del 1.5% con una dimensión del 125%, al menos, de la corriente nominal del inversor.

Para el cableado el material empleado será cobre, libre de alógenos, resistente a UV y con un aislamiento de 90°C. El tipo de instalación será tipo C, bandeja no perforada. El conductor elegido será del tipo RZ1-K (AS) 0.6/1 kV CPR con un aislamiento XLPE.

Datos del inversor.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * f_{dp} * V} \quad [66]$$

Donde:

P → Potencia del inversor, 60000W.

I_n → Intensidad de salida del inversor en A.

f_{dp} → Factor de potencia, en el catálogo del inversor, facilitado en el anexo, se especifica que el inversor regula el f_{dp} para trabajar a f_{dp}=1.

V → Tensión de línea, 400 V.

Para la comprobación de la caída de tensión se utilizará la siguiente fórmula.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * L * I * f_{dp}}{\gamma * S} \quad [67]$$

Donde:

L → Longitud del conductor en metros.

I → Intensidad de salida del inversor.

S → Sección del conductor en mm².

γ → Conductividad del cobre a 40 °C, 52 m/Ω mm².

Caída de tensión máxima admitida por tramo.

$$\Delta V_{m\acute{a}x} = 1 \% \times 400 = 4 \text{ V.} \quad [68]$$

$$\Delta V_{m\acute{a}x} = 0.5 \% \times 400 = 2 \text{ V.} \quad [69]$$

La caída de tensión en todo el tramo de corriente alterna debe ser de 1.5%, se aplicará un 1% de caída de tensión en el tramo entre el inversor y el cuadro de AC y un 0.5% entre el cuadro de AC y el CGBT.

3.5.1. Inversor a cuadro de AC.

- Nave 02

La potencia de salida del inversor es de 60kW por lo que a partir de la potencia y el valor de tensión en la línea obtenemos la intensidad de salida del inversor.

$$I_n = \frac{60000}{\sqrt{3} \cdot 1 \cdot 400} = 86.60 \text{ A. [70]}$$

La intensidad aplicando el 125% de la norma resulta:

$$I_b = 1.25 \times 86.60 \text{ A} = 108.25 \text{ A. [71]}$$

Tabla B.52.5 - Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación de la tabla B.52.1 - Cables aislados con XLPE/EPR, tres conductores cargados, cobre o aluminio - Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno

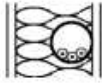
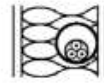





Sección nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D2
							
	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23
2,5	23	22	28	26	30	28	30
4	31	30	37	35	40	36	39
6	40	38	48	44	52	44	49
10	54	51	66	60	71	58	65
16	73	68	88	80	96	75	84
25	95	89	117	105	119	96	107
35	117	109	144	128	147	115	129
50	141	130	175	154	179	135	153
70	179	164	222	194	229	167	188
95	216	197	269	233	278	197	226
120	249	227	312	268	322	223	257
150	285	259	342	300	371	251	287
185	324	295	384	340	424	281	324
240	380	346	450	398	500	324	375
300	435	396	514	455	576	365	419

Ilustración 41. Tabla B.52.5 UNE-HD 60634 -5-52:2022

Por la intensidad obtenida de salida del inversor, con una sección de 25 mm² se cumpliría el requisito con una intensidad máxima de 119 A, pero hay que aplicar un factor de corrección térmico 0.91 para realizar los cálculos a 40°C.

$$I_{MÁX} = 119 \times 0.91 = 108.29 \text{ A. [72]}$$

Demasiado cercano a nuestra intensidad de salida del inversor, 108.25 A, se decide aumentar la sección a 35mm².

$$I_{MÁX} = 147 \times 0.91 = 133.77 \text{ A.} \quad [73]$$

$$133.77 > 108.25 \text{ A.} \quad [74]$$

Tabla B.52.14 - Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en el aire

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

Ilustración 42. Tabla B.52.14 UNE-HD 60634-5-52:2022

Una vez calculada la sección se comprueba la caída de tensión.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 108.25 \cdot 1}{52 \cdot 35} = 1.03 \text{ V} \quad [75]$$

$$\% \Delta V = \frac{1.03}{400} \times 100 = 0.257\% \quad [76]$$

$$1\% > 0.257\%$$

El cable elegido es del tipo RZ1-K 0.6/1 kV de 35 mm² de la marca RCT cables.

- Nave 12 y 13.

La potencia de salida del inversor es de 36kW por lo que a partir de la potencia y el valor de tensión en la línea obtenemos la intensidad de salida del inversor.

$$I_n = \frac{36000}{\sqrt{3} \cdot 1 \cdot 400} = 51.96 \text{ A. [77]}$$

La intensidad aplicando el 125% de la norma resulta:

$$I_b = 1.25 \times 51.96 \text{ A} = 64.95 \text{ A. [78]}$$

Tabla B.52.5 - Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación de la tabla B.52.1 - Cables aislados con XLPE/EPR, tres conductores cargados, cobre o aluminio - Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno

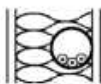
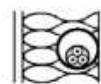





Sección nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23
2,5	23	22	28	26	30	28	30
4	31	30	37	35	40	36	39
6	40	38	48	44	52	44	49
10	54	51	66	60	71	58	65
16	73	68	88	80	96	75	84
25	95	89	117	105	119	96	107
35	117	109	144	128	147	115	129
50	141	130	175	154	179	135	153
70	179	164	222	194	229	167	188
95	216	197	269	233	278	197	226
120	249	227	312	268	322	223	257
150	285	259	342	300	371	251	287
185	324	295	384	340	424	281	324
240	380	346	450	398	500	324	375
300	435	396	514	455	576	365	419

Ilustración 43. Tabla B.52.5 UNE-HD 60634-5-52:2022

Por la intensidad obtenida de salida del inversor, con una sección de 10 mm² se cumpliría el requisito con una intensidad máxima de 71 A, pero hay que aplicar un factor de corrección térmico 0.91 para realizar los cálculos a 40°C.

$$I_{MÁX} = 71 \times 0.91 = 64.61 \text{ A. [79]}$$

Con una sección de 10 mm² la intensidad máxima después del factor de corrección es menor que la intensidad de salida del inversor, aumentamos la sección del cable a 16 mm² con una intensidad máxima de 96 A.

$$I_{MÁX} = 96 \times 0.91 = 87.36 \text{ A. [80]}$$

$$87.36 \text{ A} > 64.95 \text{ A. [81]}$$

Una vez calculada la sección se comprueba la caída de tensión.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 8 \cdot 64.95 \cdot 1}{52 \cdot 16} = 1.08 \text{ V [82]}$$

$$\% \Delta V = \frac{1.08}{400} \times 100 = 0.27\% [83]$$

$$1\% > 0.27\% [84]$$

El cable elegido es del tipo RZ1-K 0.6/1 kV de 16 mm² de la marca RCT cables.

3.5.2. Cuadro AC a CGBT.

- Nave 02.

$$Intensidad \text{ de } diseño = 108.25 \text{ A. [85]}$$

Tabla B.52.5 - Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación de la tabla B.52.1 - Cables aislados con XLPE/EPR, tres conductores cargados, cobre o aluminio - Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno

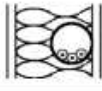
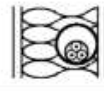



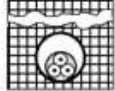
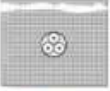
Sección nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D2
							
	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23
2,5	23	22	28	26	30	28	30
4	31	30	37	35	40	36	39
6	40	38	48	44	52	44	49
10	54	51	66	60	71	58	65
16	73	68	88	80	96	75	84
25	95	89	117	105	119	96	107
35	117	109	144	128	147	115	129
50	141	130	175	154	179	135	153
70	179	164	222	194	229	167	188
95	216	197	269	233	278	197	226
120	249	227	312	268	322	223	257
150	285	259	342	300	371	251	287
185	324	295	384	340	424	281	324
240	380	346	450	398	500	324	375
300	435	396	514	455	576	365	419

Ilustración 44. Tabla B.52.5 UNE-HD 60634-5-52:2022

Por la intensidad de diseño, con una sección de 25 mm² se cumpliría el requisito con una intensidad máxima de 119 A, pero hay que aplicar un factor de corrección térmico 0.91 para realizar los cálculos a 40°C.

$$I_{MÁX} = 119 \times 0.91 = 108.29 \text{ A.} \quad [86]$$

Demasiado cercano a nuestra intensidad de salida del inversor, 108.25 A, se decide aumentar la sección a 35mm².

$$I_{MÁX} = 147 \times 0.91 = 133.77 \text{ A.} \quad [87]$$

$$133.77 > 108.25 \text{ A} \quad [88]$$

Una vez calculada la sección se comprueba la caída de tensión.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot 108.25 \cdot 1}{52 \cdot 35} = 0.206 \text{ V} \quad [89]$$

$$\% \Delta V = \frac{0.206}{400} \times 100 = 0.0515\% \quad [90]$$

$$0.5 \% > 0.0515\%. \quad [91]$$

El cable elegido es del tipo RZ1-K 0.6/1 kV de 35 mm² de la marca RCT cables.

- Naves 12 y 13.

$$\text{Intensidad de diseño} = 64.95 \text{ A.} \quad [92]$$

Tabla B.52.5 - Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación de la tabla B.52.1 - Cables aislados con XLPE/EPR, tres conductores cargados, cobre o aluminio - Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno








Sección nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D2
							
	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23
2,5	23	22	28	26	30	28	30
4	31	30	37	35	40	36	39
6	40	38	48	44	52	44	49
10	54	51	66	60	71	58	65
16	73	68	88	80	96	75	84
25	95	89	117	105	119	96	107
35	117	109	144	128	147	115	129
50	141	130	175	154	179	135	153
70	179	164	222	194	229	167	188
95	216	197	269	233	278	197	226
120	249	227	312	268	322	223	257
150	285	259	342	300	371	251	287
185	324	295	384	340	424	281	324
240	380	346	450	398	500	324	375
300	435	396	514	455	576	365	419

Ilustración 45. Tabla B.52.5. UNE-HD 60634-5-52:2022

Por la intensidad de diseño, con una sección de 10 mm^2 se cumpliría el requisito con una intensidad máxima de 71 A, pero hay que aplicar un factor de corrección térmico 0.91 para realizar los cálculos a 40°C .

$$I_{MÁX} = 71 \times 0.91 = 64.61 \text{ A.} \quad [93]$$

La intensidad tras el factor de corrección es menor a nuestra intensidad de diseño por lo que se aumenta la sección a 16 mm^2 .

$$I_{MÁX} = 96 \times 0.91 = 87.36 \text{ A.} \quad [94]$$

$$87.36 > 64.95 \text{ A} \quad [95]$$

Una vez calculada la sección se comprueba la caída de tensión.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 2 \times 64.95 \times 1}{52 \times 16} = 0.27 \text{ V} \quad [96]$$

$$\% \Delta V = \frac{0.27}{400} \times 100 = 0.0675\% \quad [97]$$

$$0.5 \% > 0.0675\%. \quad [98]$$

El cable elegido es del tipo RZ1-K 0.6/1 kV de 16 mm^2 de la marca RCT cables.

(Esta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)

3.6. Canalizaciones y fijación de módulos.

3.6.1 Canalizaciones cableado de corriente continua en cubierta.

- Nave 02.

En la instalación de la nave 02 tenemos 8 strings, cada uno con dos cables, es decir, tenemos un total de 16 cables en cubierta. La ITC-BT-21 especifica que para más de 5 conductores la sección del tubo debe ser 2.5 veces la superficie ocupada por los conductores.

Disponemos de 16 cables de 6mm^2 de sección y un diámetro de 6mm, según ficha técnica proporcionada por el fabricante e incluida en el anexo.:

$$\text{Superficie total de cables} = 16 \times \pi \times \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 452.39 \text{ mm}^2 \quad [103]$$

$$\text{Superficie mínima de canalización} = 452.39 \times 2.5 = 1130.97 \text{ mm}^2 \quad [104]$$

La canalización escogida es una bandeja de rejilla de acero de la marca Rejiband, modelo black C8 con una sección de 1208 mm^2 . Dispone de tapa metálica.



Ilustración 46. Canalización Rejiband black C8

- Naves 12 y 13.

A diferencia con la nave 02 en estas naves tenemos 4 strings, lo que supone 8 conductores de 6 mm^2 , su diámetro es de 6 mm.

$$\text{Superficie total de cables} = 8 \times \pi \times \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 226.19 \text{ mm}^2 \quad [105]$$

$$\text{Superficie mínima de canalización} = 226.19 \times 2.5 = 565.475 \text{ mm}^2 \quad [106]$$

La canalización escogida es una bandeja de rejilla de acero de la marca Rejiband, modelo black C8 con una sección de 1208 mm^2 . Dispone de tapa metálica.

3.6.2 Canalización en fachada

La conexión entre la caja de strings y el inversor se realiza en una canalización por fachada, será llevado a cabo con una canalización ciega metálica. Esta canalización no tiene la misma facilidad de ventilación por ellos se utilizará un tamaño mayor al calculado para contrarrestar esta falta de ventilación.

- Nave 02.

$$\text{Superficie total de cables} = 16 \times \pi \times \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 452.39 \text{ mm}^2 \quad [107]$$

$$\text{Superficie mínima de canalización} = 452.39 \times 2.5 = 1130.97 \text{ mm}^2 \quad [108]$$

Se utilizará una bandeja ciega de 60x100, en concreto la AISCAN CMC 60x100.

- Naves 12 y 13.

$$\text{Superficie total de cables} = 8 \times \pi \times \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 226.19 \text{ mm}^2 \quad [109]$$

$$\text{Superficie mínima de canalización} = 226.19 \times 2.5 = 565.47 \text{ mm}^2 \quad [110]$$

Se utilizará una bandeja ciega de 60x100, en concreto la AISCAN CMC 60x100



Ilustración 47. Bandeja ciega AISCAN CMC

3.6.3. Canalización corriente alterna por pared.

Las conexiones desde la salida del inversor hacia la caja de AC así como al CGBT están realizadas con el tipo de cable RZK-K 0,6/1 kV de 35 mm², tendremos los cables de las 3 fases, un neutro y otro de puesta tierra, un total de 5 cables. El diámetro de estos cables es de 12.1 mm, dato proporcionado por la ficha técnica. Se introduce también el tubo dedicado al conexionado de comunicaciones, el tubo tiene un diámetro de 23.4 mm.

$$\text{Superficie total de cables} = 5 \times \pi \times \left(\frac{12.1}{2}\right)^2 = 574.95 \text{ mm}^2 \quad [111]$$

$$\text{Superficie tubo} = \pi \times \left(\frac{23.4}{2}\right)^2 = 430.05 \text{ mm}^2 \quad [112]$$

$$\text{Sección mínima del tubo} = 1005 \times 2.5 = 2512.5 \text{ mm}^2 \quad [113]$$

Se utilizará una bandeja ciega de 60x100, en concreto la AISCAN CMC 60x100.

- Naves 12 y 13.

En estas naves la sección del cable es de 16 mm², para esta medida el fabricante nos indica un diámetro de 10mm.

$$\text{Superficie total de cables} = 5 \times \pi \times \left(\frac{10}{2}\right)^2 = 392.70 \text{ mm}^2 \quad [114]$$

$$\text{Superficie tubo} = \pi \times \left(\frac{23.4}{2}\right)^2 = 430.05 \text{ mm}^2 \quad [115]$$

$$\text{Sección mínima del tubo} = 822.75 \times 2.5 = 2056.88 \text{ mm}^2 \quad [116]$$

Se utilizará una bandeja ciega de 60x100, en concreto la AISCAN CMC 60x100.

3.6.4. Canalización de comunicaciones.

Se introducirá desde el inversor hasta el punto de acceso a internet del edificio. El modelo seleccionado es un tubo LG-PA libre de halógenos de la marca Pensa.



Ilustración 48. Tubo LG-PA

(Esta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)

3.7. Puesta a tierra.

Para el sistema de puesta a tierra seguiremos la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Dicha ITC establece: “Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados”.

3.7.1 Puesta a tierra corriente continua.

Para toda la instalación en cubierta se incluirá un cable de cobre desnudo de 16mm^2 , ubicado en la canalización de cubierta. Todos los módulos y su estructura metálica quedarán conectados entre sí por cables H07Z1-K(AS) de 6mm^2 que a su vez irán conectados al cable de cobre desnudo para su puesta a tierra. Como se comprueba en la tabla de la ilustración 49, al tener unas secciones menores o iguales a 16mm^2 la sección del conductor de protección será de la misma sección que el de la instalación.

La instalación de puesta a tierra en cubierta quedará como se ve en la siguiente imagen.



Ilustración 49. Conexión de puesta a tierra.

3.7.2. Puesta a tierra corriente alterna.

Para la parte de corriente alterna comprendida entre la salida del inversor y el CGBT se utilizan cables con una sección de 35mm^2 para la nave 02 y de 16mm^2 para las naves 12 y 13.

Sección de los conductores de fase de la instalación $S\text{ (mm}^2\text{)}$	Sección mínima de los conductores de protección $S_p\text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Ilustración 50. Secciones para puesta a tierra.

Para la nave 02 tendremos una sección del conductor de protección de 16 mm^2 y para las naves 12 y 13 será de 16 mm^2 también.

Todas las protecciones de toma a tierra irán directas al cuadro de AC desde donde irá a la toma de tierra de la nave situada en el CGBT, conectado a través de un cable de 16 mm^2 .

3.8. Estudio de baterías.

Para decidir si la instalación de baterías en nuestra instalación resulta rentable tendremos que realizar un análisis económico del mercado, teniendo en cuenta que no solo el tema económico es uno de los parámetros de decisión.

Las baterías más utilizadas en este tipo de instalaciones son de litio gracias a su bajo mantenimiento y su buen funcionamiento, pero suponen un alto riesgo en caso de incendios por la dificultad de erradicar un incendio en baterías de litio. Otro aspecto a tener en cuenta es el del almacenamiento, las baterías necesitan un espacio seguro y aislado donde poder ser instaladas.

3.8.1 Venta de excedentes.

Se procede a calcular el retorno económico debido a la venta de excedente para poder comprobar cuanto tiempo se tardaría en amortizar la instalación de baterías y cuanta rentabilidad puede obtenerse debido a la venta de energía.

- Coste de la electricidad nocturna

El consumo nocturno de nuestra instalación es de 188.27kWh, sabiendo que la comercializadora de electricidad en Melilla es Endesa, utilizamos los precios de venta y compra de la distribuidora.

Teniendo en cuenta que el mercado eléctrico es un mercado dinámico donde los precios varían a lo largo del día, la siguiente tabla es proporcionada por la propia empresa donde se marca una media de los precios de compra y de venta.

Tarifa Solar	Precio
Excedentes	0.06 €/kWh
Consumo	0.142290 €/kWh
Potencia en P1	0.112138 €/kW día
Potencia en P2	0.040267 €/kWh día
Batería Virtual	✓ Sí tiene

Ilustración 51. Cuadro de precios Endesa.

*Coste diario del consumo nocturno $188.27kWh * 0.142290€/kWh = 26.79 €/dia.$ [117]*

*Coste anual del consumo nocturno $= 26.79€/dia * 3665 días = 9778.35€/año.$ [118]*

- Ingreso por venta de excedente.

*Ingreso por venta de excedente $= 188.27kWh * 0.06€/kWh = 11.30€/dia.$ [119]*

*Ingreso por venta de excedente anual $= 11.30€/dia * 365 días = 4124.5€/año.$ [120]*

Después de vender toda la electricidad a la red tendríamos que seguir pagando 5653.85€ anuales de consumo nocturno. Con estos resultados económicos podemos comprobar como de rentable será la instalación de baterías en nuestra comunidad energética.

3.8.2 Opciones de baterías.

El consumo nocturno de nuestras tres naves es de 188.27kWh/noche para almacenar esta cantidad de energía hay que tener en cuenta que las baterías de litio no se descargan al 100%, suelen entregar entre el 90-95% de su capacidad. Teniendo esto en cuenta, buscamos una capacidad un 10% mayor de la necesaria unos 207kWh aproximadamente.

Los resultados obtenidos del análisis económico de las baterías se compararán con los datos obtenidos por la venta de excedente para decidir finalmente cual es la opción que mejor se ajusta a nuestras necesidades.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del precio de la energía nocturna comprada, 9778.35€/año, y del retorno de la venta de excedentes, 4124.5€/año, seguiríamos pagando una cantidad de 5653.85€/año, esta cantidad es la que nos marcará la rentabilidad de la instalación de baterías.

- Bateria de Litio Weco 5K3 XP 10.6 kWh



Ilustración 52. Bateria eco 10.6 kWh.

La batería de litio 5K3 XP de 10.6kWh de la marca Weco tiene un precio de 3998 € por unidad.

$$\text{Precio por kWh} = \frac{3998\text{€}}{10.6 \text{ kWh}} = 377\text{€/Kwh.} \quad [121]$$

Para abastecer el consumo nocturno de nuestra instalación se deberían invertir:

$$\text{Precio batería} = 377\text{€/Kwh} * 207\text{kWh} = \mathbf{78039\text{€}}. \quad [122]$$

$$\text{Amortización} = \frac{78039\text{€}}{5653.85 \text{ €}} = 13.8 \text{ años}$$

- **Batería de Litio Deye 5.12kWh:**



Ilustración 53. Batería de Litio Deye 5.12kWh.

La batería de litio Deye de 5.12kWh tiene un precio de 1190€ por unidad.

$$\text{Precio por kWh} = \frac{1190\text{€}}{5.12 \text{ kWh}} = 233\text{€/Kwh.} \quad [123]$$

Para abastecer el consumo nocturno de nuestra instalación se deberían invertir:

$$\text{Precio batería} = 233\text{€/Kwh} * 207\text{kWh} = \mathbf{48231\text{€}}. \quad [124]$$

$$\text{Amortización} = \frac{48231\text{€}}{5653.85 \text{ €}} = 8.5 \text{ años} \quad [125]$$

- **Batería OPzS de 225kWh.**



Ilustración 54. Batería OPzS 225kWh.

La batería tiene una capacidad de 225kWh con un coste de 42410.50€.

$$\text{Precio por kWh} = \frac{42410.50\text{€}}{225 \text{ kWh}} = 188.50\text{€/Kwh.} \quad [126]$$

Para abastecer el consumo nocturno de nuestra instalación se deberían invertir:

$$\text{Precio batería} = 188.50\text{€/Kwh} * 207\text{kWh} = \mathbf{39020\text{€}}. \quad [127]$$

$$\text{Amortización} = \frac{39020\text{€}}{5653.85\text{€}} = 6.9 \text{ años} \quad [128]$$

Batería	Coste kWh	Precio por batería	Amortización
Weco 10.6kWh	377€/Kwh	78039€	13.8 años
Deye 5,12kWh	233€/Kwh	48231€	8.5 años
OPzS de 225kWh	188.50€/Kwh	39020€	6.9 años

Tabla 5. Elaboración propia. Resumen baterías.

Con los resultados del análisis económico y el periodo de amortización de cada batería elegimos la batería con una cantidad menor de años para recuperar la inversión inicial. Como conclusión del análisis se comparará la batería de OPzS con la venta de excedente y se elegirá el modelo que sea más apropiado en nuestro caso.

3.8.3 Resultados estudio baterías.

Las baterías de litio tienen una vida útil aproximadamente de 10 años, esos años son los que usaremos de comparación entre lo ahorrado con la utilización de batería con el ganado por la venta de excedentes.

El ingreso de venta de excedente anual asciende a 4124.5€/año mientras que el coste de amortización de las baterías sería de 5653.85€/año , teniendo en cuenta los 10 años comentados obtendríamos unos resultados de:

$$\text{Beneficio a 10 años por venta de excedente} = 4124.5\text{€/año} * 10 \text{ años} = \mathbf{41245\text{€}} \quad [129]$$

$$\text{Beneficio neto a 10 años de baterías} = (5653.85\text{€/año} * 10 \text{ años}) - 39020 \text{€} = \mathbf{17518.5\text{€}} \quad [130]$$

Tenemos una diferencia de 23726.5€ en 10 años lo que se traduce en 2372€/año que ganaremos diciéndonos por una venta de excedente.

Los resultados del estudio son lógicos y son los esperados antes de comenzar el análisis, las baterías tienen un precio muy elevado con una vida útil de 10 años de media, algo que hace que sean rentables en algunas situaciones muy puntuales. Las baterías son el gran punto débil de las energías renovables, para su desarrollo completo se necesita un gran avance en materia de almacenamiento energético o una gran reducción de los costes de producción.

3.9. Amortización y recuperación de la inversión.

Con toda la instalación diseñada y obtenido el presupuesto en Presto, se procede a analizar la viabilidad económica de la instalación fotovoltaica mediante el cálculo del periodo del retorno de la inversión, conocido como payback. Se realizará también un análisis de los beneficios acumulados a lo largo de la vida útil del sistema.

3.9.1 Inversión inicial.

Como se refleja en el apartado de presupuesto, el coste total de la instalación es de **138.657,70 €**. En el precio están incluidos los gastos generales, el beneficio industrial y los impuestos.

3.9.2. Producción energética.

Con la ayuda de la herramienta PVGIS se estima una generación anual de 253440 kWh/año, en los anexos se encuentra los documentos obtenidos de PVGIS.

Como la instalación no se encuentra en funcionamiento no disponemos de los datos de consumo e inyección exactos, para instalaciones industriales sin baterías como es nuestro caso se estima que el 40% de lo generado es autoconsumido y el 60 % es inyectado.

$$E_{\text{AUTO}} = 0.4 * 253440 = \mathbf{101376 \text{ kWh/año autoconsumido.}} \quad [132]$$

$$E_{\text{EXC}} = 0.6 * 253440 = \mathbf{152064 \text{ kWh/año inyectado.}} \quad [133]$$

3.9.3. Ahorro por autoconsumo.

Como se refleja en la ilustración 51 el precio de compra de la energía es de **0.142290 €/kWh** y la estimación de energía autoconsumida es **101376 kWh/año**.

$$\text{Ahorro}_{\text{AUTOCONSUMO}} = 101376 * 0.14229 = \mathbf{14.418,91 \text{ €/año.}} \quad [133]$$

3.9.4. Ingreso por venta de excedentes.

En la ilustración 51 se refleja el precio de compra del excedente que es de **0.06 €/kWh** y la estimación de venta de excedente es de 152064 kWh/año.

$$\text{Ingresos}_{\text{EXCEDENTES}} = 152064 * 0.06 = \mathbf{9.123,84 \text{ €/año}} \quad [134]$$

$$\text{Ahorro}_{\text{TOTAL}} = \mathbf{14.418,91 \text{ €/año} + 9.123,84 \text{ €/año} = 23.542,75 \text{ €/año}} \quad [135]$$

3.9.5. Período de amortización.

$$\text{Payback} = \frac{138.657,70\text{€}}{23542.75\text{€}} = \mathbf{5.88 \text{ años}} \quad [136]$$

La instalación quedará amortizada en menos de 6 años con un período de más de 18 años de beneficios netos.

3.9.6. Evaluación a largo plazo.

Según los fabricantes los paneles fotovoltaicos cuentan con 25 años de vida útil y los inversores 15 años, se estima un gasto de 15000€ de los inversores antes de que cumplan su vida útil los paneles.

$$\text{Ahorro}_{25 \text{ años}} = 23.542,75\text{€} * 25 = \mathbf{588.568,75 \text{€}} \quad [137]$$

$$\text{Costes}_{\text{TOTALES}} = 138657,70 \text{€} + 15000 \text{€} = \mathbf{153.657,7 \text{€}} \quad [138]$$

$$\text{Beneficio}_{\text{NETO}} = 588.568,75\text{€} - 153.657,7 \text{€} = \mathbf{434.911,05 \text{€}} \quad [139]$$

3.10. Estudio de impacto medioambiental.

Una vez realizado el diseño de la instalación fotovoltaica completo se puede comprobar el impacto positivo en el medio ambiente.

La instalación completa está compuesta de 256 paneles de 600W cada uno, dando lugar a una potencia instalada de 153.6kWp, con la ayuda de PVGIS se estima una producción media anual de 253440kWh/año.

El ministerio de industria, energía y turismo publica una guía con los factores de emisión de CO₂ y con los coeficientes de paso a los diferentes tipos de energía.

Factores de emisiones de CO ₂			
	Fuente	Valores aprobados	Valores previos (****)
		kg CO ₂ /kWh E. final	kg CO ₂ /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,357	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,331	0,649
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,833	0,981
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,932	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,776	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,721	
Gasóleo calefacción	(***)	0,311	0,287
GLP	(***)	0,254	0,244
Gas natural	(***)	0,252	0,204
Carbón	(***)	0,472	0,347
Biomasa no densificada	(***)	0,018	neutro
Biomasa densificada (pelets)	(***)	0,018	neutro

Ilustración 55. Factores de emisiones proporcionado por el Ministerio.

En la tabla proporcionada por el ministerio comprobamos que para Melilla el factor de emisiones es de 0.721, un valor bastante alto comparado por ejemplo con el factor a nivel nacional. Esta diferencia se da debido a la dependencia de fuentes fósiles en el sistema eléctrico en Melilla.

$$CO_2 \text{ EVITADO} = 253440 \text{ kWh/año} * 0.721 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} = 182730.24 \text{ kg de CO}_2 / \text{año. [140]}$$

Tras la instalación fotovoltaica se dejarán de verter a la atmósfera 182.730 toneladas de CO₂/año.

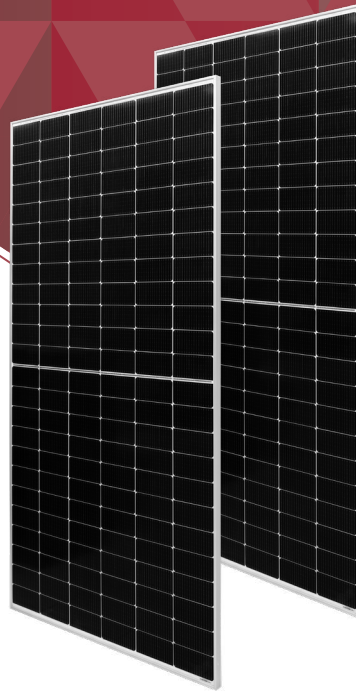
La fundación AQUAE nos proporciona el dato de que un árbol absorbe al año entre 10 y 30 kg de CO₂. Tomamos un valor promedio de 20 kg de CO₂ por árbol al año.

$$\text{Equivalente a árboles plantados} = \frac{182.730}{20} = 9137 \text{ árboles.} \quad [141]$$

Por cada año de funcionamiento de la instalación equivaldría a plantar 9137 árboles, un dato bastante alto y acorde a la transición energética, con una mayor repercusión en una ciudad como Melilla con su dependencia de fuentes fósiles para la obtención de energía eléctrica.

3.11. Fichas técnicas

(Esta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)



144 Células MBB Half-Cut



Mayor eficiencia de conversión del módulo



Mayor potencia de salida



Diseño ligero

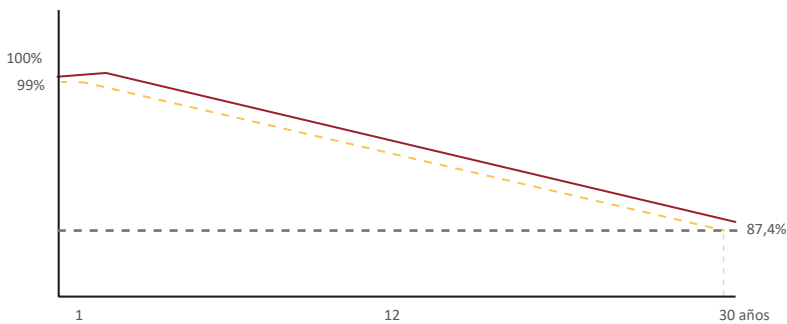


Rendimiento con poca luz

GARANTÍA

Garantía lineal de Potencia

Rendimiento garantizado del módulo



Tolerancia positiva de vatios



Años de garantía del producto



Años de garantía de potencia lineal



Datos Eléctricos STC

EM600-PH

Máxima potencia (Wp)	600 Wp
Corriente de potencia máxima (I _{mp})	13,83A
Voltaje de potencia máxima (V _{mp})	43,40V
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	14,44A ± 5%
Voltaje de circuito abierto (V _{oc})	52,00V ± 4%
Eficiencia del módulo	22,45%
Capacidad máx. fusible en serie	25A
Número de Diodos	3
Tolerancia positiva en vatios	0~ +5W
Condiciones de prueba estándar	1000 W/m ² , 25 °C, AM 1.5
Tensión máxima del sistema	1500V / DC
Coeficiente de temperatura I _{sc}	+0,043% / °C
Coeficiente de temperatura V _{oc}	-0,24% / °C
Coeficiente de temperatura P _{mp}	-0,30% / °C
Rango temperatura funcionamiento	-40°C / +85°C
Temperatura operación célula (TONC)	45°C
Capacidad carga cubierta del módulo (vidrio)	5400Pa IEC61215 (nieve)
Capacidad carga frontal/trasera del módulo	2400Pa IEC61215 (viento)

*Condiciones Estandar de Medida STC: Irradiación 1.000 W/m², espectro AM1.5, célula a 25°C.

Valores en condiciones TONC**

Potencia máxima TONC (P _{max})	437W
Voltaje de potencia máxima (V _{mp} TONC)	39,95V
Corriente de potencia máxima (I _{mp} TONC)	10,94A
Voltaje de circuito abierto (V _{oc} TONC)	48,28V
Corriente de cortocircuito (I _{sc} TONC)	11,55A

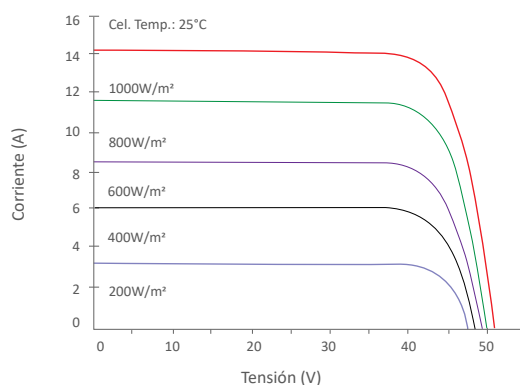
**Condiciones TONC: Irradiación de 800 W/m², AM1.5, temperatura ambiente 20 °C y viento de 1 m/s.

Características mecánicas

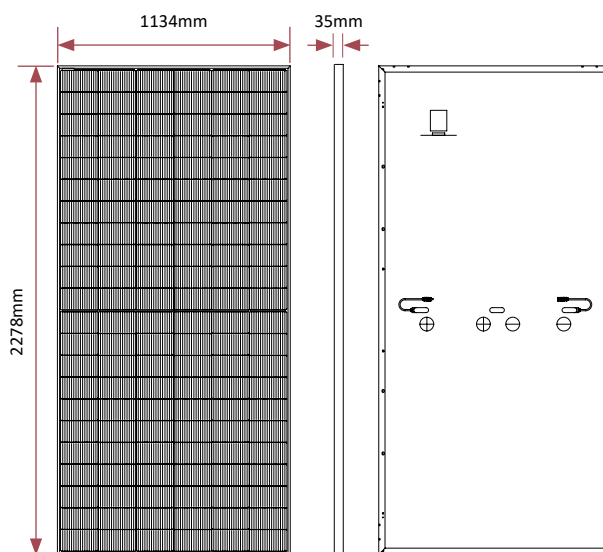
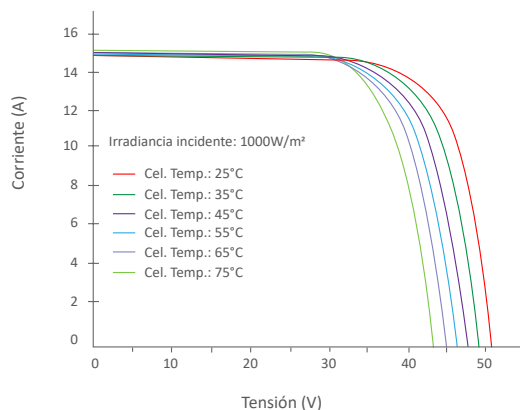
Cubierta frontal (material/espesor)	Vidrio templado / 3,2mm
Peso del módulo	27,7kg ±3%
Dimensiones del módulo	2278x1134x35mm
Revestimiento (color)	TPT en blanco
Células (cantidad/material/dimensiones)	144(6x12x2) / Silicio monocristalino
Marco (material/color)	Aluminio anodizado / Plata
Grado protección caja de conexiones	≥ IP68
Cables y conectores	4mm ² (IEC), long. 1400mm
Clasificación de calidad	Clase A
Clase de protección eléctrica	Clase II
Clase de seguridad contra incendios	IEC Clase C

Curvas de Corriente-Tensión:

Temperaturas constantes @ 25°C y variables de irradiancia



Irradiancia constante de 1000 W/m² a temperaturas variables



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



Inteligente

Monitorización a nivel de string



Eficiente

Eficiencia máxima del 98.7%



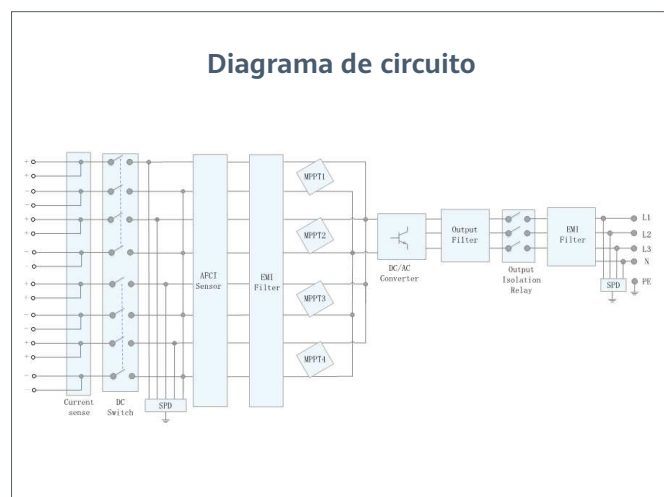
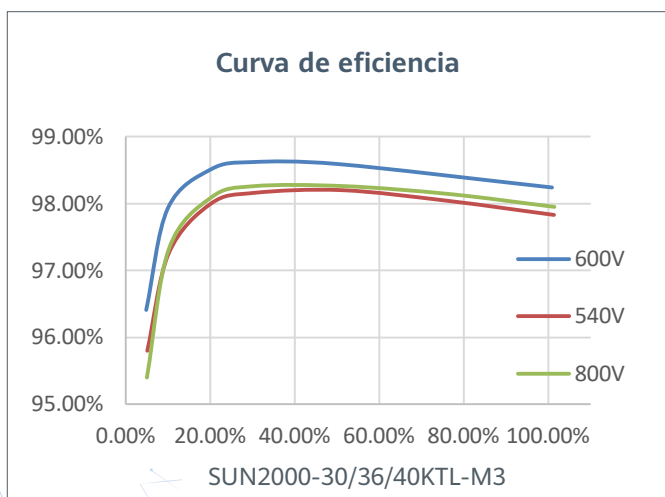
Seguro

Diseño sin fusibles



Confiable

Descargadores de sobretensión tipo II de CC y CA



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

Eficiencia

Máxima eficiencia	98.7%
Eficiencia europea ponderada	98.4%

Entrada

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

Salida

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

Características y protecciones

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

Comunicación

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

Especificaciones generales

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

Compatibilidad con optimizador

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

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)

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

1. El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.

2. Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.

3. SUN2000-30-40KTL-M3 aumenta por encima de cero la tensión entre la FV- y tierra a través de la función de recuperación PID, con el fin de recuperar la degradación del módulo debido al efecto PID. Compatible con módulos tipo-P (mono, poli), tipo-N (nPERT, HIT)

Inversor de String Inteligente

SUN2000-60KTL-M0



Inteligente

- monitorización inteligente de 12 strings y resolución rápida de problemas.
- Soporte de comunicaciones por línea de alimentación eléctrica (PLC).
- Soporte de diagnóstico inteligente de curvas I-V.

Eficiente

- Máxima eficiencia del 98,9%, eficiencia europea del 98,7% (@480Vac)
- Máxima eficiencia del 98,9%, eficiencia europea del 98,7% (@380Vac / 400Vac)
- 6 MPPT para adaptarse de manera versátil a distintas disposiciones

Seguro

- Desconexión de CC integrada; mantenimiento seguro y práctico.
- Unidad de monitorización de la intensidad Residual (RCMU) integrada.
- Diseño sin fusibles.

Confiable

- Tecnología de enfriamiento natural.
- Clase de protección IP65.
- Protectores de sobreintensidad tipo II tanto para CC como para CA.

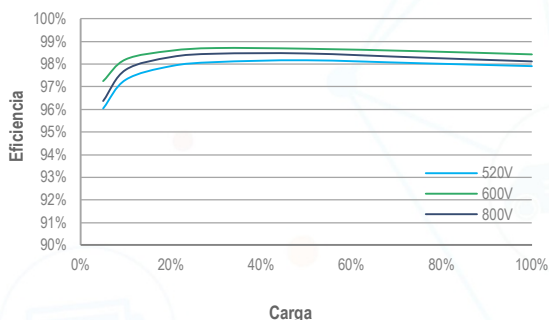
Inversor de String Inteligente (SUN2000-60KTL-M0)



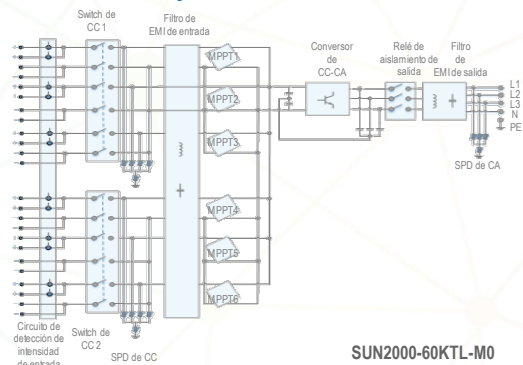
Especificaciones técnicas	SUN2000-60KTL-M0
	Eficiencia
Eficiencia máxima	98.9% @480 Vac; 98.7% @380 Vac / 400 Vac
Eficiencia europea	98.7% @480 Vac; 98.5% @380 Vac / 400 Vac
	Entrada
Máx. tensión de entrada	1,100 V
Máx. intensidad por MPPT	22 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	30 A
tensión de entrada inicial	200 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V~1,000 V
tensión nominal de entrada	600 V @380 Vac / 400 Vac; 720 V @480 Vac
Máx. cantidad de entradas	12
Cantidad de MPPT	6
	Salida
Potencia nominal activa de CA	60,000 W
Máx. potencia aparente de CA	66,000 VA
Máx. potencia activa de CA (cosφ=1)	66,000 W
tensión nominal de salida	220V / 380V, 230V / 400V, default 3W+N+PE; 3W+PE optional in settings 277V / 480V, 3W+PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
intensidad de salida nominal	91.2 A @380 Vac, 86.7 A @400 Vac, 72.2 A @480 Vac
Máx. intensidad de salida	100 A @380 Vac, 95.3 A @400 Vac, 79.4 A @480 Vac
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%
	Protección
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	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 sobreintensidad de CC	Tipo II
Protector contra sobreintensidad de CA	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	Sí
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	Sí
	Comunicación
Visualización	Indicadores LED, Bluetooth + APP
RS485	Sí
USB	Sí
Comunicación por línea de alimentación eléctrica (PLC)	Sí
	General
Dimensiones (ancho x altura x profundidad)	1,075 x 555 x 300 mm (42.3 x 21.9 x 11.8 pulgadas)
Peso (con soporte de montaje)	74 kg (163.1 lb.)
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Enfriamiento	Convección natural
Altitud de operación	4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%
Conector de CC	Amphenol Helios H4
Conector de CA	Terminal de PG resistente al agua + Arandela
Clase de protección	IP65
Topología	Sin transformador
	Cumplimiento de normas (Más información disponible a pedido)
Certificado	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 62910, IEC 60068, IEC 61683
Código de red	IEC 61727, VDE 4105/0126, UTE C 15-712-1, EN 50438, CLC/TS 50549-1, CEI 0-16/21, C10/11, RD 1699, PO 12.9

Curva de eficiencia

SUN2000-60KTL-M0@400V



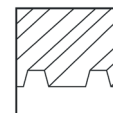
Esquema eléctrico



SUN2000-60KTL-M0

Cubierta de chapa trapezoidal | Sistema de pinzas

Sistema de pinzas con fijación directa y módulos en vertical



Montaje en vertical para módulos

- Fijación del módulo en la zona de fijación óptima
- Menor coste logístico en la obra
- Montaje rápido y eficiente desde arriba
- Conductividad eléctrica entre el sistema de montaje y la chapa de la cubierta

Variantes de productos

- Raíl corto C24 como solución rentable con la que ahorrará en material en el sector de proyectos
 - Raíl corto C47 para una buena ventilación posterior del módulo
- Montaje opcional con piezas de raíl en C, adecuado para tejados con reserva de carga reducida, raíl C utilizable como canaleta para cable

Ventajas

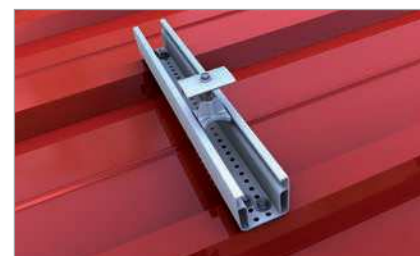
- Pocos componentes, completamente premontados
- Menos costes de material y manejo sumamente sencillo
- Fuerzas de sujeción elevadas mediante fijación directa sin arranque de viruta con tornillos para chapa fina homologados según las normas de construcción
- Solo se requiere una herramienta de montaje



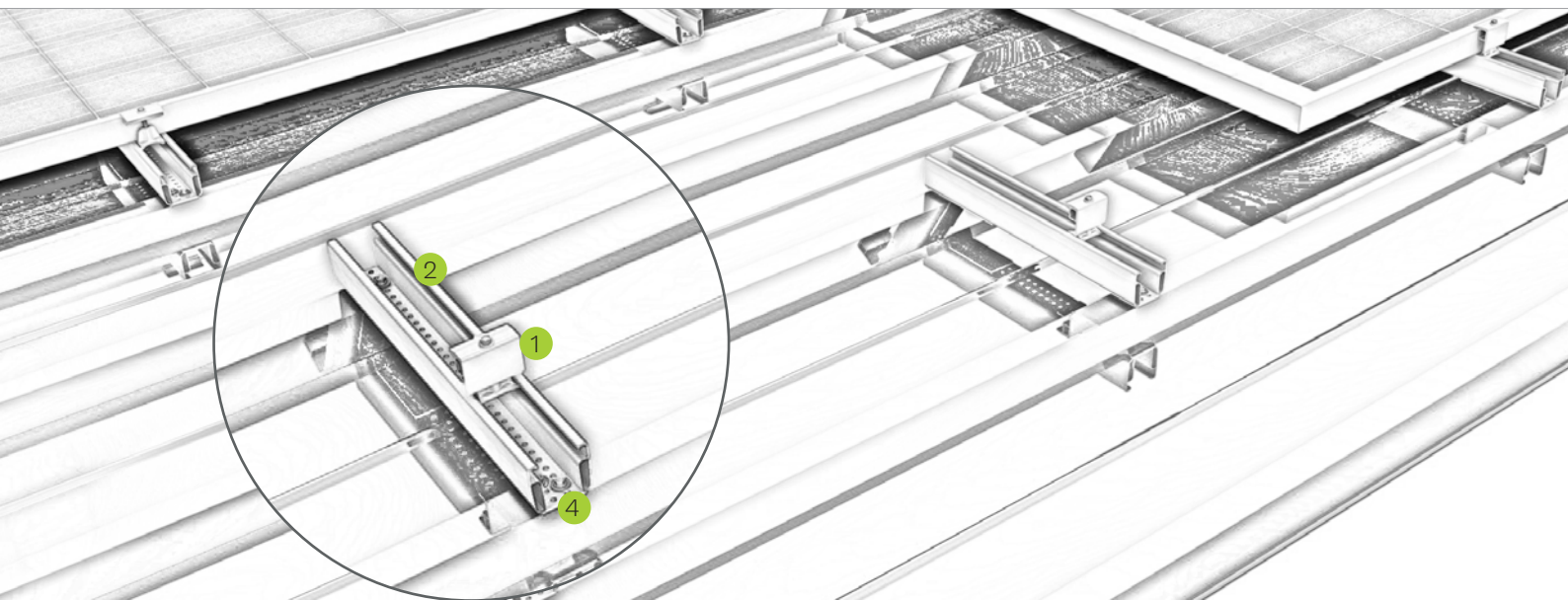
Variantes de raíles cortos de 385 mm



Trama perforada en el raíl corto para montaje en vertical

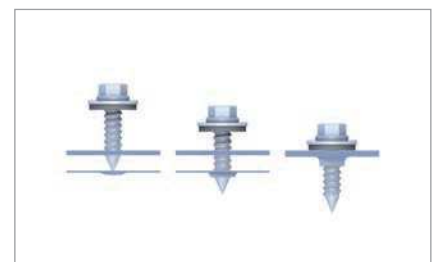


Pinza intermedia en el raíl corto C47

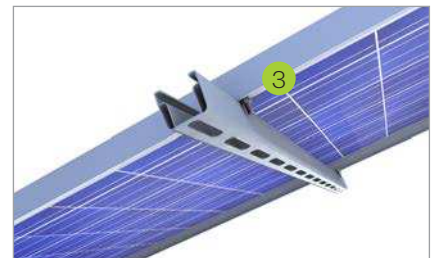


Designación

- ① **Pinza intermedia o final**
 - En color negro y en aluminio para todos los grosores de marco
 - Fácil de montar gracias a la función de bloqueo
- ② **Raíl**
 - Posicionamiento flexible gracias a la trama perforada múltiple
 - Completamente preconfeccionado con EPDM y trama perforada
- ③ **Protección antideslizante del módulo**
 - Para asegurar módulos con perforación en el marco de 6-10 mm en el montaje en vertical
- ④ **Tornillo de fijación a chapa**
 - Con homologación según las normas de construcción para fijación sin arranque de viruta
 - Fuerzas de sujeción elevadas gracias a la canalización



Tornillo sin arranque de virutas, grande fuerza de sujeción



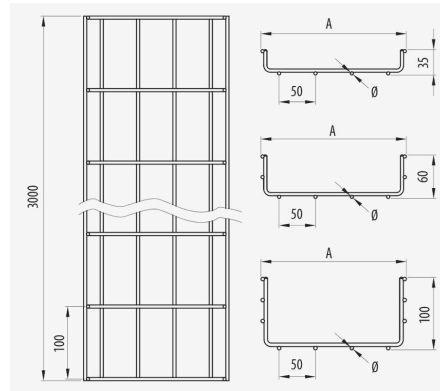
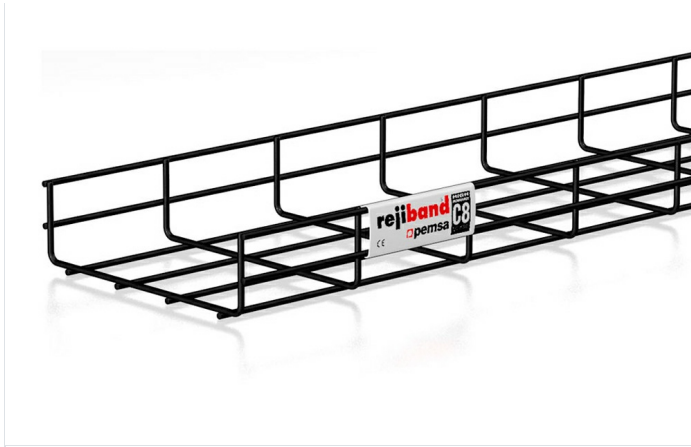
Protección antideslizante del módulo

Vídeo



novotegra GmbH
Eisenbahnstraße 150 | 72072 Tübingen | Deutschland
Tel. +49 7071 98987-0, info@novotegra.com
www.novotegra.com

Nos reservamos el derecho a errores o cambios.
Versión: Julio 2021 / TP



Descripción

Bandeja de rejilla de acero Rejiband® BLACK C8 con borde de seguridad redondeado para conducción de cables con acabado orgánico mineral en color negro, compuesta de varillas electrosoldables de alta resistencia a la corrosión Clase 8, según norma IEC 61537. La bandeja portacables Rejiband® BLACK C8 esta fabricada con un acabado superficial liso y homogéneo, notablemente más estético que el galvanizado en caliente. La facilidad en el montaje, gracias a su flexibilidad permite ahorrar material y coste de mano de obra. Su amplia variedad de tamaños facilita la elección mas adecuada según las necesidades de cada instalación.

Ventajas

Alta Resistencia a la corrosión clase C8, para ambientes húmedos.

Borde de seguridad redondeado que evita el daño sobre los cables y el instalador.

Marcado N de Aenor, Certificado UL, Certificado IECC CB de acuerdo con la norma IEC 61537.

Resistencia al fuego E90 (90 minutos, 1000 °C) según DIN 4102-12.

Altura del ala de 35, 60 o 100 mm y ancho disponible en 60, 100, 150, 200, 300, 400, 450, 500 y 600 con una amplia gama de accesorios.

Aplicaciones

Adecuado para instalaciones exteriores y ambientes húmedos: Canalización, transporte y distribución de cables en Instalaciones eléctricas y/o de telecomunicaciones en obras civiles, Túneles, Parkings, Edificios Públicos, Centros Comerciales, Centros de proceso de datos, grandes Infraestructuras, Aeropuertos, Líneas de Metro, Tren, Sector Terciario y aplicaciones industriales.

Soluciones



INDUSTRIA QUIMICA FARMACEUTICA



INDUSTRIA PETROQUÍMICA



ENERGÍA



FOTOVOLTAICA



CENTROS DE DATOS



EDIFICACIÓN. TERCIARIO



TUNELES. INFRAESTRUCTURAS



RESISTENCIA AL FUEGO



www.pemsa-rejiband.com

Toda información incluida en este documento es propiedad de Pemsa®. Dicha información no podrá ser reproducida, total o parcialmente, ni divulgada a terceros, ni utilizada para cualquier otro propósito, sin consentimiento previo y expreso y por escrito de Pemsa®. Todos los derechos de Propiedad Intelectual e Industrial que eventualmente puedan recaer sobre esta documentación, incluyendo Know-how, patentes, diseño industrial o cualesquiera otros derechos, pertenecen a Pemsa®. Pemsa, Rejiband, Pemsaband, Inducanal, Rejitech, Megaband, Pemsaflex son marcas registradas propiedad de Pemsa Cable Management, S.A.



Características técnicas principales

BK8	Clase 8	35, 60, 100	60, 100, 150, 200, 300, 400, 450, 500, 600	3	Acero con prot. superficial
20J	-50 / 150 °C	ETIM 10 EC000853			

Datos de producto

		R#	kg/u		mm ²	
35	60	60281060	0.412	24	1208	A1 No combustible
35	100	60281100	0.554	24	2312	A1 No combustible
35	150	60281150	0.608	24	3616	A1 No combustible
35	200	60281200	0.858	18	4976	A1 No combustible
35	300	60281300	1.160	18	7696	A1 No combustible
35	400	60281400	1.477	12	10416	A1 No combustible
60	60	60282060	0.562	24	2492	A1 No combustible
60	100	60282100	0.796	24	4442	E90 (90 min. 1000°C)
60	150	60282150	0.844	24	6976	E90 (90 min. 1000°C)
60	200	60282200	1.089	18	9586	E90 (90 min. 1000°C)
60	300	60282300	1.695	12	14420	E90 (90 min. 1000°C)
60	400	60282400	2.072	6	19540	E90 (90 min. 1000°C)
60	450	60282450	2.125	6	22100	A1 No combustible
60	500	60282500	2.438	6	24660	A1 No combustible
60	600	60282600	2.806	6	29780	A1 No combustible
100	100	60283100	1.080	12	7742	E90 (90 min. 1000°C)
100	150	60283150	1.138	6	12352	E90 (90 min. 1000°C)
100	200	60283200	1.381	6	16596	E90 (90 min. 1000°C)
100	300	60283300	2.038	6	25716	E90 (90 min. 1000°C)
100	400	60283400	2.405	6	34836	E90 (90 min. 1000°C)
100	450	60283450	2.468	6	39396	A1 No combustible
100	500	60283500	2.771	6	43956	A1 No combustible
100	600	60283600	3.138	6	53076	A1 No combustible

Sistema de protección

- CU - Cobreado
- PG - Pregalvanizado
- EZ - Electrocincado
- BC - Electrocincado Bicromatado
- BK8 - Acabado Alta Resistencia
- GC - Galvanizado en Caliente
- INOX - Acero Inoxidable
- PT - Pintura Poliester
- AL - Aluminio
- LN - Latón or Latón Niquelado



www.pemsa-rejiband.com

Toda información incluida en este documento es propiedad de Pemsa®. Dicha información no podrá ser reproducida, total o parcialmente, ni divulgada a terceros, ni utilizada para cualquier otro propósito, sin consentimiento previo y expreso y por escrito de Pemsa®. Todos los derechos de Propiedad Intelectual e Industrial que eventualmente puedan recaer sobre esta documentación, incluyendo Know-how, patentes, diseño industrial o cualesquiera otros derechos, pertenecen a Pemsa®. Pemsa, Rejiband, Pemsaband, Inducanal, Rejitech, Megaband, Pemsaflex son marcas registradas propiedad de Pemsa Cable Management, S.A.



Materiales Aislantes

PC+ABS - Policarbonato + ABS Libre de halógenos

PVC - Policloruro de Vinilo

PP - Polipropileno Libre de Halógenos

PA6 - Poliamida 6 Libre de Halógenos

PA12 - Poliamida 12 Libre de Halógenos

PU - Poliuretano

PE - Polietileno

NBR - Caucho NBR

PET - Poliestirester Termoplástico

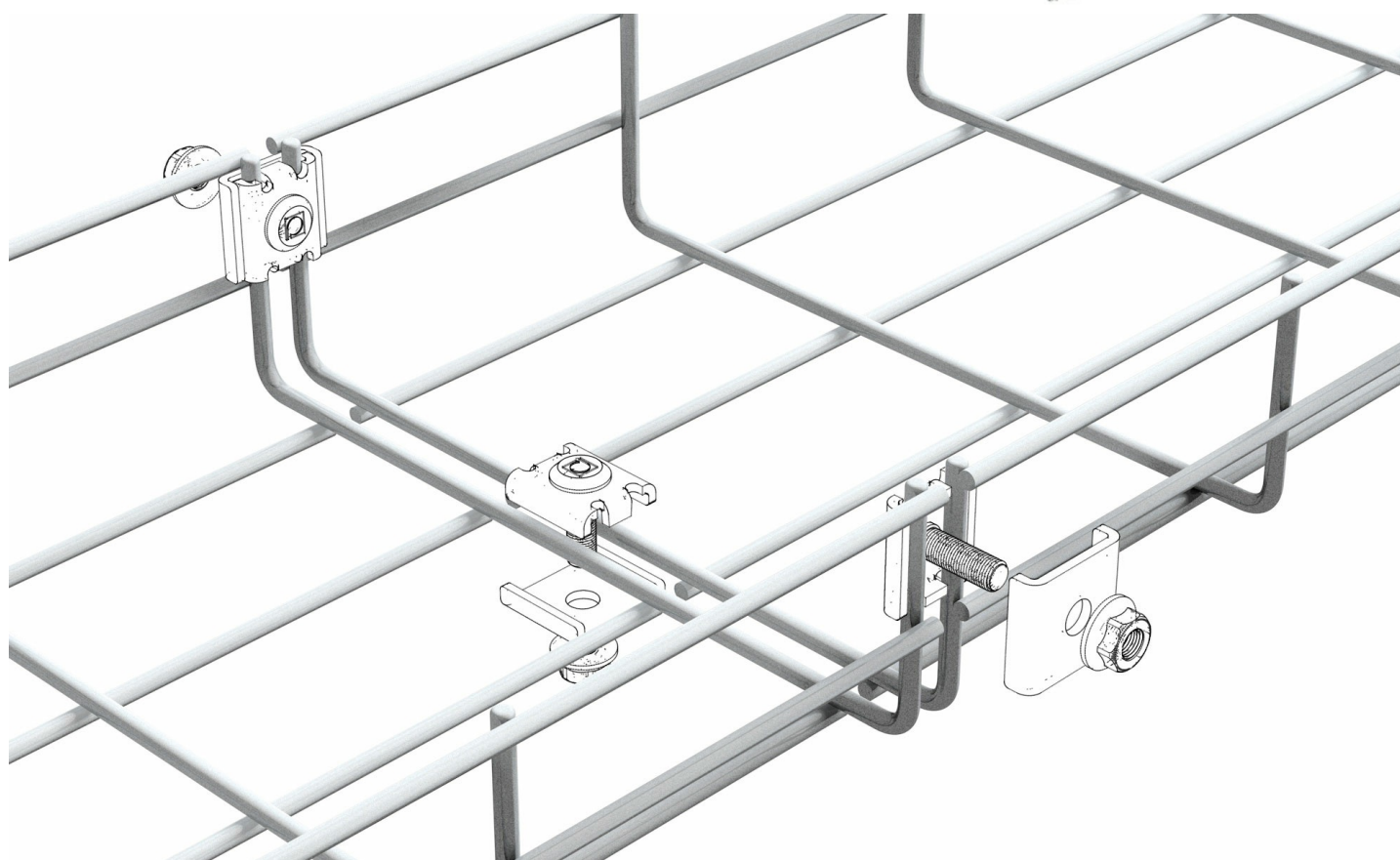
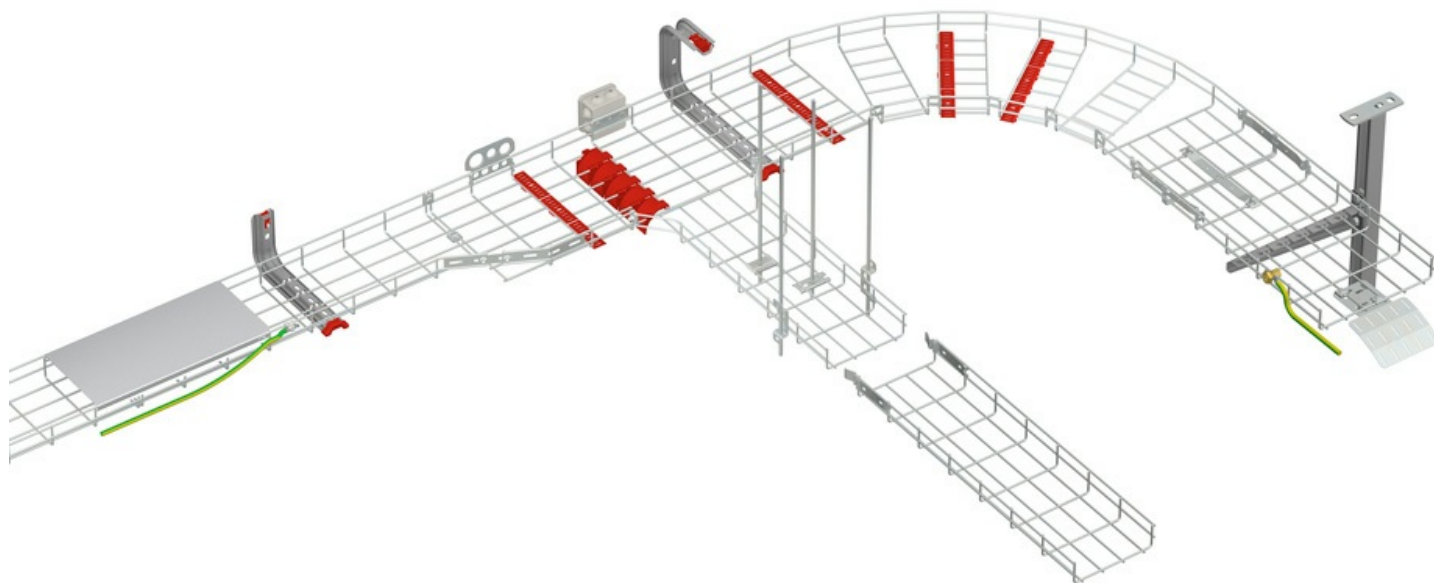
TPV - Termoplástico



Diagramas de carga

□ □ □

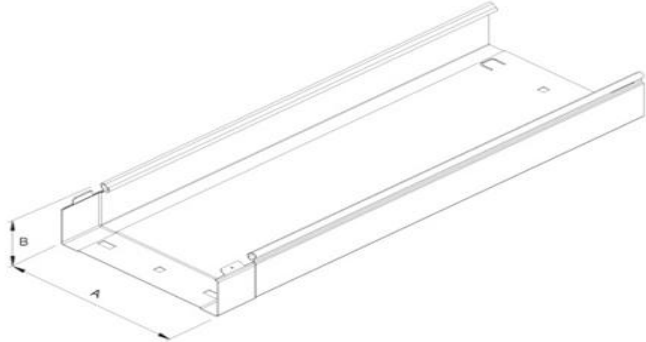
Aplicaciones de producto





ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTO

AISCAN CMCG (CANAL 60) CERTIFICADA

TIPO	MATERIAL	RECUBRIMIENTO	A	B	CARGA DE TRABAJO ADMISIBLE (N/m)	EMBALAJE (metros)	PLANO DETALLE
							
AISCAN-CMCG-610C	METÁLICO	GALVANIZADO EN CALIENTE	100	60	1467	6	
AISCAN-CMCG-615C	"	"	150	60	1080	6	
AISCAN-CMCG-620C	"	"	200	60	1350	6	
AISCAN-CMCG-630C	"	"	300	60	635	6	
AISCAN-CMCG-640C	"	"	400	60	630	6	
AISCAN-CMCG-650C	"	"	500	60	855	6	
AISCAN-CMCG-660C	"	"	600	60	855	6	
FECHA DE EDICIÓN	Nº DE EDICIÓN	Nº DE FICHA					
2014/05	4	EP-CMCGC 60					

CARACTERÍSTICAS SEGUN NORMA IEC 61537:2007	
DESCRIPCIÓN:	CANAL METÁLICA CIEGA GALVANIZADA EN CALIENTE CERTIFICADA
RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL:	Galvanizado en caliente según norma UNE-EN ISO 1461:2010
MATERIAL:	METÁLICO
CONTINUIDAD ELÉCTRICA:	SÍ
PROPAGADOR DE LA LLAMA:	NO
TEMPERATURA MIN / MAX:	-40 °C / 150 °C
RESISTENCIA A LA CORROSIÓN:	CLASE 7
NIVEL DE PERFORACIÓN:	CLASE A
RESISTENCIA AL IMPACTO:	20 J A -40 °C
CARGA DE TRABAJO ADMISIBLE (CTA):	CON VANO ENTRE APOYOS A 1,5 m

OBSERVACIONES
SISTEMA ENCHUFABLE ENTRE TRAMOS, NO SON NECESARIOS TORNILLOS NI OTROS ACCESORIOS PARA UNIR DISTINTOS TRAMOS ENTRE SÍ.
ACCESORIOS
TAPA UNIVERSAL BANDEJA CANAL (TUBC) ESCUADRAS REFORZADAS (ESCR) CURVAS Y DERIVACIONES (CH9, TCH9, CH4, TCH4, CV9, TCV9, CV4, TCV4, CX9, TCX9, CX4, TCX4, DHT, TDHT, CRC, TCRC, DC, TDC Y TEC).

CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN
LA INSTALACIÓN DE ESTE PRODUCTO SE REALIZARÁ SEGÚN INSTRUCCIONES DEL R.E.B.T.

Ficha técnica del producto

Especificaciones



Puerta ciega Spacial S3D sin placa de montaje. AI1200xAn1200xL400 IP55 IK10

NSYS3D121240D

Principal

gama	PanelSeT
nombre del producto	PanelSeT S3D
Application	Multiuso
Category	Armario compacto
altura nominal del armario	1200 mm
anchura nominal del armario	1200 mm
profundidad nominal del armario	400 mm
tipo de puerta	Ciego
descripción de la placa de montaje	Sin placa de montaje
tipo de placa pasacables	Estándar
tipo de accesorio de instalación	Montaje mural
composición de equipos	1 cuerpo 2 placa pasacables 1 cierre 2 puerta

Opcionales

body type	Carril frontal con forma de canalón con doble chapa de espesor Cuerpo de una sola pieza
número de puertas	Cara frontal 2
apertura de puerta	Reversible 120 °
tipo de cierre	Cierre de 3 puntos, doble barra de 3 mm
accesibilidad para funcionamiento	Parte frontal
piezas extraíbles	Puerta mediante bisagras Placa pasacables por tornillos
Material	acero
acabado de superficie	polvo de epoxy-poliéster
color	gris RAL 7035
normas	IEC 62208 UL CUL
certificaciones de producto	BV cUL DNV GL UL

Precio no incluye IVA.
 Precio sugerido de venta al público y sujeto a cambio sin previo aviso.
 Podrán aplicar Políticas de Descuento de Schneider Electric y/o Distribuidor.

peso del producto	86 kg
-------------------	-------

Ambiente

compatibilidad electromagnética	Prueba de inmunidad de campo electromagnético
---------------------------------	---

grado de protección IK	IK10 IEC 62262
------------------------	----------------

grado de protección IP	IP55 IEC 60529
------------------------	----------------

Unidades embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
-----------------------------	-----

Número de unidades en el paquete 1	1
------------------------------------	---

Paquete 1 Altura	133.000 cm
------------------	------------

Paquete 1 Ancho	121.000 cm
-----------------	------------

Paquete 1 Longitud	45.500 cm
--------------------	-----------

Paquete 1 Peso	84.000 kg
----------------	-----------

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Environmental Data

Schneider Electric tiene como objetivo alcanzar el estado Cero Neto para el año 2050 mediante asociaciones con la cadena de suministro, materiales de menor impacto y circularidad a través de nuestra campaña en curso "Use Better, Use Longer, Use Again" para extender la vida útil y la reciclabilidad de los productos.

[Explicación de los Environmental Data >](#)

[Cómo evaluamos la sostenibilidad de los productos >](#)

Huella ambiental

Huella de carbono (kg CO2 eq.) 791

Información medioambiental [Perfil ambiental del producto](#)

Use Better

Materiales y embalaje

Paquete con cartón de reciclaje No

Embalaje sin plástico No

[Directiva RoHS de la UE](#)

Cumplimiento proactivo (Producto fuera del alcance legal de la directiva RoHS de la UE)

Número SCIP E893f0a0-d2cc-4011-9425-3873dde70142

Regulación REACH [Declaración de REACH](#)

Use Again

Reempaquetar y refabricar

Perfil de circularidad No se necesitan operaciones de reciclaje específicas

Devolución No

Offer Marketing Illustration

Product benefits / Features



Sturdy components' protection

Earthing studs included

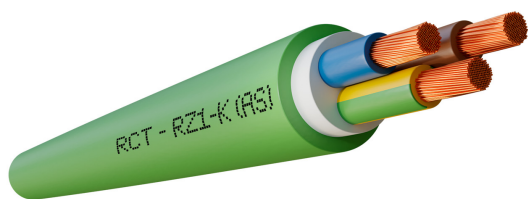
Large choice of dimensions & accessories

Quality & aesthetics

Easy to equip
Easy to maintain

Reusable eco-friendly packaging

RZ1-K (AS) 0,6/1 kV CPR



Los cables libres de halógenos RZ1-K (AS) CPR cumplen con los criterios de clasificación de productos de la construcción según Reglamento CPR 305/2011 y la norma EN 50575, siendo los indicados para instalaciones fijas, protegidas o no, donde en caso de incendio se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos, como locales de pública concurrencia, hospitales, escuelas, centros comerciales y aeropuertos. Son adecuados para instalaciones interiores y exteriores. Su gran flexibilidad los hace muy apropiados en instalaciones complejas y de gran dificultad. Los cables RZ1-K (AS) 0,6/1kV se fabrican con cubierta de color verde según la norma UNE 21123. Los cables RZ1-K (AS) 0,6/1kV pueden fabricarse en otros colores según la norma IEC 60502.

Según el REBT 2002, para las siguientes instalaciones:

- ITC-BT 09 Redes de alimentación subterránea para instalaciones de alumbrado exterior
- ITC-BT 14 Línea general de alimentación
- ITC-BT 15 Derivación individual
- ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras
- ITC-BT 28 Locales de pública concurrencia
- ITC-BT 07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión
- ITC-BT 11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas subterráneas
- ITC-BT 30 Instalaciones en locales de características especiales
- Adecuados para instalaciones en las que se quiera aumentar la protección contra incendios.
- Adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados.

1. Conductor	Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228
2. Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1
3. Cubierta	Polioléfina termoplástica tipo DMZ-E según UNE 21123 y UNE-HD 603-1 y ST8 según IEC 60502-1
Tensión nominal	0,6/1 kV
Tensión de ensayo	3.500 V C.A.
Temperatura máxima	90 °C
Colores	Según UNE 21089 y HD 308 S2 (marcados con colores para menos de cinco conductores), UNE-EN 50334 y EN 50334 (marcados por inscripción para más de cinco conductores)
No propagación de la llama	Según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2
No propagación del incendio	Según UNE-EN 60332-3-24, EN 60332-3-24 e IEC 60332-3-24
No propagación del incendio CPR	Según EN 50399
Bajo contenido de halógenos	Según IEC 60754-1 y 60754-2
Baja emisión de gases corrosivos	Según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754-1 y 60754-2
Baja emisión de humos opacos	Según UNE-EN 61034-2, EN 61034-2 e IEC 61034-2
Resistencia UV	Ensayo climático según UNE 211605



cablesrct.com

Sede ZARAGOZA
T. 976 500 120
info@rct.es

Delegación BARCELONA
T. 933 079 562
barna@rct.es

Delegación MADRID
T. 916 918 548
madrid@rct.es

Delegación SEVILLA
T. 954 354 946
sevilla@rct.es

Delegación VALENCIA
T. 963 759 070
valencia@rct.es

RZ1-K (AS) 0,6/1 kV CPR

1x1,5	13,3	6,48	61	Cca-s1b,d1,a1
1x2,5	7,98	6,85	73	Cca-s1b,d1,a1
1x4	4,95	7,55	94	Cca-s1b,d1,a1
1x6	3,3	8,24	118	Cca-s1b,d1,a1
1x10	1,91	8,96	160	Cca-s1b,d1,a1
1x16	1,21	10	219	Cca-s1b,d1,a1
1x25	0,78	12,1	329	Cca-s1b,d1,a1
1x35	0,554	13,21	430	Cca-s1b,d1,a1
1x50	0,386	15,1	587	Cca-s1b,d1,a1
1x70	0,272	17	787	Cca-s1b,d1,a1
1x95	0,206	19,7	1029	Cca-s1b,d1,a1
1x120	0,161	21,5	1264	Cca-s1b,d1,a1
1x150	0,129	23,8	1560	Cca-s1b,d1,a1
1x185	0,106	25,8	1873	Cca-s1b,d1,a1
1x240	0,0801	28,9	2480	Cca-s1b,d1,a1
1x300	0,0641	32,2	3048	Cca-s1b,d1,a1
2x1,5	13,3	9,76	130	Cca-s1b,d1,a1
2x2,5	7,98	10,66	164	Cca-s1b,d1,a1
2x4	4,95	11,8	220	Cca-s1b,d1,a1
2x6	3,3	13	282	Cca-s1b,d1,a1
2x10	1,91	14,79	398	Cca-s1b,d1,a1
2x16	1,21	17	561	Cca-s1b,d1,a1
3x1,5	13,3	10,2	155	Cca-s1b,d1,a1
3x2,5	7,98	11,18	193	Cca-s1b,d1,a1

3x4	4,95	12,6	263	Cca-s1b,d1,a1
3x6	3,3	13,7	334	Cca-s1b,d1,a1
3x10	1,91	15,46	477	Cca-s1b,d1,a1
3x16	1,21	18	693	Cca-s1b,d1,a1
3x25	0,78	21,81	1038	Cca-s1b,d1,a1
3x35	0,554	24,6	1390	Cca-s1b,d1,a1
4x1,5	13,3	11,16	176	Cca-s1b,d1,a1
4x2,5	7,98	12,3	231	Cca-s1b,d1,a1
4x4	4,95	13,36	304	Cca-s1b,d1,a1
4x6	3,3	14,88	406	Cca-s1b,d1,a1
4x10	1,91	16,7	581	Cca-s1b,d1,a1
4x16	1,21	19,8	868	Cca-s1b,d1,a1
4x25	0,78	24,75	1350	Cca-s1b,d1,a1
4x35	0,554	27,5	1777	Cca-s1b,d1,a1
4x50	0,386	31,18	2485	Cca-s1b,d1,a1
5x1,5	13,3	11,97	205	Cca-s1b,d1,a1
5x2,5	7,98	13,15	270	Cca-s1b,d1,a1
5x4	4,95	14,5	364	Cca-s1b,d1,a1
5x6	3,3	16,1	482	Cca-s1b,d1,a1
5x10	1,91	18,14	698	Cca-s1b,d1,a1
5x16	1,21	21,5	1042	Cca-s1b,d1,a1
5x25	0,78	26,59	1603	Cca-s1b,d1,a1
5x35	0,554	30,2	2165	Cca-s1b,d1,a1
5x50	0,386	34,84	2978	Cca-s1b,d1,a1





Cca

APLICACIÓN

El cable TOPSOLAR® PV H1Z2Z2-K está certificado por TÜV según la norma EN 50618 y por AENOR según la norma IEC 62930. Es adecuado para instalaciones solares fijas y móviles (huertos solares, instalaciones solares en tejados, autoconsumo y plantas flotantes).

Se trata de un cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor. Es compatible con la mayoría de los conectores.

Gracias a las prestaciones de sus materiales puede ser instalado a la intemperie o directamente enterrado en plenas garantías.

CONSTRUCCIÓN

Conductor

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

Aislamiento

Goma reticulada de baja emisión de humos y libre de halógenos según tabla B1, Anexo B de norma EN 50618 e IEC 62930.

Cubierta

Goma flexible de baja emisión de humos y libre de halógeno según tabla B1, Anexo B de norma EN 50618 e IEC 62930.

Color rojo o negro.

CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

Baja tensión: 1,5 (1,8) kV DC.
1,0/1,0 kV AC.



Características térmicas

Temperatura máxima del conductor: 90 °C (120 °C durante 20.000 h).
Temperatura máxima en cortocircuito: 250 °C (máximo 5 s).
Temperatura mínima de servicio: -40 °C (estático con protección).



Características frente al fuego

No propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2 / IEC 60332-1-2.
No propagador del incendio según EN 50399.
Reacción al fuego CPR: C_{ca} s1b, d2, a1, según EN 50575.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754-1 / IEC 60754-1.
Baja emisión de gases corrosivos según UNE-EN 60754-2 / IEC 60754-2.
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 / IEC 61034:
Transmitancia luminosa > 60%.



Características mecánicas

Radio de curvatura:
4x diámetro de cable (diámetro de cable ≤ 8 mm)
5x diámetro del cable (8 < diámetro del cable ≤ 12 mm).
6x diámetro de cable (diámetro de cable > 12 mm).
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



Características medioambientales

Resistencia a grasas y aceites: Excelente.
Resistencia a los ataques químicos: Excelente.
Resistente al ozono según EN 50618.
Resistencia a los rayos ultravioleta según EN 50618 e IEC 62930.
Presencia de agua AD8 Sumersión.



Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.
Entubado.

NORMAS / CERTIFICACIONES



Norma de referencia

EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502



Certificaciones

TÜV Rheinland (desde 2,5 hasta 25 mm² en rojo y negro) / RETIE / AENOR / RoHS / CE / UKCA

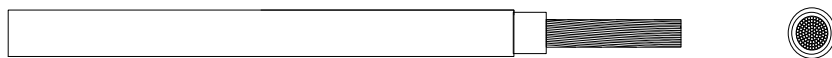


CPR (Reglamento de Productos de la Construcción)

C_{ca}-s1b, d2, a1



DIMENSIONES E INTENSIDADES ADMISIBLES



Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (kg/km)	Int. Aire (A)	Int. sobre Superficie (A)	Int. adyacente a superficies (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 1,5	4,5	35	30	29	24	38,1
1 x 2,5	5,0	45	41	39	33	22,8
1 x 4	5,4	60	55	52	44	14,3
1 x 6	6,0	80	70	67	57	9,49
1 x 10	7,0	120	98	93	79	5,46
1 x 16	8,2	180	132	125	107	3,47
1 x 25	10,2	280	176	167	142	2,23
1 x 35	11,5	375	218	207	176	1,58
1 x 50	13,3	525	276	262	221	1,10
1 x 70	15,0	720	347	330	278	0,772
1 x 95	17,0	930	416	395	333	0,585
1 x 120	18,7	1.175	488	464	390	0,457
1 x 150	21,0	1.475	566	538	453	0,368
1 x 185	23,5	1.805	644	612	515	0,301
1 x 240	26,3	2.345	775	736	620	0,228
1 x 300 *	29,3	2.935	879	834	715	0,182
1 x 500 **	38,0	4.935	-	-	-	0,108

* Cable fuera de norma EN 50618.

** Cable fuera de norma EN 50618 e IEC 62930.

Las tolerancias de los diámetros exteriores nominales son:
 Cables con diámetro exterior $d \leq 7$ mm. → -0,1 +0,2 mm
 Cables con diámetro exterior $7 < d < 10$ mm. → -0,1 +0,3 mm
 Cables con diámetro exterior $d \geq 10$ mm. → -0,2 +0,4 mm

Las capacidades de conducción de corriente, en amperios, son según EN 50618 (temperatura ambiente de 60 °C).

En todos los casos se supone un circuito de corriente continua.

La caída de tensión se calcula con una temperatura de conductor de 120 °C.

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS DEL AIRE

Temp. Aire (°C)	Up to 60	70	80	90
Factor	1	0,92	0,84	0,75

Para los factores de reducción de grupos según IEC 60364-5-52, se aplicará la tabla A.52-17.

(Esta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)

4.PLANOS.

AUTOR: CARLOS JIMÉNEZ REY

TUTOR: SHIRAN PERERA MOHAMED

CO-TUTOR: RAFAEL GUZMÁN SEPÚLVEDA

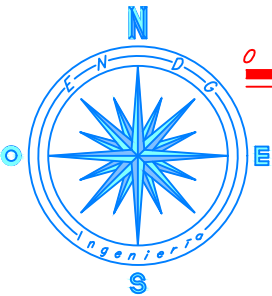
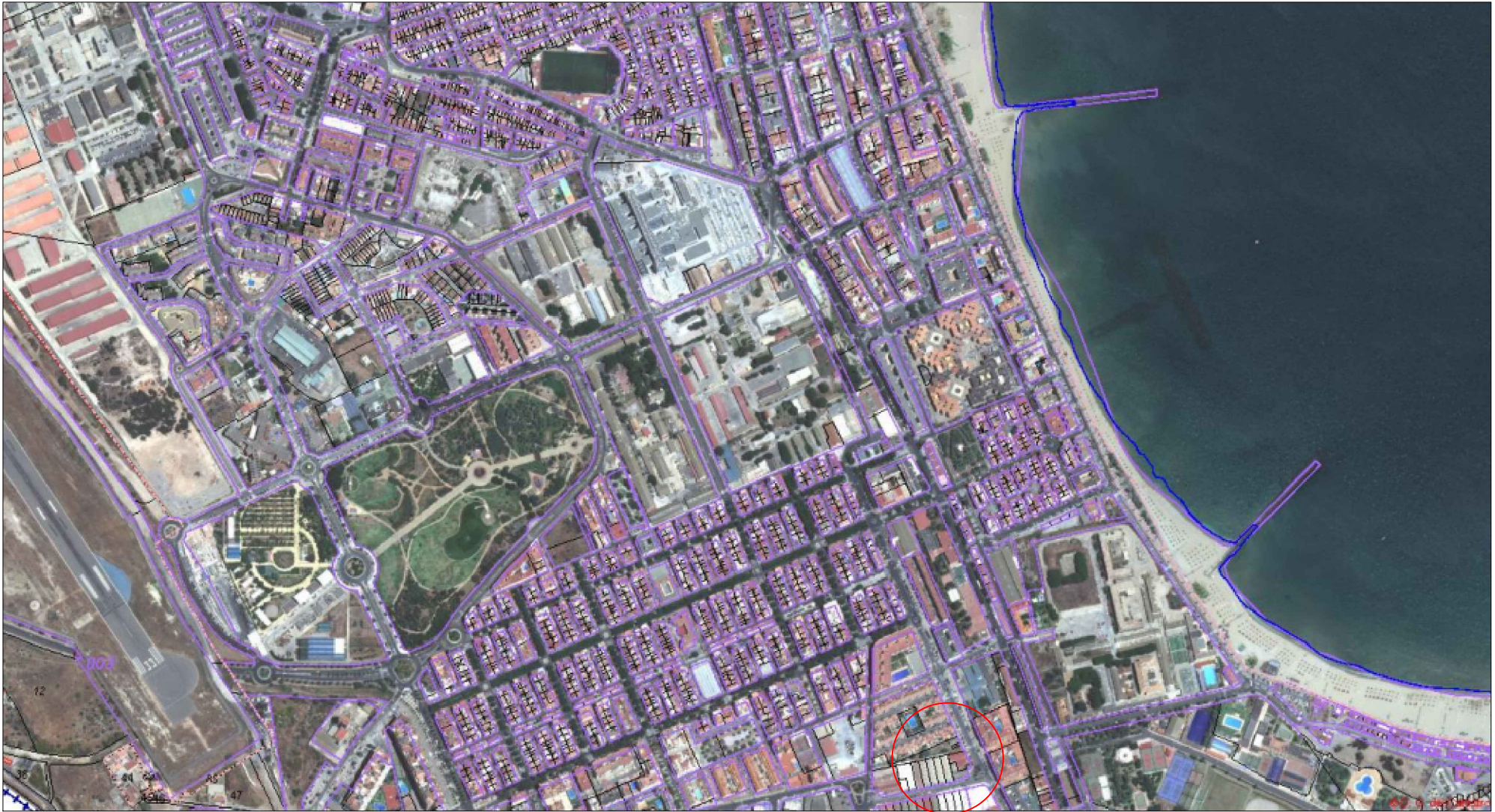
(Esta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)

ÍNDICE DE PLANOS

4.PLANOS


- 4.1. Plano situación.
- 4.2. Planos nave 02.
- 4.3. Plano nave 12 y 13.
- 4.4. Plano unifilar.
- 4.5. Plano estructura.

(Esta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)

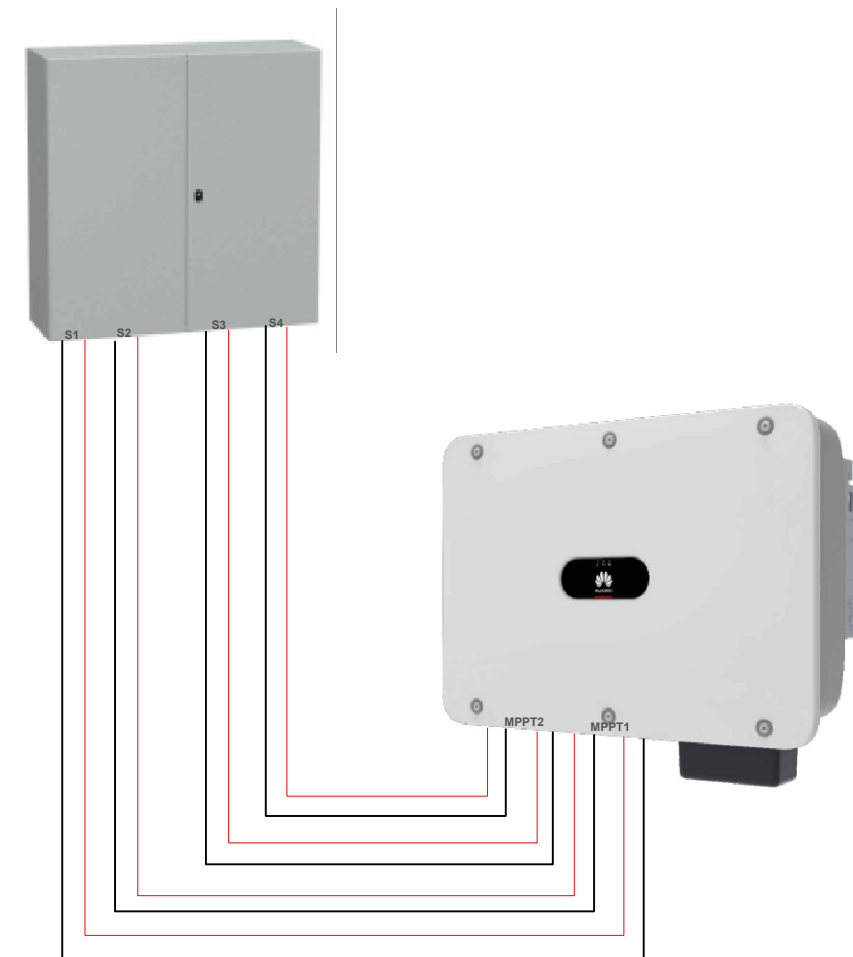
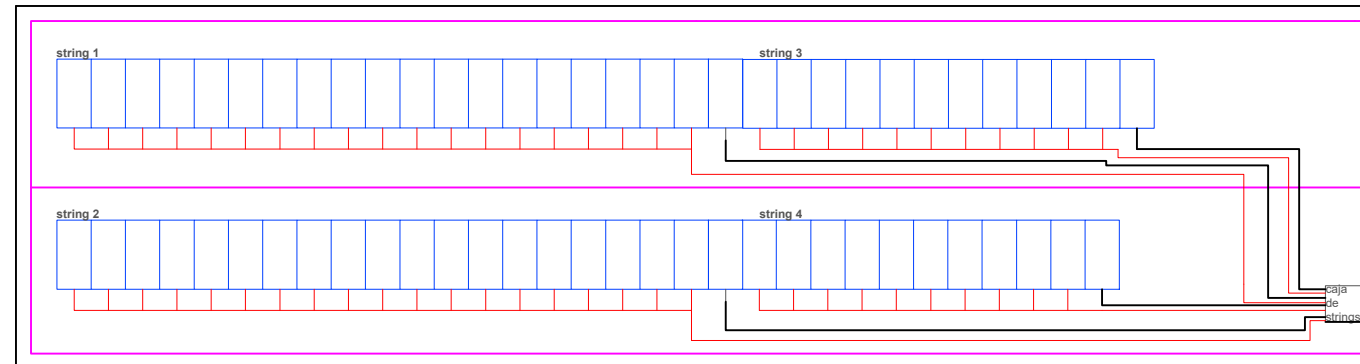






PROYECTO	DIRECCIÓN	UNIDADES
Creación de comunidad energética en el polígono industrial Las Margaritas		-
PLANO	AUTOR	ESCALA
Plano de instalación fotovoltaica en naves 12 y 13.		1/10000
FIRMA	FECHA	Nº DE PLANO
	05/06/2025	1



LEYENDA	
	Panel fotovoltaico Tensite EM-600W
	Cable positivo H1Z2Z2-K 6 mm ²
	Cable negativo H1Z2Z2-K 6 mm ²
	Superficie útil para instalación de paneles
MPPT	Puerto de entrada a inversor
Envolvente	Puerta ciega Spacial S3D
Inversor	Huawei SUN2000-60KTL-M0

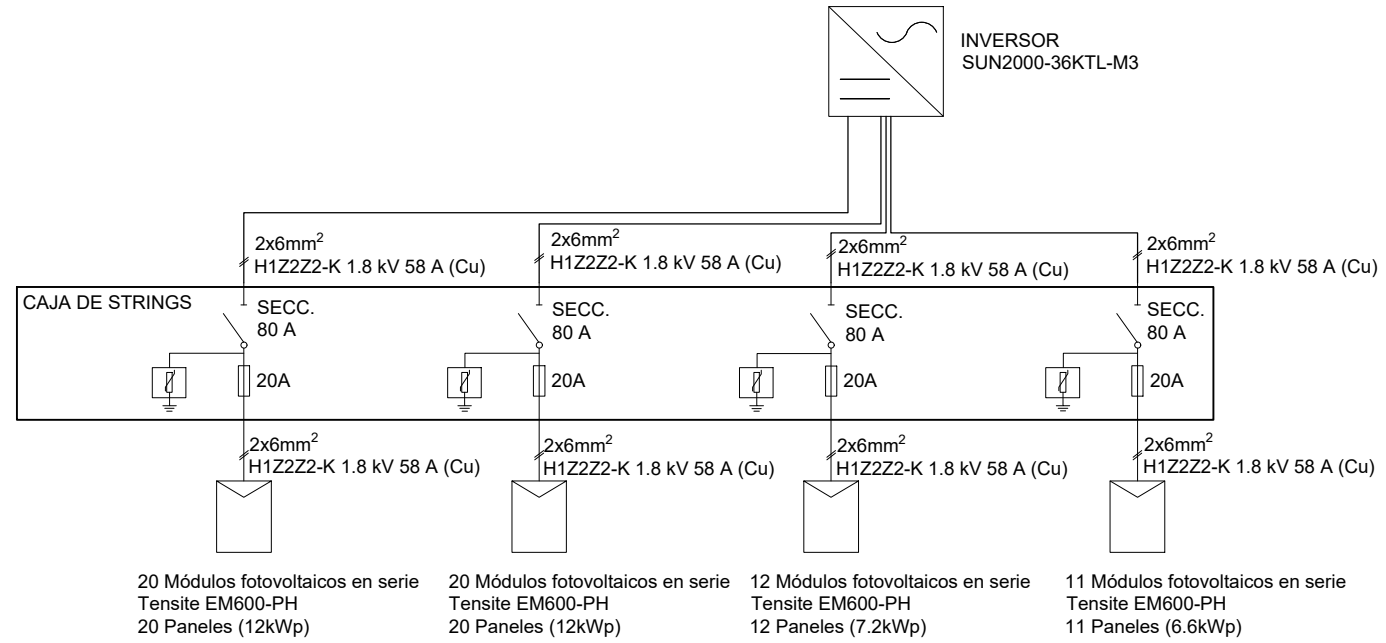
PROYECTO	DIRECCIÓN	UNIDADES
Creación de comunidad energética en el polígono industrial Las Margaritas.		mm
PLANO	AUTOR	ESCALA
Plano de instalación fotovoltaica en nave 02.		1/200
	FECHA	Nº DE PLANO
	05/06/2025	2



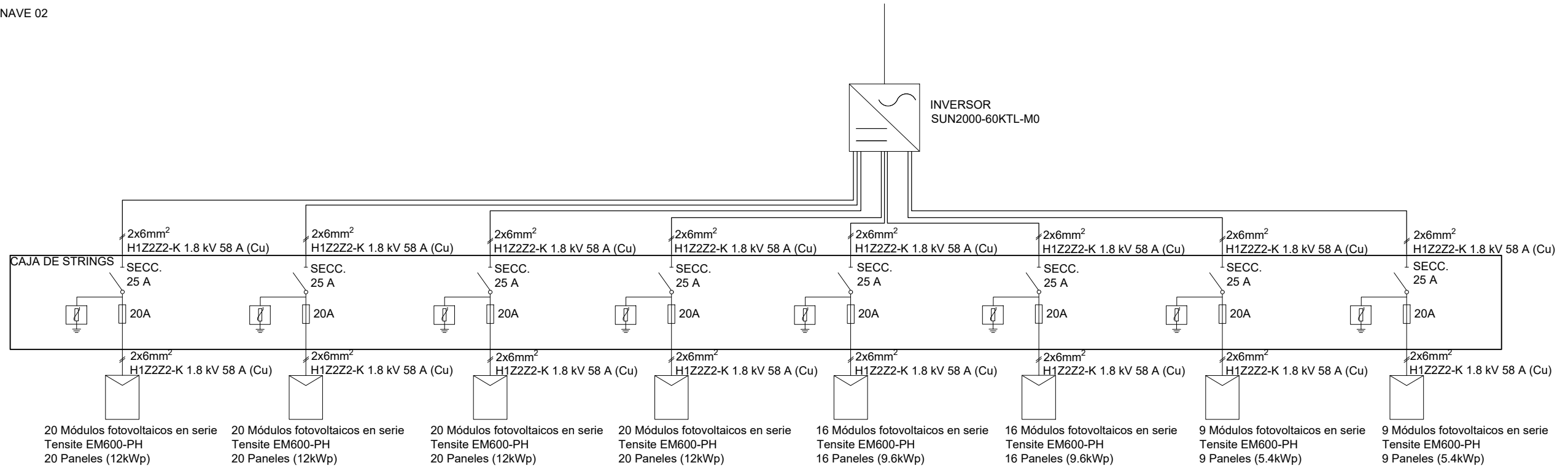
LEYENDA	
	Panel fotovoltaico Tensite EM-600W
	Cable positivo H1Z2Z2-K 6 mm ²
	Cable negativo H1Z2Z2-K 6 mm ²
	Superficie útil para instalación de paneles
MPPT	Puerto de entrada a inversor
Envolverte	Puerta ciega Spacial S3D
Inversor	Huawei SUN2000-60KTL-M0

PROYECTO Creación de comunidad energética en el polígono industrial Las Margaritas	DIRECCIÓN	UNIDADES mm
PLANO Plano de instalación fotovoltaica en naves 12 y 13.	AUTOR	ESCALA 1/250
FIRMA	FECHA 05/06/2025	Nº DE PLANO 3

NAVE 12 y NAVE 13

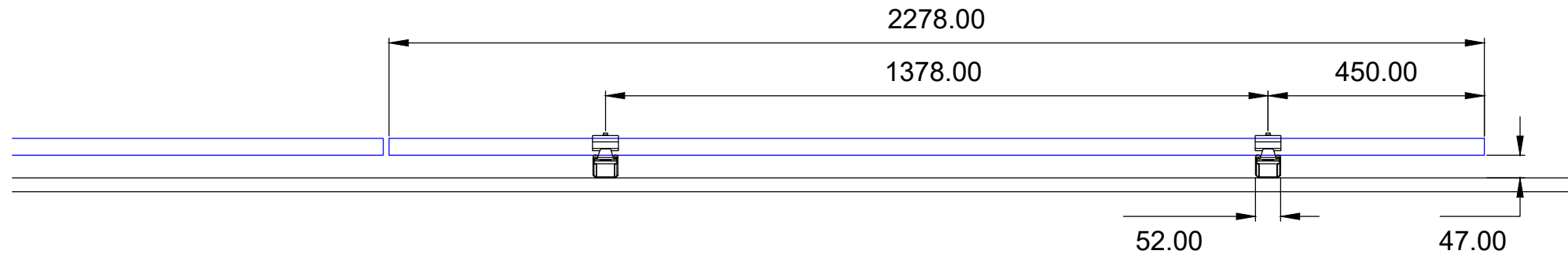


NAVE 02

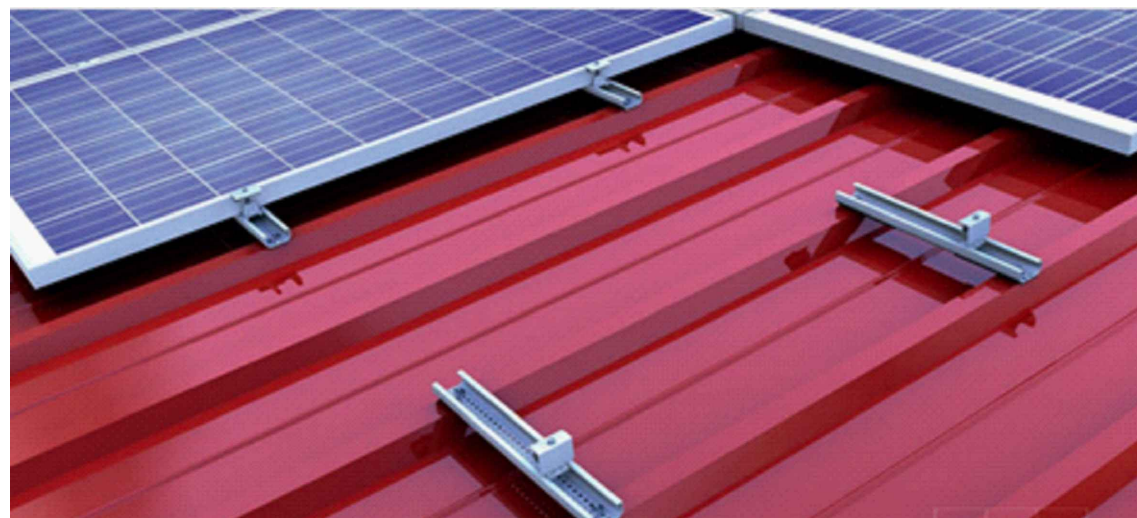
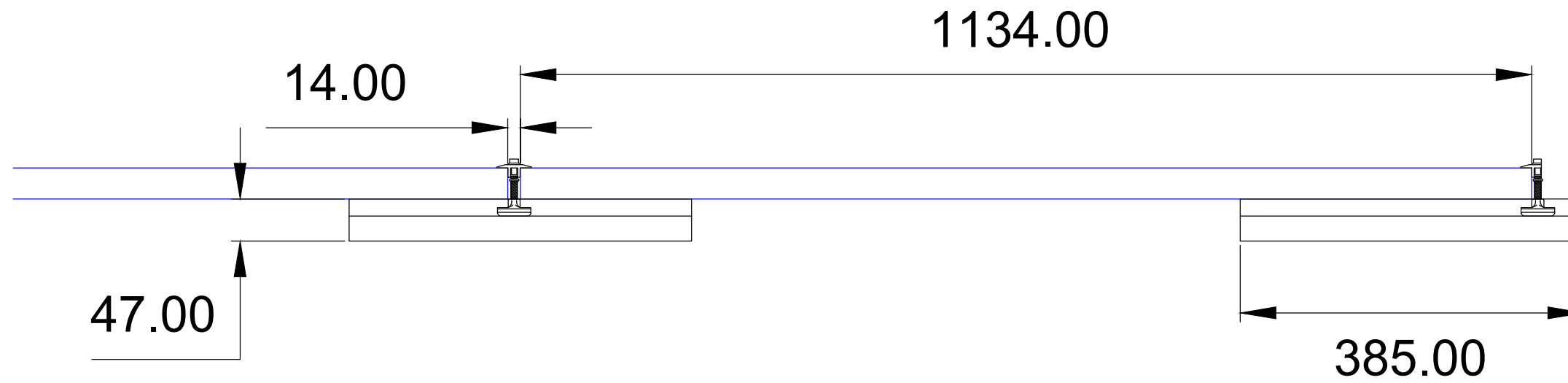


PROYECTO	DIRECCIÓN	UNIDADES
Creación de comunidad energética en el polígono industrial Las Margaritas.		-
PLANO	AUTOR	ESCALA
Esquema unifilar de continua		S/E
FIRMA	FECHA	Nº DE PLANO
	05/06/2025	4

VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL



PROYECTO Creación de comunidad energética en el polígono industrial de Las Margaritas.	DIRECCIÓN	UNIDADES mm
PLANO Estructura soporte de módulos.	AUTOR	ESCALA S/E
FIRMA	FECHA 05/06/2025	Nº DE PLANO 5

(Esta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)

5. Pliego de condiciones

AUTOR: CARLOS JIMÉNEZ REY

TUTOR: SHIRAN PERERA MOHAMED

CO-TUTOR: RAFAEL GUZMÁN SEPÚLVEDA

(Esta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

5.1. Objeto del pliego.

5.2. Orden de prioridad de los documentos.

5.3. Pliego de cláusulas administrativas.

5.3.1. Disposiciones Generales.

5.3.2. Disposiciones facultativas.

5.3.2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación.

5.3.2.1.1. El promotor.

5.3.2.1.2. El proyectista.

5.3.2.1.3. El constructor o contratista.

5.3.2.1.4. El director de obra.

5.3.2.1.5. El director de la ejecución de la obra.38

5.3.2.1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación.

5.3.2.1.7. Los suministradores de productos.

5.3.2.2. La dirección facultativa.

5.3.2.3. Visitas facultativas.

5.3.2.4. Obligaciones de los agentes intervinientes.

5.3.2.4.1. El promotor.

5.3.2.4.2. El proyectista.

5.3.2.4.3. El constructor o contratista.

5.3.2.4.4. La dirección facultativa.

5.3.2.4.5. El director de obra.

5.3.2.4.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación.

5.3.2.4.7. Los suministradores de productos.

5.3.2.4.8. Los propietarios y los usuarios.

5.4. Pliego de condiciones técnicas particulares.

5.4.1. Prescripciones sobre los materiales.

5.4.1.1. Garantías de calidad.

5.4.2. Prescripciones particulares de cada instalación.

5.4.2.1. Instalación fotovoltaica.

(Ésta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)

5.1. Objeto del pliego.

El presente pliego de condiciones tiene por objeto fijar las condiciones particulares de los materiales, métodos y equipos de trabajo del presente proyecto de creación de una comunidad energética, así como la enumeración de la normativa legal a las que se ha de ajustar la obra en cuestión. Además, se establece en el presente pliego los criterios y medios con los que se pueden estimar y valorar las obras a realizar, así como el periodo de ejecución, la fecha de inicio y de recepción de la obra.

5.2. Orden de prioridad de los documentos.

- Planos.
- Pliego de condiciones.
- Presupuesto y mediciones.
- Memoria.

5.3. Pliego de cláusulas administrativas.

5.3.1. Disposiciones Generales.

Las disposiciones de carácter general, las relativas a trabajos y materiales, así como las recepciones de edificios y obras anejas, se regirán por lo expuesto en el Pliego de Cláusulas Particulares para contratos con la Administración Pública correspondiente, según lo dispuesto en la "Ley 9/2017. Ley de Contratos del Sector Público".

5.3.2. Disposiciones facultativas.

5.3.2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación.

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación". Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación 2 demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención. Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III. Agentes de la edificación", considerándose:

5.3.2.1.1. El promotor.

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título. Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios. Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparán también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación. Cuando las Administraciones

publicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones publicas actúen como promotores, se regirán por la” Ley 9/2017. Ley de Contratos del Sector Publico 2, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la” Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación”.

5.3.2.1.2. El proyectista.

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto. Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste. Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en la “Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación”, cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

5.3.2.1.3. El constructor o contratista.

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra. Cabe efectuar especial mención de que la ley señala como responsable explícito de los vicios o defectos constructivos al contratista general de la obra, sin perjuicio del derecho de repetición de este hacia los subcontratistas

5.3.2.1.4. El director de obra.

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

5.3.2.1.5. El director de la ejecución de la obra.

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el director de obra, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

5.3.2.1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación.

Son entidades de control de calidad de la edificación aquellas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

5.3.2.1.7. Los suministradores de productos.

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción. Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

5.3.2.2. La dirección facultativa.

La dirección facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la dirección facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores. Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

5.3.2.3. Visitas facultativas.

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la dirección facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

5.3.2.4. Obligaciones de los agentes intervinientes.

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en la Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación 2 demás legislación aplicable.

5.3.2.4.1. El promotor.

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra, al director de la ejecución de la obra y al contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se regirán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción”.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

5.3.2.4.2. El proyectista.

Redactar el proyecto por encargo del promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo

alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al director de obra antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del director de obra y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de estos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del director de obra y previo acuerdo con el promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por el redactado, en soporte papel o informático. Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

5.3.2.4.3. El constructor o contratista.

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Definir y desarrollar un sistema de seguimiento, que permita comprobar la conformidad de la ejecución. Para ello, elaborará el plan de obra y el programa de autocontrol de la ejecución de la estructura, desarrollando el plan de control definido en el proyecto. El programa de autocontrol contemplará las particularidades concretas de la obra, relativas a medios, procesos y actividades, y se desarrollará el seguimiento de la ejecución de manera que permita comprobar la conformidad con las especificaciones del proyecto. Dicho programa será aprobado por la dirección facultativa antes del inicio de los trabajos.

Registrar los resultados de todas las comprobaciones realizadas en el autocontrol en un soporte, físico o electrónico, que estará a disposición de la dirección facultativa. Cada registro deberá estar firmado por la persona física que haya sido designada por el constructor para el autocontrol de cada actividad.

Mantener a disposición de la dirección facultativa un registro permanentemente actualizado, donde se reflejen las designaciones de las personas responsables de efectuar

en cada momento el autocontrol relativo a cada proceso de ejecución. Una vez finalizada la construcción, dicho registro se incorporará a la documentación final de obra.

Definir un sistema de gestión de los acopios suficiente para conseguir la trazabilidad requerida de los productos y elementos que se colocan en la obra.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción”.

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la dirección facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del director de obra y del director de la ejecución material de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aun cuando éstos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el director de ejecución material de la obra. Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del director de la ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la dirección facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del director de ejecución material de la obra los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la dirección facultativa.

Auxiliar al director de la ejecución de la obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Efectuar la inspección de cada fase de la estructura ejecutada, dejando constancia documental, al objeto de comprobar que se cumplen las especificaciones dimensionales del proyecto.

Facilitar a los directores de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en la Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación 2 que, en función de su naturaleza, alcanzan periodos de 1 año (daños por

defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

5.3.2.4.4. La dirección facultativa.

Constar antes del inicio de la ejecución de cada parte de la obra, que existe un programa de control para los productos y para la ejecución, que haya sido redactado específicamente para la obra, conforme a lo indicado en el proyecto y la normativa de obligado cumplimiento. Cualquier incumplimiento de los requisitos previos establecidos, provocara el aplazamiento del inicio de la obra hasta que la dirección facultativa constatare documentalmente que se ha subsanado la causa que dio origen al citado incumplimiento.

Aprobar el programa de control antes de iniciar las actividades de control en la obra, elaborado de acuerdo con el plan de control definido en el proyecto, que tenga en cuenta el cronograma o plan de obra del constructor y su procedimiento de autocontrol.

Validar el control de recepción, velando para que los productos incorporados en la obra sean adecuados a su uso y cumplan con las especificaciones requeridas.

Verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE son conformes con las especificaciones indicadas en el proyecto y, en su defecto, en la normativa de obligado cumplimiento, ya que el marcado CE no garantiza su idoneidad para un uso concreto.

5.3.2.4.5. El director de obra.

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recalcado del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al director de la ejecución de la obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al director de obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los directores de obra en su labor de alta dirección se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

5.3.2.4.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación.

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de la obra.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

Demostrar su independencia respecto al resto de los agentes involucrados en la obra. En consecuencia, previamente al inicio de la misma, entregarán a la propiedad una declaración firmada por la persona física que avale la referida independencia, de modo que la dirección facultativa pueda incorporarla a la documentación final de la obra.

Efectuar los ensayos pertinentes para comprobar la conformidad de los productos a su recepción en la obra, que serán encomendados a laboratorios independientes del resto de los agentes que intervienen en la obra y dispondrán de la capacidad suficiente.

Entregar los resultados de los ensayos al agente autor del encargo y, en todo caso, a la dirección facultativa, que irán acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas de la entrada de las muestras en el laboratorio y de la realización de los ensayos.

5.3.2.4.7. Los suministradores de productos.

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

Proporcionar, cuando proceda, un certificado final de suministro en el que se recojan los materiales o productos, de modo que se mantenga la necesaria trazabilidad de los materiales o productos certificados.

5.3.2.4.8. Los propietarios y los usuarios.

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta. Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

5.4. Pliego de condiciones técnicas particulares.

5.4.1. Prescripciones sobre los materiales.

Para facilitar la labor a realizar, por parte del director de la ejecución de la obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)”, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus calidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

Por parte del constructor o contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del director de ejecución de la obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra. El contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El contratista notificará al director de ejecución de la obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el director de ejecución de la obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación. Estos materiales serán reconocidos por el director de ejecución de la obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del contratista.

El hecho de que el contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

5.4.1.1. Garantías de calidad.

El termino producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que este cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones indicado en los mandatos relativos a las normas armonizadas y en las especificaciones técnicas armonizadas.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

Es obligación del director de la ejecución de la obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el Reglamento (UE) N° 305/2011. Reglamento por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo”.

El marcado CE se materializa mediante el símbolo “CE” acompañado de una información complementaria.

- El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:
- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm. Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- el número de identificación del organismo notificado (cuando proceda)
- el nombre comercial o la marca distintiva del fabricante
- la dirección del fabricante.
- el nombre comercial o la marca distintiva de la fabrica

- las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto
- el número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
- el número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas
- la designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada
- información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo. Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND). La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica

5.4.2. Prescripciones particulares de cada instalación.

Para cada instalación, se darán una serie de prescripciones particulares de cada unidad de obra o material (en caso de que la unidad de obra recoja materiales de distintas naturalezas con distintas prescripciones se dividir 'a la unidad de obra en sus distintos materiales). Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra (o materiales que la componen) se organizan en los siguientes apartado

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

CRITERIO DE MEDICION EN PROYECTO

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCION DE LAS UNIDADES DE OBRA

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el director de la ejecución de la obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del director de la ejecución de la obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra. Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

DEL SOPORTE

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

AMBIENTALES

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, deberán interrumpirse o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.

DEL CONTRATISTA

En algunos casos, será necesaria la presentación al director de la ejecución de la obra de una serie de documentos por parte del contratista, que acrediten su cualificación, o la de la empresa por él subcontratada, para realizar cierto tipo de trabajos. Por ejemplo la puesta en obra de sistemas constructivos en posesión de un Documento de Idoneidad Técnica (DIT), deberán ser realizados por la propia empresa propietaria del DIT, o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta y bajo su control técnico.

PROCESO DE EJECUCION

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

FASES DE EJECUCION

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

CONDICIONES DE TERMINACION

En algunas unidades de obra se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una determinada unidad de obra, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades. Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

PRUEBAS DE SERVICIO

En aquellas unidades de obra que sea necesario, se indican las pruebas de servicio a realizar por el propio contratista o empresa instaladora, cuyo coste se encuentra incluido en el propio precio de la unidad de obra (en las que no está incluido se indica).

CONSERVACION Y MANTENIMIENTO

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

CRITERIO DE MEDICION EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del director de ejecución de la obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista, entendiéndose que esta renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciere a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el director de ejecución de la obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la dirección facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la dirección facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICION.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno. Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación. Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

INSTALACIONES

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales

5.4.2.1. Instalación fotovoltaica.

UNIDAD DE OBRA IEX300: FUSIBLE CILÍNDRICO.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Conjunto fusible, formado por fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 20 A, poder de corte 100 kA, tamaño 10x38 mm y base modular para fusibles cilíndricos, unipolar (1P), intensidad nominal 32 A. Totalmente montado, conexionado y probado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas de la compañía suministradora.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto, que hay espacio suficiente para su instalación y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Montaje y conexionado del elemento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

UNIDAD DE OBRA IPI010: PROTECTOR CONTRA SOBRETENSIONES.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Sistema interno de protección contra sobretensiones, formado por 8 protectores contra sobretensiones: 1 protector contra sobretensiones transitorias, tipo 1 + 2 (ondas de 10/350 μ s y 8/20 μ s), con led indicador de final de vida útil, bipolar (1P+N), tensión nominal 230 V, resistencia a la corriente de impulso de onda 10/350 μ s (I_{imp}) 30 kA, intensidad máxima de descarga 65 kA, intensidad nominal de descarga 40 kA, nivel de protección 1,5 kV, para la línea monofásica de suministro eléctrico colocado dentro del cuadro principal, 1 protector contra sobretensiones transitorias, tipo 1 + 2 (ondas de 10/350 μ s y 8/20 μ s), con led indicador de final de vida útil, tetrapolar (3P+N), tensión nominal 230/400 V, resistencia a la corriente de impulso de onda 10/350 μ s (I_{imp}) 30 kA, intensidad máxima de descarga 65 kA, intensidad nominal de descarga 40 kA, nivel de protección 1,5 kV, para la línea trifásica de suministro eléctrico colocado dentro del cuadro principal, 1 protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2 + 3 (onda combinada de 1,2/50 μ s y 8/20 μ s), con led indicador de final de vida útil, bipolar (1P+N), tensión nominal 230 V, intensidad máxima de descarga 30 kA, intensidad nominal de descarga 10 kA, tensión en circuito abierto con onda combinada 6 kV, nivel de protección 0,9 kV, para la línea monofásica de suministro eléctrico colocado dentro del cuadro secundario, 1 protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2 + 3 (onda combinada de 1,2/50 μ s y 8/20 μ s), con led indicador de final de vida útil, tetrapolar (3P+N), tensión nominal 230/400 V, intensidad máxima de descarga 30 kA, intensidad nominal de descarga 10 kA, tensión en circuito abierto con onda combinada 6 kV, nivel de protección 0,9 kV, para la línea trifásica de suministro eléctrico colocado dentro del cuadro secundario, 1 protector contra sobretensiones transitorias, con cartucho extraíble y led indicador de final de vida útil, tensión nominal 130 Vcc, intensidad nominal de descarga 2 kA, nivel de protección 270 V, para la línea telefónica analógica, 1 protector contra sobretensiones transitorias, con cartucho extraíble y led indicador de final de vida útil, 5, intensidad nominal de descarga 2 kA, nivel de protección 66 V, para la línea de transmisión de datos, 1 protector contra sobretensiones transitorias, con conectores de entrada y salida RJ-45, 100 Mbit/s, tensión nominal 5 Vcc, intensidad nominal de descarga 2 kA, nivel de protección 100 V, para la línea informática y 1 protector contra sobretensiones transitorias, con conectores de entrada y salida tipo "F", banda de frecuencias 0-2000 MHz, impedancia característica 75 Ohm, atenuación 0,5 dB/m,

potencia 5 W y tensión de ruptura 90 V, intensidad máxima de descarga 10 kA, para la línea de transmisión de señales de radiodifusión sonora y televisión.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- REBT: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- ITC-BT-23 y GUÍA-Bt-23. Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su ubicación se corresponde con la de Proyecto.

FASES DE EJECUCIÓN.

Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

UNIDAD DE OBRA IEX210: INTERRUPTOR-SECCIONADOR.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Interruptor-seccionador con mando rotativo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, con fusible de 125 A, de 170x135x130 mm. Totalmente montado, conexionado y probado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- REBT: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas de la compañía suministradora.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto, que hay espacio suficiente para su instalación y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Montaje y conexionado del elemento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

UNIDAD DE OBRA IEH015: CABLE ELÉCTRICO PARA BAJA TENSIÓN "PRYSMIAN GROUP".

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobarán las separaciones mínimas de las conducciones con otras instalaciones.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

FASES DE EJECUCIÓN.

Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

UNIDAD DE OBRA IEX050: INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO, MODULAR.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, poder de corte 10 kA, curva D, modelo C120N A9N18393 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 108x81x73 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- REBT: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas de la compañía suministradora.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto, que hay espacio suficiente para su instalación y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Montaje y conexionado del elemento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

UNIDAD DE OBRA IEX060: INTERRUPTOR DIFERENCIAL MODULAR.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 125 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase AC, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- REBT: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas de la compañía suministradora.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto, que hay espacio suficiente para su instalación y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Montaje y conexionado del elemento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

UNIDAD DE OBRA IEX076: PROTECTOR CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS, MODULAR.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Protector contra sobretensiones transitorias, de 4 módulos, tetrapolar (4P), tipo 2 (onda 8/20 μ s), nivel de protección 2 kV, intensidad máxima de descarga 40 kA, de 72x93x65,5

mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- REBT: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas de la compañía suministradora.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto, que hay espacio suficiente para su instalación y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Montaje y conexionado del elemento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

UNIDAD DE OBRA IEX210: INTERRUPTOR-SECCIONADOR.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Interruptor-seccionador con mando rotativo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, con fusible de 125 A, de 170x135x130 mm. Totalmente montado, conexionado y probado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- REBT: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas de la compañía suministradora.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto, que hay espacio suficiente para su instalación y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Montaje y conexionado del elemento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

UNIDAD DE OBRA IE0010: CANALIZACIÓN.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 35x60 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación: REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

UNIDAD DE OBRA IEO040: BANDEJA PARA SOPORTE Y CONDUCCIÓN DE CABLES ELÉCTRICOS.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Bandeja lisa de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento, con soporte horizontal, de PVC, color gris RAL 7035.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación: REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo. Fijación del soporte. Colocación y fijación de la bandeja.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

UNIDAD DE OBRA IEF003: ESTRUCTURA SOPORTE PARA MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO, SOBRE CUBIERTA INCLINADA.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo. Montaje y fijación.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Todos los componentes metálicos tendrán libre dilatación.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

UNIDAD DE OBRA IEL010: LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Línea general de alimentación, que enlaza la caja general de protección con la centralización de contadores, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x35+1G16 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en conducto de obra de fábrica (no incluido en este precio). Incluso elementos cortafuegos y tubo protector de polietileno de doble pared, de 110 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, para minimizar el efecto de roces, aumentar las propiedades mecánicas de la instalación y para facilitar la sustitución y/o ampliación de los cables. Totalmente montada, conexiónada y probada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- REBT: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- ITC-BT-14 y GUÍA-BT-14. Instalaciones de enlace. Línea general de alimentación.

Instalación y colocación de los tubos:

- UNE-HD 60364-5-52. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- ITC-BT-19 y GUÍA- BT-19. Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
- ITC-BT-20 y GUÍA- BT-20. Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
- ITC-BT-21 y GUÍA- BT-21. Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación del tubo. Colocación de elementos cortafuegos. Tendido de cables. Conexionado.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Los registros serán accesibles desde zonas comunitarias.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

JIMENEZ
REY CARLOS
- 45317841K

Digitally signed by
JIMENEZ REY CARLOS
- 45317841K
Date: 2025.10.04
17:28:17 +02'00'

6. Mediciones

AUTOR: CARLOS JIMÉNEZ REY

TUTOR: SHIRAN PERERA MOHAMED

CO-TUTOR: RAFAEL GUZMÁN SEPÚLVEDA

(Esta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
I01	SOLAR FOTOVOLTAICA					
IEF001	<p>Ud Módulo solar fotovoltaico.</p> <p>Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 650 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 37,62 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 17,28 A, tensión en circuito abierto (Voc) 45,75 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 18,11 A, eficiencia 20,93%, 132 células de 210x105 mm, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2384x1303x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 34,22 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte.</p> <p>Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					
						256,00
IEF020	<p>Ud Inversor fotovoltaico.</p> <p>Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 75 kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje de entrada de 500 a 800 Vcc, potencia nominal de salida 50 kW, potencia máxima de salida 50 kVA, eficiencia máxima 98,1%, dimensiones 569x621x733 mm, peso 84 kg, con pies de apoyo, indicador del estado de funcionamiento con led, comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, dos puertos Ethernet, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.</p> <p>Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					
						4,00
IEX300	<p>Ud Fusible cilíndrico.</p> <p>Conjunto fusible, formado por fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 20 A, poder de corte 100 kA, tamaño 10x38 mm y base modular para fusibles cilíndricos, unipolar (1P), intensidad nominal 32 A. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					
						16,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
IEX210	<p>Ud Interruptor-seccionador.</p> <p>Interruptor-seccionador con mando rotativo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, con fusible de 125 A, de 170x135x130 mm. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					1,00
IEC010	<p>Ud Caja de protección</p> <p>Suministro e instalación en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local, de caja de protección y medida CPM1-S2, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador monofásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación empotrada. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					3,00
IEX050	<p>Ud Interruptor automático magnetotérmico, modular.</p> <p>Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, poder de corte 10 kA, curva D, modelo C120N A9N18393 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 108x81x73 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					3,00
IEX060	<p>Ud Interruptor diferencial modular.</p> <p>Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase A, de 72x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					3,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
IEX076	<p>Ud Protector contra sobretensiones transitorias, modular.</p> <p>Protector contra sobretensiones transitorias, de 4 módulos, tetrapolar (4P), tipo 2 (onda 8/20 µs), nivel de protección 2 kV, intensidad máxima de descarga 40 kA, de 72x93x65,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					3,00
IEO010	<p>m Canalización.</p> <p>Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 35x60 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>					470,00
IEO040	<p>m Bandeja para soporte y conducción de cables eléctricos.</p> <p>Bandeja lisa de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento, con soporte horizontal, de PVC, color gris RAL 7035.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación del soporte. Colocación y fijación de la bandeja.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>					10,00
IEF003	<p>Ud Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, sobre cubierta inclinada.</p> <p>Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Montaje y fijación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					256,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
1	<p>m Cable eléctrico para baja tensión "PRYSMIAN GROUP".</p> <p>Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo.</p> <p>Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>					
2	<p>m Cable eléctrico para baja tensión "PRYSMIAN GROUP".</p> <p>Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo.</p> <p>Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>					260,00
3	<p>m Línea general de alimentación.</p> <p>Línea general de alimentación, que enlaza la caja general de protección con la centralización de contadores, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x35+1G16 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en conducto de obra de fábrica (no incluido en este precio). Incluso elementos cortafuegos y tubo protector de polietileno de doble pared, de 110 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, para minimizar el efecto de roces, aumentar las propiedades mecánicas de la instalación y para facilitar la sustitución y/o ampliación de los cables. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación del tubo. Colocación de elementos cortafuegos. Tendido de cables. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>					470,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
IEL010	<p>m Línea general de alimentación.</p> <p>Línea general de alimentación, que enlaza la caja general de protección con la centralización de contadores, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en conducto de obra de fábrica (no incluido en este precio). Incluso elementos cortafuegos y tubo protector de polietileno de doble pared, de 75 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, para minimizar el efecto de roces, aumentar las propiedades mecánicas de la instalación y para facilitar la sustitución y/o ampliación de los cables. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación del tubo. Colocación de elementos cortafuegos. Tendido de cables. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>					18,00
						10,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
GR	GESTIÓN DE RESIDUOS					
GR01	Ud Gastos derivados de la gestión de residuos.					1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
SS	SEGURIDAD Y SALUD					
SS01	Ud Gastos derivados de seguridad y salud.					1,00

(Esta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)

7.Presupuesto

AUTOR: CARLOS JIMÉNEZ REY

TUTOR: SHIRAN PERERA MOHAMED

CO-TUTOR: RAFAEL GUZMÁN SEPÚLVEDA

(Esta página se ha dejado en blanco de manera intencionada)

Índice de presupuesto

7.1.Cuadro de precios unitarios.

7.2.Cuadro descompuesto de unidades de obra incluyendo los costes indirectos

7.3.Presupuesto

7.4.Resumen de presupuesto

(Esta hoja de ha dejado en blanco de manera intencionada)

Precios unitarios

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
					360,09
					36,26
					7,93
					404,28
				5 %	20,21
					424,49
IEF001	Ud	Módulo solar fotovoltaico.			
Materiales					
mt35sol029ee	1,000 Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 650 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 37,6	77,50	77,50	
Mano de obra					
mo003	0,460 h	Oficial 1º electricista.	23,74	10,92	
mo102	0,460 h	Ayudante electricista.	21,90	10,07	
Otros					
%0200	0,985 %	Costes directos complementarios	2,00	1,97	
					77,50
					20,99
					1,97
					100,46
				5 %	5,02
					105,48
IEF003	Ud	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, sobre cubierta inclinada.			
Materiales					
mt35sol006	1,000 Ud	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, para cubierta inclinada, con accesorios de montaje y el	30,00	30,00	
Mano de obra					
mo003	0,150 h	Oficial 1º electricista.	23,74	3,56	
mo102	0,150 h	Ayudante electricista.	21,90	3,29	
Otros					
%0200	0,369 %	Costes directos complementarios	2,00	0,74	
					30,00
					6,85
					0,74
					37,59
				5 %	1,88
					39,47
IEF020	Ud	Inversor fotovoltaico.			
Materiales					
mt35ifg050a	1,000 Ud	Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 75 kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje de entrada de 500 a 8	3.707,31	3.707,31	
Maquinaria					
mq04cag010a	0,500 h	Camión con grúa de hasta 6 t.	55,38	27,69	
Mano de obra					
mo003	1,000 h	Oficial 1º electricista.	23,74	23,74	
mo102	1,000 h	Ayudante electricista.	21,90	21,90	
Otros					
%0200	37,806 %	Costes directos complementarios	2,00	75,61	
					3.707,31
					27,69
					45,64
					75,61
					3.856,25
				5 %	192,81
					4.049,06
IEL010	m	Línea general de alimentación.			
Materiales					
5	1,000 m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 7	4,36	4,36	
mt35cun010g1	5,000 m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con	3,70	18,50	
mt35ait020	0,111 Ud	Elemento cortafuegos, para evitar la propagación de las llamas en conducto de obra de fábrica en instalación eléctrica. Incluso	7,36	0,82	
mt35www010	0,200 Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,48	0,30	
Mano de obra					
mo003	0,070 h	Oficial 1º electricista.	23,74	1,66	
mo102	0,070 h	Ayudante electricista.	21,90	1,53	
Otros					

Precios unitarios

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
%0200	0,272 %	Costes directos complementarios	2,00	0,54	
					Materiales 23,98
					Mano de obra..... 3,19
					Otros 0,54
					Suma la partida 27,71
				Costes indirectos 5 %	1,39
					TOTAL PARTIDA..... 29,10
IEO010	m	Canalización.			
Materiales					
mt35brp020a	1,000 m	Bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 35x60 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000 °C E90 según DIN 4	33,66	33,66	
Mano de obra					
mo003	0,200 h	Oficial 1ª electricista.	23,74	4,75	
mo102	0,200 h	Ayudante electricista.	21,90	4,38	
Otros					
%0200	0,428 %	Costes directos complementarios	2,00	0,86	
					Materiales 33,66
					Mano de obra..... 9,13
					Otros 0,86
					Suma la partida 43,65
				Costes indirectos 5 %	2,18
					TOTAL PARTIDA..... 45,83
IEO040	m	Bandeja para soporte y conducción de cables eléctricos.			
Materiales					
mt35une002a	1,000 m	Bandeja lisa de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no pro	11,87	11,87	
mt35une006a	0,667 Ud	Pieza de unión entre tramos de bandeja, de PVC, color gris RAL 7035, de 60 mm de altura, con tornillos con tuerca de PVC.	4,17	2,78	
mt35une015aa	0,667 Ud	Soporte horizontal, de PVC, color gris RAL 7035, con tornillos con tuerca de PVC.	8,56	5,71	
Mano de obra					
mo003	0,267 h	Oficial 1ª electricista.	23,74	6,34	
mo102	0,133 h	Ayudante electricista.	21,90	2,91	
Otros					
%0200	0,296 %	Costes directos complementarios	2,00	0,59	
					Materiales 20,36
					Mano de obra..... 9,25
					Otros 0,59
					Suma la partida 30,20
				Costes indirectos 5 %	1,51
					TOTAL PARTIDA..... 31,71
IEX050	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, modular.			
Materiales					
mt35ase883ll	1,000 Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, poder de corte 10 kA, curva D, modelo C120N A9	614,39	614,39	
Mano de obra					
mo003	0,350 h	Oficial 1ª electricista.	23,74	8,31	
Otros					
%0200	6,227 %	Costes directos complementarios	2,00	12,45	
					Materiales 614,39
					Mano de obra..... 8,31
					Otros 12,45
					Suma la partida 635,15
				Costes indirectos 5 %	31,76
					TOTAL PARTIDA..... 666,91
IEX060	Ud	Interruptor diferencial modular.			
Materiales					
mt35amc101ii	1,000 Ud	Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte	414,03	414,03	
Mano de obra					
mo003	0,350 h	Oficial 1ª electricista.	23,74	8,31	
Otros					
%0200	4,223 %	Costes directos complementarios	2,00	8,45	

Precios unitarios

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
					Materiales 414,03 Mano de obra..... 8,31 Otros 8,45 <hr/> Suma la partida 430,79 Costes indirectos 5 % 21,54 <hr/> TOTAL PARTIDA..... 452,33
IEX076	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias, modular.			
Materiales					
mt35amc321aa	1,000 Ud	Protector contra sobretensiones transitorias, de 4 módulos, tetrapolar (4P), tipo 2 (onda 8/20 µs), nivel de protección 2 kV, in	354,12	354,12	
Mano de obra					
mo003	0,350 h	Oficial 1º electricista.	23,74	8,31	
Otros					
%0200	3,624 %	Costes directos complementarios	2,00	7,25	
					Materiales 354,12 Mano de obra..... 8,31 Otros 7,25 <hr/> Suma la partida 369,68 Costes indirectos 5 % 18,48 <hr/> TOTAL PARTIDA..... 388,16
IEX210	Ud	Interruptor-seccionador.			
Materiales					
mt35amc551gg	1,000 Ud	Interruptor-seccionador con mando rotativo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, con fusible de 125 A, de 170x135x130 mm,	118,12	118,12	
Mano de obra					
mo003	0,700 h	Oficial 1º electricista.	23,74	16,62	
Otros					
%0200	1,347 %	Costes directos complementarios	2,00	2,69	
					Materiales 118,12 Mano de obra..... 16,62 Otros 2,69 <hr/> Suma la partida 137,43 Costes indirectos 5 % 6,87 <hr/> TOTAL PARTIDA..... 144,30
IEX300	Ud	Fusible cilíndrico.			
Materiales					
mt35amc800bgm	1,000 Ud	Fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 20 A, poder de corte 100 kA, tamaño 10x38 mm, según UNE-EN 60269-1.	3,73	3,73	
mt35amc810a	1,000 Ud	Base modular para fusibles cilíndricos, unipolar (1P), intensidad nominal 32 A, según UNE-EN 60269-1.	4,29	4,29	
Mano de obra					
mo003	0,200 h	Oficial 1º electricista.	23,74	4,75	
Otros					
%0200	0,128 %	Costes directos complementarios	2,00	0,26	
					Materiales 8,02 Mano de obra..... 4,75 Otros 0,26 <hr/> Suma la partida 13,03 Costes indirectos 5 % 0,65 <hr/> TOTAL PARTIDA..... 13,68
SS01	Ud	Gastos derivados de seguridad y salud.			
					Sin descomposición <hr/> TOTAL PARTIDA..... 9.450,00

JIMENEZ
REY CARLOS
 - 45317841K
 - 45317841K

Digitally signed by
 JIMENEZ REY CARLOS
 - 45317841K
 Date: 2025.10.04
 17:30:01 +02'00'

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
I01 SOLAR FOTOVOLTAICA					
IEF001	Módulo solar fotovoltaico.	Ud			
mt35sol029ee	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 650 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 37,6	1,000 Ud	77,50	77,50	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,460 h	23,74	10,92	
mo102	Ayudante electricista.	0,460 h	21,90	10,07	
%0200	Costes directos complementarios	0,985 %	2,00	1,97	
	Mano de obra				20,99
	Materiales				77,50
	Otros				1,97
	Suma la partida				100,46
	Costes indirectos			5%	5,02
	TOTAL PARTIDA				105,48
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCO EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS				
IEF020	Inversor fotovoltaico.	Ud			
mt35ifg050a	Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 75 kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje de entrada de 500 a 8	1,000 Ud	3.707,31	3.707,31	
mq04cag010a	Camión con grúa de hasta 6 t.	0,500 h	55,38	27,69	
mo003	Oficial 1ª electricista.	1,000 h	23,74	23,74	
mo102	Ayudante electricista.	1,000 h	21,90	21,90	
%0200	Costes directos complementarios	37,806 %	2,00	75,61	
	Mano de obra				45,64
	Maquinaria				27,69
	Materiales				3.707,31
	Otros				75,61
	Suma la partida				3.856,25
	Costes indirectos			5%	192,81
	TOTAL PARTIDA				4.049,06
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL CUARENTA Y NUEVE EUROS con SEIS CÉNTIMOS				
IEX300	Fusible cilíndrico.	Ud			
mt35amc800bgm	Fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 20 A, poder de corte 100 kA, tamaño 10x38 mm, según UNE-EN 60269-1.	1,000 Ud	3,73	3,73	
mt35amc810a	Base modular para fusibles cilíndricos, unipolar (1P), intensidad nominal 32 A, según UNE-EN 60269-1.	1,000 Ud	4,29	4,29	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,200 h	23,74	4,75	
%0200	Costes directos complementarios	0,128 %	2,00	0,26	
	Mano de obra				4,75
	Materiales				8,02
	Otros				0,26
	Suma la partida				13,03
	Costes indirectos			5%	0,65
	TOTAL PARTIDA				13,68
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS				
IEX210	Interruptor-seccionador.	Ud			
mt35amc551gg	Interruptor-seccionador con mando rotativo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, con fusible de 125 A, de 170x135x130 mm,	1,000 Ud	118,12	118,12	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,700 h	23,74	16,62	
%0200	Costes directos complementarios	1,347 %	2,00	2,69	
	Mano de obra				16,62
	Materiales				118,12
	Otros				2,69
	Suma la partida				137,43
	Costes indirectos			5%	6,87
	TOTAL PARTIDA				144,30
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS				
IEC010	Caja de protección	Ud			
mt35cgp010e	Caja de protección y medida CPM1-S2, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador monofásico, formada por una envolvente aislant	1,000 Ud	358,61	358,61	
mt35www010	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000 Ud	1,48	1,48	
mo020	Oficial 1ª construcción.	0,300 h	23,10	6,93	
mo113	Peón ordinario construcción.	0,300 h	21,69	6,51	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,500 h	23,74	11,87	
mo102	Ayudante electricista.	0,500 h	21,90	10,95	

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
%0200	Costes directos complementarios	3,964 %	2,00	7,93	
	Mano de obra				36,26
	Materiales				360,09
	Otros				7,93
	Suma la partida				404,28
	Costes indirectos			5%	20,21
	TOTAL PARTIDA				424,49
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS VEINTICUATRO EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS				
IEX050	Interruptor automático magnetotérmico, modular.	Ud			
mt35ase883ll	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, poder de corte 10 kA, curva D, modelo C120N A9	1,000 Ud	614,39	614,39	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,350 h	23,74	8,31	
%0200	Costes directos complementarios	6,227 %	2,00	12,45	
	Mano de obra				8,31
	Materiales				614,39
	Otros				12,45
	Suma la partida				635,15
	Costes indirectos			5%	31,76
	TOTAL PARTIDA				666,91
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS				
IEX060	Interruptor diferencial modular.	Ud			
mt35amc101ii	Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte	1,000 Ud	414,03	414,03	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,350 h	23,74	8,31	
%0200	Costes directos complementarios	4,223 %	2,00	8,45	
	Mano de obra				8,31
	Materiales				414,03
	Otros				8,45
	Suma la partida				430,79
	Costes indirectos			5%	21,54
	TOTAL PARTIDA				452,33
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS				
IEX076	Protector contra sobretensiones transitorias, modular.	Ud			
mt35amc321aa	Protector contra sobretensiones transitorias, de 4 módulos, tetrapolar (4P), tipo 2 (onda 8/20 µs), nivel de protección 2 kV, in	1,000 Ud	354,12	354,12	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,350 h	23,74	8,31	
%0200	Costes directos complementarios	3,624 %	2,00	7,25	
	Mano de obra				8,31
	Materiales				354,12
	Otros				7,25
	Suma la partida				369,68
	Costes indirectos			5%	18,48
	TOTAL PARTIDA				388,16
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con DIECISÉIS CÉNTIMOS				
IEO010	Canalización.	m			
mt35brp020a	Bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 35x60 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4	1,000 m	33,66	33,66	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,200 h	23,74	4,75	
mo102	Ayudante electricista.	0,200 h	21,90	4,38	
%0200	Costes directos complementarios	0,428 %	2,00	0,86	
	Mano de obra				9,13
	Materiales				33,66
	Otros				0,86
	Suma la partida				43,65
	Costes indirectos			5%	2,18
	TOTAL PARTIDA				45,83
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS				
IEO040	Bandeja para soporte y conducción de cables eléctricos.	m			
mt35une002a	Bandeja lisa de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al	1,000 m	11,87	11,87	

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
mt35une006a	impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no pro				
	Pieza de unión entre tramos de bandeja, de PVC, color gris RAL 7035, de 60 mm de altura, con tornillos con tuerca de PVC.	0,667 Ud	4,17	2,78	
mt35une015aa	Soporte horizontal, de PVC, color gris RAL 7035, con tornillos con tuerca de PVC.	0,667 Ud	8,56	5,71	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,267 h	23,74	6,34	
mo102	Ayudante electricista.	0,133 h	21,90	2,91	
%0200	Costes directos complementarios	0,296 %	2,00	0,59	

Mano de obra	9,25
Materiales	20,36
Otros	0,59
Suma la partida	30,20
Costes indirectos	5%
	1,51
TOTAL PARTIDA	31,71

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
IEF003	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, sobre cubierta inclinada.	Ud			
mt35sol006	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, para cubierta inclinada, con accesorios de montaje y el	1,000 Ud	30,00	30,00	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,150 h	23,74	3,56	
mo102	Ayudante electricista.	0,150 h	21,90	3,29	
%0200	Costes directos complementarios	0,369 %	2,00	0,74	

Mano de obra	6,85
Materiales	30,00
Otros	0,74
Suma la partida	37,59
Costes indirectos	5%
	1,88
TOTAL PARTIDA	39,47

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
1	Cable eléctrico para baja tensión "PRYSMIAN GROUP".	m			
mt35pry090e	Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizad	1,000 m	1,44	1,44	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,018 h	23,74	0,43	
mo102	Ayudante electricista.	0,018 h	21,90	0,39	
%0200	Costes directos complementarios	0,023 %	2,00	0,05	

Mano de obra	0,82
Materiales	1,44
Otros	0,05
Suma la partida	2,31
Costes indirectos	5%
	0,12
TOTAL PARTIDA	2,43

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
2	Cable eléctrico para baja tensión "PRYSMIAN GROUP".	m			
mt35pry090f	Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizad	1,000 m	1,95	1,95	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,019 h	23,74	0,45	
mo102	Ayudante electricista.	0,019 h	21,90	0,42	
%0200	Costes directos complementarios	0,028 %	2,00	0,06	

Mano de obra	0,87
Materiales	1,95
Otros	0,06
Suma la partida	2,88
Costes indirectos	5%
	0,14
TOTAL PARTIDA	3,02

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con DOS CÉNTIMOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3	Línea general de alimentación.	m			
mt35aia070af	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 1	1,000 m	7,20	7,20	
mt35cun010i1	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con	4,000 m	7,73	30,92	
mt35cun010g1	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con	1,000 m	3,70	3,70	
mt35ait020	Elemento cortafuegos, para evitar la propagación de las llamas en conducto de obra de fábrica en instalación eléctrica. Incluso	0,111 Ud	7,36	0,82	
mt35www010	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	0,200 Ud	1,48	0,30	
mo003	Oficial 1ª electricista.	0,089 h	23,74	2,11	
mo102	Ayudante electricista.	0,085 h	21,90	1,86	

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
GR	GESTIÓN DE RESIDUOS				
GR01	Gastos derivados de la gestión de residuos.		Ud		
			Sin descomposición		9.000,00
		Costes indirectos	5%		450,00
		TOTAL PARTIDA			9.450,00

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SS	SEGURIDAD Y SALUD				
SS01	Gastos derivados de seguridad y salud.		Ud		
			Sin descomposición		9.000,00
			Costes indirectos	5%	450,00
			TOTAL PARTIDA		9.450,00

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
I01	SOLAR FOTOVOLTAICA			
IEF001	Ud Módulo solar fotovoltaico.	256,00	105,48	27.002,88
IEF020	Ud Inversor fotovoltaico.	4,00	4.049,06	16.196,24
IEX300	Ud Fusible cilíndrico.	16,00	13,68	218,88
IEX210	Ud Interruptor-seccionador.	1,00	144,30	144,30
IEC010	Ud Caja de protección	3,00	424,49	1.273,47
IEX050	Ud Interruptor automático magnetotérmico, modular.	3,00	666,91	2.000,73
IEX060	Ud Interruptor diferencial modular.	3,00	452,33	1.356,99
IEX076	Ud Protector contra sobretensiones transitorias, modular.	3,00	388,16	1.164,48
IEO010	m Canalización.	470,00	45,83	21.540,10
IEO040	m Bandeja para soporte y conducción de cables eléctricos.	10,00	31,71	317,10
IEF003	Ud Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, sobre cubierta inclinada.	256,00	39,47	10.104,32
1	m Cable eléctrico para baja tensión "PRYSMIAN GROUP".	260,00	2,43	631,80
2	m Cable eléctrico para baja tensión "PRYSMIAN GROUP".	470,00	3,02	1.419,40
3	m Línea general de alimentación.	18,00	50,24	904,32
IEL010	m Línea general de alimentación.	10,00	29,10	291,00
TOTAL I01.....				84.566,01

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
GR	GESTIÓN DE RESIDUOS			
GR01	Ud Gastos derivados de la gestión de residuos.	1,00	9.450,00	9.450,00
	TOTAL GR			9.450,00

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SS	SEGURIDAD Y SALUD			
SS01	Ud Gastos derivados de seguridad y salud.	1,00	9.450,00	9.450,00
	TOTAL SS.....			9.450,00
	TOTAL.....			103.466,01

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
I01	SOLAR FOTOVOLTAICA	84.566,01	81,73
GR	GESTIÓN DE RESIDUOS	9.450,00	9,13
SS	SEGURIDAD Y SALUD.....	9.450,00	9,13
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	103.466,01	
	19,00 % Gastos generales.....	19.658,54	
	6,00 % Beneficio industrial.....	6.207,96	
	Suma.....	25.866,50	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	129.332,51	
	21% IVA.....	27.159,83	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	156.492,34	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

, 5 de junio 2025.

Shiran Perera Mohamed

Carlos Jiménez Rey