PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES ACOGIDA A COMPENSACIÓN EN CUBIERTA DEL FRONTÓN MUNICIPAL.

Bedia. Bizkaia.



Exp. estudio 25-20

Promotor:

Bediako Udala

Coordinación y redación técnica:

43° north
arquitectura & urbanismo

NAVEN
Ingeniería de Instalaciones

agosto 2o25

43º NORTH ARQUITECTOS
Arquitectura & Urbanismo
Calle Jon Arróspide 18 (entrada Iruña 1) 48014 - Bilbao (Bizkaia)
Email: 43north@43northarquitectos.es
Tfno: 656735121 | 696634999

43º NORTH ARQUITECTOS
Arquitectura & Urbanismo
Calle Jon Arróspide 18 (entrada Iruña 1) 48014 - Bilbao (Bizkaia)
Email: 43north@43northarquitectos.es
Tfno: 656735121 | 696634999

ÍNDICE

1. MEMORIA
2. ANEXO I. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES
3. ANEXO II. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS
4. ANEXO III. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
5. ANEXO IV. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS
6. ANEXO V. FICHAS TÉCNICAS

43º NORTH ARQUITECTOS
Arquitectura & Urbanismo
Calle Jon Arróspide 18 (entrada Iruña 1) 48014 - Bilbao (Bizkaia)
Email: 43north@43northarquitectos.es
Tfno: 656735121 | 696634999

43º NORTH ARQUITECTOS
Arquitectura & Urbanismo
Calle Jon Arróspide 18 (entrada Iruña 1) 48014 - Bilbao (Bizkaia)
Email: 43north@43northarquitectos.es
Tfno: 656735121 | 696634999

1. MEMORIA

1. OBJETO Y ALCANCE DEL PRESENTE DOCUMENTO 9
2. AGENTES 9
3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN 10
4. ANTECEDENTES 10
5. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS 11
6. PROGRAMAS DE CÁLCULO 12
7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN 12
8. DESMONTAJE DE LA INSTALACIÓN ACTUAL 13
9. INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA INSTALACIÓN 13
10. CLASIFICACIÓN DE MODALIDAD DE AUTOCONSUMO 13
11. PUNTO DE CONEXIÓN 15
12. INSTALACIÓN DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA 17
12.1. Subsistema de generación. Módulos fotovoltaicos 17
12.2. Subsistema de conversión. Inversor 18
12.3. Estructura soporte 20
12.4. Cableado 23
12.4.1. Cableado de corriente continua (CC) 23
12.4.2. Cableado de corriente alterna (CA) 23
12.5. Canalizaciones 23
12.5.1. Bandeja 23
12.5.2. Tubos 24
12.6. Protecciones 26
12.7. Cuadro de protecciones CC 26
12.8. Cuadro de protecciones CA 26
12.9. Conexión a tierra 27
12.10. Medición y monitorización de energía generada por la instalación fotovoltaica 30
13. CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA 32
14. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA y ahorros generados 32
15. RESUMEN DEL PRESUPUESTO 35
16. PLAZO DE EJECUCIÓN 35
17. CÁLCULOS 36
17.1. Configuración del campo fotovoltaico 36
17.1.1. Temperatura máxima y mínima ambiente 36
17.1.2. Datos del módulo e inversor fotovoltaico 36
17.1.3. Condiciones de operación del módulo fotovoltaico 36

17.1.4. Determinación de los valores límite para asociación en serie y en paralelo 38
17.2. Dimensionamiento del cableado 39
17.2.1. Dimensionamiento del cable de corriente continua (CC) 39
17.2.2. Dimensionamiento del cable de corriente alterna (CA) 42
17.3. Canalizaciones 43
17.4. Cálculo de protecciones 44
17.4.1. …..Cálculo de protecciones de CC 44
17.4.2. Cálculo de protecciones de CA 46
17.5. Análisis de resistencia estructural, acción del viento y sobreesfuerzos 47
18. PRESUPUESTO Y MEDICIONES 52
18.1. Cuadro de mano de obra 52
18.2. Cuadro de maquinaria 52
18.3. Cuadro de materiales 53
18.4. Cuadros de precios descompuestos 53
18.5. Cuadro de precios unitarios 57
18.6. Cuadro de mediciones 58
18.7. Presupuesto 59
19. CÁLCULOS ENERGÉTICOS 60
20. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA 68

Índice de tablas:

Tabla 1. Esquemas correspondientes a instalaciones tipo C1 16
Tabla 2. Resumen de ficha técnica del módulo solar AIKO-A630-MAH72Mw 18
Tabla 3. Resumen de ficha técnica del inversor SUN2000-40KTL-M3 19
Tabla 4. Tabla 2 de la ITC-BT-19, relación sección conductores y sección conductores de protección. 28
Tabla 5. Producción de energía eléctrica de la instalación fotovoltaica durante 25 años 32
Tabla 6. Producción detallada de la instalación fotovoltaica durante el año #01 33
Tabla 7. Producción mensual año #01 instalación fotovoltaica 33
Tabla 8. Desglose mensual de consumos, producción de autoconsumo y aporte de red de distribución 33
Tabla 9. Ahorro previsto durante el año #01 34
Tabla 10. Ahorros anuales estimados 34
Tabla 11. Temperaturas ambiente máxima y mínima de Bedia (Bizkaia) 36
Tabla 12. Temperaturas de funcionamiento de célula 37
Tabla 13. Tensiones de trabajo del módulo en función de las temperaturas máxima y mínima de funcionamiento 38
Tabla 14. Intensidades de trabajo en función de la temperatura de funcionamiento 38
Tabla 15. Resumen valores límite 39
Tabla 16. Tabla 1 de la ITC-BT-19 Intensidades admisibles (Amp) al aire 40ºC. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento 41
Tabla 17. Tabla 2 ITC-BT-21 diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir 43

Tabla 18. Relación entre corriente convencional de fusión y corriente nominal 45
Tabla 19. Coeficientes de exposición 49
Tabla 20. Tabla 4.1 CTE DB-SE 51
Tabla 21. Cuadro de mano de obra 52
Tabla 22. Cuadro de maquinaria 52
Tabla 23. Cuadro de materiales 53
Tabla 24. Cuadro de precios descompuestos – Desmontaje instalación existente 53
Tabla 25. Tabla de precios descompuestos – Montaje de panel fotovoltaico en cubierta 54
Tabla 26. Tabla de precios descompuestos – Tendido por bandeja de Cableado de Corriente Continua y Cableado de Protección 54
Tabla 27. Tabla de precios descompuestos – Tendido por tubo de acero galvanizado de Cableado de Corriente Continua 54
Tabla 28. Tabla de precios descompuestos – Tendido por tubo de acero galvanizado de Cableado de Protección 54
Tabla 29. Tabla de precios descompuestos – Tendido por tubo rígido de PVC de cableado de corriente continua 55
Tabla 30. Tabla de precios descompuestos – Tendido por tubo rígido de PVC de cableado de Protección 55
Tabla 31. Tabla de precios descompuestos – Tendido por tubo rígido de PVC de cableado de Corriente Alterna 55
Tabla 32. Tabla de precios descompuestos – Instalación de inversor 55
Tabla 33. Tabla de precios descompuestos – Instalación caja de protecciones de Corriente Continua 56
Tabla 34. Tabla de precios descompuestos – Instalación caja de protecciones de Corriente Alterna 56
Tabla 35. Tabla de precios descompuestos – Instalación sistema de medida y gestión 56
Tabla 36. Tabla de precios descompuestos – Conexión a red interior 56
Tabla 37. Tabla de precios descompuestos – Gestión de residuos 56
Tabla 38. Cuadro de precios unitarios 57
Tabla 39. Cuadro de mediciones 58
Tabla 40. Presupuesto 59

Índice de imágenes:

Imagen 1. Esquema nº 8 instalaciones conectadas C1 17
Imagen 2. Montaje sobre cubierta 21
I*magen 3. Perfilería G1 y sistema de fijación S04* 22
Imagen 4. Presor lateral regulable 22
Imagen 5. Presor central 22
Imagen 6. Unión para perfil G1 22
Imagen 7. Caja de protecciones CC modelo STM21025P15S/4, del fabricante GAVE 26
Imagen 8. Cuadro de protecciones CA, modelo AT80SDA, del fabricante GAVE 27
Imagen 9. Clip de toma de tierra solar 27
Imagen 10. Esquema de conexión a tierra masas de paneles 28
Imagen 11. Esquema conexión tierra instalación 28
Imagen 12. Esquema de canalizaciones 29
Imagen 13. Smart Sensor Power DTSU666-HW/YD60-80, del fabricante Huawei 30
Imagen 14. Esquema de conexionado Smart Sensor Power DTSU666-HW/YD60-80, del fabricante Huawei 31
Imagen 15. Protección contra sobretensiones 46

Imagen 16. Mapa de valores básicos de velocidad del viento 49
Imagen 17. Zonas en las que se divide la estructura para la aplicación de los coeficientes de exposición 50

Índice de ecuaciones:

Ecuación 1. Expresión de cálculo de temperatura de operación de la célula 37
Ecuación 2. Expresión de cálculo de voltaje del módulo 37
Ecuación 3. Expresión de cálculo de la intensidad del módulo 38
Ecuación 4. Condición nº 1 38
Ecuación 5. Condición nº 2 38
Ecuación 6. Condición nº 3 38
Ecuación 7. Condición nº 4 39
Ecuación 8. Temperatura de funcionamiento del conductor 41
Ecuación 9. Resistividad del cobre a la temperatura de funcionamiento 42
Ecuación 10. Caída de tensión en trifásico 43
Ecuación 11. Condición #01 fusibles 44
Ecuación 12. Condición #02 fusibles 44
Ecuación 13. Condición para cortocircuitos 46
Ecuación 14. Expresión de cálculo de ICCmáx 46
Ecuación 15. Expresión para el cálculo de la presión estática 48

1. OBJETO Y ALCANCE DEL PRESENTE DOCUMENTO

El presente Proyecto tiene como objeto el de desarrollar el diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo colectivo con excedentes acogida a compensación, de 41,58 kWp y 40 kW nominales, localizada en la cubierta del frontón municipal de Bedia, Bizkaia.

El Proyecto trata de evaluar la viabilidad técnico-económica de la instalación. Las condiciones técnicas del Proyecto se adecúan a las exigencias de la Normativa aplicable y de la Compañía Distribuidora. La viabilidad económica del Proyecto tendrá en cuenta el coste de la instalación y el ahorro posterior, proveniente de su implantación.

El alcance de este Proyecto engloba los siguientes puntos:

- Diseño y cálculo de la instalación de generación fotovoltaica.
- Diseño y cálculo de la instalación eléctrica.
- Diseño y cálculo de la estructura soporte de los módulos fotovoltaicos.

Los objetivos de esta instalación son los siguientes:

- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2, NO_X, SO_X), ya que, mediante el empleo de la energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico, se logrará la reducción de gases de efecto invernadero, como los generados en centrales eléctricas de tipo no renovable. Además, se utilizará un recurso natural y local como es la energía solar, disminuyendo la dependencia de energía procedente de otras fuentes más contaminantes.
- A nivel económico, la utilización de energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico, permitirá una amortización a corto plazo y generar importantes ahorros económicos, ya que, una vez amortizada la instalación, la generación de energía eléctrica se realiza mediante la energía solar, la cual es gratuita.

2. AGENTES

2.1. Promotor

El promotor del presente Proyecto es el Ayuntamiento de Bedia (Bizkaia) con CIF P4810500A.

2.2. Coordinación y redacción técnica

La ejecución del objeto del contrato ha sido adjudicada al Estudio de Arquitectura y Urbanismo – 43º North Studio S.L., con sede en la Calle Jon Arróspide 18, en Bilbao, que actúa como responsable contractual y coordinador general de la gestión del contrato frente a la Propiedad.

La redacción técnica del presente Proyecto de Instalación Fotovoltaica ha sido realizada por la ingeniería Naven Ingenieros Norte, S.L., con sede en la calle Hurtado de Amezaga, 27 – Piso 3 Ofc. 2, en Bilbao.

3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La instalación fotovoltaica se localizará en el frontón municipal de Bedia, sito en el Barrio Etxealde, nº 4, 48930, Bedia (Bizkaia).

- Latitud: 43.20772.
- Longitud: -2.80135.

En cuanto a los datos meteorológicos históricos del emplazamiento, son los siguientes:

- Temperatura media, 15,1º C.
- Temperatura máxima media, 19,8ºC.
- Temperatura máxima, 39º C.
- Temperatura mínima media, 10,1ºC.
- Temperatura mínima, -5ºC.
- Precipitación media, 1.120 mm.
- Velocidad media del viento, 10,5 km/h.

4. ANTECEDENTES

Actualmente, la tecnología fotovoltaica ofrece la posibilidad de suministrar energía eléctrica limpia y renovable para autoconsumo de una manera competitiva, pues el coste de instalación se ha reducido considerablemente en los últimos años. A esto hay que sumarle que la tecnología fotovoltaica se puede expandir como generación distribuida modular, pues presenta una naturaleza distribuida, que sumada a la facilidad de instalación gracias a la modularidad de los sistemas, hace que su aparición en el consumo del usuario final sea muy factible.

Los sistemas de autoconsumo presentan la ventaja de la reducción de pérdidas de la red en los supuestos casos en los que las instalaciones consumidoras estén cercanas a la instalación generadora.

Euskadi cuenta con un importante potencial fotovoltaico, por encima de la media de países europeos, por climatología y potencial solar adecuado y teniendo una gran disponibilidad de cubiertas y sistemas integrados en tejado para poder realizar la generación de energía eléctrica.

La instalación de los módulos fotovoltaicos en cubiertas de naves permite reducir el impacto ambiental que generan otro tipo de estructuras en suelo y un aprovechamiento máximo del suelo construido. Además, el coste de las mismas es significativamente más bajo consiguiéndose un retorno de la inversión menor.

La generación de energía eléctrica mediante el uso de energía solar se basa en el llamado efecto fotovoltaico, que se produce al incidir la luz sobre materiales semiconductores. De esta forma se genera un flujo de electrones en el interior de esos materiales y una diferencia de potencial que puede ser aprovechada.

La unidad base es la célula fotovoltaica. Las células se agrupan en paneles que permiten generar electricidad. Esa electricidad es acumulada en baterías, o bien, mediante conexión, se inyecta a la red de distribución eléctrica o en la red interior de una instalación con

suministro eléctrico de la red de distribución, esto último sería el caso del autoconsumo. También se emplea para telecomunicaciones, señalizaciones, alarmas, etc., que, de este modo, no necesitan conectarse a la red.

Aunque tradicionalmente el uso de la energía solar fotovoltaica se ha utilizado en aplicaciones aisladas de la red eléctrica, desde hace unos años la incorporación de esta tecnología al entorno urbano, está facilitando su difusión y desarrollo. Es necesario tener en cuenta que la generación eléctrica fotovoltaica es la única que puede producir, a partir de una fuente renovable, electricidad allí donde se consume.

La generación de electricidad por fuentes alternativas ha sido el reto de la sociedad actual desde la crisis del petróleo en los años setenta. Hoy en día, la energía solar es una realidad y se ha convertido en el mayor recurso potencial de suministro de electricidad a largo plazo. Producir energía limpia; frenar la dependencia de las importaciones energéticas, limitar el efecto invernadero; apuesta por las renovables…etc, son objetivos a los que es difícil oponerse.

Las características principales en las que se debe incidir para hablar de este tipo de energía son las siguientes:

- Se producen de forma continua y son inagotables. En último término, casi todas las formas de energías renovables provienen directa o indirectamente del sol. Así, la energía eólica es provocada por el viento, que a su vez es causado por la diferencia de presión creada con el aumento de temperatura del aire. La biomasa depende por completo de la luz solar, así como la energía hidráulica, cuyo ciclo se inicia con la evaporación. Por ello podemos asegurar su permanencia.
- No contaminante. No produce emisiones de CO_2 y sus residuos son fácilmente tratables. A pesar de producir efectos negativos sobre el medio ambiente, estos son mucho menores que en los casos de los combustibles fósiles y la energía nuclear.
- No son fuentes autóctonas. Existen, de una forma u otra, en todas las áreas geográficas. Aunque resulta evidente que existen zonas más propensas a su utilización de acuerdo a sus condicionantes climáticos.
- Favorecen el equilibrio interterritorial, ya que suelen instalarse en zonas rurales.

5. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

La normativa aplicable a este sistema se detalla a continuación:

- 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 20/2022, de 27 de diciembre, de medidas de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra de Ucrania y de apoyo a la reconstrucción de la isla de La Palma y a otras situaciones de vulnerabilidad.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. (BOE nº 310 de 27/12/2013).
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre (BOE nº 295 de 08/12/2011), por el que se regula la Conexión a Red de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica de Pequeña Potencia, así como las siguientes correcciones del mismo:
    - Corrección de Errores del R.D. 1699/2011 de 11 de febrero (BOE nº 36 de 11/02/2012).
- Real Decreto Ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos

económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Circular 6/2012, de 27 de septiembre, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, por el que se regula la gestión del sistema de garantía de origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia (BOE 31/10/2012).
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico. (BOE nº 290 de 4/12/2015).
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE nº 224 de 18/09/2002).
- Circular de la dirección general de incentivos agroindustriales y energía de 20 de diciembre de 2012, por la que se aclara la normativa aplicable para la legalización de las instalaciones solares fotovoltaicas incluidas en el ámbito de aplicación del 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.
- Normas Particulares y Manuales Técnicos de la Empresa Distribuidora de Energía Eléctrica i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (BOE nº 126 de 26/05/2007).
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE.
- Normas UNE, publicadas por AENOR.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.

6. PROGRAMAS DE CÁLCULO

Para el desarrollo de este Proyecto se ha utilizado el programa especializado PVSYST, dedicado al diseño y cálculo de instalaciones fotovoltaicas.

7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La instalación proyectada tiene por objeto la generación de energía eléctrica utilizando como materia prima la radiación lumínica del Sol. Es por eso que se trata de una instalación con un alto interés social al generar energía limpia, y contribuyendo al desarrollo sostenible tan necesario actualmente.

La conversión directa de la energía solar en energía eléctrica se debe al fenómeno físico de la interacción de la radiación luminosa con los electrones en los materiales semiconductores, fenómeno conocido como efecto fotovoltaico. Este efecto consiste en la liberación de los electrones de la última capa de los átomos de silicio cuando son sometidos a un haz lumínico, de manera que cuando un fotón choca de la manera adecuada con un electrón libre del silicio, ese adquiere la energía suficiente para formar parte de la corriente de electrones que salen a la superficie de la célula fotovoltaica.

Esta corriente es recogida de la superficie de la célula por unas líneas de material conductor de manera que la colocación de varias células en serie nos permite ir aumentado la tensión de funcionamiento de las células. Así, según nos interese elegiremos un módulo fotovoltaico u otro, en función del voltaje total que el módulo nos pueda entregar.

Para la caracterización de un módulo se miden sus prestaciones eléctricas en unas condiciones determinadas. Se ilumina con una radiación solar de 1000 W/m2, a 25°C de temperatura en las células fotovoltaicas y a una velocidad del aire de 1 m/s. La máxima potencia generada en estas condiciones por cada módulo fotovoltaico se mide en Wp (vatios pico). Asimismo, la energía producida se mide en kWh, siendo 1 kWh la energía que produciría 1 módulo de 100 Wp que recibiese una radiación de 1000 W/m2 durante 10 horas.

La energía producida en un módulo fotovoltaico es en forma de corriente continua, por lo que para poder ser inyectada en la red de transporte ha de ser convertida en corriente alterna. Esta función la realiza un aparato electrónico llamado inversor, de cuya potencia depende la potencia nominal de la instalación.

8. DESMONTAJE DE LA INSTALACIÓN ACTUAL

Previamente al inicio del montaje de la instalación objeto de este Proyecto, se procederá al desmontaje de la instalación actual, haciéndose entrega de sus elementos principales al Ayuntamiento de Bedia.

9. INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA INSTALACIÓN

El sistema fotovoltaico se ha diseñado para aprovechar al máximo la producción energética, estará integrado arquitectónicamente, superponiendo la estructura soporte de los paneles sobre la cubierta existente. Los módulos irán instalados en la cubierta de una de las naves de las instalaciones del cliente, sobre una estructura soporte coplanaria a la cubierta sin alterar su configuración arquitectónica.

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos se ha diseñado teniendo en cuenta que ha de soportar, con los módulos instalados, las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación.

El diseño, la construcción de la estructura y el sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos permite las dilaciones térmicas, sin trasmitir las cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

La sujeción del módulo fotovoltaico se realiza siguiendo las instrucciones del fabricante, de modo que no producen flexiones superiores a las admitidas.

La estructura está protegida contra la acción de los agentes ambientales, en concreto, la estructura es de hierro galvanizado y aluminio según norma UNE 37-501 y UNE 37-508.

10. CLASIFICACIÓN DE MODALIDAD DE AUTOCONSUMO

La instalación objeto del presente Proyecto corresponde a la modalidad de autoconsumo con excedentes, acogida a compensación, según el Artículo 4 del Real decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, que dice lo siguiente:

“

[…]

Artículo 4. Clasificación de modalidades de autoconsumo

[…]

2. La modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes, se divide en:

a) Modalidad con excedentes acogida a compensación: Pertenecerán a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en los que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:

i. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.

ii. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.

iii. Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del presente real decreto.

iv. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.

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

[…]

“

Dentro de esta modalidad, el RD 244/2019, indica que existen dos tipos de conexión:

- Instalaciones próximas en red interior, que son aquellas en las que el circuito de generación se conecta a la red interior del consumidor o consumidores asociados.
- Instalaciones próximas a través de red, que son aquellas que se encuentran conectadas a la red interior o en un punto de la red de distribución, de forma que la instalación de generación se asigna a los consumidores próximos asociados que utilizan la red de distribución pública. Dichas instalaciones han de cumplir, al menos, uno de los siguientes requisitos:
    - La distancia existente entre la generación y los consumos debe ser inferior a 500 metros. En el caso particular de instalaciones fotovoltaicas, esta distancia podrá ser de hasta 2.000 metros, siempre que la instalación se ubique en su totalidad en cubierta de una o varias edificaciones, o suelo industrial, o estructuras artificiales cuyo objetivo principal no sea la generación de electricidad.
    - Tanto la instalación generadora como los consumidores asociados se encuentran en la misma referencia catastral.

Los locales y/o instalaciones a los que suministrar energía eléctrica son los siguientes:

- Escuela:
  - CUPS: ES 0021 0000 1000 0718 TQ.
  - Tarifa: 3.0 TD.
  - Consumo anual: 6.064 kWh.
- Consultorio:
  - CUPS: ES 0021 0000 1000 0714 TN.
  - Tarifa: 2.0TD.
  - Consumo anual: 3.832 kWh.
- Ascensor:
  - CUPS: ES 0021 0000 1323 7820 FY.
  - Tarifa: 3.0TD.
  - Consumo anual: 1.362 kWh.
- Frontón (lugar de implantación de la instalación fotovoltaica):
  - CUPS: ES 0021 0000 1000 0598 HB.
  - Tarifa: 3.0TD.
  - Consumo anual: 9.700 kWh.
- Local municipal:
  - CUPS: ES 0021 0000 1540 8132 ES.
  - Tarifa: 2.0TD.
  - Consumo anual: 5.109 kWh.
- Oficinas municipales:
  - CUPS: ES 0021 0000 1000 0575 VB.
  - Tarifa: 2.0TD.
  - Consumo anual: 7.112 kWh.

Se cumple que la distancia de las diferentes dependencias municipales es menor de 2.000 metros a la instalación de generación, por lo que se conectarán a través de red interior o a través de la red de distribución.

11. PUNTO DE CONEXIÓN

A la presente instalación le será de aplicación el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre (BOE nº 295 de 08/12/2011), por el que se regula la Conexión a Red de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica de Pequeña Potencia, así como las siguientes correcciones del mismo, y las instrucciones técnicas del REBT vigente.

Se trata de una instalación de potencia instalada menor que 100 kW, concretamente de 41,58 kWp y 40 kW nominales, conectada a red interior de Baja Tensión (nivel de tensión inferior a 1 kV). Por lo tanto, tal y como se indica en el Real Decreto 1699/2011:
“

[…]

“La conexión se realizará, en el punto de la red interior de su titularidad más cercano a la caja general de protección, de tal forma que permita aislar simultáneamente ambas instalaciones del sistema eléctrico.”

[…]
“

De acuerdo con la ITC BT-40 del REBT, “instalaciones generadoras de Baja Tensión” y su guía técnica, la instalación objeto del presente Proyecto está clasificada como C1:

“
[…]

c) Instalaciones interconectadas

c1) Las instalaciones generadoras con punto de conexión en la red de distribución de Baja Tensión en la que hay otros circuitos e instalaciones de Baja Tensión conectados a ella, independientemente de que la finalidad de la instalación sea tanto vender energía, como alimentar cargas, en paralelo con la red.

[…]
“

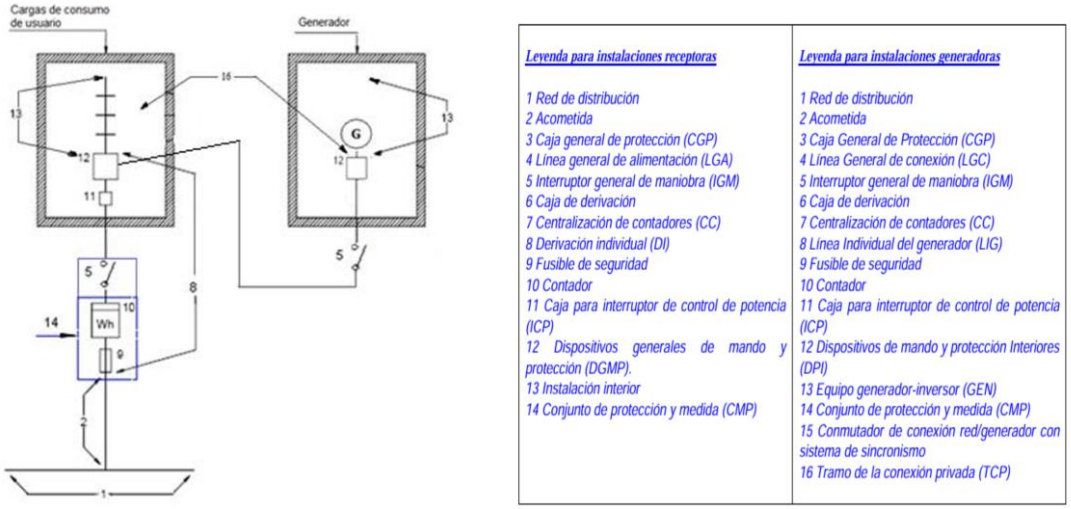
El punto de conexión, de acuerdo con la normativa específica de autoconsumo, se realizará en la red interior del consumidor. En la siguiente tabla se muestran los diferentes esquemas correspondientes a las instalaciones tipo C1:

INTERCONECTADAS TIPO C1	TITULAR	CONEXIÓN GENERACIÓN	FUNCIONAMIENTO	UBICACIÓN	MEDIDA
Esq-3	SÓLO GENERACIÓN (G)	RED DISTRIBUCIÓN (R)	INDEPENDIENTE (I)	ACOMETIDA (U) ÚNICO USUARIO	SÓLO GENERACIÓN (G)
Esq-4	SUMTRO ASOCIADO (A)	RED DISTRIBUCIÓN (R)	INDEPENDIENTE (I)	ACOMETIDA (U) ÚNICO USUARIO	DOBLE (D) GENERAC/CONSUMO
Esq-5	SUMTRO ASOCIADO (A)	RED DISTRIBUCIÓN (R)	MODO SEPARADO (S)	ACOMETIDA (U) ÚNICO USUARIO	DOBLE (D) GENERAC/CONSUMO
Esq-6	SUMTRO ASOCIADO (A)	INSTALACIÓN INTERIOR (P) LGA	INDEPENDIENTE (I)	ACOMETIDA (U) ÚNICO USUARIO	DOBLE (D) GENERAC/CONSUMO
Esq-7	SUMTRO ASOCIADO (A)	INSTALACIÓN INTERIOR (P) DI	INDEPENDIENTE (I)	ACOMETIDA (U) ÚNICO USUARIO	ÚNICO BIDIRECCIONAL (B)
Esq-8	SUMTRO ASOCIADO (A)	INSTALACIÓN INTERIOR (P) A DGMP o CMP	INDEPENDIENTE (I)	ACOMETIDA (U) ÚNICO USUARIO	ÚNICO BIDIRECCIONAL (B)
Esq-9	SUMTRO ASOCIADO (A)	INSTALACIÓN INTERIOR CENTRALIZACION	INDEPENDIENTE (I)	CENTRALIZAC CONTADORES (C)	DOBLE (D) GENERAC/CONSUMO
Esq-10	SUMTRO ASOCIADO (A)	INSTALACIÓN INTERIOR (P) LGA	MODO SEPARADO (S)	ACOMETIDA (U) ÚNICO USUARIO	DOBLE (D) GENERAC/CONSUMO
Esq-11	SUMTRO ASOCIADO (A)	INSTALACIÓN INTERIOR (P) DI	MODO SEPARADO (S)	ACOMETIDA (U) ÚNICO USUARIO	ÚNICO BIDIRECCIONAL (B)
Esq-12	SUMTRO ASOCIADO (A)	INSTALACIÓN INTERIOR CENTRALIZACION	MODO SEPARADO (S)	CENTRALIZAC CONTADORES (C)	DOBLE (D) GENERAC/CONSUMO
Esq-13	SUMTRO ASOCIADO (A)	INSTALACIÓN INTERIOR (P) DI	MODO SEPARADO (S)	CENTRALIZAC CONTADORES (C)	ÚNICO BIDIRECCIONAL (B)

Tabla 1. Esquemas correspondientes a instalaciones tipo C1

En el particular de este Proyecto, la instalación corresponde al esquema 8, con medida bidireccional, en el que generación y consumo pueden estar en el mismo local o en distintas ubicaciones. El generador debe estar conectado en un circuito dedicado e independiente del resto de circuitos. Por lo tanto, no debe compartir circuito con ninguna otra carga de la instalación.

A continuación se muestra el esquema de conexión nº 8:



Leyenda para instalaciones receptoras	*Leyenda para instalaciones generadoras*
1 Red de distribución	*1 Red de distribución*
2 Acometida	*2 Acometida*
3 Caja general de protección (CGP)	*3 Caja General de Protección (CGP)*
4 Línea general de alimentación (LGA)	*4 Línea General de conexión (LGC)*
5 Interruptor general de maniobra (IGM)	*5 Interruptor general de maniobra (IGM)*
6 Caja de derivación	*6 Caja de derivación*
7 Centralización de contadores (CC)	*7 Centralización de contadores (CC)*
8 Derivación individual (DI)	*8 Línea Individual del generador (LIG)*
9 Fusible de seguridad	*9 Fusible de seguridad*
10 Contador	*10 Contador*
11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)	*11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)*
12 Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).	*12 Dispositivos de mando y protección Interiores (DPI)*
13 Instalación interior	*13 Equipo generador-inversor (GEN)*
14 Conjunto de protección y medida (CMP)	*14 Conjunto de protección y medida (CMP)*
	15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo
	16 Tramo de la conexión privada (TCP)

Imagen 1. Esquema nº 8 instalaciones conectadas C1

La energía eléctrica generada por la instalación fotovoltaica se repartirá entre varias instalaciones municipales, vertiendo los excedentes a la red de distribución, recibiendo compensación económica por ello.

12. INSTALACIÓN DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

La instalación objeto del presente Proyecto se divide en los siguientes subsistemas:

12.1. Subsistema de generación. Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos están compuestos por células fotovoltaicas que generan corriente eléctrica continua cuando están expuestas a la luz solar. Como cada célula genera una tensión de menos de un voltio, las células están conectadas en serie para producir un valor más elevado. La tensión de salida de un módulo varía inversamente con la carga de la corriente, y con la temperatura ambiente.

La intensidad producida por cada módulo varía con la intensidad de la luz solar que cae sobre el frontal de las células. Si una célula está ensombrecida, no produce ninguna corriente o energía, y se comporta como una resistencia. Como las células dentro de cada módulo están conectadas en serie y los módulos dentro de una cadena están también conectados en serie, la salida de la cadena se verá severamente reducida si cualquier célula en la cadena está ensombrecida.

La instalación comprende una combinación de módulos en paralelo y en serie, dispuestos de manera coplanar con la cubierta del frontón, sobre una estructura soporte, de manera que se maximice la conversión de energía solar en electricidad a lo largo del año.

Se instalarán 66 módulos modelo AIKO-A630-MAH72Mw, del fabricante AIKO Solar, cuyas características son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DEL PANEL FOTOVOLTAICO PROYECTADO	
Modelo:	AIKO-A630-MAH72Mw
Fabricante:	AIKO Solar
Dimensiones:	
Longitud:	2.323 ± 2 mm.
Anchura:	1.134 ± 2 mm.
Espesor:	33 ± 1 mm.
Peso:	27,7 kg.
Especificaciones eléctricas:	
Potencia máxima ($P_{máx}$):	630 W
Tensión de máxima potencia (V_{MP}):	45,28 V
Intensidad de máxima potencia (I_{MP}):	13,92 Amp
Tensión de circuito abierto (V_{CO}):	54,59 V
Intensidad de cortocircuito (I_{SC}):	14,68 Amp
Eficiencia STC:	23,90%
Temperatura de operación:	-40ºC ~ +85ºC
Tolerancia de potencia:	0% ~ 3%
Coeficiente térmico de máxima potencia:	-0,26%/ºC
Coeficiente térmico de V_{CO}:	-0,22%/ºC
Coeficiente térmico de I_{SC}:	-0,05%/ºC

Tabla 2. Resumen de ficha técnica del módulo solar AIKO-A630-MAH72Mw

Las características expuestas en la tabla anterior, son referidas a las condiciones standard STC de medida (Irradiación 1.000 W/m^2, temperatura de célula 25ºC, AM 1,5.

Los módulos se unirán formando 6 strings de 11 módulos cada uno, que se conectarán al inversor que se describe a continuación.

En los Anexos a este Proyecto, se puede consultar la ficha técnica del panel fotovoltaico propuesto.

12.2. Subsistema de conversión. Inversor

La energía eléctrica generada en los módulos fotovoltaicos, en corriente continua, ha de transformarse a corriente alterna, Esta es la función del equipo inversor, para poder inyectarla en la red de Baja Tensión. Además, realiza el seguimiento del punto de máxima potencia (PMP), obteniendo el máximo rendimiento de la instalación fotovoltaica.

En la instalación proyectada se ha buscado que la ratio de conversión entre corriente continua y corriente alterna se encuentre entre 1 y 1,3. Esto quiere decir que la potencia instalada en forma de módulos fotovoltaicos será entre 1 y 1,3 veces la potencia nominal del inversor para buscar una mayor rentabilidad.

Como se ha indicado anteriormente, se dimensiona una instalación de 66 módulos de 630 W cada uno, que suman una potencia total en el tramo de corriente continua de 41,58 kWp. El inversor propuesto tiene una potencia en el tramo de corriente alterna de 40,00 kW, lo que da una ratio DC/AC de 1,04.

Las características del inversor proyectado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR PROYECTADO	
Modelo:	SUN2000-40KTL-M3
Fabricante:	HUAWEI
Entrada (CC):	
Tensión máxima de entrada:	1.100 V
Intensidad máxima de entrada por MPPT:	26 Amp
Intensidad de cortocircuito máxima:	40 Amp
Tensión de arranque:	200 V
Rango de tensión de operación:	200 V ~ 1.000 V
Tensión nominal de entrada:	600 V
Cantidad de entradas:	8
Cantidad de MPPTs:	4
Salida (CA):	
Potencia nominal activa:	40 kW
Máxima potencia aparente:	44 kVA
Tensión nominal de salida:	230 Vac / 400 Vac, 3F/N + PE
Frecuencia nominal de red:	50 Hz
Intensidad nominal de salida:	57,8 Amp
Máxima intensidad de salida:	63,8 Amp
Máxima distorsión armónica total (THD):	< 3%
Factor de potencia ajustable:	0,8 LG … 0,8 LD
Eficiencia:	
Eficiencia máxima:	98,70%
Eficiencia EU:	98,40%

Tabla 3. Resumen de ficha técnica del inversor SUN2000-40KTL-M3

12.3. Estructura soporte

La estructura soporte es la encargada de asegurar el correcto anclaje del generador solar, facilitando la instalación y mantenimiento de los paneles, a la vez que proporcionan no sólo la orientación necesaria, sino también el ángulo de inclinación idóneo para un mejor aprovechamiento de la radiación y como resultado
De ello, una mayor rentabilidad de la instalación.

Las características que debe cumplir la estructura son las siguientes:

- Servir de soporte. Dar rigidez al conjunto.
- Fijación segura de los módulos, facilitando el montaje.
- La utilización de una estructura soporte adecuada facilita las labores de instalación y mantenimiento, minimiza la longitud del cableado, evita problemas de corrosión y hace agradable la vista del generador en su conjunto.
- Debe soportar el peso y las fuerzas transmitida por los paneles y el tejado, asegurando un anclaje firme y una estabilidad perfecta y las cargas de viento y nieve, según la normativa vigente.

La estructura diseñada se realizará de acuerdo con la normativa vigente, CTE DB SE de seguridad estructural, asegurando su integridad, y la seguridad de las personas frente a la propia carga de la instalación fotovoltaica, las cargas de viento, así como la carga de nieve que debe soportar en su conjunto. La normativa de aplicación será la siguiente:

- RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, aplicándose las exigencias básicas desarrolladas en los documentos básicos siguientes:
    - DB SU Seguridad de utilización.
    - DB HE Ahorro de energía.
    - DB SE Seguridad Estructural.
    - DB SE-AE Acciones en la Edificación.
    - DB SE-C Cimientos.
    - DB SE-A Acero.
- EHE Instrucción de Hormigón Estructural.
- EAE Instrucción de Acero Estructural.
- Eurocódigo 9: Proyecto de estructuras de Aluminio.

Se solicitará al estructurista que acredite el cumplimiento del CTE para el sistema a instalar en este Proyecto.

Será necesario realizar el ensayo en túnel de viento, para la determinación de la velocidad de viento máxima admisible para las estructuras que sirven de soporte de los módulos fotovoltaicos.

Se ha seleccionado la tipología de estructura en función de la superficie de cubierta que tiene el cliente. De manera que se utilizará una misma estructura para toda la instalación.

La estructura se encargará de anclar las placas solares a las superficies en cuestión.

El sistema de montaje seleccionado es de perfilería en aluminio, la utilización del aluminio permite adaptarse con facilidad a cualquier tipo de cubierta, y ofrecer las máximas garantías de durabilidad e impermeabilización.

La ligereza del aluminio permite reducir las cargas de peso en las cubiertas, el aluminio presenta una excelente resistencia a la corrosión atmosférica en medio marino, urbano e industrial. Bajo la influencia del oxígeno del aire, el aluminio se cubre de una capa de alúmina que lo protege de forma natural contra la corrosión.

El aluminio utilizado será la aleación 6065-T6, debido a su facilidad de extrusión, unas características mecánicas adecuadas y un excelente comportamiento natural en ambiente rural e industrial.

La composición química de esta aleación viene caracterizada principalmente de aluminio (Al), con magnesio (Mg) y silicio (Si) como los elementos principales de aleación, y trazas de otros elementos como manganeso (Mn) y cromo (Cr).

Las propiedades físicas y mecánicas más destacables son las siguientes:

- Resistencia a la tracción 540 N/mm².
- Límite elástico 245 N/mm².
- Alargamiento 18%.
- Peso específico 7,7 kg/dm^3.
- Dilatación lineal 10,2 K 10/ºC.
- Conductividad térmica 21 Kcal/hm ºC.

La tornillería será de acero inoxidable. Resiste la corrosión (herrumbre) en muchos ambientes, especialmente en la atmósfera. El cromo es el principal elemento de la aleación, en una concentración mínima del 11%. La resistencia a la corrosión mejora con adiciones de níquel y molibdeno.

Los aceros inoxidables se clasifican en función de la microestructura constituyente: martensítica, ferrítica o austenítica. La amplia gama de propiedades mecánicas combinadas con la excelente resistencia a la corrosión hace que este tipo de acero sea muy versátil. Por el tipo de aplicación para la que se va a utilizar acero inoxidable austenítico de tipo A270.

Para las zonas donde debe ir lastrada la estructura, se realizarán los cálculos necesarios para que las cubiertas soporten el peso de dichas cargas. Se tendrán en cuenta las velocidades del viento de la zona según CTE y las cargas de viento.

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre la cubierta del frontón, orientada al sur-este, mediante una cubierta coplanar continua.

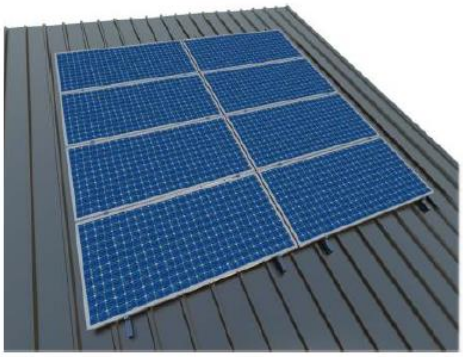


Imagen 2. Montaje sobre cubierta

El diseño de la estructura y el sistema de fijación de los paneles fotovoltaicos permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir esfuerzos a los módulos.

El material utilizado para la ejecución de la estructura soporte, estará tratado para su uso en intemperie

La estructura propuesta está compuesta por los siguientes elementos:

- Perfilería G1 y sistema de fijación S04:

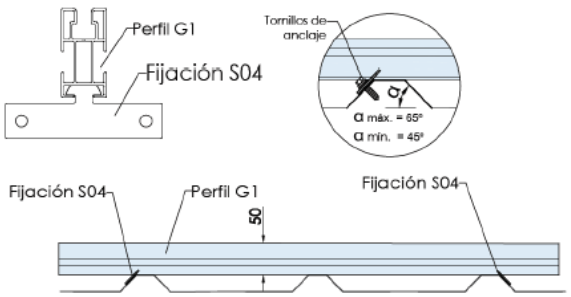


Imagen 3. Perfilería G1 y sistema de fijación S04

- Presor lateral regulable para fijación de paneles en inicio y final.:



Imagen 4. Presor lateral regulable

- Presor central para fijar paneles uno con otro:



Imagen 5. Presor central

- Unión para perfil G1:



Imagen 6. Unión para perfil G1

12.4. Cableado

En todo lo relativo a secciones de cables, protecciones, tubos y demás factores relativos a elementos de interconexión se ajustará al Reglamento Electrotécnico en Baja Tensión.

Los cálculos y dimensionados se han realizado de acuerdo al mencionado reglamento.

Todos los conductores serán de cobre, y su sección será suficiente para asegurar que las caídas de tensión en cables, empalmes y cajas de protección sean inferiores al 1,5% de la tensión de trabajo del sistema en cualquier condición de operación.

12.4.1. Cableado de corriente continua (CC)

De acuerdo con lo indicado en la Norma UNE-EN 50618 (10), todo el cableado para el circuito de corrienmte continua en instalaciones fotovoltaicas debe ser de cobre y con aislamiento XLPE.

Se empleará cable flexible de cobre aislado del tipo ZZ-F, marca PRYSMIAN, modelo PRYSUN FOTOVOLTAICO o equivalente, con tensión de aislamiento 0,6/1 kV, de 1 x 6 mm^2 de sección, especialmente indicado para instalaciones de generación eléctrica mediante el uso de energía solar, pudiendo ser instalados tanto en interior como a la intemperie, en instalaciones fijas o móviles.

El conexionado será estanco, utilizándose para ello terminales Multi Contact MC4 o equivalente. Los empalmes, conexiones, sistemas y dispositivos presentarán grado de protección IP65 de acuerdo con la Normativa vigente sobre instalaciones a intemperie según lo indicado en la ITC-BT-30.

12.4.2. Cableado de corriente alterna (CA)

Desde la salida del inversor hasta el cuadro de protección de Corriente Alterna, se empleará cable flexible unipolar de cobre aislado del tipo RZ1-K, marca PRYSMIAN, modelo AFUMEX MANDO 1000 (AS) o equivalente, con tensión de aislamiento 0,6/1 kV, composición 5 x (1 x 16 mm^2) (3F + N + T), de acuerdo a la Norma UNE 21123, siendo tendido bajo tubo.

El cableado a utilizar desde el cuadro de protección del lado de Corriente Alterna hasta el punto de conexión, aguas arriba de la entrada al cuadro general de Baja Tensión del edificio, será cable flexible unipolar de cobre aislado del tipo RZ1-K, marca PRYSMIAN, modelo AFUMEX MANDO 1000 (AS) o equivalente, con tensión de aislamiento 0,6/1kV, de 5 x (1 x 16 mm^2) (3F + N + T), de sección según UNE 21123, estando tendidos bajo tubo.

12.5. Canalizaciones

12.5.1. Bandeja

En cubierta, el cableado de CC, discurrirá por bandeja portacables perforada, equipada con tapa, no metálica, fabricada con material termoplástico y libre de halógenos, no propagador de llama, del fabricante UNEX o equivalente, de dimensiones 200 x 60 mm, fabricada de acuerdo a la Norma UNE-EN 61537:2007 Norma Europea de Bandejas y Bandejas de Escalera y Norma UNE-EN 50085-2-1:2008/A1:2012. Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas.

12.5.2. Tubos

Para la bajada desde cubierta y por el interior del edificio, se utilizará tubo protector para llevar a cabo la instalación eléctrica.

A la hora de ejecutar esta instalación, se deberán tener en cuenta las siguientes prescripciones generales:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan las salas donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínmos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a la Norma UNE-EN 50086-2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos despu´`es de colocarlos y fijadós estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren oportunos y necesarios. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados estos.
- Los registros podrán ser destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de llama. Si son metálicas, estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de las cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50% con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos a las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puesta a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción de calor del medio circundante…etc) las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:
    - Pantallas de protección calorífuga.
    - Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.
    - Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir.
    - Modificación del material aislante a emplear.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado
  y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

En el caso de realizarse montaje al aire, se utilizarán para proteger a los conductores de los dispositivos individuales, en áreas peligrosas y donde la cantidad de cables no justifica económicamente el uso de bandeja de cable.

Para las instalaciones al aire libre, que entra en la recta final en el equipo de la bandeja,se hará con el ducto de metal. El uso de un codo en los cambios de dirección no será necesario, salvo en aquellos casos en los que existe el riesgo de daños en los cables debido a agentes externos.

Se utilizarán conductos de acero galvanizado rígido (RGS) o conducto metálico intermedio (IMC). La distancia mínima entre apoyos será la siguiente:

- El conduit debe estar apoyado a menos de 0,9 metros de conexiones a cajas y armarios.
- 2,5 Metros, para conduits de un diámetro de 12 a 32 mm.
- 3 Metros, para conduits de diámetro de 40 mm o mayor.

En el particular de este Proyecto, las bajantes desde cubierta que discurran por fachada (exterior del edificio), se ejecutarán mediante siete tubos (uno por cada string, más un séptimo tubo para el cableado de protección), de acero, de diámetro exterior 16 mm, más un tubo de idénticas características para el conductor de protección de paneles. Cumplirá con las características técnicas según la Norma UNE-EN 61386-21, galvanizado en caliente según la Norma UNE-EN ISO 1461, enchufable. Su composición es de acero laminado en frío de bajo contenido en carbono, calidad tipo DC03 según norma EN-10130. Tiene una resistencia a la compresión >4000 N y una resistencia al impacto > 20 J a -45 ºC. La temperatura de utilización oscila entre los - 45 ºC y los + 400 ºC, tipo AISCAN-TMEG, del fabricante AISCAN o equivalente. En el apartado de Cálculos, se justifica la elección de este diámetro.

En cuanto a la instalación interior, discurrirá bajo tubo cuya composición es de polímeros exentos de halógenos, con una resistencia a la compresión >1250 N y una resistencia al impacto > 6 J a – 5 ºC. La temperatura de utilización oscila entre los – 5 ºC y los + 60 ºC. Las características técnicas según Norma UNE-EN 61386-21, cumple con Norma UNE-EN 50642. Consta de una rigidez dieléctrica >2000V y una resistencia de aislamiento >100 MOhm. Tiene influencias externas IP54, no es propagador de la llama, tipo AISCAN-EHF,

para instalaciones eléctricas en edificios públicos de gran concurrencia de personas y/o donde se quiera evitar (en caso de incendio) gran emisión de humos y gases ácidos del fabricante AISCAN o equivalente. Las secciones a emplear, justificadas en el apartado de Cálculos de este Documento son las siguientes:

- Tramo interior bajada de cableado strings hasta caja de protección de CC, tubo de diámetro exterior 16 mm, seis tiradas de tubo.
- Tramo desde caja de protección de CC hasta inversor, tubo de diámetro exterior 16 mm, seis tiradas de tubo.
- Tramo desde inversor hasta caja de protección de CA, tubo de diámetro exterior, 32 mm, un atirada de tubo.
- Tramo desde caja de protección de CA hasta punto de conexión interior, tubo de diámetro exterior, 32 mm, una tirada de tubo.

12.6. Protecciones

LA finalidad de las protecciones de una instalación eléctrica es lograr proteger tanto a la instalación como a las personas. Por lo tanto, es imprescindible que estas estén correctamente elegidas y dimensionadas.

Se diferencian dos bloques de protecciones: un bloque de protección en el lado de CC, aguas arriba del inversor y otro bloque, a la salida del inversor, en el lado de CA.

12.7. Cuadro de protecciones CC

Las protecciones del lado de CC se concentrarán en una caja de conexión modular con una elevada resistencia para los golpes (hasta IK08), de dimensiones: 586 x 418 x 148 mm. Hasta para 4 MPPTs, 2 strings independientes por MPPT (8 entradas x 8 salidas), equipada con base y fusible 15 Amp gPV, más seccionadores deos circuitos 25 Amp, protecciones conta sobretensiones clase II y tensión máxima de 1.000 $_{VCC}$. Caja de policarbonato de doble aislamiento Clase II, modelo STM21025P15S/4, del fabricante GAVE o equivalente.

En el apartado de Cálculos de esete proyecto, se justifica la aparamenta seleccionada para esta caja de protección de CC.

En la siguiente imagen, se muestra la caja de protecciones CC:



Imagen 7. Caja de protecciones CC modelo STM21025P15S/4, del fabricante GAVE

12.8. Cuadro de protecciones CA

Para alojar las protecciones de la línea de salida del inversor fotovoltaico, se dispondrá, lo más próxima a este, de una caja de `protección CA que albergará las protecciones de CA a la salida del inversor.

Se trata de una caja modular de conexión equipada con protección automática, diferencial y sobretensiones. Interruptor automático 3 polos + neutro 80A curva C poder de corte 6kA - UNE-EN 60898-1. Interruptor diferencial tetrapolar tipo A sensibilidad 30mA para corrientes alternas con componentes de continua, protegido contra disparos intempestivos 0,25kA, UNE-EN 61008-1. Protector de sobretensiones Clase II In 20kA Imax 40kA Up 1,5kV UNE-EN 61643-11 con protección fusible asociada. Caja en policarbonato de doble aislamiento clase II apto para uso exterior con una elevada resistencia a los golpes (IK08). Dimensiones de 286 x 418 x 148 mm. Modelo ACT80SDA, del fabricante GAVE o equivalente



Imagen 8. Cuadro de protecciones CA, modelo AT80SDA, del fabricante GAVE

En el apartado de Cálculos de este proyecto, se justifica la aparamenta seleccionada para esta caja de protección de CA.

12.9. Conexión a tierra

De acuerdo con el PCT-C-REV, apartado 5.9.3, del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía, todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra.

Para realizar la conexión a las masas de los paneles y el conductor de tierra, se emplearán clips de toma de tierra en los orificios de los paneles destinados a tal fin. Estos clips se muestran en la siguiente imagen:



Imagen 9. Clip de toma de tierra solar

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de esquema de conexión a tierra de las masas de los paneles:

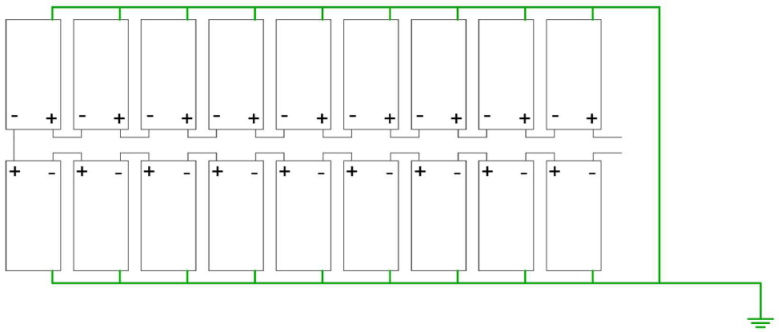


Imagen 10. Esquema de conexión a tierra masas de paneles

Esta onexión se realizará en los 66 paneles y sus correspondientes soportes coplanares. A continuación se muestra un ejemplo de esquema de conexión a tierra, totalmente extrapolable al esquema de este Proyecto:

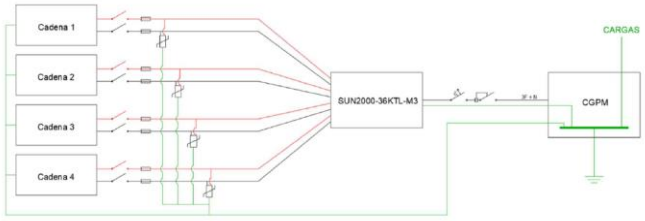


Imagen 11. Esquema conexión tierra instalación

Al tratarse de conductores de sección igual o inferior a 16 mm^2, la sección del conductor de protección tendrá la misma sección que el conductor de fase, tal y como se indica en la ITC.BT-19:

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm^2)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm^2)
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica 4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica	

Tabla 4. Tabla 2 de la ITC-BT-19, relación sección conductores y sección conductores de protección.

Esto corresponde tanto a conductores de 6 mm^2 en CC como a los de 16 mm^2 en CA.

El conductor de protección estará identificado por los colores amarillo y verde, tal y como se indica en la ITC-BT-19.

Debido a que la conexión a tierra de los paneles se realiza por la parte inferior de los mismos, es el propio panel el que protege al conductor del desgaste de la radiación solar. En cubierta, se instalará bandeja no metálica para la canalización del cableado hasta la

bajada por fachada, momento en el que se embocará el cableado al tubo vertical de acero, hasta atravesar al interior del edificio.

A la altura del cuadro de potecciones del inversor se introducirá en el tubo el conductor de los descragdaores de sobretensiones, que continuará por la canalización hasta el Cuadro general de Baja Tensión del edificio.

El esquema de canalizaciones, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

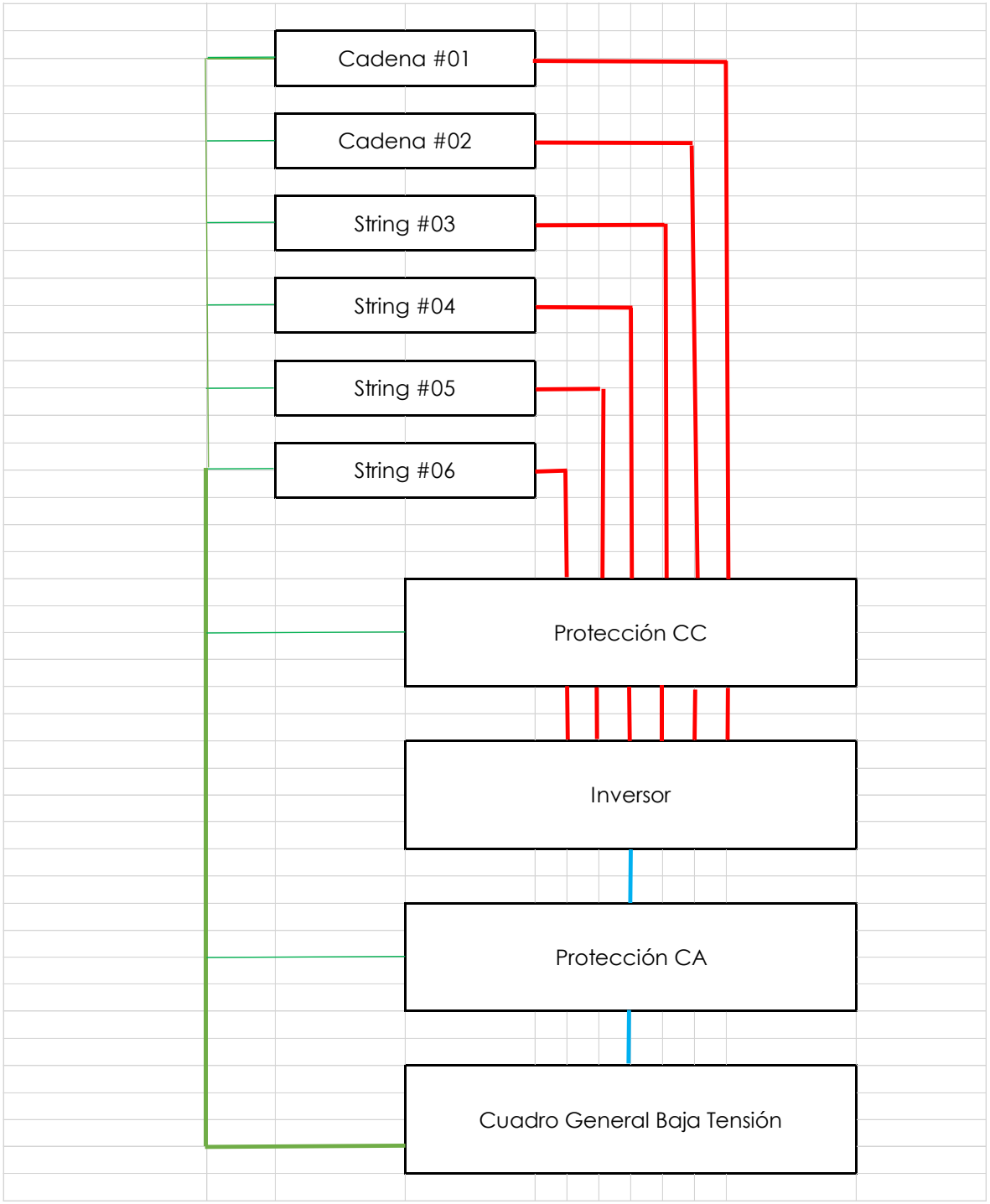


Imagen 12. Esquema de canalizaciones

Los tubos se han representado mediante línea gruesa:

- Verde, tubo de diámetro exterior 16 mm, conductores de protección de paneles y descargadores de sobretensiones. Tramo exterior, tubo de acero galvanizado, tramo interior, tubo de polímeros exentos de halógenos.
- Rojo, tubo de diámetro exterior 16 mm, conductores de conductores de corriente continua de paneles. Tramo exterior, tubo de acero galvanizado, tramo interior, tubo de polímeros exentos de halógenos.
- Azul tubo de diámetro exterior 32 mm, tres fases, neutro y conexión de masa del inversor. Tubo de polímeros exentos de halógenos.

12.10. Medición y monitorización de energía generada por la instalación fotovoltaica

Además del contador bidireccional de Compañía, se instalará un medidor controlador, que recoja la producción energética de la instalación fotovoltaica. Para este particular, se escoge el modelo DTSU666-HW/YDS60-80, del fabricante Huawei, que aparece en la siguiente imagen:



Imagen 13. Smart Sensor Power DTSU666-HW/YD60-80, del fabricante Huawei

Este sensor trifásico para instalaciones solares fotovoltaicas está diseñado específicamente para inversores de la marca Huawei y permite controlar el funcionamiento del inversor, así como la medición de excedentes, demanda y producción mediante tres toroides y el puerto de comunicaciones del inversor.

En la siguiente imagen se muestra el esquema de instalación y conexionado:

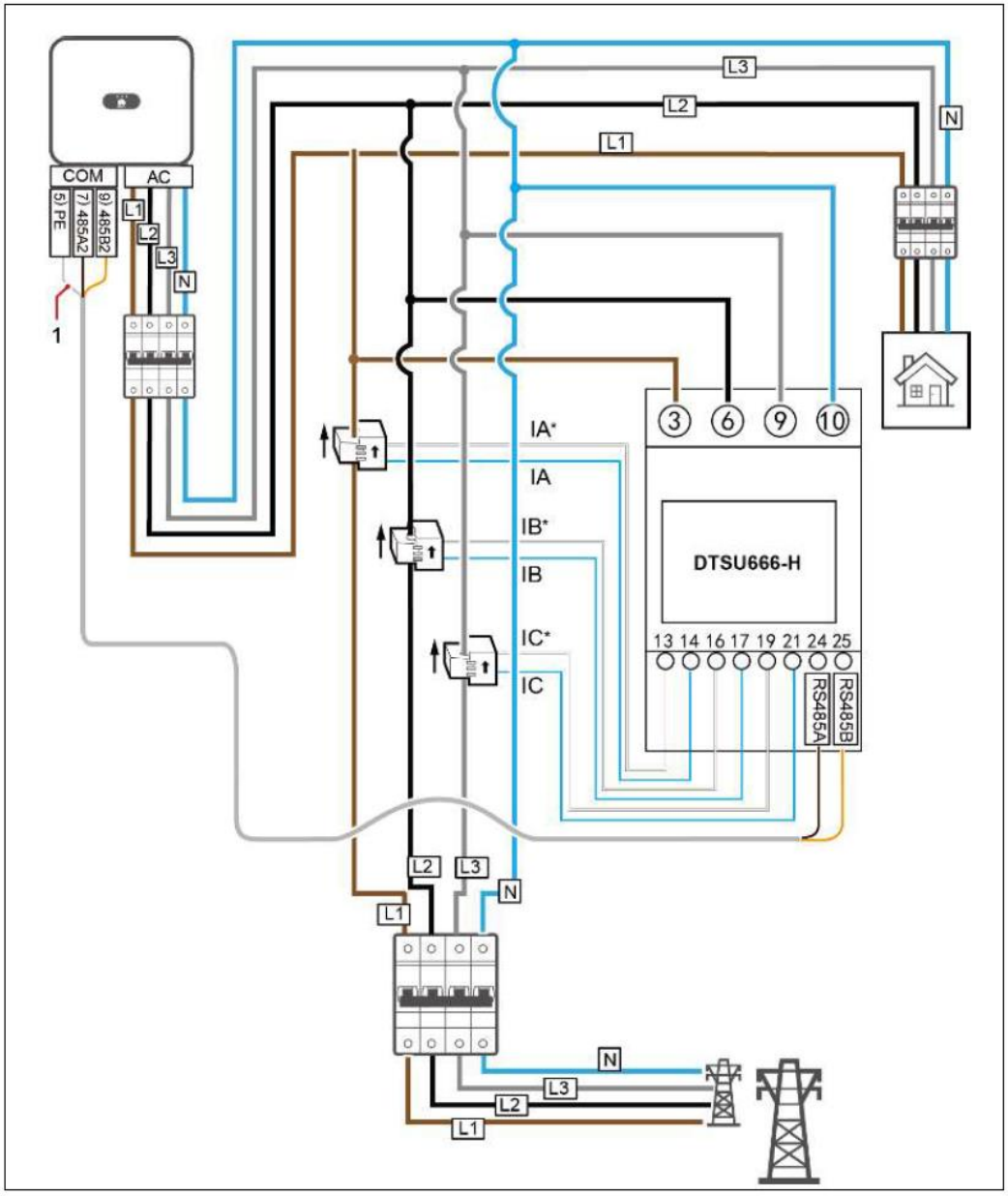


Imagen 14. Esquema de conexionado Smart Sensor Power DTSU666-HW/YD60-80, del fabricante Huawei

Así mismo, la instalación contará con un sistema de monitorización de la energía eléctrica que cuente, entre otras, con las siguientes funcionalidades:

- Mostrará como mínimo la energía producida por la instalación renovable en términos diario, mensual y/o anual, y el correspondiente consumo energético para los mismos periodos. EN el caso de instalaciones de generación colectivo, únicamente será necesario mostrar la energía producida.
- EL sistema podrá mostrar datos adicionales como, por ejemplo: emisiones de CO2 evitadas y ahorro económico generado para el propetario de la instalación
- La información será accesible a través de dispositivos móviles o palicaciones web.

13. CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA

Según el RD 244/2019 que establece con carácter general que los consumidores acogidos a cualquier modalidad de autoconsumo deberán disponer de un equipo de medida bidireccional en el punto frontera
(o un equipo de medida en cada uno de los puntos frontera).

14. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA y ahorros generados

Para realizar el análisis de la producción de energía eléctrica de la instalación fotovoltaica, se simulará esta instalación con el programa PVSYST, en un periodo de 25 años, considerado este periodo el habitual de vida útil de este tipo de instalaciones. En la siguiente tabla se muestra el resumen de la producción anual de la instalación fotovoltaica durante estos 25 años:

	EUseful	PR	Pérdida de PR
Año	MWh	%	%
1	48.39	83.22	-0.24
2	48.16	82.82	-0.73
3	47.92	82.41	-1.22
4	47.68	82.00	-1.71
5	47.45	81.59	-2.20
6	47.21	81.19	-2.68
7	46.90	80.65	-3.33
8	46.58	80.11	-3.98
9	46.27	79.57	-4.62
10	45.96	79.03	-5.27
11	45.64	78.49	-5.91
12	45.39	78.06	-6.43
13	45.14	77.63	-6.95
14	44.89	77.20	-7.46
15	44.64	76.77	-7.98
16	44.39	76.34	-8.49
17	44.13	75.90	-9.03
18	43.87	75.45	-9.56
19	43.62	75.01	-10.09
20	43.36	74.56	-10.62
21	43.10	74.12	-11.15
22	42.74	73.50	-11.90
23	42.38	72.88	-12.64
24	42.02	72.26	-13.38
25	41.66	71.64	-14.13

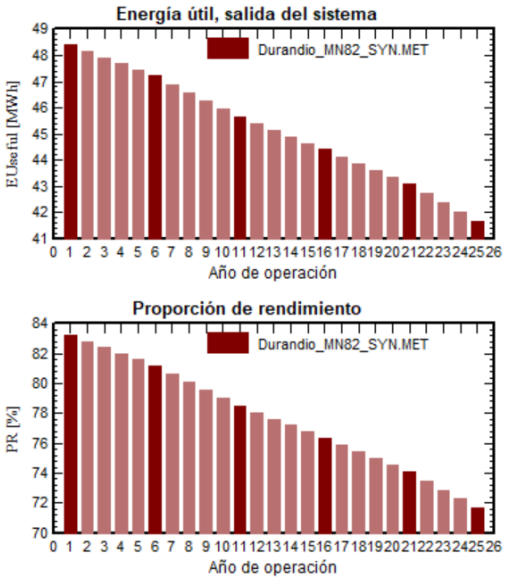


Tabla 5. Producción de energía eléctrica de la instalación fotovoltaica durante 25 años

En la siguiente tabla se muestra la producción mensual detallada para el año #01:

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR proporción
Enero	40.4	26.82	9.15	53.2	49.2	1947	1874	0.847
Febrero	58.6	30.59	9.28	76.3	71.2	2800	2715	0.855
Marzo	100.3	57.80	11.89	116.0	108.1	4220	3956	0.821
Abril	128.8	75.34	13.35	138.8	129.5	5017	4889	0.847
Mayo	162.0	85.14	16.19	165.2	154.2	5895	5748	0.837
Junio	165.1	87.16	19.26	164.5	153.4	5816	5673	0.830
Julio	169.3	83.71	21.51	170.5	159.1	5954	5805	0.819
Agosto	152.8	72.38	21.75	162.5	152.0	5686	5542	0.820
Septiembre	118.5	59.11	19.47	135.0	126.0	4758	4634	0.826
Octubre	81.7	47.47	17.02	99.5	92.6	3570	3469	0.839
Noviembre	46.1	28.69	12.08	60.5	56.3	2201	2107	0.838
Diciembre	38.4	20.84	10.07	56.6	52.4	2066	1985	0.843
Año	1261.8	675.03	15.12	1398.5	1304.0	49931	48398	0.832

Tabla 6. Producción detallada de la instalación fotovoltaica durante el año #01

El reparto porcentual de la energía generada a nivel mensual, se aplicará al resto de años. Este reparto se muestra en la siguiente tabla:

Mes	kWh	(%)
Enero	1.874,00 kWh	3,87%
Febrero	2.715,00 kWh	5,61%
Marzo	3.956,00 kWh	8,17%
Abril	4.889,00 kWh	10,10%
Mayo	5.748,00 kWh	11,88%
Junio	5.673,00 kWh	11,72%
Julio	5.805,00 kWh	11,99%
Agosto	5.542,00 kWh	11,45%
Septiembre	4.634,00 kWh	9,57%
Octubre	3.469,00 kWh	7,17%
Noviembre	2.107,00 kWh	4,35%
Diciembre	1.985,00 kWh	4,10%
Total	**48.397,00 kWh**	**100,00%**

Tabla 7. Producción mensual año #01 instalación fotovoltaica

En la siguiente tabla se muestra el desglose mensual de consumos, producción de autoconsumo y el consumo de red, durante el primer año:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Consumo de edificios	8.643,00 kWh	7.774,00 kWh	8.472,00 kWh	7.910,00 kWh	8.449,00 kWh	8.324,00 kWh	8.582,00 kWh	8.625,00 kWh	8.075,00 kWh	8.226,00 kWh	8.354,00 kWh	8.557,00 kWh
Autoconsumo	1.874,00 kWh	2.715,00 kWh	3.956,00 kWh	4.889,00 kWh	5.748,00 kWh	5.673,00 kWh	5.805,00 kWh	5.542,00 kWh	4.634,00 kWh	3.469,00 kWh	2.107,00 kWh	1.985,00 kWh
Autoconsumo - Aporte	1.311,80 kWh	2.073,42 kWh	2.279,84 kWh	2.120,32 kWh	2.988,96 kWh	2.893,23 kWh	2.786,40 kWh	2.771,00 kWh	2.177,98 kWh	1.873,26 kWh	1.327,41 kWh	1.369,65 kWh
Autoconsumo - Excedente	562,20 kWh	641,58 kWh	1.676,16 kWh	2.768,68 kWh	2.759,04 kWh	2.779,77 kWh	3.018,60 kWh	2.771,00 kWh	2.456,02 kWh	1.595,74 kWh	779,59 kWh	615,35 kWh
Consumo de red	6.124,00 kWh	5.116,00 kWh	5.011,00 kWh	4.063,00 kWh	4.188,00 kWh	3.824,00 kWh	3.972,00 kWh	4.456,00 kWh	4.405,00 kWh	5.006,00 kWh	5.589,00 kWh	6.207,00 kWh

Tabla 8. Desglose mensual de consumos, producción de autoconsumo y aporte de red de distribución

Como se puede comprobar, el consumo energético del conjunto de los edificios asociados a la instalación fotovoltaica es superior al 80% de la energía generada por dicha instalación, lográndose una cuota autárquica del 53,67%

Para el cálculo de los ahorros generados por la instalación fotovoltaica se realizan las siguientes hipótesis:

- Precio de consumo eléctrico, 0,30071 €/kWh.
- Inflación eléctrica anual, 5%.
- Remuneración, 0,100 €/kWh. Cantidad fija durante los 20 años de duración de la remuneración.
- Precio compra/venta una vez pasados los 20 años, 0,05 €/kWh.

En la siguiente tabla se muestran los ahorros previstos durante el año #01:

DESGLOSE DE ESTIMACIÓN DE AHORRO AÑO #01			
	Energía	**Precio medio**	**Ahorro**
Autoconsumo	25.973,27 kWh	0,3007 €/kWh	7.810,42 €
Impuesto eléctrico sobre Energía		5,11%	399,11 €
Excedentes	22.423,73 kWh	0,1000 €/kWh	2.242,37 €
Ahorro total Año #01			**10.451,91 €**

Tabla 9. Ahorro previsto durante el año #01

En la siguiente tabla, se muestran los ahorros previstos durante el periodo de 25 años analizado:

	Autoconsumo	**Aporte**	**Excedente**	**Ahorro previsto anual**
Año #01	48.397,00 kWh	25.973,27 kWh	22.423,73 kWh	10.451,91 €
Año #02	48.160,00 kWh	25.847,47 kWh	22.312,53 kWh	10.809,51 €
Año #03	47.920,00 kWh	25.718,66 kWh	22.201,34 kWh	11.182,42 €
Año #04	47.680,00 kWh	25.589,86 kWh	22.090,14 kWh	11.572,29 €
Año #05	47.450,00 kWh	25.466,42 kWh	21.983,59 kWh	11.982,37 €
Año #06	47.210,00 kWh	25.337,61 kWh	21.872,39 kWh	12.408,49 €
Año #07	46.900,00 kWh	25.171,23 kWh	21.728,77 kWh	12.834,72 €
Año #08	46.580,00 kWh	24.999,49 kWh	21.580,51 kWh	13.276,60 €
Año #09	46.270,00 kWh	24.833,11 kWh	21.436,89 kWh	13.740,47 €
Año #10	45.960,00 kWh	24.666,73 kWh	21.293,27 kWh	14.224,36 €
Año #11	45.640,00 kWh	24.494,99 kWh	21.145,01 kWh	14.725,87 €
Año #12	45.390,00 kWh	24.360,81 kWh	21.029,19 kWh	15.272,32 €
Año #13	45.140,00 kWh	24.226,64 kWh	20.913,36 kWh	15.843,04 €
Año #14	44.890,00 kWh	24.092,46 kWh	20.797,54 kWh	16.439,08 €
Año #15	44.640,00 kWh	23.958,29 kWh	20.681,71 kWh	17.061,49 €
Año #16	44.390,00 kWh	23.824,11 kWh	20.565,89 kWh	17.711,41 €
Año #17	44.130,00 kWh	23.684,57 kWh	20.445,43 kWh	18.385,83 €
Año #18	43.870,00 kWh	23.545,03 kWh	20.324,97 kWh	19.089,76 €
Año #19	43.620,00 kWh	23.410,85 kWh	20.209,15 kWh	19.828,97 €
Año #20	43.360,00 kWh	23.271,31 kWh	20.088,69 kWh	20.595,88 €
Año #21	43.100,00 kWh	23.131,77 kWh	19.968,23 kWh	20.397,74 €
Año #22	42.740,00 kWh	22.938,56 kWh	19.801,44 kWh	21.189,23 €
Año #23	42.380,00 kWh	22.745,35 kWh	19.634,65 kWh	22.012,21 €
Año #24	42.020,00 kWh	22.552,13 kWh	19.467,87 kWh	22.867,81 €
Año #25	41.660,00 kWh	22.358,92 kWh	19.301,08 kWh	23.757,24 €
		Ahorro previsto al cabo de 25 años:		**407.661,01 €**

Tabla 10. Ahorros anuales estimados

Con estos datos, y teniendo en cuenta que el presupuesto de ejecución de contrata asciende a 45.724,03 euros (sin I.V.A.), el periodo de retorno de la inversión, sin tener en cuenta ayudas de organismos oficiales, es de cuatro años y dos meses.

Esta instalación evitará la emisión de unas 9,6 Ton CO_2/año.

En el apartado de Cálculos de este Proyecto, se adjunta el informe de cálculso de PVSYST.

15. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución de contrata asciende a 45.724,03 euros (sin I.V.A.). En el apartado de Presupuesto y Mediciones se desarrolla en detalle.

16. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se prevé un plazo de ejecución de veintiún (21) días laborables.

Bilbao, agosto de 2025



Fdo.: Juan M. López Redondo
Ingeniero Industrial
Nº Colegiado COIIB: 5815

17. CÁLCULOS

17.1. Configuración del campo fotovoltaico

Para dimensionar adecuadamente la instalación fotovoltaica es necesario conocer tres factores clave:

- El inversor fotovoltaico.
- Módulo fotovoltaico.
- Condiciones climatológicas de la ubicación de la instalación solar fotovoltaica.

Estos datos se han facilitado en la Memoria del presente Proyecto, por lo que se recurrirá a ellos en este Apartado.

17.1.1. Temperatura máxima y mínima ambiente

De acuerdo con la Norma IEC 62548: Photovoltaic (PV) Arrays – Design Requirements, para el cálculo de la instalación fotovoltaica, es necesario usar las máximas y mínimas temperaturas esperadas, entendiendo estas como una media anual de las temperaturas máximas y mínimas extremas.

Los datos de temperaturas ambiente considerados son los más desfavorables de los encontrados en cada uno de los históricos de las bases de datos y/o estaciones meteorológicas de la zona:

	TEMPERATURAS AMBIENTE		
	Temperatura máxima:	39ºC	
	Temperatura mínima:	-5ºC	

Tabla 11. Temperaturas ambiente máxima y mínima de Bedia (Bizkaia)

17.1.2. Datos del módulo e inversor fotovoltaico

Las principales características del módulo e inversor fotovoltaico proyectados se encuentran en la *Tabla 2* y *Tabla 3* del presente Proyecto.

17.1.3. Condiciones de operación del módulo fotovoltaico

- *Temperatura de trabajo del módulo.*

  Para el cálculo del rango de temperaturas dentro del que van a operar los módulos, es necesario usar los máximos y mínimos valores de temperatura de la ubicación de la instalación solar, indicados en el Punto anterior. Además, es necesario introducir el concepto de irradiancia como la potencia incidente sobre los paneles por unidad de superficie, que variará en función de la época del año.

Por último, notificar la utilización de una constante referida a la temperatura de operación de la célula fotovoltaica, NOCT, valor dado por el fabricante del módulo fotovoltaico y que en el particular de este Proyecto, es igual a 45 ± 2ºC.

La expresión que permite calcular la temperatura de operación de la célula es la siguiente:

$$T_{panel} = T_{amb} + \frac{NOCT - 20}{800} * I$$

Ecuación 1. Expresión de cálculo de temperatura de operación de la célula

Donde:

- T_{panel} , temperatura de operación del panel (ºC).
- T_{amb} , temperatura ambiente (ºC).
- $NOCT$, temperatura de operación nominal de la célula fotovoltaica (ºC).
- I, irradiancia (W/m^2).

Así, la temperatura máxima sobre los módulos se calcula a partir de la máxima temperatura recogida en la zona y un valor de irradiancia de 1.000 W/m^2.

La temperatura mínima que puede alcanzar el módulo se determina para un nivel de irradiancia de 100 W/m^2 y para la mínima temperatura diurna alcanzable en la zona.

Con lo expuesto anteriormente, se obtienen los siguientes valores:

	TEMPERATURAS DE FCTO. DE CÉLULA		
	Temperatura máxima célula:	70,25 ºC	
	Temperatura mínima célula:	-1,88 ºC	

Tabla 12. Temperaturas de funcionamiento de célula

- *Tensiones de trabajo del módulo a la temperatura de la célula.*

La ecuación que relaciona la temperatura de operación con el voltaje de un módulo es la siguiente:

$$V_{T\ módulo} = V_{STC} * \left[1 + \frac{\beta}{100} * (T_{módulo} - 25)\right]$$

Ecuación 2. Expresión de cálculo de voltaje del módulo

En la siguiente tabla, se recogen los valores de V_{OC} y V_{MPP} a las temperaturas mínima y máxima de funcionamiento del módulo:

TENSIONES DE TRABAJO DEL MÓDULO	
V_{MPP} (Temperatura máxima):	39,95 V
V_{MPP} (Temperatura mínima):	48,44 V
V_{OC} (Temperatura máxima):	49,15 V
V_{OC} (Temperatura mínima):	57,88 V

Tabla 13. Tensiones de trabajo del módulo en función de las temperaturas máxima y mínima de funcionamiento

- *Intensidades de trabajo del módulo.*

  La ecuación que relaciona la temperatura de operación con la intensidad de un módulo es la siguiente:

$$I_{T\,módulo} = I_{STC} * \left[1 + \frac{\alpha}{100} * (T_{módulo} - 25)\right]$$

Ecuación 3. Expresión de cálculo de la intensidad del módulo

  En la siguiente tabla se pueden consultar los valores de I_{SC} e I_{MPP} a la temperatura máxima de operación:

INTENSIDADES DE TRABAJO DEL MÓDULO	
I_{SC} (Temperatura máxima):	14,35 Amp
I_{SC} (Temperatura mínima):	14,88 Amp
I_{MPP} (Temperatura máxima):	12,28 Amp
I_{MPP} (Temperatura mínima):	14,89 Amp

Tabla 14. Intensidades de trabajo en función de la temperatura de funcionamiento

17.1.4. Determinación de los valores límite para asociación en serie y en paralelo

Una vez calculados los parámetros anteriores, se aplicarán las restricciones que se indican a continuación, para determinar cuáles serán los valores máximos y mínimos de módulos en serie que se pueden conectar, así como el valor máximo de strings que se pueden conectar en paralelo:

$$N_{módulos\ en\ serie} < \frac{Máxima\ tensión\ entrada\ DC\ inversor}{V_{oc}\ (T^{a}\ mínima\ de\ la\ célula)}$$

Ecuación 4. Condición nº 1

$$N_{módulos\ en\ serie} < \frac{Máxima\ tensión\ MPP\ inversor}{V_{MPP}\ (T^{a}\ mínima\ de\ la\ célula)}$$

Ecuación 5. Condición nº 2

$$N_{módulos\ en\ serie} > \frac{Mínima\ tensión\ MPP\ inversor}{V_{MPP}\ (T^{a}\ máxima\ de\ la\ célula)}$$

Ecuación 6. Condición nº 3

$$N_{módulos\ en\ paralelo} < \frac{Intensidad\ máxima\ de\ cortocircuito\ del\ inversor}{I_{sc}\ (T^{a}\ máxima\ de\ la\ célula)}$$

Ecuación 7. Condición nº 4

En la siguiente tabla, se resumen los valores límite obtenidos:

	CONFIGURACIÓN SERIE - PARALELO		
	Número máximo de módulos en serie (Condición nº 1):	19	
	Número máximo de módulos en serie (Condición nº 2):	20	
	Número mínimo de módulos en serie (Condición nº 3):	5	
	Número mínimo de módulos en paralelo (Condición nº 4):	2	

Tabla 15. Resumen valores límite

De acuerdo con estos valores límite, se toman los valores más restrictivos. Por lo tanto, cada string estará compuesto por un número de módulos entre 5 y 19. En este particular, se opta por un diseño de 6 strings, con 11 módulos cada uno de ellos. A continuación, se comprueba que esta configuración cumple con los requerimientos del inversor, cuyo rango de tensión de operación es 200 ~ 1.000 V:

- $V_{CO:}$
  - Valor STC, 54,59 V -> 54,59 * 11 = 600,49 V
  - Valor Tª máxima fcto. del módulo, 49,15 V -> 49,15 * 11 = 540,65 V
  - Valor Tª mínima fcto. del módulo,57,88 V -> 57,88 * 11 = 636,68 V.

- V_{MPP}:
  - Valor STC, 45,28 V -> 45,28 * 11 = 498,08 V
  - Valor Tª máxima fcto. del módulo, 39,95 V -> 49,15 * 11 = 439,45 V
  - Valor Tª mínima fcto. del módulo, 48,44 V -> 57,88 * 11 = 532,84 V.

Se comprueba que, en todos los escenarios, se cumple que las tensiones están dentro del rango de operación del inversor.

Por otro lado, y en cuanto a las intensidades se refiere, indicar que, las intensidades que se recogen en la *Tabla 14* de este documento, son inferiores a la máxima intensidad admisible por MPPT del inversor que es de 26 Amp.

17.2. Dimensionamiento del cableado

17.2.1. Dimensionamiento del cable de corriente continua (CC)

De acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-40, se permitirá una caída de tensión máxima del 1,5%, aunque, con el fin de minimizar pérdidas, se dimensiona la instalación para una caída de tensión menor del 1%. Teniendo en cuenta que el mayor valor de tensión de la instalación es el de V_{CO} a temperatura mínima de funcionamiento, i.e., 636,48 V, tomaremos este valor de referencia, por lo que el valor de caída de tensión será igual a 6,36 V.

Aplicando este valor para caída de tensión a las fórmulas extraídas del REBT para el cálculo de la sección del conductor:

$$Sección = \frac{2 * Longitud\ del\ cable * Intensidad * Resistividad\ del\ Cu\ a\ 20ºC}{Caída\ de\ tensión}$$

Tomando el valor de intensidad más alto que se ha calculado y que aparece en la *Tabla 14* de este documento, i.e., I_{MPP} a temperatura mínima, 14,89 Amp y la longitud del string más desfavorable, que son, aproximadamente 65 metros:

$$Sección = \frac{2 * 65 * 14{,}89 * 0{,}01724}{6{,}36} = 5{,}247$$

Se toma la sección inmediatamente superior, en este caso 6 mm^2.

A continuación, se aplicará el criterio de la intensidad máxima admisible: de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-40 (11), la intensidad máxima admisible por el conductor debe ser superior al 125% de la corriente máxima, en este caso, el 125% de 14,89 Amp, i.e., 18,61 Amp.

La siguiente tabla refleja la Tabla 1 de la ITC-BT-19. En dicha tabla se indican las intensidades admisibles para una temperatura ambiente del aire de 40ºC y para diferentes métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cables:

A	Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2	Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B	Conductores aislados en tubos[3] en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2	Cables multiconductores en tubos[3] en montaje superficial o emprotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR			
C	Cables multiconductores directamente sobre la pared[3]					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E	Cables multiconductores al aire libre[4] Distancia a la pared no inferior a 0.3D[5]						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F	Cables unipolares en contacto mutuo[4] Distancia a la pared no inferior a D[5]							3x PVC			3x XLPE o EPR[3]	
G	Cables unipolares separados mínimo D[3]									3x PVC[3]		3x XLPE o EPR
Cobre	mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	23	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
	35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
	50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
	70				149	160	171	188	202	224	244	321
	95				180	194	207	230	245	271	296	391
	120				208	225	240	267	284	314	348	455
	150				236	260	278	310	338	363	404	525
	185				268	297	317	354	386	415	464	601
	240				315	350	374	419	455	490	552	711
	300				360	404	423	484	524	565	640	821

Tabla 16. Tabla 1 de la ITC-BT-19 Intensidades admisibles (Amp) al aire 40ºC. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

En el particular de este Proyecto, se prevé un tubo para los cables de cada string, siendo el modo de instalación, el "B". Por lo tanto, para la sección de 6 mm^2, tendremos una intensidad máxima admisible de 49 Amp, que está muy por encima de los 18,61 Amp indicados anteriormente.

La temperatura máxima de trabajo es de 90ºC para aislamiento XLPE y se considera una temperatura ambiente de 40ºC, por encontrarse en el exterior. Con estos valores, calcularemos la temperatura de trabajo del conductor mediante la siguiente ecuación:

$$Temp.de\ fcto.conductor = Temp_{amb} + \left(Temp_{máxtrabajo} - Temp_{amb}\right) * \left(\frac{Int_{máx}}{Int_{máxadm}}\right)^2$$

Ecuación 8. Temperatura de funcionamiento del conductor

$$Temp.de\ fcto.conductor = 40 + (90 - 40) * \left(\frac{14{,}89}{49}\right)^2 = 44{,}62\ ºC$$

Con el valor de la temperatura de funcionamiento del conductor, se puede calcular la resistividad del cobre a dicha temperatura de funcionamiento, tomando como base la resistividad del cobre a 20 ºC, cuyo valor es 0,01724 Ω*mm^2/m:

$$Resist_T = Resist_{20} * \left(\frac{234{,}5 + T}{254{,}5}\right)$$

Ecuación 9. Resistividad del cobre a la temperatura de funcionamiento

$$Resist_{44{,}62} = 0{,}01724 * \left(\frac{234{,}5+44{,}62}{254{,}5}\right) = 0{,}01893\ \Omega{*}mm^2/m$$

Una vez obtenido el valor de la resistividad a la temperatura de funcionamiento, recalculamos la sección del conductor:

$$Sección = \frac{2 * 65 * 14{,}89 * 0{,}01893}{6{,}36} = 5{,}764$$

Por lo tanto, se confirma que el cálculo de la sección de 6 mm^2 para el conductor de CC, es correcto.

17.2.2. Dimensionamiento del cable de corriente alterna (CA)

Para el dimensionamiento del cable de corriente alterna, se seguirá el mismo procedimiento que el llevado a cabo para el cálculo del conductor de corriente continua.

De acuerdo con las características del inversor proyectado, la máxima corriente de salida del mismo es de 63,8 Amp. De acuerdo con la ITC-BT-40, la intensidad a soportar por el conductor debe ser superior al 125% de la máxima intenisdad de salida, por lo tanto, el conductor debe ser capaz de soportar, como mínimo, 79,75 Amp. Volviendo de nuevo a la *Tabla 16* de este documento y teniendo en cuenta que, a la salida del inversor se dispone de una línea trifásica de unos 10 metros que discurrirá bajo tubo hasta el cuadro general de Baja Tensión, con aislamiento XLPE, buscamos, en la columna nº 8, la mínima sección que cumple con la intensidad de 79,75 Amp a soportar. En este caso se trata de la sección de 16 mm^2. Con este valor de sección, se procederá al cálculo de caída de tensión.

Como se ha indicado anteriormente, de acuerdo con la ITC-BT-40, la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la red de distribución pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%.

De nuevo, para minimizar pérdidas, se considera admisible una caída de tensión del 1%, en este caso, 4 V.

Se procede a calcular la temperatura de funcionamiento del conductor, utilizando la *Ecuación 8* de este documento, obteniendo un valor de temperatura de funcionamiento del conductor, considerando una temperatura ambiente de 20ºC, por transcurrir por el interior de la instalación, de 89,56 ºC.

Con el valor de temperatura de funcionamiento del conductor calculada, se calcula la resistividad del cobre a esta temperatura, tomando como base la resistividad del cobre a 20 ºC, cuyo valor es 0,01724 Ω*mm^2/m, aplicando la *Ecuación 9* de este proyecto, se obtiene una valor de la resistividad del cobre, a la temperatura de funcionamiento del conductor de 0,0219 Ω*mm^2/m, que para los 10 metros de longitud de conductor considerados y sección de 16 mm^2, nos da una resistencia de 0,0014 Ω. Se ha de tener en cuenta que este valor de

resistencia es para CC, considerándose un aumento del 2% en CA, por lo que la resistencia será de 0,001428 ohmnios.

Para la caída de tensión en trifásico se aplica la siguiente ecuación:

$$Caída\ de\ tensión = \sqrt{3} * (R * I * \cos\varphi + X * I * \sin\varphi)$$

Ecuación 10. Caída de tensión en trifásico

Se puede considerar que la componente reactiva no tiene efecto ($\cos\varphi = 1$), por lo que la caída de tensión valdrá:

$$Caída\ de\ tensión = \sqrt{3} * (0{,}001428 * 63{,}8 * 1 + 0) = 0{,}16\ V$$

Se comprueba que la caída de tensión obtenida es menor que el 1%, por lo tanto, la sección proyectada de16 mm^2 cumple con los requerimientos establecidos.

17.3. Canalizaciones

De la ITC-BT-21 se toma la la siguiente tabla, en la que se indican los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir:

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

Tabla 17. Tabla 2 ITC-BT-21 diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

En el particular de este Proyecto tenemos los siguientes conductores:

- Conductor de 6 mm^2 en CC. Cableado de string, compuesto por conductor positivo y condictor negativo. Además, se ha de tener en cuenta que hay que bajar el cable de puesta a tierra de los módulos fotovoltaicos, que también es de sección de 6 mm^2. Acudiendo a la tabla anterior tenemos que, para la sección indicada, el diámetro mínimo del tubo será de 16 mm. El tubo que va por fachada será de acero, cumplirá con las características técnicas según la Norma UNE-EN 61386-21, galvanizado en caliente según la Norma UNE-EN ISO 1461, enchufable. Su composición es de acero laminado en frío de bajo contenido en carbono, calidad tipo DC03 según norma EN-10130. Tiene una resistencia a la compresión >4000 N y una resistencia al impacto > 20 J a -45 ºC. La temperatura de utilización oscila entre los - 45 ºC y los + 400 ºC, tipo AISCAN-TMEG, del fabricante AISCAN o equivalente.

  El tramo de instalación de este conductor que discurre por el interior hasta el cuadro de protecciones de corriente continua y de este hasta el inversor, bajo tubo cuya

composición es de polímeros exentos de halógenos, con una resistencia a la compresión >1250 N y una resistencia al impacto > 6 J a – 5 ºC. La temperatura de utilización oscila entre los – 5 ºC y los + 60 ºC. Las características técnicas según Norma UNE-EN 61386-21, cumple con Norma UNE-EN 50642. Consta de una rigidez dieléctrica >2000V y una resistencia de aislamiento >100 MOhm. Tiene influencias externas IP54, no es propagador de la llama, tipo AISCAN-EHF, para instalaciones eléctricas en edificios públicos de gran concurrencia de personas y/o donde se quiera evitar (en caso de incendio) gran emisión de humos y gases ácidos del fabricante AISCAN o equivalente, de diámetro exterior 16 mm.

- Cable de sección 16 mm^2 en CA. Tenemos dos tipos de conductor con esta sección:
    - Circuito desde la salida del inversor hasta el cuadro de protección del lado de Corriente Alterna (CA), ejecutado RZ1-K, marca PRYSMIAN, modelo AFUMEX MANDO 1000 (AS) o equivalente, con tensión de aislamiento 0,6/1 kV, composición 5 x (1 x 16 mm^2), de acuerdo a la Norma UNE 21123, siendo tendido bajo tubo (montaje superficial), cuya composición es de polímeros exentos de halógenos, de las mismas características que las indicadas en el punto anterior. De acuerdo con la *Tabla 17* de este proyecto, el diámetro mínimo exterior del tubo es de 32 mm.
    - Circuito desde la salida del cuadro de protección del lado de Corriente Alterna (CA) hasta el punto de conexión, aguas arriba del Cuadro General de Baja Tensión del edificio. RZ1-K, marca PRYSMIAN, modelo AFUMEX MANDO 1000 (AS) o equivalente, con tensión de aislamiento 0,6/1 kV, composición 4 x (1 x 16 mm^2), de acuerdo a la Norma UNE 21123, siendo tendido bajo tubo (montaje superficial), cuya composición es de polímeros exentos de halógenos, de las mismas características que las indicadas en el punto anterior. De acuerdo con la *Tabla 17* de este proyecto, el diámetro mínimo exterior del tubo es de 32 mm.

17.4. Cálculo de protecciones

17.4.1. Cálculo de protecciones de CC

Los fusibles tienen como principal función proteger la instalación eléctrica frente a sobrecorrientes.

El cable utilizado para la ejecución del circuito de corriente continua, de sección 6 mm^2, soporta una intensidad máxima de 49 Amp y la intensidad máxima que pueden llegar a soportar los paneles es la intensidad a máxima potencia a mínima temperatura de funcionamiento que es de 14,89 Amp.

Según la Norma UNE 60364-4-43, los fusibles deben cumplir las siguientes condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Ecuación 11. Condición #01 fusibles

$$I_f \leq 1{,}45 * I_z$$

Ecuación 12. Condición #02 fusibles

Donde:

- I_b , corriente de diseño del circuito correspondiente.
- I_n , intensidad nominal del fusible.
- I_z, corriene máxima admisible del conductor protegido.
- I_f, corriente convencional de fusión.

La corriente convencional de fusión varía en función de la corriente nominal, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Corriente nominal (Amp)	Corriente convencional de fusión
In ≤ 4	2,1 * In
4 < In ≤ 16	1,9 * In
In > 16	1,6 * In

Tabla 18. Relación entre corriente convencional de fusión y corriente nominal

$$14{,}89 \leq I_n \leq 49\ Amp$$
$$I_f \leq 1{,}45 * 49 = 71{,}05\ Amp$$

Además, para evitar daños en el panel fotovoltaico, la intensidad nominal del fusible debe ser menor a la máxima intensidad soportada por el módulo, que en el caso del panel proyectado es de 25 Amp.

Se seleccionan fusibles gPV, especializados para instalaciones fotovoltaicas, de 16 Amp y 1.000 V_{CC} con un poder de corte de 30 kAmp y un portafusibles de 32 Amp y 1.000 V_{CC}. Por cada string, se ocupan dos fusibles y sus correspondientes portafusibles, uno por conductor.

Así mismo, cada pareja de strings estará equipada con una protección contra sobretensiones para instalaciones fotovoltaicas, la cual se encarga de desviar a tierra aquellas tensiones que pueden dañar la instalación. Tipo II para la protección de los equipos fotovoltaicos contra tensiones elevadas transitorias de origen atmosférico, tensión de red FV 1.000 V_{CC}, tensión máxima de régimen permanente 1060V_{CC}, tecnología de varistor, módulos enchufables y fácil reemplazo, protección en modo común y diferencial, indicador visual del estado del módulo, corriente de descarga nominal 20kA, corriente de descarga máxima 40kA, nivel de protección Up 3,6kV, 2 módulos de ancho y montaje en carril DIN.

En la siguiente imagen se muestra l aprotección contra sobretensiones:



Imagen 15. Protección contra sobretensiones

Por último, indicar que cada dos strings se dispondrá de un seccionador 2 x 25 Amp, que sirve como conexión y desconexión de los paneles fotovoltaicos.

17.4.2. Cálculo de protecciones de CA

Para proteger la parte de CA frente a sobrecargas y cortocircuitos se emplea un interruptor automático magnetotérmico tetrapolar.

A la salida del inversor se tiene una corriente máxima de 63,8 Amp (intensidad nominal de salida, 57,8 Amp), por lo que se utilizará en este apartado el caso más desfavorable, i.e., el valor de corriente máxima. Asñi mismo, recordar que el conductor de 16 mm^2, utilizado a la salida del inversor, soporta una intensidad máxima de 80 Amp.

Al igual que en el caso de los fusibles, el interruptor automático, de acuerdo con la Norma UNE 60364-4-43, tiene que cumplir con la *Ecuación 11* y la *Ecuación 12* de este Documento.

Se consideran los valores estándar UNE-EN 60898 y se obtiene que la corriente nominal del interruptor es de 80 Amp.

Para cortocircuitos se debe cumplir la siguiente condición:

$$PdC > ICCmáx$$

Ecuación 13. Condición para cortocircuitos

Donde:

- PdC, poder de corte de la protección.
- ICCmáx, corriente d ecortocircuito máxima en el punto de instalación del dispositivo.

Para calcular la ICCmáx, se emplea la siguiente ecuación, obtenida del REBT:

$$ICCmáx = \frac{0{,}8 * U}{R}$$

Ecuación 14. Expresión de cálculo de ICCmáx

Donde:

- ICCmáx, intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.
- U, tensión de alimentación, fase-neutro.
- R, resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación a 20 ºC.

Se considera que la máxima corriente de Se considera que la máxima corriente de cortocircuito llega desde la línea de distribución, por esto la máxima se encontrará en el CGPM, y la que llegará a la protección del inversor será en todo caso menor, pues la resistencia es mayor.

Se considera que a protección ya existente del CGPM tiene un poder de corte de 10 kA, se puede afirmar con certeza que una protección con 10 kA de poder de corteprotegerá correctamente la instalación.

Se ha escogido un interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 80 Amp y poder de corte de 10 kA.

Junto al interruptor automático se instalará un interruptor diferencial que se encargará de proveer la protección contra contactos.

La intensidad nominal de dicho interruptor debe ser igual o superior a la del interruptor automático seleccionado.
Según el Real Decreto 244/2019:
"En todas las instalaciones de producción próximas a las de consumo, definidas en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, la conexión se realizará a través de un cuadro de mando y protección que incluya las protecciones diferenciales tipo A necesarias para garantizar que la tensión de contacto no resulte peligrosa para las personas. Cuando dichas instalaciones generadoras sean accesibles al público general o estén ubicadas en zonas residenciales, o análogas, la protección diferencial de los circuitos de generación será de 30 mA".

Se ha seleccionado un interruptor diferencial Tipo A de corriente nominal de 80 Amp y con sensibilidad de fuga a tierra de 30 mA.

17.5. Análisis de resistencia estructural, acción del viento y sobreesfuerzos

En este apartado se estudiará la influencia del viento y la del peso propio de la estructura que se va a instalar sobre la cubierta del edificio, con el fin de demostrar que se cumple el requisito básico de "Seguridad Estructural" (documento perteneciente al Código Técnico de la Edificación), que asegura que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

Como se ha indicado en la Memoria de este Proyecto, la estructura soporte estará construida principalmente con aleación EN AW-6005A-T6, que es una variedad de aluminio perteneciente a la serie 6000, reconocida por su combinación destacada de resistencia y

maquinabilidad. Composicionalmente, se compone principalmente de aluminio (Al), con magnesio (Mg) y silicio (Si) como los elementos principales de aleación, y trazas de otros elementos como manganeso (Mn) y cromo (Cr).

La designación "T6" indica que la aleación ha sido sometida a un tratamiento térmico de solución y envejecimiento, mejorando así sus propiedades mecánicas. En términos de resistencia, la EN AW-6005A-T6 exhibe una alta resistencia a la tracción y un límite elástico sólido, manteniendo su tenacidad debido al tratamiento térmico.

En lo que respecta a la resistencia a la corrosión, el aluminio posee naturalmente buenas propiedades en este aspecto, y la aleación 6005A-T6, gracias a su tratamiento térmico, conserva estas características. Esta propiedad es crucial, especialmente en aplicaciones como la sujeción de paneles solares en entornos industriales.

La maquinabilidad es otro aspecto a destacar, ya que la aleación presenta una buena capacidad de ser trabajada, facilitando así su fabricación y su implementación en estructuras específicas, como las destinadas a la sujeción de paneles solares. Además, el peso ligero del aluminio es una ventaja importante en aplicaciones donde la reducción de peso es esencial, como en el caso de estructuras para paneles solares.

En términos de diseño estructural, la aleación EN AW-6005A-T6 es idónea para la construcción de estructuras que requieren resistencia y ligereza. La combinación de estas características la hace especialmente adecuada para su aplicación en la sujeción de paneles solares en cubiertas inclinadas, donde se busca un equilibrio entre robustez y eficiencia en la instalación.

Además, la estabilidad a temperaturas elevadas es un atributo valioso, asegurando que la aleación mantenga su integridad estructural incluso en condiciones de exposición solar prolongada. Al seleccionar esta aleación, se busca garantizar una instalación eficiente y duradera, considerando factores como carga de viento, distribución del peso y condiciones ambientales específicas del entorno industrial.

- *Pesos propios.*

  El valor característico del peso propio de los equipos e instalaciones fijas, en este caso de la instalación fotovoltaica, debe definirse de acuerdo con los valores aportados por los suministradores. La instalación fotovoltaica está diseñada para una inclinación de 20º respecto a al horizontal (coplanar).

- *Viento.*

  La acción del viento sobre la superficie del campo fotovoltaico puede ser considerada como la presión ejercida por el viento sobre una marquesina, donde habrá que tener en cuenta el efecto del viento actuando sobre la superficie inferior y en la superior.

  La acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, puede expresarse de la siguiente manera:

$$q_e = q_b * c_e * c_p$$

Ecuación 15. Expresión para el cálculo de la presión estática

  Donde:

- q_b, presión dinámica del viento. Su valor lo obtenemos siguiendo las pautas establecidas en el Anejo D del CTE DB SE-AE, donde se establece que el valor de esta es, según corresponda a la zona A, B o C del siguiente mapa, de 0,42 kN/m^2, 0,45 kN/m^2 y 0,52 kN/m^2:



Imagen 16. Mapa de valores básicos de velocidad del viento

En el particular de la instalación objeto de este Proyecto, se localiza en zona C, por lo que la velocidad básica del viento sobre la instalación es de 26 km/h yel valor a aplicar de presión dinámica de viento será de 0,52 kN/m^2.

- c_e, coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se ubica la construcción. Este coeficiente tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. Su valor se toma de la siguiente tabla, siendo la altura del punto considerado la medida respecto a la rasante media de la fachada a barlovento:

Entorno (grado de aspereza)		Altura del punto considerado (m)							
		3	6	9	12	15	18	24	30
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V	Centro de negocio de grandes ciudades,con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Tabla 19. Coeficientes de exposición

Obtenemos un valor de 3,0 (Tipo II, terreno rural sin obstáculos ni arbolado de importancia y una altura de 15 metros).

- c_p, coeficiente eólico o de presión, dependiendo de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie. Un valor negativo indica succión. El valor de los coeficientes de presión exterior o eólico dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición del elemento considerado y de su área de influencia.

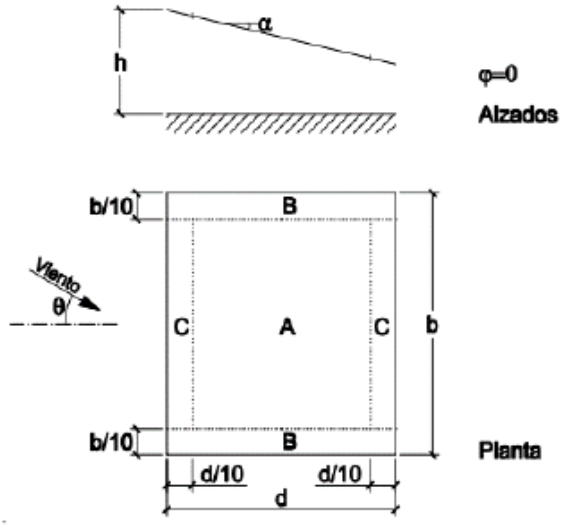


Imagen 17. Zonas en las que se divide la estructura para la aplicación de los coeficientes de exposición

Normalmente los paneles solares suelen obstruirse unos con respecto a los siguientes y, en el caso de las estructuras sobre cubierta, los edificios suelen tener en sus extremos unos parapetos que obstruyen también la entrada del aire, pero el CTE considera cada estructura como un elemento aislado y este efecto no se contemplaría, por lo que se debe considerar un valor de ϕ de 0.
Además, la existencia de un espacio entre estructuras solares (para evitar o reducir la superposición de una estructura con la siguiente, de forma que se generen sombras) y entre la primera estructura solar y el parapeto implica un valor de 0.

Considerando el caso más desfavorable en el que la instalación de los módulos fotovoltaicos estuviese sobre la zona C de la figura anterior y con un coeficiente de obstrucción (relación entre el área obstruida y el área de la sección total bajo los módulos) de flujo de viento por debajo de los módulos igual a cero, tenemos los siguientes coeficientes de presión exterior:

- Abajo. Presión 1,1.
- Arriba. Succión 1,4.

Como se puede observar, el efecto del viento cuando actúa por encima de la instalación fotovoltaica es el más desfavorable para la instalación en cubierta, con un coeficiente de succión de 1,4.

Volviendo a la ecuación inicial de cálculo de la presión estática del viento y teniendo en cuenta el caso más desfavorable tenemos que:

$q_e = q_b * c_e * c_p$ = 0,52 * 3 * (-1,4) = 2,184 kN/m^2 ≈ 218,7 kg/m^2

Ahora se realiza la combinación de acciones, i.e., el peso propio más la acción del peso más desfavorable, calculada anteriormente:

Los coeficientes de seguridad elegidos son de 0,8 para el peso propio, ya que, en este caso, favorece a la estabilidad de la instalación y de 1,5 para el viento, de acuerdo con los coeficientes de seguridad que se indican en la Tabla 4.1 del CTE DB-SE:

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación [1]	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
		desestabilizadora	**estabilizadora**
Estabilidad	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

[1] Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 20. Tabla 4.1 CTE DB-SE

Considerando un peso propio de 3,5 kg/m^2, la carga a soportar es la siguiente:

Carga = p. propio * 0,8 + (acción del viento) * 1,5 = 3,5 * 0,8 + (218,7) * 1,5 = 330,85 kg/m^2

La estructura soporte de la instalación fotovoltaica a instalar en el Proyecto, poseerá una resistencia estructural a la combinación de acciones, de valor superior a 330,85 kg/m^2.

En cuanto a cargas permanentes, se considera el peso propio de la estructura portante y de los módulos fotovoltaicos, que suma un total de 14,816 kg/m^2. Según el CTE DB-SE AE, para el caso más desfavorable de cubiertas con inclinación inferior a 20º, la sobrecarga sólo puede ser de 100 kg/m^2, límite muy superior al obtenido.

Como cargas variables, sólo se ha considerado las asociadas al viento, obteniendo valores que cumplen con la normativa.

18. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

En el presente Punto se desarrolla el Presupuesto de la instalación fotovoltaica:

18.1. Cuadro de mano de obra

NÚMERO	CÓDIGO	DESIGNACIÓN	PRECIO POR HORA (€/HORA)	CANTIDAD (HORAS)	TOTAL (€)
1	MO-001	Oficial 1ª Electricista	23,55 €/Hora	139,20 Hora	3.278,16 €
2	MO-002	Oficial 2ª Electricista	21,62 €/Hora	143,90 Hora	3.111,12 €
3	MO-003	Oficial 1ª Instalador Paneles Solares	23,55 €/Hora	98,00 Hora	2.307,90 €
4	MO-004	Oficial 2ª Instalador Paneles Solares	21,62 €/Hora	98,00 Hora	2.118,76 €
				TOTAL MANO DE OBRA:	10.815,94 €

Tabla 21. Cuadro de mano de obra

18.2. Cuadro de maquinaria

NÚMERO	CÓDIGO	DESIGNACIÓN	PRECIO (€)	CANTIDAD	TOTAL (€)
1	MQ-001	Alquiler diario de plataforma elevadora de tijera, de 20 mts de altura máxima de trabajo. El precio incluye el mantenimiento y el seguro de responsabilidad civil.	3.290,00 €	1,00	3.290,00 €
2	MQ-002	Transporte a obra y retirada de cesta elevadora de plataforma elevadora, de 20 mts de altura máxima de trabajo.	180,00 €	1,00	180,00 €
				TOTAL MAQUINARIA:	3.470,00 €

Tabla 22. Cuadro de maquinaria

18.3. Cuadro de materiales

NÚMERO	CÓDIGO	DESIGNACIÓN	PRECIO (€)	CANTIDAD	TOTAL (€)
1	MT-001	Panel solar fotovoltaico AIKO-A630-MAH72Mw del fabricante AIKO Solar o similar, de 630 Wp.	125,00 €/Panel	66,00	8.250,00 €
2	MT-002	Estructura soporte coplanar.	66,95 €/Ud	66,00	4.418,70 €
3	MT-003	Cable solar H1Z2Z2-K 6 mm2 - Negro.	1,65 €/m	456,00 m	752,40 €
4	MT-004	Cable solar H1Z2Z2-K 6 mm2 - Rojo.	1,65 €/m	456,00 m	752,40 €
5	MT-005	Cable RZ1-K 16 mm2 - Negro.	2,65 €/m	10,00 m	26,50 €
6	MT-006	Cable RZ1-K 16 mm2 - Marrón.	2,65 €/m	10,00 m	26,50 €
7	MT-007	Cable RZ1-K 16 mm2 - Azul.	2,65 €/m	10,00 m	26,50 €
8	MT-008	Cable RZ1-K 16 mm2 - Gris.	2,65 €/m	10,00 m	26,50 €
9	MT-009	Cable RZ1-K 16 mm2 - Amarillo/Verde.	2,65 €/m	10,00 m	26,50 €
10	MT-010	Cable desnudo de cobre de 6 mm2.	0,97 €/m	136,00 m	131,92 €
11	MT-011	Inversor solar SUN2000-40KTL-M3 o equivalente.	3.250,00 €	1,00	3.250,00 €
12	MT-012	Caja de protección en Corriente Continua modelo STM21025P15S/4 del fabricante Gave o equivalente.	945,00 €	1,00	945,00 €
13	MT-013	Caja de protección en Corriente Alterna modelo ACT80SDA del fabricante Gave o equivalente.	1.110,50 €	1,00	1.110,50 €
14	MT-014	Pareja de conectores MC4	5,75 €/Ud	66,00	379,50 €
15	MT-015	Clip de toma de toma de tierra para paneles.	1,60 €/Ud	66,00	105,60 €
16	MT-016	Bandeja no metálica 200 x 60 mm.	18,25 €/m	35,00 m	638,75 €
17	MT-017	Tubo de acero galvanizado de 16 mm de diámetro exterior.	3,25 €/m	105,00 m	341,25 €
18	MT-018	Tubo de PVC rígido de 16 mm de diámetro exterior.	1,15 €/m	110,00 m	126,50 €
19	MT-019	Tubo de PVC rígido de 32 mm de diámetro exterior.	2,25 €/m	10,00 m	22,50 €
20	MT-020	Equipo de medida modelo DTSU666-HW/YD60-80, del fabricante Huawei o equivalente.	265,00 €	1,00	265,00 €
21	MT-021	Sistema de supervisión, control y regulación de potencia generada.	915,00 €	1,00	915,00 €
				TOTAL MATERIALES:	**22.537,52 €**

Tabla 23. Cuadro de materiales

18.4. Cuadros de precios descompuestos

Ud. Desmontaje Instalación existente				**2.537,89 €**
MQ-001	Alquiler de plataforma elevadora.	0,28 Ud	3.290,00 €	921,20 €
MQ-002	Transporte y retirada de plataforma elevadora.	0,28 Ud	180,00 €	50,40 €
MO-003	Oficial 1ª Instalador Paneles Solares	32,00 Horas	23,55 €/Hora	753,60 €
MO-004	Oficial 2ª Instalador Paneles Solares	32,00 Horas	21,62 €/Hora	691,84 €
	Costes indirectos.		5%	120,85 €

Tabla 24. Cuadro de precios descompuestos – Desmontaje instalación existente

Ud. Montaje de panel fotovoltaico en cubierta				**301,26 €**
MT-001	Panel solar fotovoltaico AIKO-A630-MAH72Mw del fabricante AIKO Solar o similar, de 630 Wp.	1,00 Ud	125,00 €	125,00 €
MT-002	Estructura soporte coplanar.	1,00 Ud	66,95 €/Ud	66,95 €
MO-003	Oficial 1ª Instalador Paneles Solares	1,00 Hora	23,55 €/Hora	23,55 €
MO-004	Oficial 2ª Instalador Paneles Solares	1,00 Hora	21,62 €/Hora	21,62 €
MT-005	Cable solar H1Z2Z2-K 6 mm2 - Negro.	1,00 m	1,65 €/m	1,65 €
MT-006	Cable solar H1Z2Z2-K 6 mm2 - Rojo.	1,00 m	1,65 €/m	1,65 €
MT-014	Pareja de conectores MC4	1,00 Ud	5,75 €/Ud	5,75 €
MT-010	Cable desnudo de cobre de 6 mm2.	1,00 m	0,97 €/m	0,97 €
MT-015	Clip de toma de toma de tierra para paneles.	1,00 Ud	1,60 €/Ud	1,60 €
MQ-001	Alquiler de plataforma elevadora.	0,011 Ud	3.290,00 €	36,19 €
MQ-002	Transporte y retirada de plataforma elevadora.	0,011 Ud	180,00 €	1,98 €
	Costes indirectos.		5%	14,35 €

Tabla 25. Tabla de precios descompuestos – Montaje de panel fotovoltaico en cubierta

M. Tendido por bandeja de cableado de Corriente Continua y Cableado de Protección				**56,23 €**
MT-016	Bandeja no metálica 200 x 60 mm.	1,00 m	18,25 €/m	18,25 €
MT-005	Cable solar H1Z2Z2-K 6 mm2 - Negro.	6,00 m	1,65 €/m	9,90 €
MT-006	Cable solar H1Z2Z2-K 6 mm2 - Rojo.	6,00 m	1,65 €/m	9,90 €
MT-010	Cable desnudo de cobre de 6 mm2.	1,00 m	0,97 €/m	0,97 €
MO-001	Oficial 1ª Electricista	0,25 Hora	23,55 €/Hora	5,89 €
MO-002	Oficial 2ª Electricista	0,40 Hora	21,62 €/Hora	8,65 €
	Costes indirectos.		5%	2,68 €

Tabla 26. Tabla de precios descompuestos – Tendido por bandeja de Cableado de Corriente Continua y Cableado de Protección

M. Tendido por tubo de acero galvanizado de cableado de Corriente Continua				**30,59 €**
MT-017	Tubo de acero galvanizado de 16 mm de diámetro exterior.	1,00 m	3,25 €/m	3,25 €
MT-005	Cable solar H1Z2Z2-K 6 mm2 - Negro.	1,00 m	1,65 €/m	1,65 €
MT-006	Cable solar H1Z2Z2-K 6 mm2 - Rojo.	1,00 m	1,65 €/m	1,65 €
MO-001	Oficial 1ª Electricista	0,50 Hora	23,55 €/Hora	11,78 €
MO-002	Oficial 2ª Electricista	0,50 Hora	21,62 €/Hora	10,81 €
	Costes indirectos.		5%	1,46 €

Tabla 27. Tabla de precios descompuestos – Tendido por tubo de acero galvanizado de Cableado de Corriente Continua

M. Tendido por tubo de acero galvanizado de cableado de Protección				**20,93 €**
MT-017	Tubo de acero galvanizado de 16 mm de diámetro exterior.	1,00 m	3,25 €/m	3,25 €
MT-010	Cable desnudo de cobre de 6 mm2.	1,00 m	0,97 €/m	0,97 €
MO-001	Oficial 1ª Electricista	0,30 Hora	23,55 €/Hora	7,07 €
MO-002	Oficial 2ª Electricista	0,40 Hora	21,62 €/Hora	8,65 €
	Costes indirectos.		5%	1,00 €

Tabla 28. Tabla de precios descompuestos – Tendido por tubo de acero galvanizado de Cableado de Protección

M. Tendido por tubo rígido de PVC de cableado de Corriente Continua				**14,16 €**
MT-018	Tubo rígido de PVC de diámetro exterior de 16 mm.	1,00 m	1,15 €/m	1,15 €
MT-005	Cable solar H1Z2Z2-K 6 mm2 - Negro.	1,00 m	1,65 €/m	1,65 €
MT-006	Cable solar H1Z2Z2-K 6 mm2 - Rojo.	1,00 m	1,65 €/m	1,65 €
MO-001	Oficial 1ª Electricista	0,20 Hora	23,55 €/Hora	4,71 €
MO-002	Oficial 2ª Electricista	0,20 Hora	21,62 €/Hora	4,32 €
	Costes indirectos.		5%	0,67 €

Tabla 29. Tabla de precios descompuestos – Tendido por tubo rígido de PVC de cableado de corriente continua

M. Tendido por tubo rígido de PVC de cableado de Protección				**9,34 €**
MT-018	Tubo rígido de PVC de diámetro exterior de 16 mm.	1,00 m	1,15 €/m	1,15 €
MT-010	Cable desnudo de cobre de 6 mm2.	1,00 m	0,97 €/m	0,97 €
MO-001	Oficial 1ª Electricista	0,15 Hora	23,55 €/Hora	3,53 €
MO-002	Oficial 2ª Electricista	0,15 Hora	21,62 €/Hora	3,24 €
	Costes indirectos.		5%	0,44 €

Tabla 30. Tabla de precios descompuestos – Tendido por tubo rígido de PVC de cableado de Protección

M. Tendido por tubo rígido de PVC de cableado de Corriente Alterna				**40,94 €**
MT-019	Tubo de PVC rígido de 32 mm de diámetro exterior.	1,00 m	2,25 €/m	2,25 €
MT-005	Cable RZ1-K 16 mm2 - Negro.	1,00 m	2,65 €/m	2,65 €
MT-006	Cable RZ1-K 16 mm2 - Marrón.	1,00 m	2,65 €/m	2,65 €
MT-007	Cable RZ1-K 16 mm2 - Azul.	1,00 m	2,65 €/m	2,65 €
MT-008	Cable RZ1-K 16 mm2 - Gris.	1,00 m	2,65 €/m	2,65 €
MT-009	Cable RZ1-K 16 mm2 - Amarillo/Verde.	1,00 m	2,65 €/m	2,65 €
MO-001	Oficial 1ª Electricista	0,52 Hora	23,55 €/Hora	12,25 €
MO-002	Oficial 2ª Electricista	0,52 Hora	21,62 €/Hora	11,24 €
	Costes indirectos.		5%	1,95 €

Tabla 31. Tabla de precios descompuestos – Tendido por tubo rígido de PVC de cableado de Corriente Alterna

Ud. Instalación de inversor				**3.543,58 €**
MT-011	Inversor solar SUN2000-40KTL-M3 o equivalente.	1,00 Ud	3.250,00 €	3.250,00 €
MT-014	Pareja de conectores MC4	6,00 Ud	5,75 €/Ud	34,50 €
MO-001	Oficial 1ª Electricista	2,00 Hora	23,55 €/Hora	47,10 €
MO-002	Oficial 2ª Electricista	2,00 Hora	21,62 €/Hora	43,24 €
	Costes indirectos.		5%	168,74 €

Tabla 32. Tabla de precios descompuestos – Instalación de inversor

Ud. Instalación caja de protecciones de Corriente Continua				**1.049,16 €**
MT-012	Caja de protección en Corriente Continua modelo STM21025P15S/4 del fabricante Gave o equivalente.	1,00 Ud	945,00 €	945,00 €
MO-001	Oficial 1ª Electricista	1,20 Hora	23,55 €/Hora	28,26 €
MO-002	Oficial 2ª Electricista	1,20 Hora	21,62 €/Hora	25,94 €
	Costes indirectos.		5%	49,96 €

Tabla 33. Tabla de precios descompuestos – Instalación caja de protecciones de Corriente Continua

Ud. Instalación caja de protecciones de Corriente Alterna				**1.249,02 €**
MT-013	Caja de protección en Corriente Alterna modelo ACT80SDA del fabricante Gave o equivalente.	1,00 Ud	1.110,50 €	1.110,50 €
MO-001	Oficial 1ª Electricista	1,75 Hora	23,55 €/Hora	41,21 €
MO-002	Oficial 2ª Electricista	1,75 Hora	21,62 €/Hora	37,84 €
	Costes indirectos.		5%	59,48 €

Tabla 34. Tabla de precios descompuestos – Instalación caja de protecciones de Corriente Alterna

Ud. Instalación sistema de medida y gestión				**1.310,14 €**
MT-020	Equipo de medida modelo DTSU666-HW/YD60-80, del fabricante Huawei o equivalente.	1,00 Ud	265,00 €	265,00 €
MT-021	Sistema de supervisión, control y regulación de potencia generada.	1,00 Ud	915,00 €	915,00 €
MO-001	Oficial 1ª Electricista	1,50 Hora	23,55 €/Hora	35,33 €
MO-002	Oficial 2ª Electricista	1,50 Hora	21,62 €/Hora	32,43 €
	Costes indirectos.		5%	62,39 €

Tabla 35. Tabla de precios descompuestos – Instalación sistema de medida y gestión

Ud. Conexión a red interior				**23,71 €**
MO-001	Oficial 1ª Electricista	0,50 Hora	23,55 €/Hora	11,78 €
MO-002	Oficial 2ª Electricista	0,50 Hora	21,62 €/Hora	10,81 €
	Costes indirectos.		5%	1,13 €

Tabla 36. Tabla de precios descompuestos – Conexión a red interior

Ud. Gestión de residuos				**138,98 €**
	Gestión de residuos	1,00 Ud	132,36 €	132,36 €
	Costes indirectos.		5%	6,62 €

Tabla 37. Tabla de precios descompuestos – Gestión de residuos

18.5. Cuadro de precios unitarios

NÚMERO	DESIGNACIÓN	IMPORTE (€)
1.1	Desmontaje instalación existente.	2.537,89 €
1.2	Montaje de panel fotovoltaico en cubierta.	301,26 €
1.3	Tendido por bandeja de Cableado de Corriente Continua y Cableado de Protección.	56,23 €
1.4	Tendido por tubo de acero galvanizado de Cableado de Corriente Continua.	30,59 €
1.5	Tendido por tubo de acero galvanizado de Cableado de Protección.	20,93 €
1.6	Tendido por tubo rígido de PVC de Cableado de Corriente Continua.	14,16 €
1.7	Tendido por tubo rígido de PVC de Cableado de Protección.	9,34 €
1.8	Tendido por tubo rígido de PVC de Cableado de Corriente Alterna.	40,94 €
1.9	Instalación de inversor.	3.543,58 €
1.10	Instalación caja de protecciones de Corriente Continua.	1.049,16 €
1.11	Instalación caja de protecciones de Corriente Alterna.	1.249,02 €
1.12	Instalación de sistema de medida y gestión.	1.310,14 €
1.13	Conexión a red interior.	23,71 €
1.14	Gestión de residuos.	138,98 €
1.15	Plan de seguridad y salud.	2.241,28 €

Tabla 38. Cuadro de precios unitarios

18.6. Cuadro de mediciones

NÚMERO	DESIGNACIÓN	UNIDAD	MEDICIÓN
1.1	Desmontaje instalación existente.	Ud.	1,00
1.2	Montaje de panel fotovoltaico en cubierta.	Ud.	66,00
1.3	Tendido por bandeja de Cableado de Corriente Continua y Cableado de Protección.	m	35,00
1.4	Tendido por tubo de acero galvanizado de Cableado de Corriente Continua.	m	75,00
1.5	Tendido por tubo de acero galvanizado de Cableado de Protección.	m	15,00
1.6	Tendido por tubo rígido de PVC de Cableado de Corriente Continua.	m	90,00
1.7	Tendido por tubo rígido de PVC de Cableado de Protección.	m	20,00
1.8	Tendido por tubo rígido de PVC de Cableado de Corriente Alterna.	m	10,00
1.9	Instalación de inversor.	Ud.	1,00
1.10	Instalación caja de protecciones de Corriente Continua.	Ud.	1,00
1.11	Instalación caja de protecciones de Corriente Alterna.	Ud.	1,00
1.12	Instalación de sistema de medida y gestión.	Ud.	1,00
1.13	Conexión a red interior.	Ud.	1,00
1.14	Gestión de residuos.	Ud.	1,00
1.15	Plan de seguridad y salud.	Ud.	1,00

Tabla 39. Cuadro de mediciones

18.7. Presupuesto

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Partida 1.1	Desmontaje de instalación fotovoltaica existente, incluyendo retirada a dependencias del Ayuntamiento de Bedia.	Ud.	1,00	2.537,89 €	2.537,89 €
Partida 1.2	Montaje de panel fotovoltaico modelo AIKO-A630-MAH72Mw del fabricante AIKO Solar o similar, de 630 Wp, totalmente instalado, conexionado y puesto en marcha, incluyendo parte proporcional de estructura soporte coplanar, cableado en serie, puesta a tierra de panel y estructura, material auxiliar y medios de elevación.	Ud.	66,00	301,26 €	19.882,86 €
Partida 1.3	Tendido por bandeja portacables perforada, equipada con tapa, no metálica, fabricada con material termoplástico y libre de halógenos, no propagador de llama, del fabricante UNEX o equivalente, de dimensiones 200 x 60 mm, incluyendo tapa, totalmente instalada, incluyendo pequeño material auxilar.	m	35,00	56,23 €	1.968,16 €
Partida 1.4	Tendido por tubo de acero galvanizado de 16 mm de diámetro exterior, del Cableado de Corriente Continua. Totalmente instalado, incluyendo elementos de fijación, sellado del tubo y pequeño material auxilar.	m	75,00	30,59 €	2.294,38 €
Partida 1.5	Tendido por tubo de acero galvanizado de 16 mm de diámetro exterior, del Cableado de Protección. Totalmente instalado, incluyendo elementos de fijación, sellado del tubo y pequeño material auxilar.	m	15,00	20,93 €	313,94 €
Partida 1.6	Tendido de cableado de Corriente Continua bajo tubo rígido de PVC de 16 mm de diámetro exterior. Totalmente instalado, incluyendo elementos de fijación, sellado de tubos y pequeño material auxiliar.	m	90,00	14,16 €	1.274,24 €
Partida 1.7	Tendido de cableado de Protección bajo tubo rígido de PVC de 16 mm de diámetro exterior. Totalmente instalado, incluyendo elementos de fijación, sellado de tubos y pequeño material auxiliar.	m	20,00	9,34 €	186,81 €
Partida 1.8	Tendido de cableado de Corriente Alterna bajo tubo rígido de PVC de 32 mm de diámetro exterior. Totalmente instalado, incluyendo elementos de fijación, sellado de tubos y pequeño material auxiliar.	m	10,00	40,94 €	409,38 €
Partida 1.9	Instalación del inversor solar modelo SUN2000-40KTL-M3, del fabricante Huawei o equivalente, totalmente instalado, conexionado y puesto en marcha, incluyendo pequeño material auxiliar.	Ud.	1,00	3.543,58 €	3.543,58 €
Partido 1.10	Instalación de caja de protecciones de Corriente Continua modelo STM21025P15S/4, del fabricante Gave o equivalente. Totalmente instalada, conectada y puesta en marcha, incluyendo pequeño material auxiliar.	Ud.	1,00	1.049,16 €	1.049,16 €
Partida 1.11	Instalación de caja de protecciones de Corriente Alterna modelo ACT80SDA, del fabricante Gave o equivalente. Totalmente instalada, conectada y puesta en marcha, incluyendo pequeño material auxiliar.	Ud.	1,00	1.249,02 €	1.249,02 €
Partida 1.12	Instalación de equipo de medida modelo DTSU666-HW/YD60-80, del fabricante Huawei o equivalente y sistema de gestión de energía producida por la instalación fotovoltaica. Totalmente instalado, conexionado y puesto en marcha, incluyendo pequeño material auxiliar.	Ud.	1,00	1.310,14 €	1.310,14 €
Partida 1.13	Conexión a red interior, incluyendo pequeño material auxiliar.	Ud.	1,00	23,71 €	23,71 €
Partida 1.14	Gestión de residuos.	Ud.	1,00	138,98 €	138,98 €
Partida 1.15	Plan de seguridad y salud.	Ud.	1,00	2.241,28 €	2.241,28 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)					**38.423,55 €**
13% de gastos generales (GG)					4.995,06 €
6% de beneficio industrial (BI)					2.305,41 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC = PEM + GG + BI)					**45.724,03 €**
21% I.V.A. (IVA)					9.602,05 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA CON IVA (PEC = PEM + GG +BI + IVA)					**55.326,07 €**

Tabla 40. Presupuesto

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata, incluyendo el I.V.A., a la anteriormente indicada cantidad de cincuenta y cinco mil trescientos veintiséis euros con siete céntimos.

19. CÁLCULOS ENERGÉTICOS

A continuación se detallan los cálculos energéticos realizados para el desarrollo de este proyecto.

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Proyecto Autoconsumo Bedia

Variante: Nueva variante de simulación

Sin escena 3D definida, sin sombras

Potencia del sistema: 41.6 kWp

Durandio - España

Author

PVsyst PRUEBA

PVsyst V8.0.13
VC0, Fecha de simulación:
22/07/25 12:01
con V8.0.13

Resumen del proyecto

Sitio geográfico
Durandio
España

Situación

Latitud	43.21 °(N)
Longitud	-2.80 °(W)
Altitud	68 m
Zona horaria	UTC+1

Configuración del proyecto
Albedo 0.20

Datos meteo
Durandio
Meteonorm 8.2 (2001-2020), Sat=15% - Sintético

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red
Simulación para el año nº 1

Sin escena 3D definida, sin sombras

Orientación #1
Plano fijo
Inclinación/Azimut 20 / -11 °

Sombreados cercanos
sin sombreados

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Información del sistema

Generador FV

Núm. de módulos	66 unidades
Pnom total	41.6 kWp

Inversores

Núm. de unidades	1 unidad
Potencia total	40 kWca
Proporción Pnom	1.04

Resumen de resultados

Energía producida	48398 kWh/año	Producción específica	1164 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	83.23 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados 2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema 3
Resultados principales 5
Diagrama de pérdida 6
Gráficos predefinidos 7

PVsyst PRUEBA

PVsyst V8.0.13
VC0, Fecha de simulación:
22/07/25 12:01
con V8.0.13

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Sin escena 3D definida, sin sombras

Orientación #1
Plano fijo
Inclinación/Azimut 20 / -11 °

Modelos usados
Transposición Perez
Difuso Perez, Meteonorm
Circunsolar separado

Horizonte
Horizonte libre

Sombreados cercanos
sin sombreados

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Características del generador FV

Módulo PV

Fabricante	Generic
Modelo	AIKO-A630-MAH72Mw
(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	630 Wp
Número de módulos FV	66 unidades
Nominal (STC)	41.6 kWp
Módulos	6 cadena x 11 En serie
En cond. de funcionam. (50°C)	
Pmpp	38.9 kWp
U mpp	463 V
I mpp	84 A

Inversor

Fabricante	Generic
Modelo	SUN2000-40KTL-M3-380V
(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	40.0 kWca
Número de inversores	4 * MPPT 25% 1 unidad
Potencia total	40.0 kWca
Voltaje de funcionamiento	200-1000 V
Potencia máx. (=>40°C)	44.0 kWca
Proporción Pnom (CC:CA)	1.04
No hay reparto de potencia entre MPPTs	

Potencia FV total

Nominal (STC)	42 kWp
Total	66 módulos
Área del módulo	174 m²
Área celular	157 m²

Potencia total del inversor

Potencia total	40 kWca
Número de inversores	1 unidad
Proporción Pnom	1.04

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto
Frac. de pérdida 3.5 %

Factor de pérdida térmica
Temperatura módulo según irradiancia
Uc (const) 15.0 W/m²K
Uv (viento) 1.2 W/m²K/m/s

Pérdidas de cableado CC
Res. conjunto global 89 mΩ
Frac. de pérdida 1.50 % en STC

LID - Degradación Inducida por Luz
Frac. de pérdida 2.5 %

Pérdida de calidad módulo
Frac. de pérdida -0.75 %

Pérdidas de desajuste de módulo
Frac. de pérdida 0.30 % en MPP

Módulo de degradación media
Año n° 1
Factor de pérdida 0.4 %/año
Contribuciones Imp / Vmp 80% / 20%
Desajuste debido a la degradación
Dispersión Imp RMS 0.4 %/año
Dispersión Vmp RMS 0.4 %/año

Factor de pérdida IAM
Efecto de incidencia (IAM): Vidrio liso Fresnel, n = 1.526

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.402	0.000

PVsyst PRUEBA

PVsyst V8.0.13
VC0, Fecha de simulación:
22/07/25 12:01
con V8.0.13

Pérdidas del sistema

Indisponibilidad del sistema		Pérdidas auxiliares	
Frac. de tiempo	0.5 %	Consumo aux. nocturno	60 W
	1.8 días,		
	3 períodos		

PVsyst PRUEBA

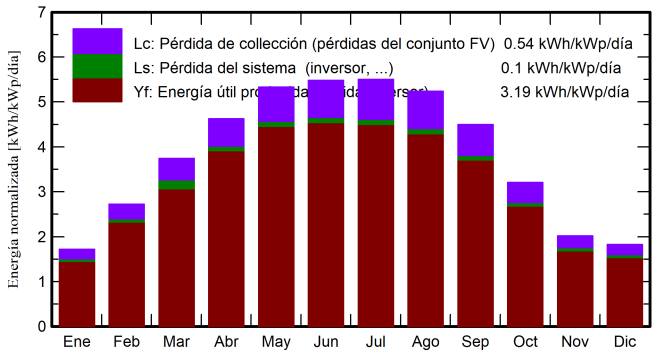
PVsyst V8.0.13
VC0, Fecha de simulación:
22/07/25 12:01
con V8.0.13

Resultados principales

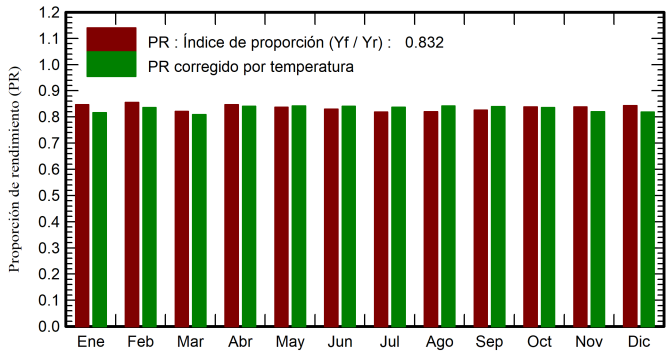
Producción del sistema

Energía producida	48398 kWh/año	Producción específica	1164 kWh/kWp/año
		Proporción rend. PR	83.23 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR proporción
Enero	40.4	26.82	9.15	53.2	49.2	1947	1874	0.847
Febrero	58.6	30.59	9.28	76.3	71.2	2800	2715	0.855
Marzo	100.3	57.80	11.89	116.0	108.1	4220	3956	0.821
Abril	128.8	75.34	13.35	138.8	129.5	5017	4889	0.847
Mayo	162.0	85.14	16.19	165.2	154.2	5895	5748	0.837
Junio	165.1	87.16	19.26	164.5	153.4	5816	5673	0.830
Julio	169.3	83.71	21.51	170.5	159.1	5954	5805	0.819
Agosto	152.8	72.38	21.75	162.5	152.0	5686	5542	0.820
Septiembre	118.5	59.11	19.47	135.0	126.0	4758	4634	0.826
Octubre	81.7	47.47	17.02	99.5	92.6	3570	3469	0.839
Noviembre	46.1	28.69	12.08	60.5	56.3	2201	2107	0.838
Diciembre	38.4	20.84	10.07	56.6	52.4	2066	1985	0.843
Año	1261.8	675.03	15.12	1398.5	1304.0	49931	48398	0.832

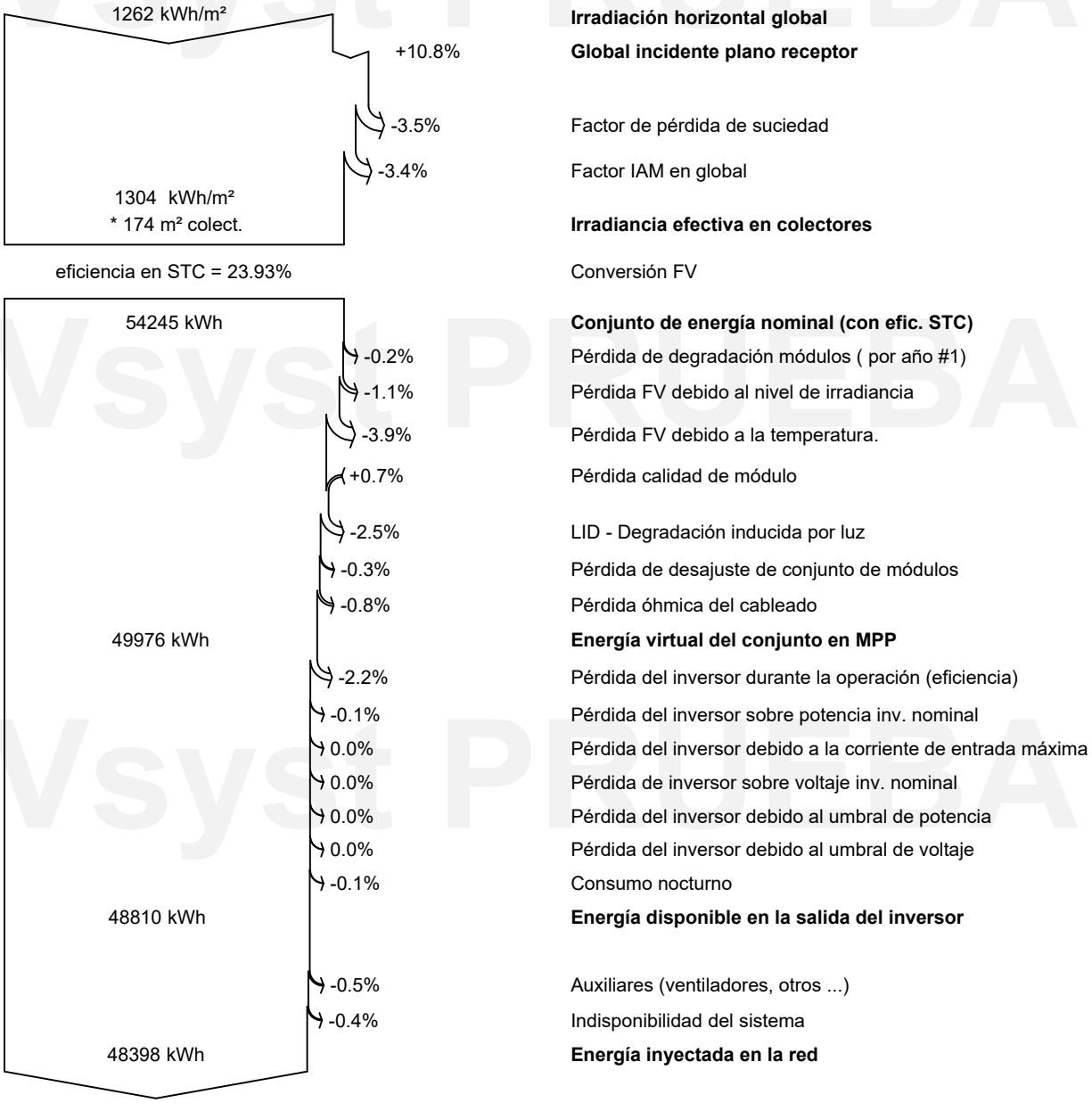
Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		

PVsyst PRUEBA

PVsyst V8.0.13
VC0, Fecha de simulación:
22/07/25 12:01
con V8.0.13

Diagrama de pérdida



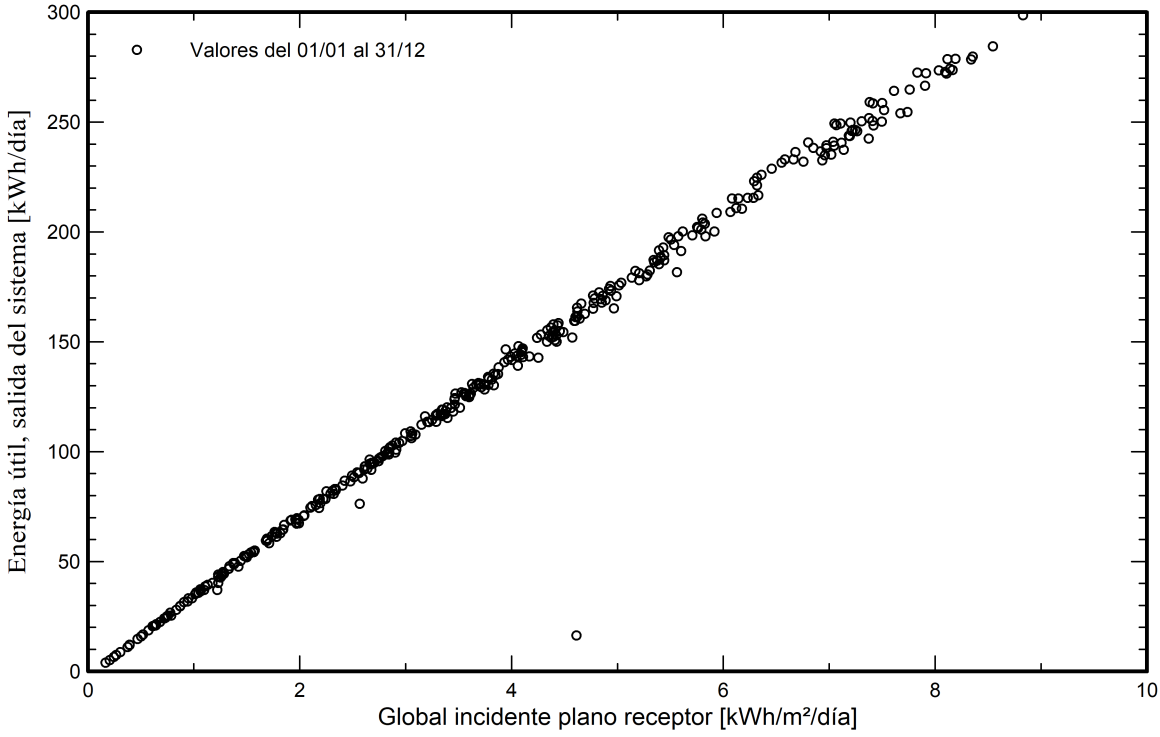
PVsyst PRUEBA

PVsyst V8.0.13
VC0, Fecha de simulación:
22/07/25 12:01
con V8.0.13

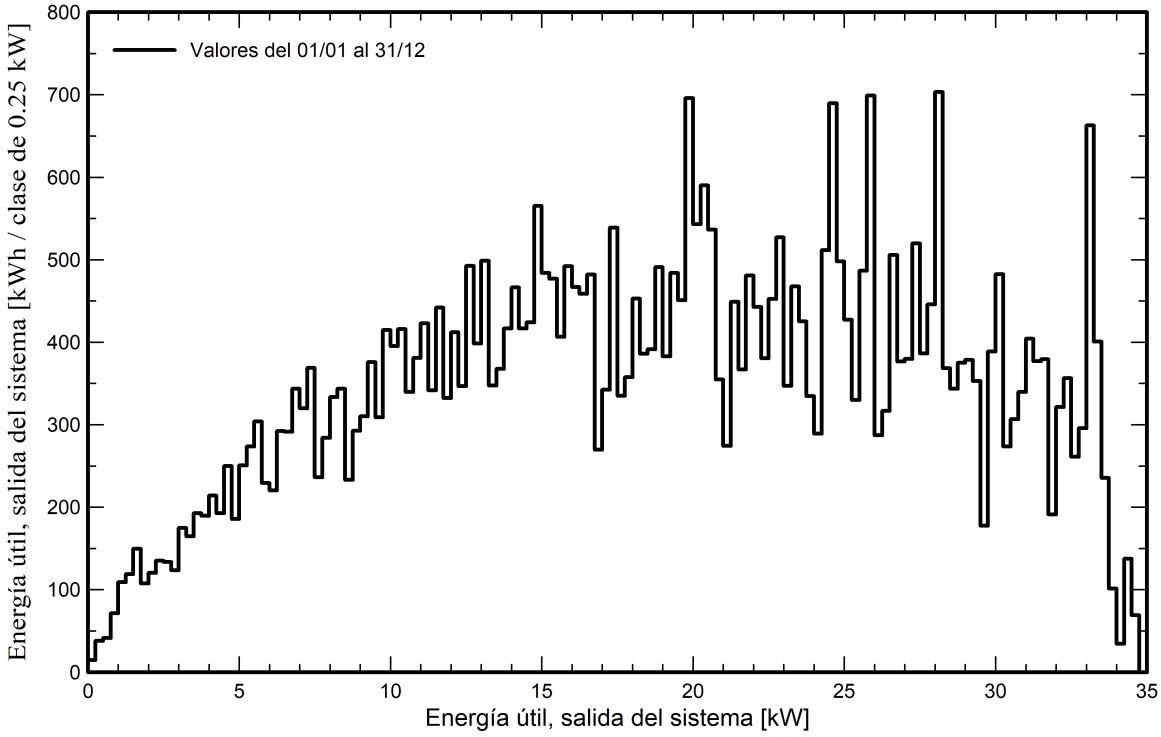
PVsyst PRUEBA

Gráficos predefinidos

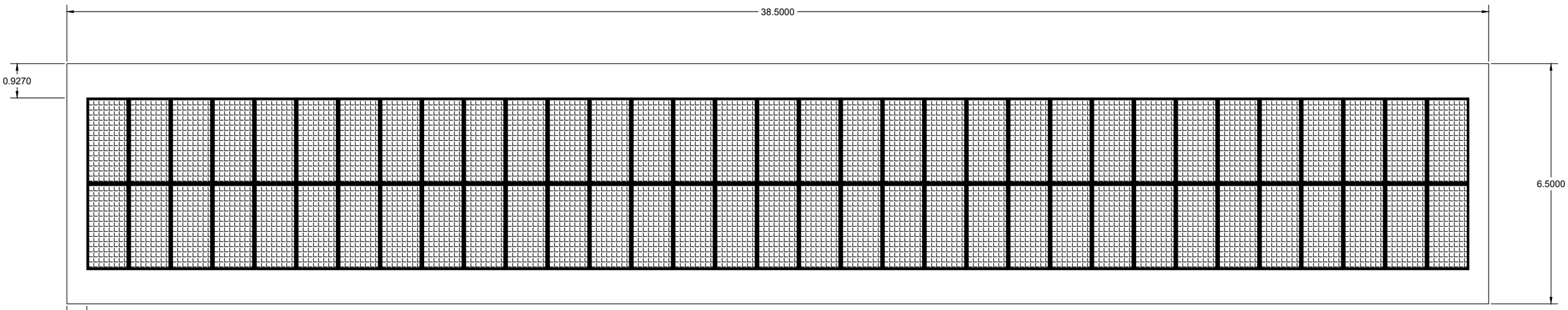
Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



20. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA



Paseo Sarobe, 2 Edificio L Planta 1ª
Oficina L114. 31192
MUTILVA -NAVARRA
948078480

C/ Hurtado de Amezaga 27, 3º
Oficina 2. 48008
BILBAO-BIZKAIA
946072936

naven
ingeniería de instalaciones

INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO Nº5815

JUAN M. LÓPEZ REDONDO

43° north arquitectura & urbanismo

GONZALO DE LA FUENTE PEÑA + IGOR QUIJANO BARTUREN
Jon Arróspide 18 (entrada Iruña 1) 48014 Bilbao.
Email: 43north@43northarquitectos.es
Tfno: 656735121 / 696634999

ARKITEKTO PROIEKTUGILEA(K) / EL ARQUITECTO(S)

ESKALA/ESCALA: din a3 — S/E

PROIEKTUAREN IZENBURUA / PROYECTO DE: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO PARA VARIOS EDIFICIOS MUNICIPALES

PLANOAREN IZENBURUA/ PLANO DE: DISTRIBUCIÓN PANELES EN CUBIERTA.

PLANO ZK. / PLANO N: 1

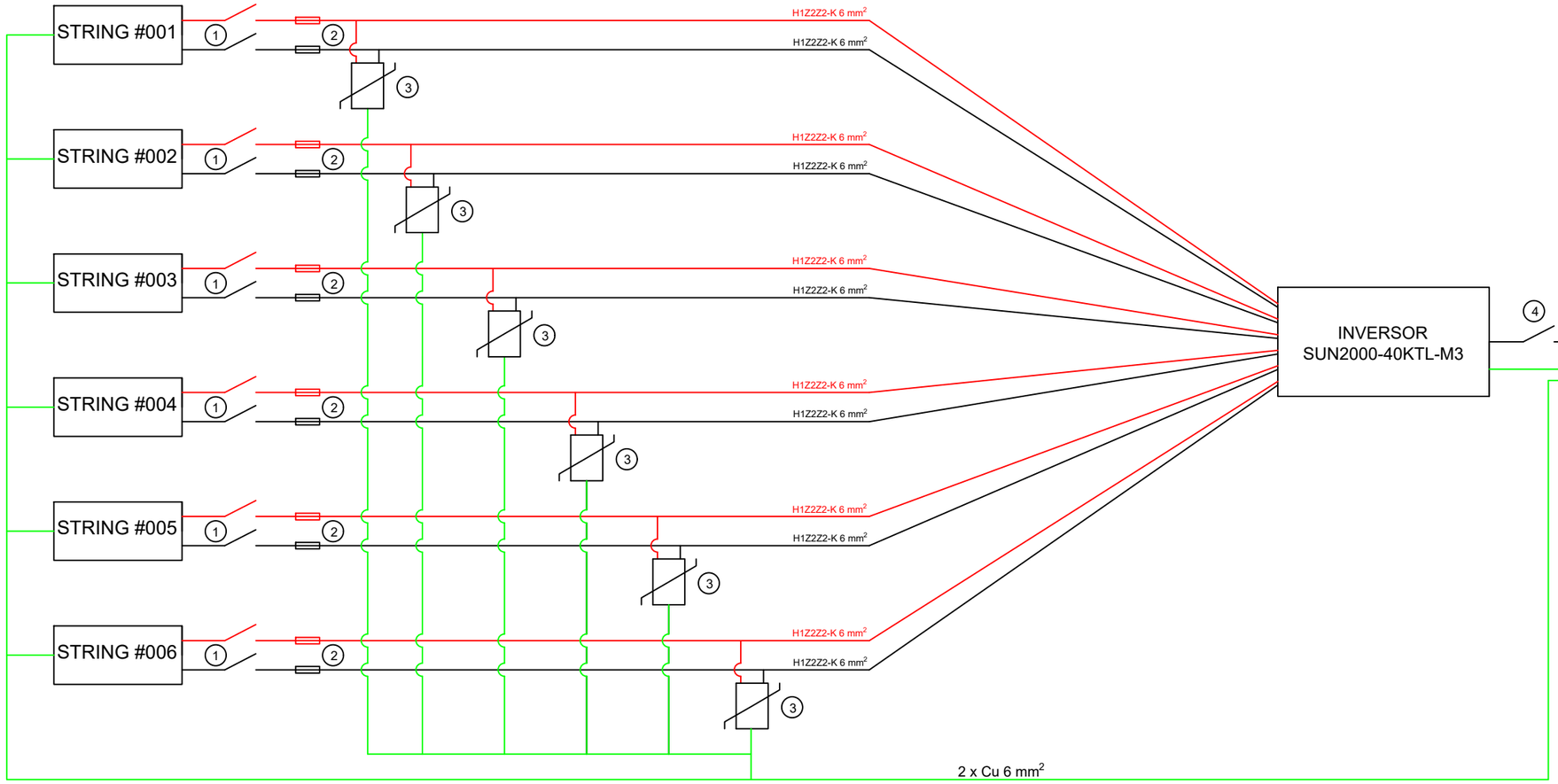
VERSIÓN 0 BERTSIOA

ERAGILEA / PROMOTOR: BEDIAKO UDALA

KOKAPENA/ EMPLAZAMIENTO: BEDIA. BIZKAIA.

DATA / FECHA: Ago 13, 2025 AGOSTO 2025 ABUZTUA

ZK. / EXP.: 25-20



1. INTERRUPTOR CC
2. FUSIBLE gPV
3. DESCARGADOR SOBRETENSIONES
4. INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
5. INTERRUPTOR DIFERENCIAL
6. DISPOSITIVO DE MANDO Y PROTECCIÓN
7. CONTADOR DE CONSUMO BIDIRECCIONAL

Paseo Santiki, 2 Edificio L Planta 1ª
Oficina L114. 31192
MUTILVA- NAVARRA
948078680

C/ Hurtado de Amezaga 27, 3º
Oficina 2. 48008
BILBAO-BIZKAIA
946072936

Naven Ingeniería de Instalaciones

INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO Nº5815

JUAN M. LÓPEZ REDONDO

43° north arquitectura & urbanismo

GONZALO DE LA FUENTE PEÑA + IGOR QUIJANO BARTUREN
Jon Arróspide 18 (entrada Iruña 1) 48014 Bilbao.
Email: 43north@43northarquitectos.es
Tfno: 656735121 / 698634999

ARKITEKTO PROIEKTUGILEA(K) / EL ARQUITECTO(S)	ESKALA/ESCALA din a3 S/E	PROIEKTUAREN IZENBURUA / PROYECTO DE	PLANOAREN IZENBURUA/ PLANO DE
ERAGILEA / PROMOTOR BEDIAKO UDALA	KOKAPENA/ EMPLAZAMIENTO BEDIA. BIZKAIA.	DATA / FECHA Ago 13, 2025 AGOSTO 2025 ABUZTUA	ZK. / EXP. 25-20

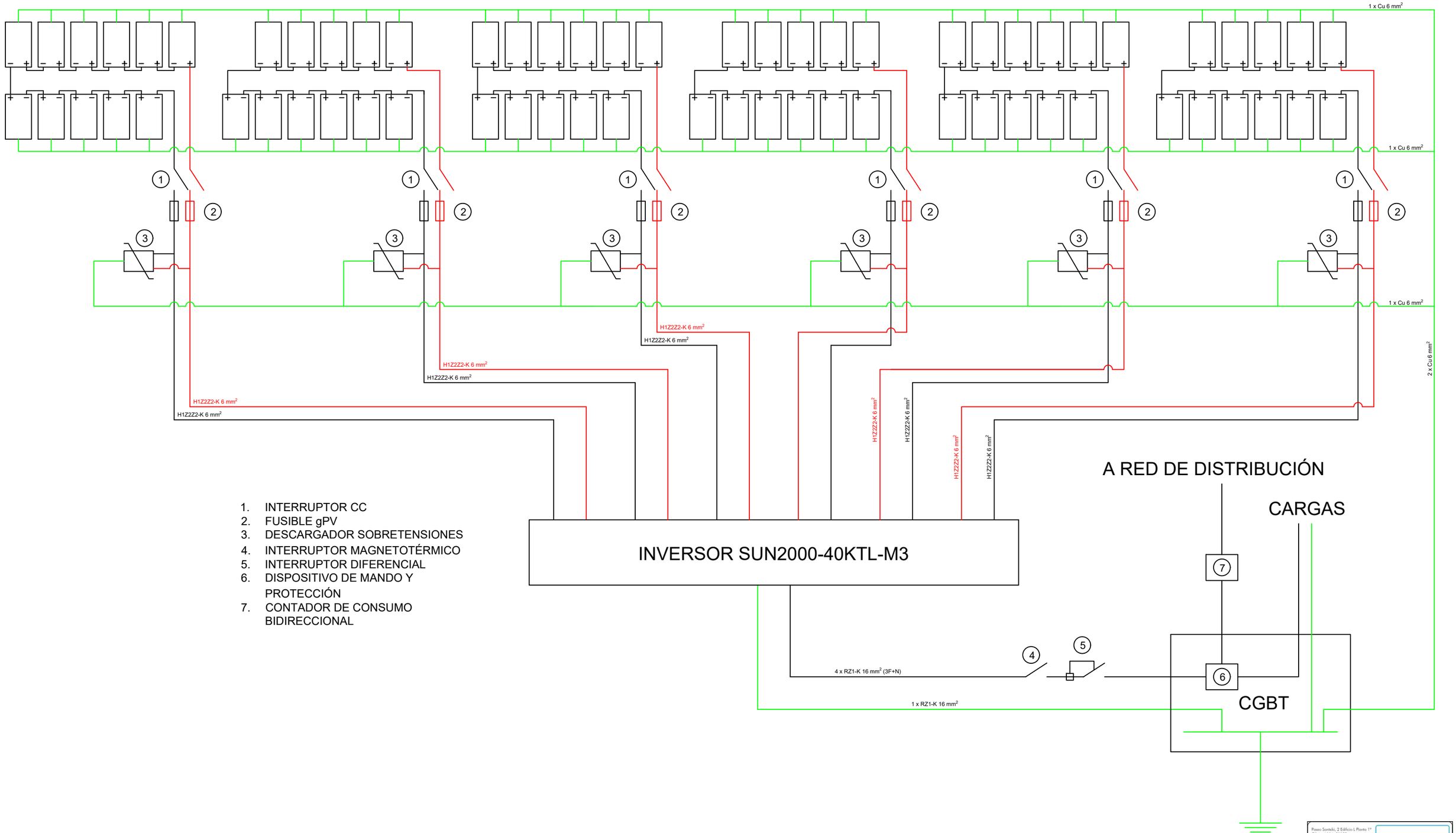
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO PARA VARIOS EDIFICIOS MUNICIPALES

ESQUEMA DE CONEXIÓN Y PROTECCIONES.

PLANO ZK. / PLANO N: 2

VERSIÓN 0 BERTSIGA

G:\Mi unidad\25-20\Proyecto\2520 DOC GRAFICA.dwg



1. INTERRUPTOR CC
2. FUSIBLE gPV
3. DESCARGADOR SOBRETENSIONES
4. INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
5. INTERRUPTOR DIFERENCIAL
6. DISPOSITIVO DE MANDO Y PROTECCIÓN
7. CONTADOR DE CONSUMO BIDIRECCIONAL

Paseo Santiki, 2 Edificio L Planta 1º
Oficina L114. 31192
MUTILVA -NAVARRA
948078680

C/ Hurtado de Amezaga 27, 3º
Oficina 2. 48008
BILBAO-BIZKAIA
946072936

Naven Ingeniería de Instalaciones

INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO Nº5815

JUAN M. LÓPEZ REDONDO

43°north arquitectura & urbanismo
GONZALO DE LA FUENTE PEÑA + IGOR QUIJANO BARTUREN
Jon Arróspide 18 (entrada Iruña 1) 48014 Bilbao.
Email: 43north43northarquitectos.es
Tfno: 656735121 / 698634999

ARKITEKTO PROIEKTUGILEA(K) / EL ARQUITECTO(S)	ESKALA/ESCALA din a3 S/E	PROIEKTUAREN IZENBURUA / PROYECTO DE	PLANOAREN IZENBURUA/ PLANO DE	PLANO ZK. / PLANO N
ERAGILEA / PROMOTOR BEDIAKO UDALA	KOKAPENA/ EMPLAZAMIENTO BEDIA. BIZKAIA.	DATA / FECHA Ago 13, 2025 AGOSTO 2025 ABUZTUA	ZK. / EXP. 25-20	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO PARA VARIOS EDIFICIOS MUNICIPALES	DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO.	3 VERSIÓN 0 BERTSIOA

©\MI unidad\25-20\Proyecto\2520 DOC GRAFICA.dwg

ANEXO I – PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1. Contenido y ámbito de aplicación 74
2. Documentación complementaria 74
3. Muestra de materiales 74
4. Control de calidad de los materiales 75
5. Desarrollo de las obras 76
6. Planos de montaje 76
7. Replanteo 77
8. Inspecciones 77
9. Suministros auxiliares 77
10. Riesgo de la obra 78
11. Seguridad e higiene en la obra 78
12. Personal de obra 80
13. Recusación o ampliación del personal 80
14. Subcontratistas 80
15. Jornada laboral 81
16. Coordinación con otros oficios 81
17. Normas generales de montaje 81
18. Control de calidad 82
19. Pruebas 83
20. Recepción provisional 84
21. Garantía de funcionamiento 84
22. Garantía de resultado 85
23. Recepción definitiva 85
24. Permisos (por cuenta del contratista) 85
25. Criterios de medición de las instalaciones 86
26. Valoración de unidades de obra 87
27. Trabajos adicionales por precios unitarios 87
28. Trabajos adicionales por administración 88
29. Certificaciones 88
30. Liquidación de obras 89
31. Fianza 89
32. Liberación de la fianza 90
33. Penalizaciones 90

34. Forma de pago 91
35. Suspensión de las obras 91
36. Resolución y rescisión 91
37. Régimen jurídico 92

1. CONTENIDO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Pliego contiene la normativa económica, legal y facultativa entre el Propietario, la Dirección Facultativa y el Contratista o Instalador, al objeto de realizar las instalaciones definidas en el Proyecto que se adjunta hasta su completo funcionamiento.

Aprobado y suscrito por ambas partes se unirá a este Pliego el Proyecto, que estará formado por los siguientes documentos:

a) Memoria descriptiva y bases de cálculo.
b) Especificaciones técnicas y generales.
c) Planos y detalles.
d) Presupuesto y Mediciones.

Todos los componentes del proyecto quedan definidos en la documentación anterior, salvo cambios posteriores a la ejecución del proyecto.

Cualquier cláusula que esté en contradicción con los anteriores documentos, queda sin efecto.

2. DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA

Además de los documentos anteriores e independientemente de los mismos, serán de obligado cumplimiento todas las órdenes y documentación complementaria o aclaratoria, facilitadas por la Dirección Facultativa y la Propiedad.

Igualmente tendrán carácter de documentación contractual, con carácter de obligatorias, e independientemente de los documentos citados, todas las normas, disposiciones y reglamentos que por su carácter puedan ser de obligada aplicación.

El Contratista deberá seguir la normativa propia de las compañías suministradoras de fluidos, energía y combustibles y deberá solicitar los informes e inspecciones preceptivos y necesarios para dejar los trabajos en perfecta consonancia con las exigencias de las compañías de suministro externo.

La interpretación del Proyecto y documentación contractual corresponderá a la Dirección Facultativa.

3. MUESTRA DE MATERIALES

Los materiales objeto de contratación son los indicados en la oferta obligatoriamente.

Si en alguna partida del Proyecto aparece el "o equivalente" se entiende que el tipo y marca objeto de contrato es el indicado como modelo en el Proyecto, es decir, de las mismas características, siempre a juicio de la Propiedad y la Dirección Facultativa.

A petición de la Dirección Facultativa, el Contratista presentará las muestras de los materiales que se soliciten, siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

Cualquier cambio que efectúe el Contratista sin tenerlo aprobado por escrito y de la forma que le indique la Dirección Facultativa, representará en el momento de su advertencia su inmediata sustitución, con todo lo que ello lleve consigo de trabajos, coste y responsabilidades. De no hacerlo, podrá la Dirección Facultativa buscar soluciones alternativas con cargo al Presupuesto de contrato y/o garantía.
Los materiales que hayan de constituir parte integrante de las unidades de obra definitivas, los que el Contratista emplee en los medios auxiliares para su ejecución, así como los materiales de aquellas instalaciones y obras auxiliares que parcialmente hayan de formar parte de las obras objeto del contrato, tanto provisionalmente como definitivas, deberán cumplir las especificaciones establecidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de los materiales.

Cualquier trabajo que se realice con materiales de procedencia no autorizada podrá ser considerado como defectuoso, con las consecuencias que en este Pliego se especifican.

4. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

El Contratista entregará a la Dirección Facultativa una lista de materiales que considere definitiva dentro de los 30 días después de haberse firmado el Contrato de Ejecución. Se incluirán los nombres de fabricantes, de la marca, referencia, tipo, características técnicas y plazo de entrega. Cuando algún elemento sea distinto de los que se exponen en el Proyecto, se expresará claramente en dicha descripción.

El Contratista informará fehacientemente a la Dirección Facultativa de las fechas en que estarán preparados los diferentes materiales que componen la instalación, para su envío a obra.

De aquellos materiales que estime la Dirección Facultativa oportuno y de los materiales que presente el Contratista como variante, la Dirección Facultativa procederá a realizar, en el lugar de fabricación, las pruebas y ensayos de control de calidad, para comprobar que cumplen las especificaciones indicadas en el Proyecto, cargando a cuenta del Contratista los gastos originados.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo Contratista. Aquellos materiales que no cumplan alguna de las especificaciones indicadas en Proyecto no serán autorizados para montaje en obra. Los elementos o máquinas mandados a obra sin estos requisitos podrán ser rechazados sin ulteriores pruebas.

5. DESARROLLO DE LAS OBRAS

Las obras se iniciarán y finalizarán en los plazos previstos contractualmente. En dichos plazos se entenderá incluido el trabajo de replanteo y limpieza final de obra, así como la corrección de los defectos observados en la recepción provisional y la entrega de la Documentación Final de Obra prevista en el apartado Pruebas.

En la reunión de replanteo de obra, que se efectuará con el Contratista, éste deberá entregar un planning de la obra con la fecha de terminación acordada en el contrato.

El Contratista estará obligado a cumplir los plazos parciales fijados en el planning para la ejecución sucesiva del Contrato y en general para su total realización.

El desarrollo de las obras, ajustándose a las previsiones del Proyecto y al programa de trabajos, corresponderá al Contratista. La Dirección Facultativa estará constantemente informada de las previsiones, actuaciones e incidencias del trabajo.
El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

Cuando la Dirección Facultativa estime que ciertos trabajos presentan un carácter de urgencia, exigirá su fecha de comienzo y terminación. Si el Contratista deja pasar la fecha prevista, reflejada en una orden por escrito, la Dirección Facultativa podrá hacer ejecutar los trabajos por otra entidad y a cualquier precio. Los gastos ocasionados serán pagados directamente por la Propiedad, y debidamente descontados al Contratista, en la siguiente certificación provisional de obra que se liquide.

Cuando el Contratista no se ajuste a las disposiciones del Proyecto, y/o a las órdenes escritas de la Dirección Facultativa, se le fijará un tiempo determinado para conseguirlo, pasado el cual, la Dirección Facultativa puede ordenar el establecimiento de un Inventario del valor de la obra ejecutada, y equipos acopiados, y proceder a una nueva adjudicación por concurso, previa anulación del contrato.

El Contratista mantendrá la obra completamente limpia en todas sus partes, incluso acopios, debiéndola conservar en tales condiciones hasta la recepción provisional en que efectuará una limpieza definitiva. Los costes de dichas limpiezas serán a su cargo.

6. PLANOS DE MONTAJE

Los planos de montaje son los que complementan a los planos del Proyecto en aquellos aspectos propios de la ejecución de la instalación, y que permiten detectar y resolver problemas de ejecución y coordinación con otras instalaciones antes de que se presenten en la obra.

El Contratista presentará al inicio de la obra una lista de los planos de montaje que va a realizar, que será aprobada por la Dirección Facultativa. También presentará un programa de producción de estos planos de acuerdo con el programa general de la obra.

El Contratista presentará los planos de montaje a la Dirección Facultativa, que los revisará en un plazo no superior a dos semanas.

Sin ser exhaustivos, los planos de montaje deben incluir: coordinación en falsos techos, detalles de patios de instalaciones, relación de las instalaciones con la estructura, salas de máquinas, ejecución de bancadas y soportes, etc.

7. REPLANTEO

De acuerdo con los planos de montaje conformados y en el momento oportuno según el plan de obra, el Contratista marcará de forma visible la instalación con puntos de anclaje, rozas, taladros, etc. lo cual deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa antes de empezar su ejecución.

8. INSPECCIONES

Será misión exclusiva de la Dirección Facultativa la comprobación de la realización de la obra con arreglo al Proyecto e instrucciones complementarias.

El Contratista deberá guardar las consideraciones debidas al personal de la Dirección Facultativa, el cual tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo, y a los almacenes de materiales destinados a la misma, para su reconocimiento previo, siendo retirados de la obra los que a su juicio no reúnan las condiciones establecidas. Este reconocimiento previo no constituye su aprobación definitiva y podrán retirarse, aún después de colocados en obra, cuando presenten defectos no percibidos en principio con independencia del tiempo transcurrido desde su instalación.

La Dirección Facultativa podrá ordenar la apertura de calas durante la obra, inclusive antes de la recepción definitiva cuando sospeche la existencia de vicios ocultos de la instalación o de materiales de calidad deficiente, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

9. SUMINISTROS AUXILIARES

Todas las ayudas tales como cualquier ayuda de peonaje o elementos mecánicos para transporte y colocación de material, descarga de camiones, suministros de anclajes, soportes, andamios, etc. sin que sea esta relación limitativa, corren por cuenta del Contratista de la instalación ya que debe prever una instalación completa, perfectamente terminada y entregada en completo y buen orden de marcha.

10. RIESGO DE LA OBRA

El Contratista toma plena responsabilidad y ejecuta la obra de acuerdo con las especificaciones reseñadas en los documentos técnicos.

Las obras se ejecutarán, en cuanto a su coste, plazos de ejecución y arte de la construcción, a riesgo y ventura del Contratista, sin que este tenga por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios.

Asimismo, no podrá alegarse desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, transporte, etc
El Contratista será responsable en caso de incendio, robo, daños causados por defectos atmosféricos, inundaciones, etc. debiendo cubrirse mediante seguro de tales riesgos, hasta la recepción definitiva de la obra. Están incluidos en este párrafo los materiales y bienes suministrados por el Propietario.

El Contratista deberá cumplir todos los reglamentos sobre condiciones de Seguridad Social, accidentes, etc. disponiendo de las correspondientes pólizas de seguro. Deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil a terceros, con un mínimo de 150.000 € de garantía, en obras que asciendan hasta la suma de 1.500.000 € de presupuesto, y a partir de esta cifra tendrá que tener una cobertura del 10 % sobre el total del presupuesto, ya que será el responsable de los daños y perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar como consecuencia de la obra o del personal de la misma. Así deberá tomar las precauciones necesarias o convenientes para la seguridad de los inmuebles colindantes y si fuera necesario efectuar cualquier recalzo en las fincas colindantes o reparar cualquier hueco o agujero o desconchón que se produzca en las medianeras o muros colindantes, a cuenta y cargo del Contratista. Se incluye también en lo dicho anteriormente los casos de omisión o negligencia.

Si fuese preciso, a juicio de la Dirección Facultativa, el apuntalamiento de alguna zona de la casa o colindantes, serán a cuenta y cargo del Contratista.

11. SEGURIDAD E HIGIENE EN LA OBRA

El Contratista es responsable de las condiciones de seguridad e higiene de los trabajos y está obligado a adoptar y hacer cumplir las disposiciones vigentes sobre esta materia, las medidas y normas que dicten los Organismos competentes, las exigidas en el Pliego de Condiciones y las que fije o sancione la Dirección Facultativa.

Si, por el tamaño de la obra, ésta dispone de un proyecto específico de seguridad e higiene, el Contratista está obligado a conocerlo, cumplirlo y darlo a conocer y cumplir a sus trabajadores y subcontratistas.

Si la Obra no dispusiera de un proyecto específico de seguridad, el Contratista deberá adoptar las normas generales de seguridad en construcción y en particular las aplicables a trabajos de instalaciones.

Los riesgos de realización de la obra que se deben prevenir son:

- Atrapamientos.
- Caídas en altura y al mismo nivel.
- Caída de objetos.
- Golpes.
- Incendios y explosiones.
- Asfixia, electrocución, quemaduras.
- Cortes y mutilaciones.
- Polvo, ruidos.
- Riesgos de utilización de maquinaria (grúas, andamios, maquinaria portátil).

Para prevenir estos riesgos, el Contratista deberá proporcionar los medios de protección necesarios, que se pueden clasificar en medios individuales y medios de protección colectivos.

Los medios de protección individuales se facilitarán a cada operario en función del trabajo que esté realizando, y consiste en: cascos, botas, guantes, cinturón de seguridad, gafas y pantallas de protección.

El Contratista dispondrá de cascos adicionales suficientes para facilitarlos a la Dirección Facultativa, Propiedad y visitantes de la obra.

Los medios de protección colectivos serán los adecuados en todo momento al riesgo de la obra, pero podemos resumir los más significativos en:

- Separación mínima de 5 m con cables de alta tensión.
- Protección con vallas adecuadas de los huecos de escalera y ascensores, huecos en pisos y aberturas en fachadas.
- Sujeción adecuada de cargas y materiales.
- Control del vertido de escombros.
- Protección con marquesinas y redes la proyección de objetos a distinto nivel.
- Instalación eléctrica provisional con las protecciones magnetotérmicas y diferenciales adecuadas, cableado eléctrico sin empalmes entre cuadro y punto de consumo.
- Cumplimiento de las prescripciones técnicas del fabricante de la maquinaria y medios auxiliares empleados, en especial, revisiones requeridas y formación de los operarios.
- Se dotará de iluminación y ventilación artificial a aquellas zonas que no dispongan de iluminación y ventilación natural.
- Se colocará un extintor de polvo seco y uno de CO2 de 6 kg cada 500 m2 de obra, en perfecto estado de funcionamiento.

Todo el personal recibirá, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos puedan implicar, juntamente con las medidas de prevención a emplear.

Se elegirá al personal más cualificado para impartir nociones de socorrismo y primeros auxilios. Se dispondrá un botiquín adecuado en la obra.

12. PERSONAL DE OBRA

Corresponde al Contratista bajo su exclusiva responsabilidad la contratación de toda la mano de obra que precise para la ejecución de los trabajos en las condiciones previstas por el contrato y en las condiciones que fije la normativa laboral vigente.
El Contratista deberá entregar una lista con los nombres del responsable técnico, jefe de obra y encargado de cada especialidad y notificar puntualmente cualquier cambio que hubiese durante el desarrollo de la obra. En la relación se especificará el tiempo de su dedicación y los días de permanencia en la obra.
Aparte de la Dirección Técnica del Contratista, deberá haber un jefe de obra y un encargado, pudiendo ser estos dos últimos la misma persona. El encargado deberá estar permanentemente en la obra durante todas las jornadas laborales.

La designación de esta persona deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa, así como también sus sustituciones, pudiendo exigir la separación de cualquier persona adscrita a la obra, en el caso de que cometiera faltas previstas y sancionadas con tal medida en la legislación laboral, sin obligación de indemnización por los perjuicios derivados.

El Contratista deberá emplear la mano de obra necesaria para el cumplimiento de los plazos previstos. El Contratista entregará mensualmente la lista del personal en obra tanto propio como subcontratado con justificación fehaciente de:

1.- Estar al día de las cotizaciones a la Seguridad Social.
2.- Estar al día del pago del seguro de responsabilidad civil que cubra los daños a propios y terceros.

13. RECUSACIÓN O AMPLIACIÓN DEL PERSONAL

El Contratista viene obligado a separar de la obra aquel personal, sea cual fuere su categoría que a juicio de la Dirección facultativa de la obra no cumpla con sus obligaciones en la forma debida, pudiendo ésta exigir al adjudicatario-contratista la dedicación a los trabajos de la obra de nuevo personal, incluso técnico, que deberá recibir el visto bueno de dicha Dirección, en los casos en que sea manifiesta la incompetencia o insuficiencia del personal afecto a la obra para realizar los trabajos con garantía de calidad, seguridad y cumplimiento de plazos e hitos del planning aportado por el Contratista.

14. SUBCONTRATISTAS

El Contratista necesitará autorización previa de la Dirección Facultativa para efectuar la subcontratación de cualquier parte de la obra.

Asimismo, la Dirección Facultativa podrá recusar a los Subcontratistas que a su juicio no parezcan idóneos para ejecutar la parte de la obra para la cual fueron propuestos por el Contratista.

La adjudicación a Subcontratistas, se realizará siempre con sujeción al Plan de Trabajos. El Contratista será el responsable de la omisión de dichas condiciones.

Cualquier Subcontratista que intervenga en la obra, lo hará con conocimiento y sumisión al Presente Pliego de Condiciones, en cuanto pueda afectarle, siendo obligación del Contratista el cumplimiento de esta cláusula.

Salvo pacto en contra, cualquier Subcontratista garantizará su instalación durante el mismo plazo indicado en el contrato para el Contratista principal. En dicho período serán a su cargo las reposiciones, sustituciones, etc. sin que el plazo de garantía le libre de las responsabilidades legales.

15. JORNADA LABORAL

La duración normal del trabajo diario será limitada por las Leyes del lugar de trabajo.

No se permitirán horas extras sin previa autorización de la Dirección Facultativa y sólo para casos especiales a juicio de la misma.

Si el Contratista entiende que no podrá cumplir el plan previsto, deberá ampliar la plantilla, pero nunca le será permitido subsanar los retrasos mediante horas extras.

16. COORDINACIÓN CON OTROS OFICIOS

El Contratista coordinará perfectamente con el Contratista general, si lo hubiese, o con quién haga sus veces y con los demás Contratistas. Si surgen dificultades se someterán a la Dirección Facultativa, cuya decisión acatarán.

En el caso concreto de utilizar soportes, bancadas o elementos auxiliares comunes, se pondrán de acuerdo en el reparto de costes. De no haber avenencia entre ellos, acatarán la decisión de la Dirección Facultativa.

17. NORMAS GENERALES DE MONTAJE

Las instalaciones se realizarán siguiendo las prácticas normales para obtener un buen funcionamiento, por lo que se respetarán las especificaciones e instrucciones de las empresas suministradoras.

El montaje de la instalación se realizará ajustándose a las indicaciones y Planos del proyecto y a los Planos de montaje realizados por el Contratista y aprobados por la Dirección Facultativa.

Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en estos Planos o sustituir los materiales aprobados por otros, se solicitará permiso a la Dirección Facultativa en la forma por ella establecida.

En todos los equipos se dispondrán las protecciones pertinentes para evitar accidentes. En aquellas partes móviles de las máquinas y motores se dispondrán envolventes o rejillas metálicas de protección.
Durante el proceso de instalación se protegerán debidamente todos los aparatos, colocándose tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo.

Todos los elementos de la instalación como válvulas, motores y controles se montarán de forma que sean fácilmente accesibles para su revisión, reparación o sustitución.

18. CONTROL DE CALIDAD

LA PROPIEDAD podrá contratará directamente o a través del Contratista una ASISTENCIA TECNICA para el Control de Calidad de las instalaciones de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

La Asistencia Técnica propuesta tendrá las siguientes fases de actuación sobre las instalaciones previstas:

a) Preparación Plan de Control ó confirmación del Plan de Control del Proyecto, si lo hubiese.
b) Control de Calidad sobre Materiales y Equipos.
c) Control de Ejecución Instalaciones según Normativas.
d) Control sobre Pruebas de funcionamiento, Regulación y Seguridad realizadas por el Contratista.

La Asistencia Técnica del Control de Calidad, estará vinculada y al servicio de la Dirección Facultativa y la Propiedad a la cual dirigirá toda su actividad.

La empresa adjudicataria de esta Asistencia Técnica realizará el Plan de Control de las instalaciones de acuerdo con las indicaciones existentes en la documentación del proyecto, dentro del apartado denominado "Control de Calidad", o en su defecto, con la normativa vigente.

En caso de que sea el Contratista el que contrate esta Asistencia Técnica presentará al menos tres nombres de empresas capacitadas para este trabajo, siendo elegida la adjudicataria por la Dirección Facultativa.
El Contratista destinará para estos trabajos en caso de no existir partida presupuestada en los presupuestos del proyecto, al menos el 1,5% (uno y medio por ciento) del importe de ejecución material de los capítulos correspondientes a instalaciones, estando abierta la posibilidad de que el Contratista oferte un porcentaje mayor para este fin.

En cada certificación deberá venir explícitamente el importe destinado a Control de Calidad.

19. PRUEBAS

Al finalizar la ejecución de la instalación, el Contratista está obligado a regular y equilibrar todos los circuitos y a realizar las pruebas de funcionamiento, rendimiento y seguridad de los diferentes equipos de la instalación. El Contratista cumplimentará las fichas del Protocolo de Pruebas de proyecto en su totalidad (una ficha para cada elemento de la instalación).

El Contratista preparará con todo ello la siguiente documentación que denominaríamos Documentación Final de Obra:

1) Memoria actualizada con todos sus apartados.
2) Resultado de las pruebas realizadas de acuerdo con el protocolo de Proyecto y/o Reglamento vigente.
3) Manual de instrucciones de la instalación.
4) Libro de mantenimiento.
5) Planos de la instalación terminada.
6) Lista de materiales empleados y catálogos.
7) Relación de suministradores y teléfonos.
8) Y la necesaria para cumplimentar la normativa vigente y conseguir la legalización y suministros de fluidos o energía. (Boletines de la instalación, libro de mantenimiento, etc.).

De la documentación anterior se entregará una primera copia sin aprobar a la Dirección Facultativa o a la empresa de control de Calidad.

En un plazo de 15 días laborables, la Dirección Facultativa o el Control de Calidad según el caso, comprobará la documentación entregada y emitirá un plan de comprobaciones y pruebas que deberán ser realizadas por el Contratista en presencia de la Dirección Facultativa o personal de la empresa de Control de Calidad.

Caso de resultar negativas, aunque sea en parte, se propondrá otro día para efectuar las pruebas, cuando el Contratista considere pueda tener resueltas las anomalías observadas y corregidos los Planos no concordantes.

Si en esta segunda revisión se observan de nuevo anomalías que impidan a juicio de la Dirección Facultativa proceder a la Recepción Provisional, los gastos ocasionados por las siguientes revisiones correrán por cuenta del Contratista, con cargo a la liquidación.

Al mismo tiempo el Contratista aclarará a los Servicios de Mantenimiento cuantas dudas encuentren.

20. RECEPCIÓN PROVISIONAL

Al resultar positivas las Pruebas y aclaradas las dudas al Servicio de Mantenimiento se procederá a formalizar la Recepción Provisional de la obra que será firmada por la Propiedad, su Servicio de Mantenimiento, caso de que así lo decida la Propiedad, la Dirección Facultativa y el Contratista.

Para formalizar la Recepción Provisional será necesario que el Contratista haya entregado previamente, tres copias de la Documentación Final de Obra corregidas con las observaciones correspondientes.

Una copia será para la Dirección Facultativa, otra copia para la Propiedad y la tercera para le Empresa de Control de Calidad.

En el documento de la Recepción Provisional deberá adjuntarse fotocopia conforme la Propiedad o la Dirección Facultativa han recibido la documentación final de obra corregida.

Si en el momento de ocupar la obra y utilizar las instalaciones no han sido completadas las Pruebas o la documentación correspondiente por causas ajenas a la Propiedad, Dirección Facultativa o Control de Calidad, se le retendrá al Contratista la liquidación final y la fianza establecida, cuyas cantidades podrá la Propiedad utilizarlas para terminar los trabajos pendientes y abonar el mayor coste y los daños y perjuicios ocasionados a los intervinientes en los trabajos y a los usuarios de la obra.

21. GARANTÍA DE FUNCIONAMIENTO

El plazo de garantía de la instalación comenzará al día siguiente al de la firma del Acta de Recepción Provisional. El plazo de garantía será de 12 meses si no se indica lo contrario.

Durante el plazo de garantía, el Contratista viene obligado a reparar, con toda urgencia, cualquier avería que surja, aunque estime que la causa de la misma no sea debida a defectos de material o de instalación, sino a mal uso, tema que deberá dilucidarse posteriormente mediante justificación escrita por parte del Contratista.

Caso de que la Empresa Contratista no actúe con la celeridad que el caso requiera a juicio de la Dirección Facultativa, la Propiedad podrá encargar la reparación a otra entidad con cargo a la fianza.

Si la avería se produce en máquinas de valor estimable, a juicio de la Dirección Facultativa, se entiende que la garantía de la misma vuelve a empezar a partir de la nueva puesta en marcha.

22. GARANTÍA DE RESULTADO

Se establece una garantía de aseguramiento de los resultados y de entrega de la documentación pertinente previa a la Recepción Provisional que vencerá en el momento en que el Contratista obtenga de la Propiedad o Dirección Facultativa, la aprobación fehaciente de la documentación pedida en el capítulo PRUEBAS y de forma ineludible la correspondiente a los apartados:

2) Resultado de las pruebas realizadas de acuerdo con el Protocolo de Proyecto y/o Reglamento vigente.
4) Libro de mantenimiento.
5) Planos de la instalación terminada.
8) Y la necesaria para cumplimentar la normativa vigente y conseguir la legalización y suministros de fluidos o energía. (Boletines de la instalación, libro de mantenimiento, etc.).

Caso que el Contratista no cumpla satisfactoriamente con lo expresado anteriormente, la Propiedad, a requerimiento de la Dirección Facultativa podrá, si lo desea, recibir provisionalmente la Obra, y encargar a terceros, con cargo a las cantidades pendientes de liquidación o fianza, los trabajos de documentación y obtención de resultados pendientes.

23. RECEPCIÓN DEFINITIVA

A los 12 meses de la Recepción Provisional se procederá a la Recepción Definitiva, siguiendo los mismos trámites e inspecciones que en la Recepción Provisional y aplicándose lo previsto en el apartado de 'Fianza' para la liberación definitiva.

Solo podrán ser definitivamente recibidas las obras que estén en perfecto estado y en funcionamiento. Si la obra se arruina con posterioridad a la Recepción Definitiva, por vicios ocultos de la construcción debidos a incumplimiento doloso del contrato por parte del Contratista, responderá este de los daños y perjuicios en el término de 15 años.

La Recepción Definitiva implica solamente la extinción de la responsabilidad administrativa de la contrata pero no excluye la responsabilidad a la que se refiere el Artículo 1.591 del Código Civil.

24. PERMISOS (POR CUENTA DEL CONTRATISTA)

Corre por cuenta del Contratista la confección y presentación de los boletines de la instalación y libro de mantenimiento oficial, así como el resto de documentos que reglamentariamente deben ser preparados y aportados por el Contratista.

Corre por cuenta del Contratista la redacción, visado y tramitación ante Organismos Oficiales (Delegación de Industria, Ayuntamiento, etc.) de los Proyectos necesarios para obtener todos

los permisos oficiales para la construcción, puesta en marcha y conexión de las instalaciones objeto del Pliego.

Asimismo, el Contratista es el responsable de la confección, visado y tramitación de los Certificados Finales de Obra necesarios.

Los costes de las tasas de visado y tramitación corren por cuenta del Contratista.

25. CRITERIOS DE MEDICIÓN DE LAS INSTALACIONES

Toda medición deberá ser reproducible admitiendo márgenes de error tolerables. Se emplearán los instrumentos de medición de uso normal en una obra (reglas rígidas o cintas métricas) en aquellos casos en que sea posible hacerlo.

La unidad de medida será la que se exprese en el Estado de Mediciones o la que la Dirección Facultativa dictamine, en caso de duda.

Los elementos discretos se medirán por unidades instaladas.

Las tuberías de medirán por su eje, según el recorrido real, incluyendo tramos rectos y curvas, sin descontar de la medición la longitud ocupada por válvulas y demás accesorios. No se admitirán suplementos por injertos, derivaciones, mermas, etc.

El aislamiento de tuberías se medirá según el mismo criterio que las tuberías, e incluirá la valvulería, curvas y accesorios. No se admitirán suplementos por estos conceptos ni por mermas de material.

La medición de conductos se realizará normalmente en metros cuadrados, en base a sus dimensiones nominales, midiendo sobre el recorrido real, incluyendo tramos rectos y curvas. Los codos y curvas se medirán por su parte exterior. Las reducciones se medirán en su longitud real y aplicando la mayor de las secciones. No se admitirán suplementos de medición por curvas, injertos, embocaduras, derivaciones, etc. o por mermas de material.

El aislamiento de conductos se medirá siguiendo los mismos criterios indicados para los conductos, pero tomando como base las dimensiones nominales del conducto que se aísla.

Los tubos para cableado eléctrico se medirán por su eje, siguiendo su recorrido real, incluyendo tramos rectos, sin descontar de la medición la longitud ocupada por cajas de empalme y derivación. No se admitirán suplementos por curvas, derivaciones, empalmes, etc. ni por mermas de material.

Las bandejas para cableado eléctrico se medirán por su eje, siguiendo su recorrido real, incluyendo tramos rectos y curvas. Los codos y las curvas se medirán por su parte exterior. No se admitirán suplementos de medición por curvas, injertos, derivaciones, etc. ni por mermas de material.

El cableado eléctrico (que no esté incluido en conceptos como punto de luz) se medirá por su recorrido real desde borna a borna de conexión. No se admitirán suplementos de medición por derivaciones, empalmes, reservas o mermas de material.

26. VALORACIÓN DE UNIDADES DE OBRA

Todos los precios unitarios de los elementos del Proyecto se entenderán que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes, a menos que específicamente se excluyan algunos de ellos en el artículo correspondiente.

Asimismo, se entenderá que todos los precios unitarios comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos, accesorios, transportes, herramientas, gastos generales y toda clase de operaciones, directas o accidentales, necesarias para dejar las unidades de obra terminadas con arreglo a las condiciones especificadas en el Proyecto.

Se entiende pues, que la expresión "Completamente instalado/a", se refiere a unidades de obra totalmente montadas, conectadas y en perfecto funcionamiento.
También queda incluido en el precio la parte proporcional para la realización de ensayos y pruebas finales.

La descripción de las operaciones y materiales necesarios para ejecutar las unidades de obra que figuran en el Proyecto no es exhaustivo. Por lo tanto, cualquier operación o material no descrito o relacionado, pero necesario, para ejecutar una unidad de obra, se considera siempre incluido en los precios.

27. TRABAJOS ADICIONALES POR PRECIOS UNITARIOS

Se valorarán por medición de unidades de obra aplicando los precios unitarios aprobados.

Si surgen variaciones de calidad o tipo de materiales o nuevas unidades de obra por exigencias de la Propiedad y/o Dirección Facultativa, dentro siempre del contexto general del Proyecto valorado, los nuevos precios unitarios se negociarán comparando los precios de venta al público de los nuevos materiales con los precios de venta al público de los sustituidos o más comparables, estableciéndose una comparación aritmética, a saber:

$$\frac{PVP\ material\ oferta}{Precio\ unitario\ oferta} = \frac{PVP\ material\ nuevo}{Precio\ unitario\ nuevo}$$

Que dará el tope aceptable del nuevo precio unitario. La fecha de comparación será la de la oferta general aprobada objeto de contrato, de acuerdo con la relación de PVP suministrados por el Contratista junto con la oferta.

Caso de surgir nuevas partes de obra no contratadas, el nuevo presupuesto objeto de ampliación de contrato se realizará de acuerdo con la tónica de precios unitarios establecidos en la oferta base.

28. TRABAJOS ADICIONALES POR ADMINISTRACIÓN

Los trabajos que se realicen por administración se cotizarán de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Los materiales se valorarán de acuerdo con el precio de venta al público, considerándose incluidos en dicho precio, transporte, beneficio industrial, etc.

2. La mano de obra se valorará de acuerdo con los precios indicados para los trabajos por administración:

Encargado:	A VALORAR €.
Oficial 1ª:	A VALORAR €.
Oficial 2ª:	A VALORAR €.
Ayudante:	A VALORAR €.

En los precios anteriores, se halla incluido Seguridad Social, Dietas, Desplazamientos, Beneficio Industrial, etc.

En los precios anteriores no está incluido el IVA.

29. CERTIFICACIONES

Durante la ejecución de las obras, se establecerán mensualmente relaciones valoradas de las obras ejecutadas.

Dichas certificaciones serán según formato establecido por la Dirección Facultativa o la Propiedad y constarán de las siguientes partes:

1.- Valor al origen de la obra realizada valorada con precios unitarios de acuerdo con el presupuesto base, con la denominación:

Presupuesto Nº: CERTIFICACION Nº:

2.- Relación numerada y valorada al origen de las variaciones surgidas dentro del contexto de la obra contratada y referidos a cada capÍtulo del presupuesto con la denominación:

Presupuesto Nº: CERTIFICACION VARIACIONES Nº:

3.- Valor al origen de nuevas partes de obra que han sido objeto de nuevos presupuestos con la denominación:

Presupuesto Nº: CERTIFICACION AMPLIACIONES Nº:

4.- Valor al origen de obras realizadas por administración con detalle de partes de trabajo y relación de materiales valorados y suscritos por persona autorizada con la denominación:
CERTIFICACION ADMINISTRACIONES Nº:

La certificación deberá presentarse a la Dirección Facultativa que dará su conformidad o reparos en el plazo de 15 días. En este último caso, el Contratista los subsanará no cabiendo reclamación alguna hasta la liquidación definitiva.

Todas las certificaciones serán al origen, acumulándose cada una de las anteriores y se entenderán siempre como anticipo a cuenta de la liquidación final.

Dado que las certificaciones se llevarán al origen, teniendo carácter de buena cuenta, todos los errores que pudieran aparecer no serán motivo para demorar el plazo de comprobación. En tal supuesto deberán ser devueltas indicando los errores o reparos, para ser subsanados en la certificación siguiente.

Se establece el mismo criterio para certificaciones extraordinarias por adicionales o trabajos por administración.

La Dirección Facultativa podrá requerir del Contratista documentación acreditativa de estar al corriente de pago de los suministradores, como condición imprescindible para aprobar una certificación.

Los materiales a certificar deberán estar instalados (montados y en funcionamiento). No se abonarán certificaciones por acopio de materiales.

30. LIQUIDACIÓN DE OBRAS

La última certificación de obra se presentará después de la Recepción Provisional, surtirá efecto de liquidación definitiva, siempre y cuando así lo haga constar el Contratista dándose el título de certificación final. Además, dicho Contratista dirigirá carta a la Propiedad acompañando esta certificación final, haciendo constar que por su parte surte efectos de liquidación, tan pronto sea conformada por la Dirección Facultativa.

Para la conformidad o reparos de dicha última certificación, dispondrá la Dirección Facultativa de un plazo suplementario de 30 días, respecto al previsto para las certificaciones ordinarias.

No se conformará la última certificación si no se dispone de la formalización de la Recepción Provisional.

31. FIANZA

Del importe de cada certificación de obra que se realice, se retendrá un 10 % en concepto de fianza.

La fianza responderá de las deudas del Contratista dimanadas de la documentación contractual, del reintegro de los pagos adelantados superiores al coste, del reconocimiento de los daños o perjuicios que puedan producirse como consecuencia del incumplimiento del contrato, de la calidad de la obra, y de cualquier otro incumplimiento de las obligaciones que incumben al Contratista. Esta no supondrá en ningún caso un límite superior de valoración de las responsabilidades del Contratista, pudiendo en su caso exigirse las indemnizaciones correspondientes de valor superior al de la fianza.

La Propiedad podrá disponer libremente de la fianza hasta su liberación.

Con independencia de lo anterior el Contratista responderá con dicha fianza y con la totalidad de sus bienes presentes y futuros:

a) De las reparaciones que sea preciso efectuar en las obras o instalaciones por vicios constructivos.
b) De los gastos que ocasione por tener que demoler y volver a instalar o reconstruir unidades de obra o instalaciones.
c) De la diferencia de precio entre el que se ha convenido para la ejecución de las obras y el de adjudicación a un nuevo Contratista por cualquier motivo. Este apartado se aplicará así mismo para las diferencias de coste en el caso de que la Propiedad tuviera que terminar las obras por administración.
d) De cualquier otro evento y responsabilidad en que pueda incurrir el Contratista en relación a terceros.

32. LIBERACIÓN DE LA FIANZA

A la Entrega Provisional de la obra habiendo cumplido con lo indicado en los apartados correspondientes a Pruebas, a Recepción Provisional y a Garantías, se practicará una primera liquidación de fianza establecida en el 33% del valor total.

A los 12 meses de la Recepción Provisional y después de efectuada la Recepción Definitiva se preparará la liquidación final y se cancelará la fianza remanente.

Para la liquidación final de la fianza será preciso que se acredite la ausencia de reclamación ajena contra el Contratista por daños y perjuicios, que sean de su cuenta, por deudas jornales y materiales o por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo por cualquier otra causa. En su defecto el Contratista presentará Declaración Jurada de la ausencia de dichas responsabilidades.

33. PENALIZACIONES

Las penalizaciones serán las establecidas por la Propiedad a la firma del Contrato.

34. FORMA DE PAGO

La forma de pago serán las que se acuerde con la Propiedad a la firma del Contrato.

35. SUSPENSIÓN DE LAS OBRAS

La Propiedad podrá en todo momento ordenar la suspensión de toda o parte de la obra.

1.- En el caso de que la suspensión sea parcial, es decir, si la duración no excede de dos meses, el Contratista vendrá obligado a reajustar su programa de trabajo.

2.- En el caso de que la suspensión sea total:

a) Si se debe dicha suspensión por parte de la Propiedad, a alguna de las causas previstas en la resolución y rescisión del contrato, se aplicará lo dispuesto en el apartado "Resolución y Rescisión" del presente Pliego de Condiciones, no teniendo el Contratista derecho a percibir indemnizaciones bajo ningún concepto.
b) Si la suspensión total fuera debida única y exclusivamente a la voluntad unilateral de la Propiedad, sin causa justificada, y el Contratista decide rescindir el contrato, tendrá derecho a una indemnización del 3 % de la obra pendiente de realizar, renunciando a cualquier otra indemnización por daños y perjuicios sufridos.
Los materiales depositados en la obra se certificarán en la liquidación definitiva. También serán certificados aquellos materiales que, aunque no estén depositados en la obra hayan sido encargados por el Contratista y sean de exclusiva utilidad para dicha obra, según aprobación de la Dirección Facultativa.
c) En el caso de que el Contratista decida rescindir unilateralmente el contrato, sin causa justificada, el Propietario quedará libre de toda obligación pudiendo practicar inmediatamente la liquidación definitiva con una baja del 5 %, y estando el Contratista obligado a abandonar la obra inmediatamente, incluso antes de practicarse dicha liquidación.

Asimismo, podrá solicitar la Propiedad una indemnización por daños y perjuicios, de un mínimo del 10% del valor de la obra, según la liquidación definitiva. Dicha cantidad podrá incrementarse en el arbitraje que se practique. La Propiedad tendrá derecho al percibo de la fianza depositada hasta la fecha.

36. RESOLUCIÓN Y RESCISIÓN

Serán causas de rescisión del contrato, la disolución o extinción del Contratista, su quiebra o suspensión de pagos y el embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

En los supuestos previstos en el párrafo anterior, la Propiedad podrá unilateralmente dar por rescindido el contrato, sin pago de indemnización alguna, y practicando inmediatamente la

liquidación definitiva, con una baja de un 5 %, debiendo el Contratista abandonar la obra en el mismo momento en que sea requerido para ello, aún antes de practicarse la liquidación.

Serán asimismo causa de rescisión: La demora en la entrega de la obra por plazo superior a 2 meses, la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra, y en general, el incumplimiento de los Pliegos Técnicos y Generales de Condiciones Económicas, Facultativas y Legales.

En los supuestos previstos en el párrafo anterior la Propiedad podrá además de aplicar las sanciones establecidas, rescindir el contrato, solicitar indemnizaciones por daños y perjuicios que serán un mínimo del 10 % del valor de la obra, según la liquidación definitiva, cantidad que podrá incrementarse en el arbitraje que se practique en tales casos.

En cualquier caso, de rescisión del contrato según los anteriores supuestos, la Propiedad será indemnizada además de las previsiones e indemnizaciones señaladas, con la fianza depositada hasta la fecha.

En caso de defunción del Contratista (como persona física) el contrato queda automáticamente anulado, salvo que la Propiedad acepte la oferta de los herederos, para la continuación de los trabajos.

La apreciación de la existencia de circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la Dirección Facultativa.

El Contratista por su parte podrá dar por rescindido el contrato en las causas previstas en el apartado "suspensión de obras" del presente pliego.

Además, el Contratista podrá rescindir por demora de aprobación de alguna certificación o su pago superior a 30 días de la fecha de vencimiento.

37. RÉGIMEN JURÍDICO

El presente Pliego General de Condiciones Económicas, Facultativas y Legales, tendrá carácter de contrato privado y podrá ser elevado a escritura pública si alguna de las partes lo desea, debiendo en este supuesto hacerse cargo de los gastos que tal formalización ocasione.

Las partes quedan sometidas, en todo momento, a la Legislación Civil, Mercantil y Procesal Española, con las particularidades que se especifican en este Pliego.

A todos los efectos, las partes se someten expresamente a la jurisdicción y competencia de los Juzgados y Tribunales de la provincia donde se halla ubicado el trabajo, con renuncia de cualquier otro fuero que pudiera corresponderle.

Cualquier diferencia que pudiera surgir entre las partes, con motivo de la obra, interpretación o ejecución de lo acordado, se someterá a arbitraje de equidad, regulado por la Ley 36/1988 de 5 de diciembre de 1.988.

Será árbitro único la Dirección Facultativa, dispensándose las partes de los motivos de incompatibilidad que legalmente pudiesen incurrir en dicho arbitrio.

43º NORTH ARQUITECTOS
Arquitectura & Urbanismo
Calle Jon Arróspide 18 (entrada Iruña 1) 48014 - Bilbao (Bizkaia)
Email: 43north@43northarquitectos.es
Tfno: 656735121 | 696634999

ANEXO II - PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1. Conductores de cobre y aluminio en baja tensión 95
1.1. Designación de los cables eléctricos de tensiones nominales hasta 450/750 V 95
1.2. Designación de los cables eléctricos de tensiones nominales entre 1 kV Y 30 kV 97
2. Cableado para señales analógicas 100
3. Cableado para señales digitales 101
4. Bandejas de PVC 101
5. Cuadros eléctricos de distribución 102
6. Interruptores conmutadores y contactores 106

1. CONDUCTORES DE COBRE Y ALUMINIO EN BAJA TENSIÓN

1.1. Designación de los cables eléctricos de tensiones nominales hasta 450/750 V

La designación de los cables eléctricos aislados de tensión nominal hasta 450/750V se designarán según las especificaciones de la norma UNE 20.434, que corresponden a un sistema armonizado (Documento de armonización HD-361 de CENELEC) y por tanto son de aplicación en todos los países de Europa Occidental.

El sistema utilizado en la designación es una secuencia de símbolos ordenados, que tienen los siguientes significados:

Posición	Referencia a:	Símbolo	Significado
1	Correspondencia con la normalización	H A ES-N	Cable según normas armonizadas Cable nacional autorizado por CENELEC Cable nacional (sin norma armonizada)
2	Tensión nominal [1]	01 03 05 07	100/100 V 300/300 V 300/500 V 450/750 V
3	Aislamiento	G N2 R S V V2 V3 Z	Etileno-acetato de vinilo Mezcla especial de policloropreno Goma natural o goma de estireno-butadieno Goma de silicona PVC Mezcla de PVC (servicio de 90 ºC) Mezcla de PVC (servicio de baja temperatura) Mezcla reticulada a base de poliolefina
4	Revestimientos metálicos	C4	Pantalla de cobre de forma de trenza, sobre el conjunto de conductores aislados reunidos
5	Cubierta y envolvente no metálica	J N Q4 R T T6 V V5	Trenza de fibra de vidrio Policloropreno Poliamida (sobre un conductor) Goma natural o goma de estireno-butadieno Trenza textil (impregnada o no) sobre conductores aislados reunidos Trenza textil (impregnada o no) sobre 1 conductor PVC Mezcla de PVC (resistente al aceite)
6	Elementos constitutivos y construcciones especiales	D3 D5 Ninguno H	Elemento portador constituido por uno o varios componentes (metálicos o textiles) situados en el centro de un cable redondo o repartidos en el interior de un cable plano. Relleno central Cable redondo

Posición	Referencia a:	Símbolo	Significado
		H2	Cables planos, con o sin cubierta, cuyos conductores aislados pueden separarse
		H6	Cables planos, con o sin cubierta, cuyos conductores aislados no pueden separarse
		H7	Cables planos de 3 ó más conductores aislados
		H8	Doble capa de aislamiento extruída
			Cable extensible
7	Forma del conductor	-D	Flexible para uso en máquinas de soldar
		-E	Muy flexible para uso en máquinas de soldar
		-F	Flexible (clase 5 de la UNE 21.022) para servicio móvil
		-H	Extraflexible (clase 6 de la UNE 21.022) para servicio móvil
		-K	Flexible de 1 conductor para instalaciones fijas
		-R	Rígido de sección circular, de varios alambres cableados
		-U	Rígido circular de 1 alambre
		-Y	Cintas de cobre arrolladas en hélice alrededor de un soporte textil
8	Nº de conductores	N	Número de conductores
9	Signo de multiplicación	x	Si no existe conductor amarillo/verde
		G	Si existe un conductor amarillo/verde
10	Sección nominal	mm^2	Sección nominal^2

1: Indicará los valores de Uo y U en la forma Uo/U expresado en kV, siendo:
Uo = Valor eficaz entre cualquier conductor aislado y tierra.
U = Valor eficaz entre 2 conductores de fase cualquiera de un cable multipolar o de un sistema de cables unipolares.

2: En los conductores "oropel" no se especifica la sección nominal después del símbolo Y.

En esta tabla se incluyen los símbolos utilizados en la denominación de los tipos constructivos de los cables de uso general en España de las siguientes normas UNE:

UNE 21.031 (HD-21) Cables aislados con PVC de tensiones nominales inferiores o iguales a 450/750 V.
UNE 21.027 (HD-22) Cables aislados con goma de tensiones nominales inferiores o iguales a 450/750 V.
UNE 21.153 (HD-359) Cables flexibles planos con cubierta de PVC.
UNE 21.154 (HD-360) Cables aislados con goma para utilización normal en ascensores.
UNE 21.160 Cables flexibles con aislamiento y cubierta de PVC destinados a conexiones internas de máquinas y equipos industriales.

1.2. **Designación de los cables eléctricos de tensiones nominales entre 1 kV Y 30 kV**

La designación de los cables de tensiones nominales entre 1 y 30 kV se realizará de acuerdo con la norma UNE 21.123. Las siglas de la designación indicarán las siguientes características:

- Tipo constructivo
- Tensión nominal del cable en kV
- Indicaciones relativas a los conductores

Característica	**Posición**	**Referencia a:**	**Símbolo**	**Significado**
Tipo constructivo	1	Aislamiento	V E R D	PVC Polietileno Polietileno reticulado Etileno propileno
	2	Pantallas (cables campo radial)	H HO	Pantalla semiconductora sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica individual Pantalla semiconductora sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica sobre el conjunto de los conductores aislados (cables tripolares)
	3	Cubierta de separación	E V N I	Polietileno PVC Policloropreno Polietileno clorosulfonado
	4	Protecciones metálicas	O F FA M M2 MA Q QA P A AW T TA TC	Pantalla sobre el conjunto de los conductores aislados cableados Armadura de flejes de acero Armadura de flejes de aluminio o aleación de aluminio Armadura de alambres de acero Armadura filásticas alambres de acero Armadura de alambres de aluminio o aleación de alum. Armadura de pletinas de acero Armadura de pletinas de aluminio o aleación de alum. Tubo continuo de plomo Tubo liso de aluminio Tubo coarrugado de aluminio Trenza hilos de acero Trenza hilos de aluminio o aleación de aluminio Trenza hilos de cobre
	5	Cubierta exterior	E V N I	Polietileno PVC Policloropreno Polietileno clorosulfonado

Característica	**Posición**	**Referencia a:**	**Símbolo**	**Significado**
Tensión nominal	6	Tensión nominal[1]	U_o/U kV	
Conductores	7	Nº conductores	N x	
	8	Sección nominal	S mm^2	
	9	Forma del conductor	K S ninguno	Circular compacta Sectoral Circular no compacto
	10	Naturaleza del conductor	Al ninguno	Aluminio Cobre
	11	Pantalla metálica	+H Sec. +O Sec.	Pantalla individual. Sección en mm^2 Pantalla conjunta. Sección en mm^2

1: Indicará los valores de Uo y U en la forma Uo/U expresado en kV, siendo:
Uo = Valor eficaz entre cualquier conductor aislado y tierra.
U = Valor eficaz entre 2 conductores de fase cualquiera de un cable multipolar o de un sistema de cables unipolares.

Tipos de cable a utilizar:

Los conductores aislados serán del tipo y denominación que se fijan en el Proyecto y para cada caso particular, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido. Se ajustarán a las Normas UNE 21.031, 21.022 y 21.123.

Los conductores a utilizar serán, salvo que se especifiquen otros distintos en otros documentos del proyecto, los siguientes:

- Los conductores que constituyen las líneas de alimentación a cuadros eléctricos corresponderán a la designación VV 0,6/1 kV.

- Los conductores de potencia para la alimentación a motores corresponderán a la designación VV 0,6/1 kV.

- Los cables para las líneas de mando y control corresponderán a la designación VV500F.

En las instalaciones en las cuales se especifique que deban colocarse cables no propagadores del incendio y sin emisión de humos ni gases tóxicos y corrosivos (UNE 21031), éstas deberán satisfacer los niveles de seguridad siguientes:

CARACTERISTICAS	**NORMAS**	**VALORES S/NORMA**
NO PROP. DE LA LLAMA	UNE-20432.1	PASAR ENSAYO
NO PROP. DEL INCENDIO	IEE-383 UNE-20432.3 UNE-20427.1	PASAR ENSAYO
SIN EMISION DE HALOGENOS	UNE-21147.1 IEC-754.1 BS-6425.1	DESPRECIABLE
SIN TOXICIDAD	PROY. UNE-21174 NF C-20454 RATP K-20 CEI 20-37 p.2	< 5
SIN CORROSIVIDAD	UNE 21147.2 IEC-754.2 NF C-20453	pH > 4,3 c > 10 □S/mm
SIN DESPRENDIMIENTO DE HUMOS OPACOS (Transmitancia luminosa)	UNE-21172.1, IEC-1034.1 UNE 21172.2, IEC-1034.2 BS-6724 CEI-20-37 P III NES-711 RATP-K-20 ASTM-E-662-79	> 60 %

Secciones mínimas:

Las secciones mínimas utilizadas serán de 1,5 mm2 en las líneas de mando, control y alumbrado, y de 2,5 mm2 en las líneas de potencia.

Colores:

Los colores de los conductores aislados estarán de acuerdo con la norma UNE 21.089, y serán los de la siguiente tabla:

COLOR	CONDUCTOR
Amarillo-verde	Protección
Azul claro	Neutro
Negro	Fase
Marrón	Fase
Gris	Fase

Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la Instrucción ITC-BT-018.

Identificación:

Cada extremo del cable habrá de suministrarse con un medio autorizado de identificación. Este requisito tendrá vigencia especialmente para todos los cables que terminen en la parte posterior o en la base de un cuadro de mandos y en cualquier otra circunstancia en que la función del cable no sea evidente de inmediato.
Los medios de identificación serán etiquetas de plástico rotulado, firmemente sujetas al cajetín que precinta el cable o al cable.

Los conductores de todos los cables de control habrán de ir identificados a título individual en todas las terminaciones por medio de células de plástico autorizadas que lleven rotulados caracteres indelebles, con arreglo a la numeración que figure en los diagramas de cableado pertinentes.

2. CABLEADO PARA SEÑALES ANALÓGICAS

El cableado para la transmisión de señales analógicas / impulsos entre los elementos de campo y las subestaciones de control será del tipo multipar apantallado por pares y conjunto (referencia UNE: VHOV).

El conductor será de cobre desnudo clase 2, con aislamiento de PVC 105o. La pantalla de cada par será cinta de Aluminio - Poliester. La pantalla colectiva será cinta de Aluminio - Poliester, y las cubiertas de PVC 105o. La tensión nominal del cable será de 300/500 V, y la resistencia máxima del cable a 20 oC será de 19 □/Km en corriente continua.

La sección de conductores será de 1 mm2 para distancias inferiores a 100 m, y de 1,5 mm2 para distancias entre 100 y 200 m.

Para realizar la conexión entre una subestación y varios elementos de campo, se podrán utilizar cables multipar, para optimizar el tendido y número de cables. Los diferentes pares del cable deberán ir claramente identificados en toda su longitud.

El tendido de estos cables se realizará bajo tubo o canaletas o bandejas metálicas, dependiendo del número de cables y su tamaño, y se evitará en la medida de lo posible la instalación de estos cables junto a cables de potencia eléctrica.

Los cables se conectarán a cada uno de los elementos de campo bajo tubo flexible, y a la regletera de bornas del cuadro donde se halla alojada la subestación correspondiente a esos elementos de campo.

Los cables multipar serán de las siguientes dimensiones:

Número pares:	2	4	6	8	10	15	20	25	30
Tubo PG para 1 mm^2	13	21	29			36		42	48
Tubo PG para 1,5 mm^2	13	21	29			36	42	48	

Referencia: ROQUE INST-VHOV 500 V. A (2xB) (A = número de pares)
(B = 1 o 1,5 mm2)

3. CABLEADO PARA SEÑALES DIGITALES

El cableado para la transmisión de señales digitales entre los elementos de campo y las subestaciones de control será del tipo multipar apantallado conjunto (referencia UNE: VOV).

El conductor será de cobre desnudo clase 2, con aislamiento de PVC 105o. La pantalla colectiva será cinta de Aluminio - Poliester, y las cubiertas de PVC 105o. La tensión nominal del cable será de 300/500 V, y la resistencia máxima del cable a 20 oC será de 19 □/Km en corriente continua.

La sección de conductores será de 1 mm2 para distancias inferiores a 100 m, y de 1,5 mm2 para distancias entre 100 y 200 m.

Para realizar la conexión entre una subestación y varios elementos de campo, se podrán utilizar cables multipar, para optimizar el tendido y número de cables. Los diferentes pares del cable deberán ir claramente identificados en toda su longitud.

El tendido de estos cables se realizará bajo tubo o canaletas o bandejas metálicas, dependiendo del número de cables y su tamaño, y se evitará en la medida de lo posible la instalación de estos cables junto a cables de potencia eléctrica.

Los cables se conectarán a cada uno de los elementos de campo bajo tubo flexible, y a la regletera de bornas del cuadro donde se halla alojada la subestación correspondiente a esos elementos de campo.

Los cables multipar serán de las siguientes dimensiones:

Número pares:	2	4	6	8	10	15	20	25	30
Tubo PG para 1 mm^2	13	21	29			36		42	48
Tubo PG para 1,5 mm^2	13	21	29			36	42	48	

Referencia: ROQUE INST-VOV 500 V A (2xB) (A = número de pares)
(B = 1 o 1,5 mm2)

4. BANDEJAS DE PVC

Estarán fabricadas en PVC rígido de gran rigidez dieléctrica, anticorrosivo, no inflamable, clasificación M1 (UNE 23727, NFP 92507), de grado de protección 9 contra los daños mecánicos (UNE 20324, NFC 20010).

Se utilizarán accesorios standard del fabricante para codos, ángulos, quiebros, cruces o recorridos no standard. No se cortarán o torcerán los canales para conformar bridas u otros elementos de fijación o acoplamiento.

Se utilizarán longitudes standard para los tramos no inferiores a 2 m de longitud. Los puntos de soportación se situarán a la distancia que fije el fabricante, de acuerdo con las específicas condiciones de montaje, no debiendo exceder entre si una separación mayor a 1,5 m.

Se instalarán elementos internos de fijación y retención de cables a intervalos periódicos comprendidos entre 0,25 m (conductores de diámetro hasta 9 mm) y 0,55 m (conductores de diámetro superior).

El número máximo de cables instalados en un canal no excederán a los que se permitan de acuerdo a las normativas de referencia. El canal será dimensionado sobre estas bases a no ser que se defina o acuerde lo contrario.

En aquellos casos en que el canal atravieses muros, paredes y techos no combustibles, barreras contra el fuego no metálicas deberán ser instaladas en el canal. Deberán ser instaladas barreras similares en los recorridos verticales en los patinillos, y a intervalos inferiores a 3 m.

Los canales serán equipados con tapas del mismo material que el canal y serán totalmente desmontables a lo largo de la longitud entera de estos. La tapa será suministrada en longitudes inferiores a 2 m.
En los casos en que sean necesarios separadores en los canales, la terminación de los separadores será la misma standard que la de canal.

Los acoplamientos cubrirán la total superficie interna del canal y serán diseñados de forma que la sección general del canal case exactamente con las juntas de acoplamiento.

Las conexiones a canalizaciones, cajas múltiples, interruptores, aparamenta en general y cuadros de distribución será realizada por medio de unidades de acoplamiento embridadas.

Cuando los canales crucen juntas de expansión del edificio se realizará una junta en el canal. Las conexiones en este punto serán realizadas con perforaciones de fijación elípticas de forma que se permita un movimiento de 10 mm en ambos sentidos horizontal y vertical.

En los canales de montaje vertical se instalarán racks de fijaciones para soportar los cables y prevenir el trabajo de los cables en los cambios de dirección, de horizontal a plano vertical.

5. CUADROS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN

Para la centralización de elementos de medida, protección, mando y control, se dispondrán cuadros eléctricos construidos de acuerdo con los esquemas fijados en los planos y Especificaciones Técnicas.

Los cuadros eléctricos habrán de atenerse totalmente a los requisitos de las Normas UNE-EN-60439.1, así como las normas CEI 439-1, CEI 529 y CEI-144.

El aparellaje y materiales utilizados para la construcción de los cuadros serán los indicados en el presente proyecto (memoria, presupuesto y esquemas) o similares siempre que sean aceptados por la Dirección Facultativa.

Construcción:

La estructura del cuadro será realizada con montantes en perfil de acero y paneles de cierre en lámina metálica de espesor no inferior a 1,5mm o 1mm.

Los cuadros deberán ser ampliables, los paneles perimetrales deberán ser extraíbles por medio de tornillos. Estos tornillos serán de clase 8/8 con un tratamiento anticorrosivo a base de zinc.

El panel posterior deberá ser fijo o pivotante con bisagras. La puerta frontal estará provista de cierre con llave; el revestimiento frontal estará constituido de vidrio templado.
Para la previsión de la posibilidad de inspección del resto del cuadro, todos los componentes eléctricos serán fácilmente accesibles por el frontal mediante tapas atornilladas o con bisagras.

Sobre el panel anterior estarán previstos agujeros para el paso de los órganos de mando.
Todo el aparellaje será fijado sobre guías o sobre paneles fijados sobre traveseros específicos de sujeción.

Los instrumentos y las lámparas de señalización serán montados sobre paneles frontales.

La estructura tendrá una concepción modular, permitiendo las extensiones futuras.

Grado de protección adaptable sobre la misma armadura (estructura), de un IP20 a IP54; o IP55.

Para garantizar una eficaz resistencia a la corrosión, la estructura y los paneles deberán estar oportunamente tratados y barnizados.

El tratamiento base deberá prever el lavado, la fosfatización más pasivación por cromo o la electrozincación de las láminas.

Las láminas estarán barnizadas con pintura termoendurecida a base de resinas epoxi mezcladas con resina poliester, color final beige liso y semilúcido con espesor mínimo de 40 micrones.

Se cuidará la conveniente aireación del interior de los cuadros disponiendo, si es necesario, ventanillas laterales en forma de celosía, que permitan la entrada de aire, pero impida el acceso de cuerpos extraños. Si a causa de las condiciones de trabajo de los cuadros, se

prevén elevadas temperaturas en su interior, se adoptará el sistema de ventilación forzada, sustituyendo las ventanillas por ventiladores o extractores adecuados.

Cuando así se soliciten los cuadros se suministrarán en ejecución precintable, bien sea su conjunto o partes del mismo.

Características eléctricas generales:

Clase de protección:	2	2	
Tensión de empleo:	1000 V	1000 V	
Tensión de aislamiento:	1000 V	1000 V	
Corriente nominal asignada:	630 A		3200 A
Corriente admisible de corta duración (1 s):	25 kA eff	85 kA eff	
Corriente de cresta admisible:	53 kA	187 kA	
Frecuencia:	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	

Embarrados:

Las barras serán de cobre, perforadas y se fijarán al armario con la ayuda de soportes fijos que acepten hasta 3 barras por fase. La elección de la sección de las barras se realizará de acuerdo con la intensidad permanente y la corriente de cortocircuito que han de soportar.

nº barras por fase	**Sección**	**Intensidad admisible a 35 ºC (A)**	**I cc máxima (A eff)**
1	15 x 5 20 x 5 32 x 5 50 x 5 63 x 5 80 x 5 100 x 5 125 x 5	160 250 400 600 700 900 1.050 1.200	25 20 22 30 39 52 66 75
2	50 x 5 63 x 5 80 x 5 100 x 5 125 x 5	1.000 1.150 1.450 1.600 1.950	66 85 85 85 85
3	63 x 5 80 x 5 100 x 5 125 x 5	1.600 1.900 2.200 2.800	85 85 85 85

Dependiendo del valor de la corriente de cortocircuito, la separación máxima entre los soportes del juego de barras se calculará de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Dispositivos de maniobra y protección:

Serán objeto de preferencia conjuntos que incorporen dispositivos principalmente del mismo constructor.

Deberá ser garantizada una fácil individualización de la maniobra de enchufado, que deberá por tanto estar concentrada en el frontal del compartimiento.

En el interior deberá ser posible una inspección rápida y un fácil mantenimiento.
La distancia entre los dispositivos y las eventuales separaciones metálicas deberán impedir que interrupciones de elevadas corrientes de cortocircuito o averías notables puedan afectar el equipamiento eléctrico montado en compartimentos adyacentes.

Deberán estar en cada caso garantizadas las distancias (perímetros de seguridad) del conjunto.

Todos los componentes eléctricos y electrónicos deberán tener una tarjeta de identificación que se corresponda con el servicio indicado en el esquema eléctrico.

Conexionados:

Conexionado de potencia

El aparellaje eléctrico se dispondrá en forma adecuada para conseguir un fácil acceso en caso de avería.

Se dispondrá una borna de conexión para la puesta a tierra de cada cuadro. A la pletina de cobre conectada a ella, se conectarán las tierras de cada uno de los circuitos eléctricos que salen del cuadro, así como los soportes metálicos de los distintos aparatos y a su vez se conectará a la red general de tierras de la instalación.

Todo el cableado interior de los cuadros, se canalizará por canaleta independiente para el control y maniobra con el circuito de potencia y estará debidamente numerado de acuerdo con los esquemas y planos que se faciliten, de manera que en cualquier momento sean perfectamente identificados todos los circuitos eléctricos. Asimismo, se deberán numerar todas las bornas de conexión para las líneas que salgan de los cuadros de distribución, así como las barras mediante señales autoadhesivas según la fase. Todas las conexiones se efectuarán con terminal a presión adecuado.

Las derivaciones serán realizadas en cable o en fleje de cobre flexible, con aislamiento no inferior a 3 kV.

Los conductores serán dimensionados para la corriente nominal de cada interruptor.

Para corriente nominal superior a 160A el conexionado será en cada caso realizado con fleje flexible.

Los interruptores estarán normalmente alimentados por la parte superior, salvo diversas exigencias de instalación; en tal caso podrán estar previstas diversas soluciones.

Tanto en el exterior de los cuadros como en su interior, se dispondrán rótulos para la identificación del aparellaje eléctrico con el fin de poder determinar en cualquier momento el circuito al que pertenecen. Los rótulos exteriores serán grabados imborrables, de material plástico o metálico, fijados de forma imperdible e indicarán las funciones o servicios de cada elemento.

Los bornes y terminales de conexión, serán perfectamente accesibles y dimensionados ampliamente, con arreglo a las secciones de cable indicadas. Las entradas y salidas de cables exteriores se harán por zanja o canal debajo del cuadro.

Conexionado auxiliar

Será en conductor flexible con aislamiento de 3kV, con las siguientes secciones mínimas:

- 4 mm2 para los T.C. (transformadores de corriente)
- 2,5 mm2 para los circuitos de mando
- 1,5 mm2 para los circuitos de señalización y transformadores de tensión

Cada conductor estará completado de un anillo numerado correspondiendo al número sobre la regletera y sobre el esquema funcional.

Deberán estar identificados los conductores para los diversos servicios (auxiliares en alterna, corriente continua, circuitos de alarma, circuitos de mando, circuitos de señalización), utilizando conductores con cubierta distinta o poniendo en las extremidades anillos coloreados.

Señalización:

Las dimensiones de los cuadros permitirán un cómodo mantenimiento y serán propuestas por las empresas licitantes, así como el tipo de construcción y disposición de aparatos, embarrados, etc. Junto con la oferta se facilitarán los croquis necesarios para una perfecta comprensión de las soluciones presentadas.

Se adjuntará asimismo el esquema de cuadro, en el que se identifiquen fácilmente circuitos y aparellaje. Se preverá un soporte adecuado para el esquema del cuadro, que se entregará por triplicado y en formato reproducible.

6. INTERRUPTORES CONMUTADORES Y CONTACTORES

Todos los aparatos citados llevarán inscritos en una de sus partes principales y de forma bien legible la marca de fábrica, así como la tensión e intensidad nominales. Los aparatos de tipo cerrado llevarán una indicación clara de su posición de abierto y cerrado. Los contactos tendrán dimensiones adecuadas para dejar paso a la intensidad nominal del aparato, sin

excesivas elevaciones de temperatura. Las partes bajo tensión deberán estar fijadas sobre piezas aislantes, suficientemente resistentes al fuego, al calor y a la humedad y con la conveniente resistencia mecánica.

Las aberturas para entradas de conductores, deberán tener el tamaño suficiente para que pueda introducirse el conductor correspondiente con su envoltura de protección.
Todos lo interruptores, conmutadores y contactores hasta 25 A deberán estar construidos para 380 V como mínimo. Las distancias entre las partes en tensión y entre éstas y las de protección deberán ajustarse a las especificadas por las reglamentaciones correspondientes. Los mismos aparatos con intensidad superior a 25 A deberán, además, estar construidos en forma que las distancias mínimas entre contactos abiertos y entre polos no sean inferiores a las siguientes:

5 a 6 mm para los 25 - 125 A.

6 a 10 mm para los de más de 125 A.

La parte móvil debe servir únicamente de puente entre los contactos de entrada y salida. Las piezas de contacto deberán tener elasticidad suficiente para asegurar un contacto perfecto y constante. Los mandos serán de material aislante.

Los soportes para conseguir la ruptura brusca no servirán de órganos de conducción de corriente.

En los contactores, la temperatura de los devanados de las bobinas no será superior a las admitidas en las reglamentaciones vigentes, debiéndose especificar el tiempo propio de retardo de desconexión, tiempo de desenganche y tiempo total de desconexión. Todos los contactores deberán tener el enganche impedido, mientras no desaparezca la causa que le produjo la desconexión.

Todo el material comprendido en este apartado deberá haber sido sometido a los ensayos de tensión, aislamiento, resistencia al calor y comportamiento al servicio exigidos en esta clase de aparatos, en las normas UNE 20.109 y 20.353.

ANEXO III – ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO DEL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD 109
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO 109
3. JUSTIFICACION ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD 109
4. DATOS GENERALES DE OBRA 109
4.1. Descripción de la obra 109
4.2. Interferencias con servicios 110
4.3. fases/actividades previstas en la obra 110
4.4. Maquinaria prevista en la obra 110
4.5. Medios auxiliares previstos en la obra 110
5. IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LOS RIEGOS LABORALES 111
5.1. Análisis de los riesgos laborales clasificados por fases/actividades de obra 111
5.2. Análisis de los riesgos laborales clasificados por maquinaria utilizada en obra 118
5.3. Análisis de los riesgos laborales clasificados por medios auxiliares utilizados en obra 121
6. INSTALACIONES DE SALUBRIDAD 127
7. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR 127
8. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 128
9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 128
10. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS 129
11. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTONOMOS 129
12. LIBRO DE INCIDENCIAS 130
13. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 130
14. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES 131

1. OBJETO DEL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este Estudio Básico, las lleven a efecto en las condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que prescribe el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, y el resto de la normativa complementaria y de aplicación.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El presente Estudio de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto de instalación solar fotovoltaica para autoconsumo con excedentes, según el RD 244/2019, cuyos datos generales son:

Municipio: ***Bedia (Bizkaia).***
Promotor. ***Ayuntamiento de Bedia***.
Autor del Proyecto: ***Naven Ingenieros Norte, S.L.***
Presupuesto de ejecución por contrata (IVA no incluido): ***45.724,03 €***
Plazo de ejecución: ***21 días.***
Redactor del estudio básico de seguridad y salud: ***Naven Ingenieros Norte, S.L.***

3. JUSTIFICACION ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 450.000 €.
b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales.
c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
d) No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1.997 se redacta el presente ***estudio básico de seguridad y salud***.

4. DATOS GENERALES DE OBRA

4.1. Descripción de la obra

La obra se ejecutará en el municipio de Bedia (Bizkaia), concretamente en la cubierta del frontón municipal.

La instalación solar fotovoltaica que se pretende construir, se desarrollará en la cubierta del frontón municipal, a unos 15,00 m de altura, aproximadamente. El acceso a la cubierta donde se realizará la obra, se realizará a través de una plataforma elevadora.

4.2. Interferencias con servicios

Las interferencias con servicios de todo tipo son causa frecuente de accidentes, por ello se considera muy importante detectar su existencia y localización, con el fin de poder evaluar y delimitar claramente los diversos riesgos.

Los servicios afectados de cuya existencia tengamos noticias serán correctamente ubicados y señalizados, desviándose los mismos, si ello es posible; pero en aquellas ocasiones en que sea necesario trabajar sin dejar de dar determinado servicio, se adoptarán otras medidas preventivas reflejadas en este estudio de seguridad y salud.

En la realización de las obras, no es necesario el corte del acceso de vehículos y de peatones al edificio, ya que la obra se desarrolla en una zona de la nave no expuesta al tráfico de peatones ni de vehículos. Para las instalaciones de enlace, conexión en cuadro general de Baja Tensión,…etc que, si precise el corte de los mismos, se procederá mediante soluciones provisionales debidamente señalizadas.

Las interferencias detectadas son:

- Canalizaciones eléctricas

4.3. fases/actividades previstas en la obra

A continuación, se indican las principales fases de obra:

- Actuaciones previas. Se consideran las actuaciones previas al inicio de la obra, como las acometidas de electricidad y agua, colocación de señales de obra, vallado del recinto, instalación de casetas provisionales en su caso, etc. También se incluye el replanteo de la obra y el acopio de materiales.
- Estructura metálica. Se considera estructura metálica al montaje de la estructura prefabricada de aluminio, así como los elementos necesarios para la fijación de los paneles fotovoltaicos a la cubierta, como soportes, vigas, barras contraviento, etc.
- Instalación de paneles fotovoltaicos. Se consideran como trabajos de instalación de paneles fotovoltaicos, a la fijación de los mismos a la estructura, así como a la conexión eléctrica de estos para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Instalación eléctrica. Se consideran trabajos de electricidad a la instalación de los circuitos, mecanismos, elementos de corte y seguridad necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.

4.4. Maquinaria prevista en la obra

La maquinaria que se empleará en la ejecución de la obra, será la siguiente:

- Camión grúa
- Taladro portátil
- Sierra radial eléctrica
- Herramientas manuales

4.5. Medios auxiliares previstos en la obra

Los medios auxiliares que se emplearán en la ejecución de la obra, serán los siguientes:

- Plataforma elevadora

5. IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LOS RIEGOS LABORALES

Diariamente, al inicio de los trabajos, se revisarán todos los medios de protección colectiva, reparando o reponiendo los que se encuentren deteriorados. Así mismo, cuando se entreguen los equipos de protección individual a los trabajadores de la obra, se le entregaran también unas normas de actuación durante su estancia en la obra, indicando la obligatoriedad del uso de los EPI´S.

5.1. Análisis de los riesgos laborales clasificados por fases/actividades de obra

La secuencia de trabajos será la siguiente:

Actuaciones previas > estructura metálica para fijación de los paneles > instalación paneles fotovoltaicos > instalación eléctrica.

A continuación, se identifican y analizan los riesgos por fases de obra:

Fase de obra: Actuaciones previas

Riesgos y causas:

- Atropellos originados por maquinaria.
- Vuelcos o deslizamientos de vehículos.
- Caídas en el mismo nivel.
- Generación de polvo.
- Desplome del material acopiado.
- Aplastamiento de articulaciones.
- Sobreesfuerzos.

Equipos de protección colectiva:

- Señalización.
- Vallado de la obra.
- Tapado de zanjas de acometidas por medio de tablas de madera.

Equipos de protección individual:

- Guantes de uso general.
- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- Chaleco reflectante.

Medidas preventivas:

- Se realizará un reconocimiento del terreno comprobando que no existe ningún riesgo que no esté previsto en este estudio básico de seguridad y salud.
- Se realizará el vallado de la obra, para impedir la entrada a la misma, dejando puertas para los accesos peatonales y de vehículos de obra, permitiendo la circulación de peatones.

- Se observarán las instalaciones existentes para confirmar la existencia de instalaciones enterradas en la obra.
- En cada fase de obra se colocarán las señales de obra necesarias, existiendo una coordinación entre ellas y la actividad a desarrollar.

Se comprobará que existen los siguientes documentos:

- Plan de seguridad y salud, aprobado y visado por el coordinador de seguridad y salud en fase de obra.
- Libro de incidencias, firmado y sellado por el coordinador y la empresa adjudicataria.
- Comunicación de apertura del centro de trabajo.
- Libro de subcontratación, habilitado por la autoridad laboral competente.

Fase de obra: Estructura metálica para fijación de los paneles

Riesgos y causas:

- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Golpes o cortes con objetos o máquinas.
- Proyección de objetos.
- Ruido.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Caída de objetos o máquinas.
- Sobreesfuerzos trabajo de rodillas, agachado o doblado.
- Contactos eléctricos directos por mala conservación de máquinas eléctricas.

Equipos de protección colectiva:

- Utilizar maquinaria con marcado CE provistas de todos los elementos de seguridad necesarios.
- Iluminación adecuada.
- Señalización.
- Barandilla de protección de perímetros de cubiertas, compuesta por guarda cuerpos metálicos cada 2,5 m.

Equipos de protección individual:

- Guantes de uso general.
- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- Gafas protectoras de ojos y cara.
- Protecciones auditivas contra el ruido.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturones de sujeción o anticaídas de altura.
- Línea horizontal de seguridad.
- Traje impermeable material plástico sintético.
- Guantes y manoplas de material aislante.
- Casco aislante.
- Ropa aislante.
- Botas de seguridad aislantes.

Medidas preventivas:

- La iluminación mediante portátiles, se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla. La energía eléctrica los alimentará a 24V. Las zonas de trabajo han de tener una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo en torno a los dos metros.
- Estará prohibido el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin utilizar las clavijas macho-hembra.
- Estará prohibido el trabajo en un nivel inferior al del tajo.

Fase de obra: Instalación de paneles fotovoltaicos

Riesgos y causas:

- Piso resbaladizo.
- Corrientes de aire.
- Exposición a condiciones meteorológicas adversas como frio, calor intenso, exposición.
- a la intemperie.
- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Caída de objetos o máquinas.
- Golpes o cortes con objetos o máquinas.
- Proyección de objetos.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos trabajo de rodillas, agachado o doblado.
- Contactos eléctricos directos por mala conservación de máquinas eléctricas.
- Contactos eléctricos indirectos.

Equipos de protección colectiva:

- Señalización.
- Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guarda cuerpos metálicos cada 2,5 m.
- Red vertical de seguridad de malla de poliamida de 10x10 cm de paso, anudada con cuerda D=3 mm en módulos de 10x5m.

Equipos de protección individual:

- Guantes de uso general.
- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- Gafas protectoras de ojos y cara.
- Protecciones auditivas contra el ruido.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturones de sujeción o anticaídas de altura.
- Línea horizontal de seguridad.
- Traje impermeable material plástico sintético.
- Guantes y manoplas de material aislante.
- Casco aislante.
- Ropa aislante.
- Botas de seguridad aislantes.

Medidas preventivas:

Como primera medida a ejecutar, se ejecutarán los petos y recercados de los huecos que existan.

El acceso a planos inclinados se hará por huecos en el suelo de dimensiones nunca inferiores a 50x70 cm, con escaleras de mano que sobrepasen en un metro la altura a salvar.

La comunicación y circulaciones necesarias sobre la cubierta inclinada se resolverán con pasarelas emplintadas inferiormente para que absorbiendo la pendiente queden horizontales.

La escalera se apoyará en la cota horizontal más elevada del hueco a pasar, para reducir, sensaciones de vértigo.

Las plataformas de izado, serán gobernadas para su recepción mediante cabos, no con las manos.

Los paneles se acopiarán repartidas por los faldones para evitar sobrecargas.

Se mantendrán instalados los andamios metálicos apoyados de construcción del cerramiento.

Se paralizarán todos los trabajos sobre cubiertas cuando existan vientos superiores a 60 km/h, lluvia, helada y nieve.

Estará prohibida la circulación bajo cargas suspendidas.

Los huecos del forjado horizontal, permanecerán tapados con madera clavada durante la construcción de los tabiquillos de formación de las pendientes de los tableros.

Además de lo anterior se comprobará que:

- Que los operarios tienen los EPIS correspondientes para la realización de las
- tareas, y que vienen definidos en el Plan de Seguridad y Salud.
- Que utilicen correctamente los EPIS, definidos anteriormente.
- Que el estado de anclaje de las líneas de vida está en servicio.
- Que se mantiene la limpieza y el orden en la obra.
- Que los operarios que realizan el trabajo son cualificados para esta tarea.
- Que en los bordes de los forjados se colocan redes de seguridad.
- Que se paralicen los trabajos con vientos superiores a 60 km/h (lluvia, heladas o nieve).
- Que no se acopia el material al borde del forjado.
- Que la iluminación en el tajo es la apropiada.
- Que no permanecen operarios en las zonas de circulación bajo cargas suspendidas.
- Que se guarda la distancia de seguridad con líneas eléctricas aéreas.
- Que en los trabajos en altura en los que no haya protección suficiente, los operarios llevan el arnés de seguridad para el que se habrán previsto puntos fijos de enganche en la estructura con la necesaria resistencia.

<u>Fase de obra: Instalación eléctrica</u>

Riesgos y causas:

- Caídas al mismo ó distinto nivel.
- Golpes, cortes o atrapamientos con objetos o máquinas.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cortocircuitos y arco eléctrico.

Equipos de protección individual:

- Guantes y manoplas de material aislante
- Casco aislante
- Ropa aislante
- Botas de seguridad aislantes

Medidas preventivas:

Trabajos sin tensión:

Antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario un paso previo: la identificación de la zona y de los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo. Esta identificación forma parte de la planificación del trabajo.

En instalaciones complejas, para evitar confusiones debidas a la multitud de equipos y redes existentes, se recomienda diseñar procedimientos por escrito, para llevar a cabo las operaciones destinadas a suprimir la tensión.

A continuación, se desarrollará el proceso en cinco etapas mediante el cual se suprime la tensión de la instalación donde se van a realizar los «trabajos sin tensión», conocido habitualmente como «las cinco reglas de oro»:

1ª Desconectar.
2ª Prevenir cualquier posible realimentación.
3ª Verificar la ausencia de tensión.
4ª Poner a tierra y en cortocircuito.
5ª Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Reposición de la tensión:

En general, para restablecer la tensión se seguirá el proceso inverso al empleado para suprimir la tensión:

1º Retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
2º Retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito, empezando por retirar las pinzas de los elementos más próximos y al final la pinza de la puesta a tierra.
3º Desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
4º Cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Es preciso extremar las precauciones antes de comenzar dichas etapas. En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- Notificación previa a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
- Comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
- Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- Informar, en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
- Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

Trabajos con tensión:

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, y que se ajuste a los requisitos indicados a continuación.

Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Principales precauciones que deberán ser adoptadas:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.). Entre los equipos y materiales citados se encuentran:
    - Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
    - Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
    - Las pértigas aislantes.
    - Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
    - Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta:

- las características del trabajo y de los trabajadores
- la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

Los trabajadores dispondrán de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidades

adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión, o puedan interferir en los trabajos, provocar distracciones, sobresaltos, etc.

En la realización de trabajos al aire libre se deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuerte, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas se interrumpirán en caso de tormenta.

La reposición de fusibles en instalaciones de Baja Tensión:

- No será necesario que la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo portafusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquel ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico,
- Se realizará mediante el uso del útil normalizado adecuado a cada tipo de fusible, queda prohibido expresamente el uso de alicates para tal cometido,
- Se procurará, en la medida de lo posible, realizar “sin carga” o con la menor carga posible, para evitar la producción de arcos eléctricos.

Se recomienda, durante los trabajos en tensión, no hablar por teléfono, ni portar móviles que pudieran “sorprender” al activarse, al trabajador durante la realización de los mismos.

De los EPI’s necesarios durante los trabajos en tensión en baja tensión, destacan, los guantes dieléctricos, que deben cumplir una serie de requisitos:

a) Marcas obligatorias:
- Símbolo (doble triángulo).
- Nombre, marca registrada o identificación del fabricante.
- Categoría, si procede.
- Talla.
- Clase.
- Mes y año de fabricación.
- Marca.

b) Cada guante deberá llevar alguno de los siguientes sistemas:
- Una banda rectangular, o una banda sobre la que puedan perforarse agujeros, o bien, otra marca cualquiera apropiada que permita conocer las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos.

c) Recomendaciones para la utilización de los guantes:

Para la correcta utilización de los guantes se tendrán presentes las indicaciones del fabricante.

A título orientativo se pueden señalar las siguientes:

Almacenamiento

Los guantes se deben almacenar en su embalaje.

Se tendrá cuidado de que los guantes no se aplasten, ni doblen, ni se coloquen en las proximidades de radiadores u otras fuentes de calor artificial o se expongan directamente a los rayos del sol, a la luz artificial o a fuentes de ozono.

5.2. Análisis de los riesgos laborales clasificados por maquinaria utilizada en obra

CAMIÓN GRUA

Riesgos y causas:

- Accidentes en trayecto hacia el punto de trabajo.
- Vuelco del camión-grúa.
- Atrapamientos por útiles o transmisiones.
- Caídas al subir o bajar a la zona de mandos.
- Corrimientos de tierra inducidos en excavaciones próximas.
- Aplastamiento por caída de carga suspendida.
- Contacto eléctrico de la pluma con líneas aéreas.
- Incendios por sobretensión.
- Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento.
- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la carga a paramentos.

Medidas preventivas:

- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.
- Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20% en prevención de atoramientos o vuelco.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión-grúa.
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión-grúa a distancias inferiores a 5 m.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Evite pasar el brazo de la grúa sobre el personal.
- Suba y baje del camión-grúa por los lugares previstos para ello.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.
- No permita que nadie se encarame sobre la carga.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.

- Levante una sola carga cada vez.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gastos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con la carga suspendida.
- No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas.
- Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.
- El conductor tendrá prohibido dar marcha atrás sin la presencia y ayuda de un señalista, así como abandonar el camión con una carga suspendida.
- Todos los ganchos de cuelgue, aparejos, balancines y eslingas o estribos dispondrán siempre de pestillos de seguridad.
- El gruista tendrá siempre a la vista la carga suspendida y, si ello no fuera posible en alguna ocasión, todas sus maniobras estarán dirigidas por un señalista experto.
- No se permitirá que persona alguna ajena al operador acceda a la cabina del camión o maneje sus mandos.
- El camión grúa nunca deberá estacionar o circular a distancias inferiores a los dos metros del borde de excavaciones o de cortes del terreno.

SIERRA RADIAL ELECTRICA

Riesgos y causas:

- Contactos eléctricos directos.
- Anulación de protecciones.
- Conexión mediante hilos desnudos.
- Contactos térmicos.
- Cortes o amputaciones.
- Abrasiones.
- Ruido.

Equipos de Protección individual:

- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Gafas de seguridad.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable, contra las partículas de polvo.

Medidas preventivas:

- Antes de depositar el aparato en el suelo, desconectarlo y esperar a que se pare.
- Apagar y desenchufar los equipos antes de realizar cualquier operación de mantenimiento, cambio de disco…etc
- Bajo ningún concepto se conectará ningún aparato eléctrico a la red mediante hilos desnudos.
- Comprobar siempre el estado del disco a utilizar.
- Cualquier tipo de anomalía en el aislamiento de la maquina será puesta en conocimiento de un responsable para su retirada.
- Las labores de mantenimiento y reparación de la maquina, se llevarán a cabo siempre por personal experto.

- No someter al disco a sobreesfuerzos laterales de torsión o aplicación de una presión excesiva.
- No usar aparatos eléctricos con las manos mojadas o sobre superficies húmedas.
- No utilizar la maquina en posturas que obliguen a mantenerla por encima del nivel de los hombros, ya que, en caso de pérdida de control, las lesiones pueden afectar a la cara, pecho o extremidades superiores.
- Prohibido dejar la sierra abandonada en el suelo.
- Prohibido usar discos deteriorados o rotos.
- Usar siempre el disco adecuado al material que se va a cortar.
- Usar siempre en lugares ventilados.
- Prohibido usar la radial sin los elementos de protección.

TALADRO PORTATIL

Riesgos y causas:

- Contactos eléctricos directos.
- Anulación de protecciones.
- Conexión mediante hilos desnudos.
- Contactos térmicos.
- Cortes o golpes por objetos o herramienta.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Rotura de la broca.

Equipos de Protección individual:

- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.

Medidas preventivas:

- Comprobar el cable de conexión eléctrica, de forma que no existan empalmes, ni conexiones inadecuadas.
- Se deberá desconectar el taladro de la red eléctrica, para sustituir la broca.
- En caso de ser necesario orificios de mayor diámetro, se debe cambiar la broca por otra de mayor sección, nunca intentar aumentar el orificio con movimientos oscilatorios del taladro.
- La reparación de los taladros, se realizará por personal especializado.
- No utilizar la broca de forma inclinada.
- Para cambiar la broca, debe utilizarse la llave para tal fin.
- Utilizar la broca adecuada al material a taladrar.
- Se comprobarán diariamente el buen estado de los taladros, retirando de la obra aquellos que ofrezcan deterioros que impliquen riesgos para los operarios.

HERRAMIENTAS MANUALES

Riesgos y causas:

- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.

- Ambiente pulvígeno.
- Riesgo por impericia
- Caída de las herramientas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel por tropiezo
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos punzantes.
- Ruido.

Equipos de Protección individual:

- Casco homologado.
- Protecciones auditivas y oculares, en caso necesario.
- Guantes de cuero.
- Calzado con puntera reforzada.
- Cinturón de seguridad para trabajos en altura.

Medidas preventivas:

Las herramientas se utilizarán sólo en aquellas operaciones para las que han sido concebidas y se revisarán siempre antes de su empleo, desechándose cuando se detecten defectos en su estado de conservación. Se mantendrán siempre limpias de grasa u otras materias deslizantes y se colocarán siempre en los portaherramientas o estantes adecuados, evitándose su depósito desordenado o arbitrario o su abandono en cualquier sitio o por los suelos.

Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.

No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.

La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.

Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.

Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

En su manejo se utilizarán guantes de cuero o de P.V.C. y botas de seguridad, así como casco y gafas antiproyecciones, en caso necesario.

5.3. Análisis de los riesgos laborales clasificados por medios auxiliares utilizados en obra

PLATAFORMA ELEVADORA

Riesgos y causas:

- Caídas a distinto nivel.
- Vuelco del equipo.

- Caída de materiales sobre personas y/o bienes.
- Caídas al vacío.
- Caída de personas a distinto nivel o mismo nivel.
- Golpes, choques o atrapamientos del operario o de la propia plataforma contra objetos fijos o móviles.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamiento entre alguna de las partes móviles de la estructura y entre ésta y el chasis.

Equipos de Protección individual:

- Casco homologado.
- Calzado con puntera reforzada.
- Cinturón de seguridad.

Medidas preventivas:

Características constructivas de seguridad

Fundamentalmente están relacionadas con las características de estructura y estabilidad, la presencia de estabilizadores y las estructuras extensibles.

a) Cálculos de estructura y estabilidad.

El fabricante es responsable del cálculo de resistencia de estructuras, determinación de su valor, puntos de aplicación, direcciones y combinaciones de cargas y fuerzas específicas que originan las condiciones más desfavorables. Asimismo, es responsable de los cálculos de estabilidad, identificación de las diversas posiciones de las PEMP y de las combinaciones de cargas y fuerzas que, conjuntamente, originan las condiciones de estabilidad mínimas.

b) Chasis y estabilizadores.

La plataforma de trabajo debe estar provista de los siguientes dispositivos de seguridad:
Dispositivo que impida su traslación cuando no esté en posición de transporte. (PEMP con conductor acompañante y las autopropulsadas del Tipo 1).
Dispositivo (por ej. un nivel de burbuja) que indique si la inclinación o pendiente del chasis está dentro de los límites establecidos por el fabricante.
Para las PEMP con estabilizadores accionados mecánicamente este dispositivo deberá ser visible desde cada puesto de mando de los estabilizadores. Las PEMP del tipo 3 deben disponer de una señal sonora audible que advierta cuando se alcanzan los límites máximos de inclinación.
Las bases de apoyo de los estabilizadores deben estar construidas de forma que puedan adaptarse a suelos que presenten una pendiente o desnivel de al menos 10°.

c) Estructuras extensibles.

Las PEMP deben estar equipadas con dispositivos de control que reduzcan el riesgo de vuelco o de sobrepasar las tensiones admisibles. Distinguimos entre las PEMP del grupo A y las del grupo B para indicar los métodos aconsejables en cada caso:

- Grupo A:

  - Sistema de control de carga y registrador de posición
  - Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada
- Grupo B:
  - Sistema de control de carga y registrador de posición
  - Sistemas de control de la carga y del momento
  - Sistemas de control del momento con criterio de sobrecarga reforzado
  - Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada

Conviene destacar que los controles de carga y de momento no pueden proteger contra una sobrecarga que sobrepase largamente la capacidad de carga máxima.

Sistemas de accionamiento de las estructuras extensibles

Los sistemas de accionamiento deben estar concebidos y construidos de forma que impidan todo movimiento intempestivo de la estructura extensible.

a) Sistemas de accionamiento por cables.

Los sistemas de accionamiento por cables deben comprender un dispositivo o sistema que en caso de un fallo limiten a 0,2 m. el movimiento vertical de la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización.

Los cables de carga deben ser de acero galvanizado sin empalmes excepto en sus extremos no siendo aconsejables los de acero inoxidable.

Las características técnicas que deben reunir son:

1) Diámetro mínimo 8 mm.
2) Nº mínimo de hilos 114.
3) Clase de resistencia de los hilos comprendida entre 1.570 N/mm2 y 1.960 N/ mm2.

La unión entre el cable y su terminal debe ser capaz de resistir al menos el 80 % de la carga mínima de rotura del cable.

b) Sistemas de accionamiento por cadena.

Los sistemas de accionamiento por cadena deben comprender un dispositivo o sistema que en caso de un fallo limiten a 0,2 m. el movimiento vertical de la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización. No deben utilizarse cadenas con eslabones redondos.

La unión entre las cadenas y su terminal debe ser capaz de resistir al menos el 100 % de la carga mínima de rotura de la cadena.

c) Sistemas de accionamiento por tornillo.

La tensión de utilización en los tornillos y en las tuercas debe ser al menos igual a 1/6de la tensión de rotura del material utilizado.

El material utilizado para los tornillos debe tener una resistencia al desgaste más elevada que la utilizada para las tuercas que soporten la carga.

Cada tornillo debe tener una tuerca que soporte la carga y una tuerca de seguridad no cargada. La tuerca de seguridad no debe quedar cargada más que en caso de rotura de la

tuerca que soporta la carga. La plataforma de trabajo no podrá elevarse desde su posición de acceso si la tuerca de seguridad está cargada.

Los tornillos deben estar equipados, en cada una de sus extremidades, de dispositivos que impidan a las tuercas de carga y de seguridad que se salga el tornillo (por ej., topes mecánicos).

d) Sistemas de accionamiento por piñón y cremallera.

La tensión de utilización de piñones y cremalleras debe ser al menos igual a 1/6 de la tensión de rotura del material utilizado. Deben estar provistos de un dispositivo de seguridad accionado por un ¡imitador de sobrevelocidad que pare progresivamente la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización y mantenerla parada en caso de fallo del mecanismo de elevación. Si el dispositivo de seguridad está accionado, la alimentación de la energía debe ser detenida automáticamente.

PLATAFORMA DE TRABAJO

Equipamiento

La plataforma estará equipada con barandillas o cualquier otra estructura en todo su perímetro a una altura mínima de 0,90 m. y dispondrá de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas de acuerdo con el RD 486/1997 sobre lugares de trabajo: Anexo I.A.3.3 y el RD 1215/1997 sobre equipos de trabajo: Anexo 1.1.6. (La norma UNE-EN 280 especifica que la plataforma debe tener un pretil superior a 1,10 m. de altura mínima, un zócalo de 0,15 m. de altura y una barra intermedia a menos de 0,55 m. del zócalo o del pretil superior; en los accesos de la plataforma, la altura del zócalo puede reducirse a 0,1 m. La barandilla debe tener una resistencia a fuerzas específicas de 500 N por persona aplicadas en los puntos y en la dirección más desfavorable, sin producir una deformación permanente).

Tendrá una puerta de acceso o en su defecto elementos movibles que no deben abrirse hacia el exterior. Deben estar concebidos para cerrarse y bloquearse automáticamente o que impidan todo movimiento de la plataforma mientras no estén en posición cerrada y bloqueada. Los distintos elementos de las barandillas de seguridad no deben ser extraíbles salvo por una acción directa intencionada.

El suelo, comprendida toda trampilla, debe ser antideslizante y permitir la salida del agua (por ej. enrejado o metal perforado). Las aberturas deben estar dimensionadas para impedir el paso de una esfera de 15 mm. de diámetro.

Las trampillas deben estar fijadas de forma segura con el fin de evitar toda apertura intempestiva. No deben poder abrirse hacia abajo o lateralmente.

El suelo de la plataforma debe poder soportar la carga máxima de utilización m calculada según la siguiente expresión:
m = n x mp + me
donde:
mp =80 Kg (masa de una persona)
me ≥ 40 Kg (valor mínimo de la masa de las herramientas y materiales)
n = nº autorizado de personas sobre la plataforma de trabajo

Deberá disponer de puntos de enganche para poder anclar los cinturones de seguridad o arneses para cada persona que ocupe la plataforma.

Las PEMP del tipo 3 deben estar equipadas con un avisador sonoro accionado desde la propia plataforma, mientras que las del tipo 2 deben estar equipadas con medios de comunicación entre el personal situado sobre la plataforma y el conductor del vehículo portador.

Las PEMP autopropulsadas deben disponer de limitador automático de velocidad de traslado.

Sistemas de mando:

La plataforma debe tener dos sistemas de mando, un primario y un secundario. El primario debe estar sobre la plataforma y accesible para el operador. Los mandos secundarios deben estar diseñados para sustituir los primarios y deben estar situados para ser accesibles desde el suelo. Los sistemas de mando deben estar perfectamente marcados de forma indeleble de fácil comprensión según códigos normalizados. Todos los mandos direccionales deben activarse en la dirección de la función volviendo a la posición de paro o neutra automáticamente cuando se deje de actuar sobre ellos. Los mandos deben estar diseñados de forma que no puedan ser accionados de forma inadvertida o por personal no autorizado (por ej. un interruptor bloqueable).

Sistemas de seguridad de inclinación máxima:

La inclinación de la plataforma de trabajo no debe variar mas de 5º respecto a la horizontal o al plano del chasis durante los movimientos de la estructura extensible o bajo el efecto de las cargas y fuerzas de servicio. En caso de fallo del sistema de mantenimiento de la horizontalidad, debe existir un dispositivo de seguridad que mantenga el nivel de la plataforma con una tolerancia suplementaria de 5º.

Sistema de bajada auxiliar:

Todas las plataformas de trabajo deben estar equipadas con sistemas auxiliares de descenso, sistema retráctil o de rotación en caso de fallo del sistema primario.

Sistema de paro de emergencia:

La plataforma de trabajo debe estar equipada con un sistema de paro de emergencia fácilmente accesible que desactive todos los sistemas de accionamiento de una forma efectiva, conforme a la norma UNE-EN 418 Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales.

Sistemas de advertencia:

La plataforma de trabajo debe estar equipada con una alarma u otro sistema de advertencia que se active automáticamente cuando la base de la plataforma se inclina más de 5º de la inclinación máxima permitida en cualquier dirección.

Estabilizadores, salientes y ejes extensibles

Deben estar equipados con dispositivos de seguridad para asegurar de modo positivo que la plataforma no se moverá mientras los estabilizadores no estén situados en posición. Los circuitos de control deben asegurar que los motores de movimiento no se podrán activar

mientras los estabilizadores no se hayan desactivado y la plataforma no esté bajada a la altura mínima de transporte.

Sistemas de elevación

Sistemas de seguridad:

Cuando la carga nominal de trabajo de la plataforma esté soportada por un sistema de cables metálicos o cadenas de elevación o ambos, el factor de seguridad del cable o cadena debe ser de 8 como mínimo, basado en la carga unitaria de rotura a la tracción referida a la sección primitiva.

Todos los sistemas de conducción hidráulicos y neumáticos, así como los componentes peligrosos deben tener una resistencia a la rotura por presión cuatro veces la presión de trabajo para la que han sido diseñados. Para los componentes no peligrosos esta resistencia será dos veces la presión de trabajo. Se consideran componentes peligrosos aquellos que, en caso de fallo o mal funcionamiento, implicaría un descenso libre de la plataforma.

Sistemas de protección:

Cuando la elevación de la plataforma se realice mediante un sistema electromecánico, véste estará diseñado para impedir el descenso libre en caso de fallo en el generador o del suministro de energía. Cuando la elevación de la plataforma se realice mediante un sistema hidráulico o neumático, el sistema debe estar equipado para prevenir una caída libre en caso de rotura de alguna conducción hidráulica o neumática. Los sistemas hidráulicos o neumáticos de los estabilizadores o cualquier otro sistema deben estar diseñados para prevenir su cierre en caso de rotura de alguna conducción hidráulica o neumática.

Otras protecciones:

Los motores o partes calientes de las PEMP deben estar protegidas convenientemente. Su apertura sólo se podrá realizar con llaves especiales y por personal autorizado. Los escapes de los motores de combustión interna deben estar dirigidos lejos de los puestos de mando.

Dispositivos de seguridad

Eléctricos:

Los interruptores de seguridad que actúen como componentes que dan información deben satisfacer la norma EN 60947-5:1997 (Anexo K: prescripciones especiales para los auxiliares de mando con maniobra positiva de apertura).

Hidráulicos y neumáticos:

Deben estar concebidos e instalados de forma que ofrezcan niveles de seguridad equivalentes a los dispositivos de seguridad eléctricos. Los componentes hidráulicos y neumáticos de estos dispositivos y sistemas que actúen directamente sobre los circuitos de potencia de los sistemas hidráulicos y neumáticos deben estar duplicados si el fallo de un componente puede engendrar una situación peligrosa. Los distribuidores pilotados de estos componentes deben estar concebidos e instalados de forma que mantengan la seguridad en caso de fallo de energía, es decir parar el movimiento correspondiente.

Mecánicos:

Deben estar concebidos e instalados de forma que ofrezcan niveles de seguridad equivalentes a los dispositivos de seguridad eléctricos. Esta exigencia se satisface por las varillas, palancas, cables, cadenas, etc., si resisten al menos dos veces la carga a la que son sometidos.

Otras medidas de protección frente a riesgos específicos

Riesgo de electrocución:

Este riesgo se manifiesta en tanto en cuanto las plataformas puedan alcanzar líneas eléctricas aéreas, sean de alta o de baja tensión. Según el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (Decreto 3151/ 1968), se entiende como tales las de corriente alterna trifásica a 50 Hz de frecuencia, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea igual o superior a 1 kV.

Para prevenir el riesgo de electrocución se deberán aplicar los criterios establecidos en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico; en concreto según indica el Art. 4.2, todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve riesgo eléctrico se debe efectuar sin tensión.

Cuando no se pueda dejar sin tensión la instalación se deben seguir las medidas preventivas indicadas en el Anexo V.A Trabajos en proximidad. Disposiciones generales y lo indicado en el Anexo V.B Trabajos en proximidad. Disposiciones particulares del citado RD 614/2001. Se recomienda, a fin de facilitar la correcta interpretación y aplicación del citado R.D. consultar la correspondiente Guía Técnica elaborada por el INSHT.

Complementariamente, se recomienda consultar la NTP-72: Trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas.

6. INSTALACIONES DE SALUBRIDAD

En la obra está prevista una media de 4 trabajadores, por lo que no está prevista la instalación de caseta provisional para vestuario y retretes. Para estos menesteres, se usarán los vestuarios y servicios de la propia fábrica, previa aprobación del coordinador de seguridad y salud.

7. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos. La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

8. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

10. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.

2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.
Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

11. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTONOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- • El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- • El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- • La recogida de materiales peligrosos utilizados.

- • La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- • La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- • Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
-

2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

12. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.
Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

13. PARALIZACIóN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

14. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

ANEXO IV - PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
2. DESCRIPCIÓN
3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR
    3.1. Estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra
    3.2. Medidas de segregación “in situ” previstas (clasificación/selección)
    3.3. Previsión operaciones reutilización en obra
    3.4. Previsión de operaciones de valoración “in situ” de los residuos generados
    3.5. Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables “in situ”
    3.6. Prescripciones técnicas de gestión de los residuos
        3.6.1. Con carácter general
            3.6.1.1. Gestión de residuos de construcción y demolición
            3.6.1.2. Certificación de los medios empleados
            3.6.1.3. Limpieza de las obras
        3.6.2. Con carácter particular
        3.6.3. Con carácter documental
    3.7. Valoración coste previsto de gestión de residuos

Índice de tablas:

Tabla 1. Residuos a generar
Tabla 2. Cálculo toneladas RCDs generadas
Tabla 3. Cálculo composición peso RCD naturaleza no pétrea
Tabla 4. Cálculo de volúmenes RCDs generados
Tabla 5. Medidas de Segregación “in situ”
Tabla 6. Operaciones previstas
Tabla 7. Previsión de operaciones de valoración “in situ” de los residuos generados

1. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

En base al Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (BOE de 13.02.08), del Ministerio de la Presidencia, por la que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se redacta el presente estudio de gestión de los residuos de construcción y demolición como anexo al Proyecto. El presente documento servirá de base al Constructor para la presentación al promotor de un Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, desarrollándolo según requisitos marcados en RD 105/2008. En dicho Plan quedará indicado cómo se ejecutará este Estudio de Gestión, es decir, qué residuos se reutilizarán y cómo, y qué residuos no aprovechables serán entregados a qué gestor específico.

2. DESCRIPCIÓN

Este proyecto tiene por objeto definir, establecer y justificar las condiciones técnicas y económicas para la realización de un sistema de generación de energía eléctrica mediante Energía Solar Fotovoltaica conectada a la red interior.

La instalación fotovoltaica será de autoconsumo con excedentes conectada a red interior constituida por paneles fotovoltaicos instalados en la cubierta del edificio. La instalación contará básicamente con:

- Paneles Fotovoltaicos y estructura instalados en cubierta del edificio.
- Instalación eléctrica integrando la producción de los paneles fotovoltaicos en la red eléctrica, incluyendo todos aquellos cableados, protecciones, elementos de medida y equipos auxiliares necesarios para ello.

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Con arreglo a la codificación de la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/2002 de 8
de Febrero del Ministerio de Medio Ambiente, o sus modificaciones posteriores, a continuación, se identifican los residuos a generar.

Descripción según Anejo II de la ORDEN MAM/304/2002.	Cód. LER.	
A.1.: RCDs Nivel I		
1. Tierras y pétreos de la excavación		
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	17 05 04	
A.2.: RCDs Nivel II		
RCD: Naturaleza no pétrea		
1. Asfalto		
Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01	17 03 02	
2. Madera		
Madera	17 02 01	X
3. Metales (incluidas sus aleaciones)		
Cobre, bronce, latón	17 04 01	X
Aluminio	17 04 02	X
Hierro y Acero	17 04 05	X
Metales Mezclados	17 04 07	X
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	17 04 11	X
4. Papel		
Papel	20 01 01	X
5. Plástico		
Plástico	17 02 03	X
6. Vidrio		
Vidrio	17 02 02	
7. Yeso		
Materiales de Construcción a partir de Yeso distintos de los 17 08 01	17 08 02	
RCD: Naturaleza pétrea		
1. Arena, grava y otros áridos		
Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el	01 04 08	
Residuos de arena y arcilla	01 04 09	
2. Hormigón		
Hormigón	17 01 01	
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distinta del	17 01 07	
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos		
Ladrillos	17 01 02	
Tejas y Materiales Cerámicos	17 01 03	
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distinta del	17 01 07	
RCD: Basuras		
1.Basuras		
Residuos biodegradables	20 02 01	
RCD: Residuos potencialmente peligrosos, y otros		
Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla peligrosas (SP's)	17 03 01	
Alquitrán de hulla y productos alquitranados ellas	17 03 03	
Tierras y piedras que contienen SP's	17 05 03	
RCD: Residuos Peligrosos		
Trapos contaminados	15 02 02	
Envases vacíos contaminados	15 01 10	
Sobrantes de Pintura o Barnices	08 01 11	
Sobrantes de disolventes no halogenados	14 06 03	
Sobrantes de barnices	08 01 11	
Sobrantes de desencofrantes	07 07 01	
Aerosoles vacíos	15 01 11	

Tabla 1. Residuos a generar

Se identifican como residuos a generar **R.C.D. de Naturaleza No Pétrea** constituidos por madera (palés),
cartón, embalajes de plástico, papel (que pertenecen a los módulos de embalaje de los materiales a instalar) y metales incluidas sus aleaciones.

Una vez finalizada la obra se depositarán en los contenedores adecuados para cada residuo.

3.1. Subsistema de generación. Módulos fotovoltaicos

A continuación, se realiza una estimación de la cantidad de RCDs:

Toneladas de RCD producido por m2 de edificación	m2 superficie construida o rehabilitada	Toneladas totales de residuo
0,02	173,86	3,48

Tabla 2. Cálculo toneladas RCDs generadas

Una vez se obtiene el dato global de Tn de RCDs por m2 construido obtenemos la composición en peso de los RCDs que irán destinados a sus vertederos, se hace una estimación de los coeficientes de peso por tipología de residuos teniendo en cuenta de que es para una obra de instalación fotovoltaica en cubierta edificio:

RCD: naturaleza no pétrea (única tipología de residuos presente)		
1. Asfalto	0,0000	0,00
2. Madera	0,3000	1,04
3. Metales	0,2000	0,70
4. Papel	0,1000	0,35
5. Plástico	0,4000	1,39
6. Vidrio	0,0000	0,00
7. Yeso	0,0000	0,00
Total estimación (Tn)	**1,0000**	**3,48**

Tabla 3. Cálculo composición peso RCD naturaleza no pétrea

A continuación, se calcula el volumen ocupado por los RCDs que se prevé estén presentes durante la ejecución del Proyecto:

TIPO DE RESIDUO	Tn Residuo	Tn/m3	Volumen m3
RCD: naturaleza no pétrea (única tipología de residuos presente)			
1. Asfalto	0,00	1,30	0,00
2. Madera	1,04	0,60	0,63
3. Metales	0,70	7,50	5,22
4. Papel	0,35	1,10	0,38
5. Plástico	1,39	2,10	2,92
6. Vidrio	0,00	2,60	0,00
7. Yeso	0,00	1,25	0,00

Tabla 4. Cálculo de volúmenes RCDs generados

3.2. Medidas de segregación “in situ” previstas (clasificación/selección)

x	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos.
x	Derribo separativo/Segregación en obra (ej: pétreos, madera, metales, plásticos+cartón+envases, orgánicos, peligrosos). Los residuos de distintos tipos que se produzcan durante la demolición y ejecución de la obra se almacenarán en contenedores, separando en cada uno los distintos tipos, para posteriormente entregarlos a un gestor de residuos.
	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva “todo mezclado”, y posterior tratamiento en planta
x	Estudio de racionalización y planificación de compra y almacenamiento de materiales
x	Las medidas de elementos de pequeño formato (ladrillos, baldosas, bloques…) serán múltiplos del módulo de la pieza, para así no perder material en los recortes;
x	Se reducirán los residuos de envases mediante prácticas como solicitud de materiales con envases retornables al proveedor o reutilización de envases contaminados o recepción de materiales con elementos de gran volumen o a granel normalmente servidos con envases.

Tabla 5. Medidas de Segregación “in situ”

3.3. Previsión operaciones reutilización en obra

En caso de ser posible la reutilización de ciertos materiales, no contaminados con materiales peilgrosos, se marcarán a continuación las operaciones previstas y se indicará el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo):

	Operación prevista	Destino previsto inicialmente
X	No se prevé operación de reutilización alguna	
	Reutilización de tierras procedentes de la excavación	
	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	
	Reutilización de materiales cerámicos	
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio,...	
	Reutilización de materiales metálicos	

Tabla 6. Operaciones previstas

3.4. Previsión de operaciones de valoración “in situ” de los residuos generados

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales no contaminados (propia obra o externo):

	No se prevé operación alguna de valoración "in situ"
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de aceites
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
X	Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos (Se valorizara y recuperara el acero y el cobre)
X	Separación y Recuperación de cables eléctricos (Se valorizara y recuperara los cables eléctricos)
	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.
	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Decisión Comisión 96/350/CE.
	Otros (indicar)

Tabla 7. Previsión de operaciones de valoración “in situ” de los residuos generados

3.5. Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables “in situ”

Tal y como se ha indicado anteriormente, todos los residuos no peligrosos (RNPs) generados durante la ejecución de este Proyecto son de tipología “No pétreos”. Aquellos que no puedan

ser reutilizados, valorizados y/o reciclados “in situ”, serán enviados a un Gestor Autorizado de RNPs, para su valorización y reciclaje.

Tal como se establece en el Art. 5. 5. y la disposición final cuarta. Entrada en vigor, del RD 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia, por la que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las fracciones de que se compongan, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80,00 T.
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40,00 T.
- Metal: 2,00 T.
- Madera: 1,00 T.
- Vidrio: 1,00 T.
- Plástico: 0,50 T.
- Papel y cartón: 0,50 T.

En el presente estudio de gestión de residuos se han estimado e indicado las siguientes fracciones y pesos totales de RNPs:

- Hormigón: 0,00 T.
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 0,00 T.
- Metal: 0,70 T.
- Madera: 1,04 T.
- Vidrio: 0,00 T.
- Plástico: 1,39 T.
- Papel y cartón: 0,35 T.

En conclusión, y en cumplimiento del Art. 5.5 anteriormente citado, será necesaria la separación en obra de, al menos, las siguientes fracciones de materiales:

- Madera (palés).
- Plástico.

3.6. Prescripciones técnicas de gestión de los residuos

3.6.1. Con carácter general

Para fomentar el reciclado o reutilización de los materiales contenidos en los residuos, éstos deben ser aislados y separados unos de otros. La gestión de los residuos en la obra debe empezar por su separación selectiva, cumpliendo los mínimos exigidos en el R.D. 105/2008.

3.6.1.1. Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de
Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La separación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos

industriales, cumpliendo el gestor de residuos las especificaciones del artículo 7 del RD 105/2008.

El objetivo es maximizar la reutilización y las posibilidades de reciclado. En consecuencia, se hace necesario prever contenedores individuales para cada tipo de material (plásticos, maderas, metales, pétreos, especiales, etc.), según las toneladas mínimas para separación de residuos establecidos en el R.D. 105/2008.

3.6.1.2. Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de tratamiento y/o vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas.

3.6.1.3. Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de
materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

3.6.2. Con carácter particular

Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes. En los derribos se llevará a cabo riegos para evitar o minimizar la emisión de polvo al aire ambiente.

Como norma general, la demolición se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente los que se depositarán en vertedero.
Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 m³, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y separados del resto de residuos, respetando siempre que las zonas de acopio de residuos no peligrosos deben estar separadas de la zona de acopio de residuos peligrosos.

El depósito temporal para RCD valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra…) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalizar y separar del resto de residuos de un modo adecuado.

Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge, con el formato correspondiente.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de todo su perímetro.

En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase…, número de inscripción en el Registro de Transportistas de residuos titular del contenedor. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos mediante adhesivos o placas.

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

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD. Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras…), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCD adecuados.

La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCD que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, etc…) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo con transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos

La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases…) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.

En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto, y el RD 396/2.006 de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada separación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Durante el desarrollo de las actividades de obra o en fase de explotación, si corresponde, se aplicará lo dispuesto en el Plan de Vigilancia Ambiental de acuerdo a lo recogido en el Estudio simplificado de Impacto Ambiental y las consideraciones que determine la administración competente en las resoluciones vinculantes.

3.6.3. Con carácter documental

El contratista adjudicatario de la obra queda obligado por el artículo 5 del RD 105/2008, a presentar un Plan de Gestión de residuos, basado en el Estudio de Gestión del proyecto. Dicho Plan será estudiado y aprobado por parte de la dirección facultativa de la obra, posteriormente debe ser aceptado por la propiedad, para pasar a formar parte de los documentos contractuales de la obra. La obra no debe iniciarse antes de que estos documentos se encuentren formando parte del expediente administrativo.

Es obligación del productor de RCDs disponer de la documentación que acredite que los residuos de sus
obras se han gestionado en la propia obra o entregado a una instalación autorizada para su tratamiento en los términos recogidos en el RD y en el Estudio de Gestión o en sus modificaciones (Plan). Esta documentación debe mantenerse durante cinco años y consta de los siguientes documentos:

- Autorización del gestor y transportista.
- Contrato de tratamiento.
- Notificación de traslado, si se precisa.
- Documento identificativo del residuo.
- Certificado de gestión.

Por ello el director de obra recopilará del Contratista esta documentación, dará el visto bueno conforme al
RD y al Plan de Gestión previamente aprobado, y hará entrega, al final de la obra, de los mismos al
productor de residuos, para su guardia y custodia durante 5 años.

El contratista podrá gestionar los residuos por sí mismo, para ello requerirá autorización de la Delegación
de Medio Ambiente, dándose de alta como gestor. En caso contrario deberá entregarlos a gestor autorizado. La entrega de los residuos de construcción y demolición por parte del Contratista a un gestor autorizado habrá de constar en un documento fehaciente en el que debe figurar como mínimo los campos del artículo 6 “Documento de identificación”, del RD 180/2015:

- Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I del citado RD 180/2015, que entregará al transportista para la identificación de los residuos durante el traslado. Los documentos de identificación serán coherentes con las previsiones del contrato de tratamiento.
- Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
- El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento

de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento. El documento de identificación recibido por el operador permitirá la acreditación documental de la entrega de residuos prevista en el artículo 17 de la Ley 22/2011, de 28 de julio.

- En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino, a efectos de control, seguimiento, inspección y estadística, salvo en los supuestos de aplicación del apartado 8.
- En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable como una carta de porte o documento de control, siempre que recoja la información del anexo I relativo al contenido del documento de identificación.
- La acreditación documental del tratamiento completo de los residuos por parte del negociante a la persona física o jurídica que le entregó los residuos prevista en el artículo 20.3 segundo párrafo de la Ley 22/2011, de 28 de julio, la llevará a cabo el negociante mediante la entrega de:

    - El documento de identificación con la aceptación de los residuos por el destinatario. En el plazo de treinta días desde que el negociante recibió el documento de identificación con la aceptación de los residuos, o
    - Una declaración de entrega de los residuos a un gestor autorizado y de aceptación por parte de dicho gestor autorizado para su tratamiento completo, cuando el negociante así lo acuerde con la persona física o jurídica que entregó los residuos. La declaración de entrega podrá ser para un traslado o para varios traslados, relativos a un periodo máximo de tiempo de un año. Esta declaración se entregará en el plazo de treinta días desde que el negociante recibió el documento de identificación del traslado con la aceptación de los residuos, o en el plazo de treinta días desde que se recibió el documento de identificación del último traslado con la aceptación de los residuos, en el caso de declaraciones para varios traslados.

  El negociante, cuando se trate de residuos no peligrosos, podrá excluir de la declaración la información del punto 6 del anexo I, relativa al destino del residuo, con excepción de la operación de tratamiento a la que se ha sometido el residuo y del número de identificación medioambiental (NIMA) de la instalación de destino. Cuando en las declaraciones mencionadas se omitan los datos previstos en el párrafo anterior, el negociante presentará una memoria resumen de la información contenida en el archivo cronológico a las comunidades autónomas de origen y de destino de los traslados, prevista en el artículo 41 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, a efectos de control, seguimiento, inspección y estadística.

  En todo caso, el negociante mantendrá los documentos de identificación de los traslados realizados a disposición de las autoridades competentes durante el plazo de tres años previsto en el artículo 40 de la Ley 22/2011, de 28 de julio.

- En el caso de residuos gestionados por las entidades locales de manera directa o indirecta, el operador podrá emitir un documento de identificación para varios traslados con una vigencia máxima de un año, siempre que coincidan los tipos de residuos, así como el origen y el destino del traslado. Este documento deberá modificarse cuando cambie alguna de las circunstancias mencionadas. Cada vehículo dispondrá de su

propio documento de identificación. La información relativa a las cantidades de residuos que se trasladan se incorporará al documento de identificación cuando los residuos se pesen en cada una de las entregas a la instalación de destino. Estos documentos de identificación se remitirán anualmente por la instalación de destino a las comunidades autónomas de origen y destino.

- En el caso de los traslados de residuos que reglamentariamente se establezca, la normativa que regule estos residuos determinará en qué casos podrá hacer la función de documento de identificación cualquier documento comercial, como albarán, factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

Cuando el gestor al que se entreguen los residuos esté autorizado solamente a operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia y/o transporte, en este documento deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación final, y el primero deberá transmitir al contratista los certificados de las operaciones posteriores.

En el caso de que al Contratista, por falta de espacio en la obra, no le resulte técnicamente viable efectuar la separación en origen a que obliga el punto 5 del art 5 del RD, encomiende la separación en fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento; dicho gestor deberá aportar al Contratista la documentación acreditativa de que dicha separación se ha cumplido.

3.7. Valoración coste previsto de gestión de residuos

A continuación, se presenta un desglose con la estimación de los costes derivados de la correcta gestión de RCDs, que pasará a quedar integrado dentro del presupuesto del Proyecto, diferenciado en un capítulo independiente:

A: ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs (CÁLCULO FIANZA)			
Tipología RCD	**Estimación (Tn)**	**Precio Gestión (€/Tn)**	**Importe (€)**
RCD Naturaleza no Pétrea	3,48	22	76,56 €
B: RESTO DE COSTES DE GESTIÓN			
Otros costes			30,32 €
TOTAL PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS (A+B):			**132,36 €**

ANEXO V – FICHAS TÉCNICAS

AIKO

Comet 2N

Módulo mono-facial

605 W-630 W

Segunda generación
Mejoras integradas:

- Optimización de sombreado parcial
- Mejor coeficiente de temperatura
- Restricción de la temperatura de punto caliente
- Resistencia a microrroturas

- Mayor potencia
- Menor BOS



15 años Garantía del producto

30 años Garantía de rendimiento

ESG Transparency Award 2023/24 Excellence

inter solar award 2023 WINNER

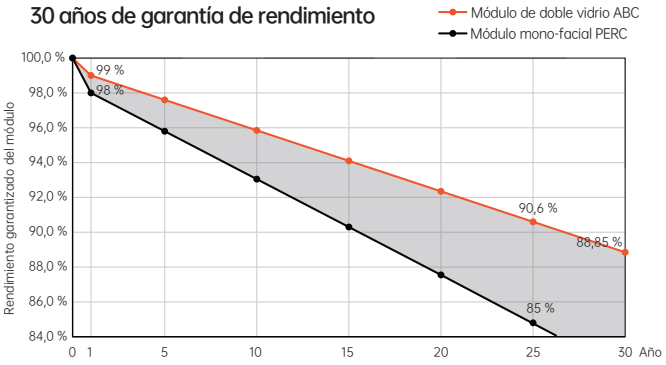
reddot winner 2023

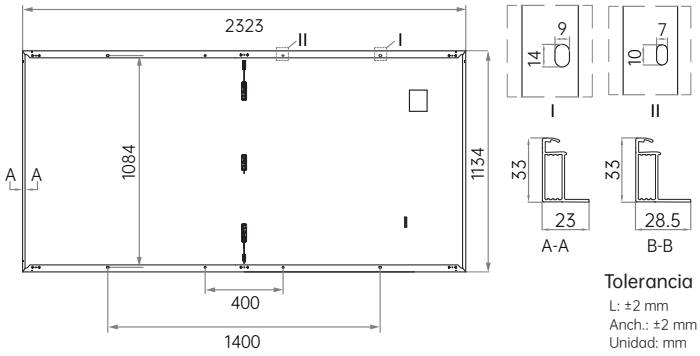
CE CQC Munich RE

Comet 2N

AIKO-A-MAH72Mw

630 W	23,9 %	⩽1 %	⩽0,35 %
Salida	Eficiencia	Degradación en el primer año	Degradación anual del año 2 al 30





Especificaciones eléctricas (STC: AM 1,5 1000 W/m² 25 °C NOCT: AM 1,5 800 W/m² 20 °C 1 m/s)

Tolerancia de potencia: 0 ~ +3 %

Tipo de módulo	AIKO-A605-MAH72Mw		AIKO-A610-MAH72Mw		AIKO-A615-MAH72Mw		AIKO-A620-MAH72Mw		AIKO-A625-MAH72Mw		AIKO-A630-MAH72Mw	
Condiciones de prueba	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
$P_{máx}$ [W]	605	456	610	459	615	463	620	467	625	471	630	474
V_{ca} [V]	54,09	51,08	54,19	51,18	54,29	51,27	54,39	51,36	54,49	51,46	54,59	51,55
V_{mp} [V]	44,78	42,29	44,88	42,38	44,98	42,48	45,08	42,57	45,18	42,67	45,28	42,76
I_{cc} [A]	14,28	11,55	14,36	11,61	14,44	11,68	14,52	11,74	14,60	11,81	14,68	11,87
I_{mp} [A]	13,52	10,79	13,60	10,85	13,68	10,91	13,76	10,98	13,84	11,04	13,92	11,11
Eficiencia del módulo	**23,0%**		**23,2%**		**23,3%**		**23,5%**		**23,7%**		**23,9%**	

Especificaciones mecánicas

Tipo de célula	N-Type ABC
Vidrio	3,2 mm vidrio templado
Marco	Aluminio anodizado
Cable	4 mm² (IEC) 12 AWG (UL) 1400 mm o longitud personalizada
N.º de células	144 (6*24)
Caja de conexiones	IP68, 3 diodos bypass
Conector	Compatible con MC4
Peso	27,7 kg
Dimensiones	2323*1134*33 mm
Detalles del embalaje	33 uds. por palé / 165 uds. por contenedor estándar (GP) de 20' / 660 uds. por contenedor HC de 40'

Coeficientes de temperatura (STC)

Coeficiente de temperatura de I_{cc}	+0,05 %/ °C
Coeficiente de temperatura de V_{ca}	-0,22 %/ °C
Coeficiente de temperatura de $P_{máx}$	-0,26 %/ °C

Condiciones de trabajo

Temperatura de trabajo	-40 °C - +85 °C
Valor nominal máximo de fusible en serie	25 A
Clase de protección	Clase II
Tolerancia Vca e Icc	±3 %
Voltaje máximo del sistema	1500 V CC
Carga estática máxima	Frontal 5400 Pa Posterior 2400 Pa
Prueba de granizo	Granizo de 25 mm de diámetro a 23 m/s
Clasificación de resistencia al fuego	Clase C IEC

www.aikosolar.com
marketing@aikosolar.com

*AIKO Energy se reserva el derecho a actualizar las especificaciones sin previo aviso

SUN2000-30/36/40KTL-M3

Smart PV Controller



Inteligente

Seguimiento inteligente de hasta 8 strings

Eficiencia

Máx. eficiencia 98.7%

Seguro

Libre de fusibles

Fiable

Descargadores de sobretensión Tipo II en DC y AC

Curva de Eficiencia

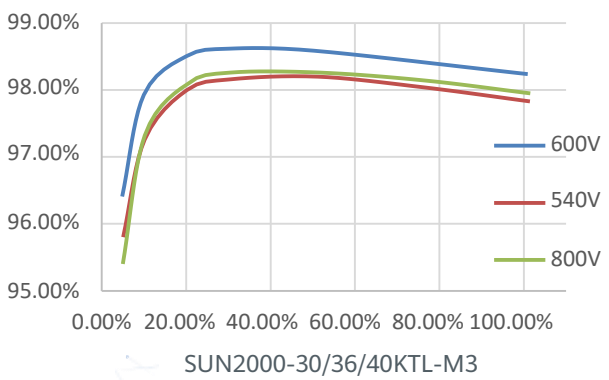
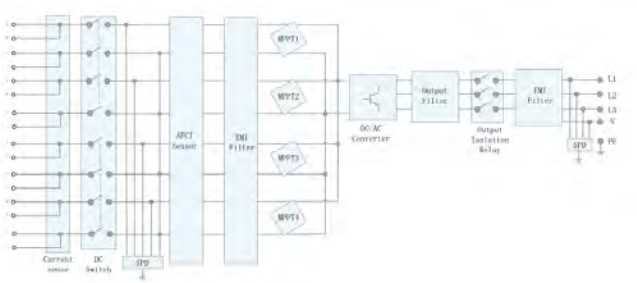


Diagrama del Circuito



Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Eficiencia			
Máxima eficiencia	98.7%		
Eficiencia europea ponderada	98.4%		
Entrada			
Máx. tensión de entrada[1]	1,100 V		
Rango de tensión a potencia máx.	500V~800V	520V~800V	540V~800V
Intensidad de entrada máxima por MPPT	27 A (por MPPT) / 20 A (por string)		
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		
Número de entradas	8		
Número de MPPTs	4		
Salida			
Potencia nominal activa de AC	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de AC	33,000 VA [3]	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de salida	230 Vac / 400 Vac / 480 Vac, 3W/N+PE		
Frecuencia nominal de red de AC	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 capacitivo ... 0.8 inductivo		
Máx. distorsión armónica total	< 3%		
Protecciones			
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí		
Protección anti-isla	Sí		
Protección contra sobreintensidad de AC	Sí		
Protección contra polaridad inversa DC	Sí		
Monitorización a nivel de string	Sí		
Descargador de sobretensiones de DC	Sí		
Descargador de sobretensiones de AC	Sí		
Detección de resistencia de aislamiento DC	Sí		
Monitorización de corriente residual	Sí		
Protección ante fallo por arco eléctrico	Sí		
Control del receptor Ripple	Sí		
Recuperación PID integrada [3]	Sí		
Comunicaciones			
Pantalla	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)		
Datos Generales			
Dimensiones (A x A x P)	640 x 530 x 270 mm		
Peso (soporte incluido)	43 kg		
Rango de Temperatura en operación	-25 ~ + 60 °C		
Método de refrigeración	Convección natural		
Máx. Altitud en operación	4,000 m (Derrateo a partir de 2000 m)		
Humedad relativa	0% RH ~ 100% RH		
Conector de DC	Amphenol Helios H4		
Conector de AC	Conector resistente al agua + Terminal OT/DT		
Grado de Protección	IP 66		
Tipología	Sin transformador		
Consumo de energía durante la noche	≤ 5.5W		
Compatibilidad con optimizadores			
Optimizador compatible via DC MBUS	SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P,MERC-1100W/1300W-P		
Standard Compliance (more available upon request)			
Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, 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		

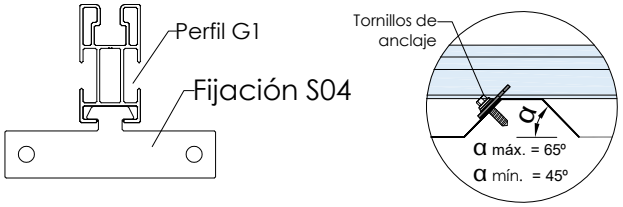
1. El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de DC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.
2. Cualquier voltaje de entrada de DC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.
3. SUN2000-30~40KTL-M3 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).

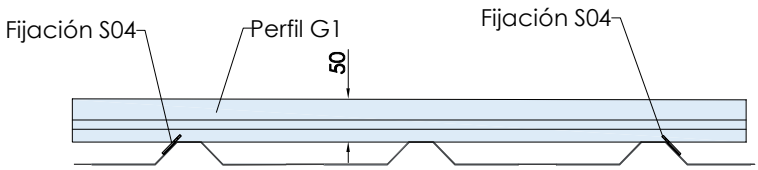
Ficha técnica

Soporte coplanar continuo fijación a chapa metálica

04V







- Soporte coplanar para anclaje al lateral de la chapa
- Válido para cubiertas metálicas
- La fijación incluye junta de estanqueidad y tornillos de anclaje autorroscantes con arandela de sellado sin necesidad de pretaladro.
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.

Solo una fijación por greca. Las fijaciones de la parte izquierda del perfil, se ubican en el lado izquierdo de la greca hasta llegar al punto medio, a partir de aquí, a la derecha de la greca.

Viento:	Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)
Materiales:	Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6 Tornillería presores: Acero inoxidable A2-70 Tornillería fijación: S44 Cincado autorroscante

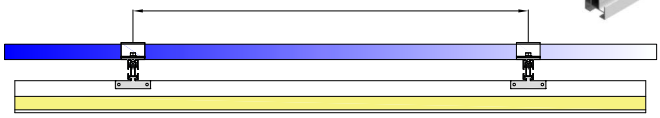
Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.
Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

Carga de nieve: 40 kg/m²

Para la distancia de anclajes de los módulos consultar ficha técnica del módulo

Perfil compatible G1





Dos opciones:

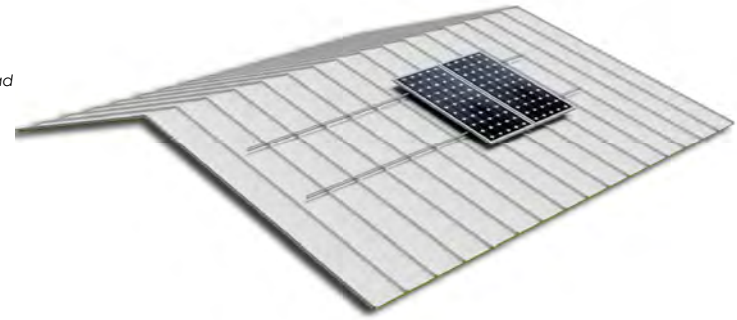
Para módulos de hasta **2279x1150 - Sistema Kit**

2279x1150 Kit (Ver página 2)

Para módulos de hasta **2400x1350 - Sistema PS**

2400x1350 PS (Ver página 3)



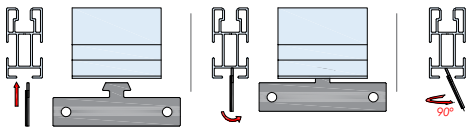


Perfiles paralelos a la cumbrera

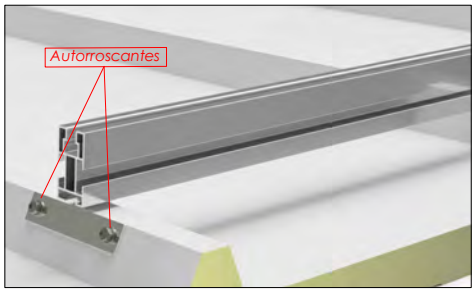
Paso 1: Introducir verticalmente el soporte en la ranura del perfil.

Paso 2: Una vez dentro, inclinar el soporte.

Paso 3: Por último, girar el soporte 90º

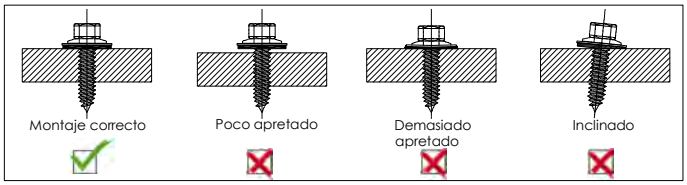


POSICIÓN FINAL



Par de apriete:

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm



Herramientas necesarias:

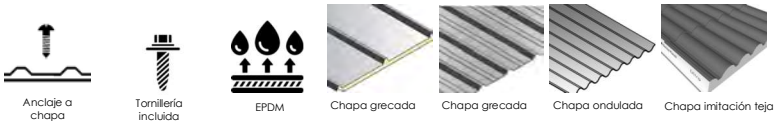


100% Reciclable

Marcado CE ES19/86524

Seguridad:





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

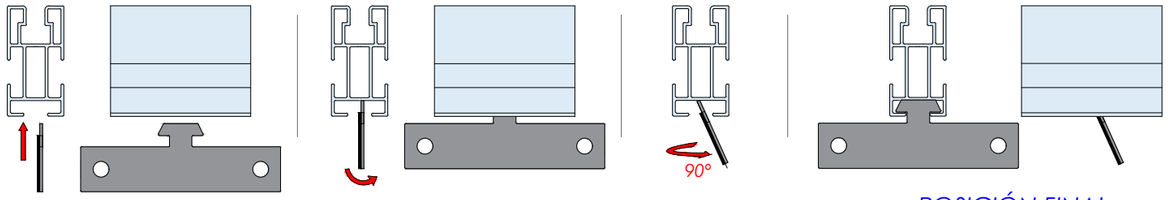
Soporte coplanar continuo fijación a chapa para cubierta metálica. Vertical. 04V

Introducir las fijaciones en la ranura del perfil

Paso 1: Introducir verticalmente el soporte en la ranura del perfil.

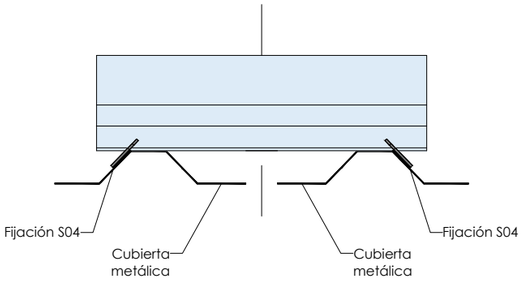
Paso 2: Una vez dentro, inclinar el soporte.

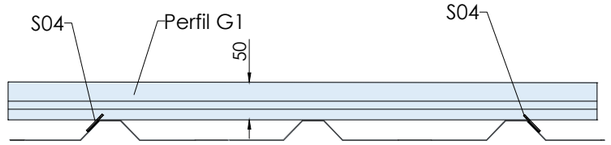
Paso 3: Por último, girar el soporte 90º



POSICIÓN FINAL

Repartir las fijaciones a la distancia correcta

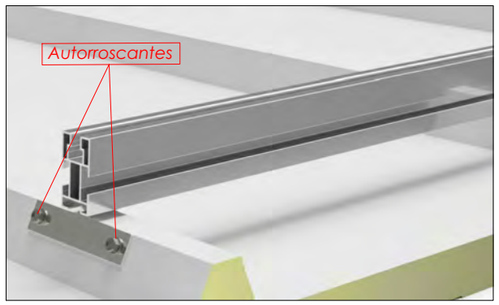




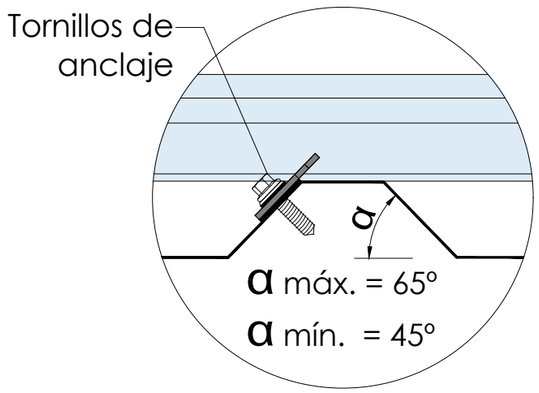
Las distancias de anclaje deben de adecuarse a los nervios de la cubierta

Solo una fijación por greca. Las fijaciones de la parte izquierda del perfil, se ubican en el lado izquierdo de la greca hasta llegar al punto medio, a partir de aquí, a la derecha de la greca.

Anclar las fijaciones a los nervios con autorroscantes



El soporte a chapa se fija a la chapa mediante 2 tornillos autorroscantes.

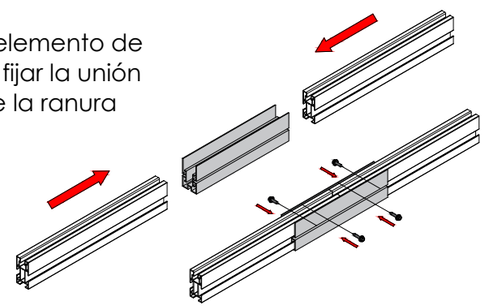


Unir los perfiles con las piezas UG1

Introducir los perfiles dentro del carril del del elemento de unión UG1 a través de las ranuras laterales. Y fijar la unión con los autorroscantes, siempre a la altura de la ranura lateral.

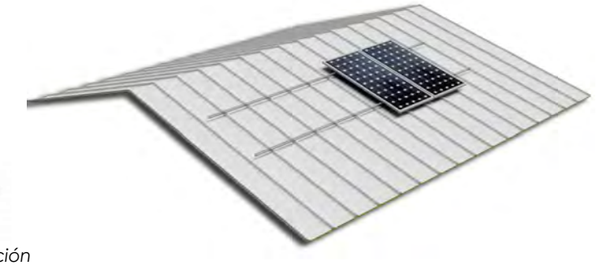


Métrica 4.2 / 4.8
(4 por unión)





2 por cada fijación
Métrica 6.3

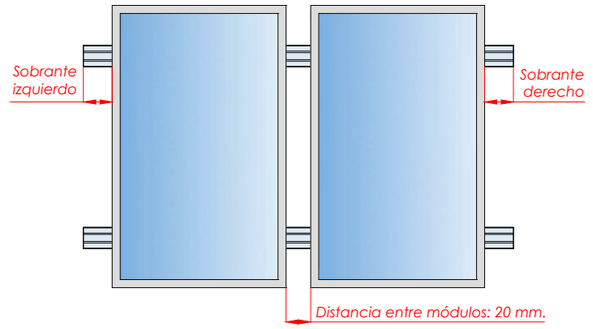


Perfiles paralelos a la cumbrera

Ubicar los módulos sobre los perfiles

Distribuir los módulos para que su colocación sea simétrica a lo largo del soporte, dejando la misma distancia de sobrante en los extremos.

Dejar una separación entre módulos de 20 mm para poner el presor central que fijará los módulos al perfil.

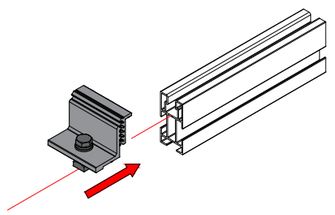


Fijación de los módulos con los presores y colocación de las tapas G1

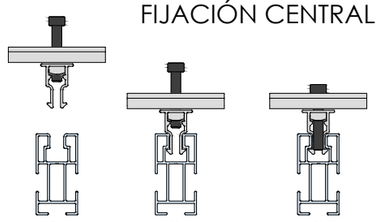




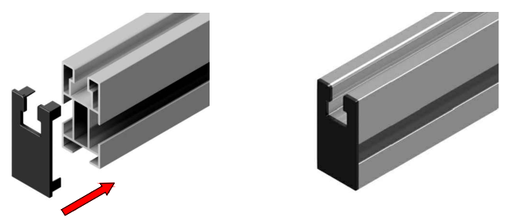
FIJACIÓN LATERAL



FIJACIÓN CENTRAL



1) Alinear presor con el perfil
2) Bajar hasta hacer clic
3) Roscar el tornillo.



Introducir tapas G1 (x4) en los 4 perfiles extremos del kit

PLANO DE MONTAJE

Tamaño máx.
2279x1150

100% Reciclable

Marcado
ES19/86524 CE

R1-01/21

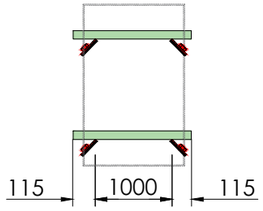
Nos reservamos el derecho a realizar modificaciones en el producto en cualquier momento sin aviso previo si desde nuestro punto de vista son necesarias para la mejora de la calidad. Las ilustraciones pueden ser sólo ejemplos y, por tanto, la imagen que aparece puede diferir del producto suministrado.

Nota:

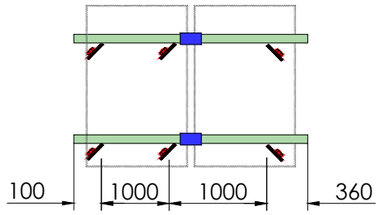
- Comprobar el buen estado de la cubierta y la capacidad portante de la misma
- Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada

Soporte coplanar continuo fijación a chapa para cubierta metálica. Vertical. 04V

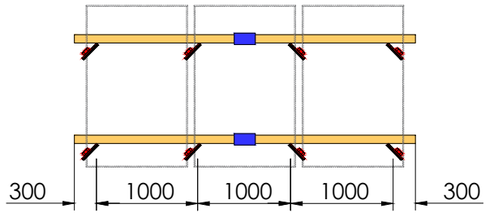
1



2



3



S04

Perfil G1 - 900

Perfil G1 - 1230

Perfil G1 - 1800

UG1

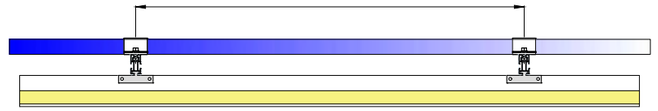
Par de apriete:

Tornillo Presor	*7 Nm*
Tornillo M8 Hexagonal	*20 Nm*
Tornillo M10 Hexagonal	*40 Nm*
Tornillo M6.3 Hexagonal	*10 Nm*
Tornillo M4.2/4.8 Hexagonal	*6 Nm*

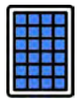




Distancia recomendada según fabricante de módulo fotovoltaico.

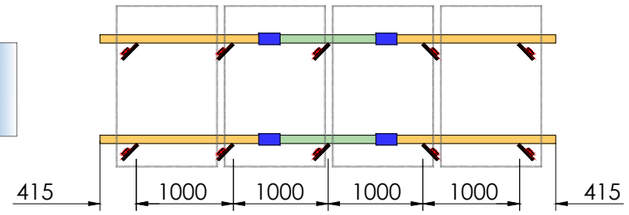


Revisar ficha técnica del módulo

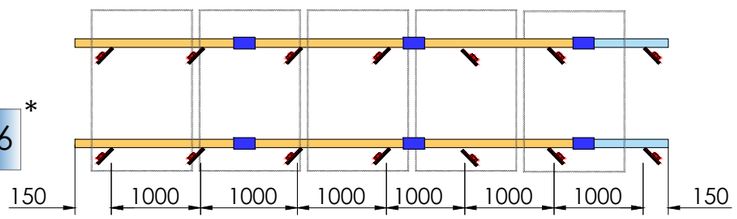


Tamaño máx. 2279x1150

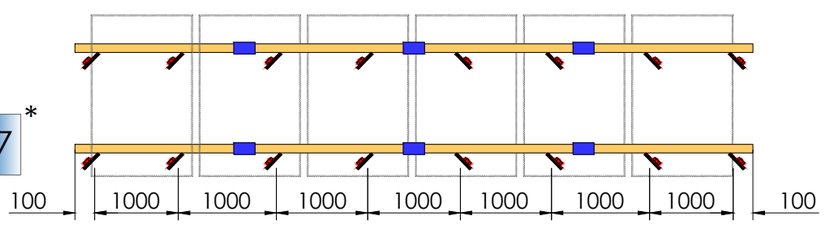
4



5 6 *



6 7 *





	S04	S10	S11	UG1	G1 - 900	G1 - 1230	G1 - 1800
04V1	4	4	-	-	-	2	-
04V2	6	4	2	2	-	4	-
04V3	8	4	4	2	-	-	4
04V4	10	4	6	4	-	2	4

04V5 - Válido para **6** módulos de hasta **1000 mm** de ancho (El kit incluye presores para el montaje de 6 módulos)

04V5	14	4	8 + 2	6	2	-	6

04V6 - Válido para **7** módulos de hasta **1000 mm** de ancho (El kit incluye presores para el montaje de 7 módulos)

04V6	16	4	10 + 2	6	-	-	8

CARACTERÍSTICAS DEL MONTAJE



Marcado CE ES19/86524

Nos reservamos el derecho a realizar modificaciones en el producto en cualquier momento sin aviso previo si desde nuestro punto de vista son necesarias para la mejora de la calidad. Las ilustraciones pueden ser sólo ejemplos y, por tanto, la imagen que aparece puede diferir del producto suministrado.

STM21025P15S/4

CAJA CONEXIÓN 1000VDC 4 MPPT (2 STRING X MPPT) FUS 15A SECCIONADOR 25A + PST-II (8 ENT./8 SAL.) SALIDAS INDIVIDUALES



Código	029STM21025P15S/4
EAN	8430892303163
Descripción de producto	Caja conexión PV modular para 4MPPT, 2 strings independientes x mppt (8 entradas, 8 salidas) base y fusible 15A gPV + seccionadores 2 circuitos 25A + protectores sobretensión clase II tensión máxima de 1000Vdc, para realizar instalaciones con toda seguridad. Caja en ABS+PC de doble aislamiento clase II apto para uso exterior con una elevada resistencia a los golpes (IK08). Dimensiones de 586x418x148mm.

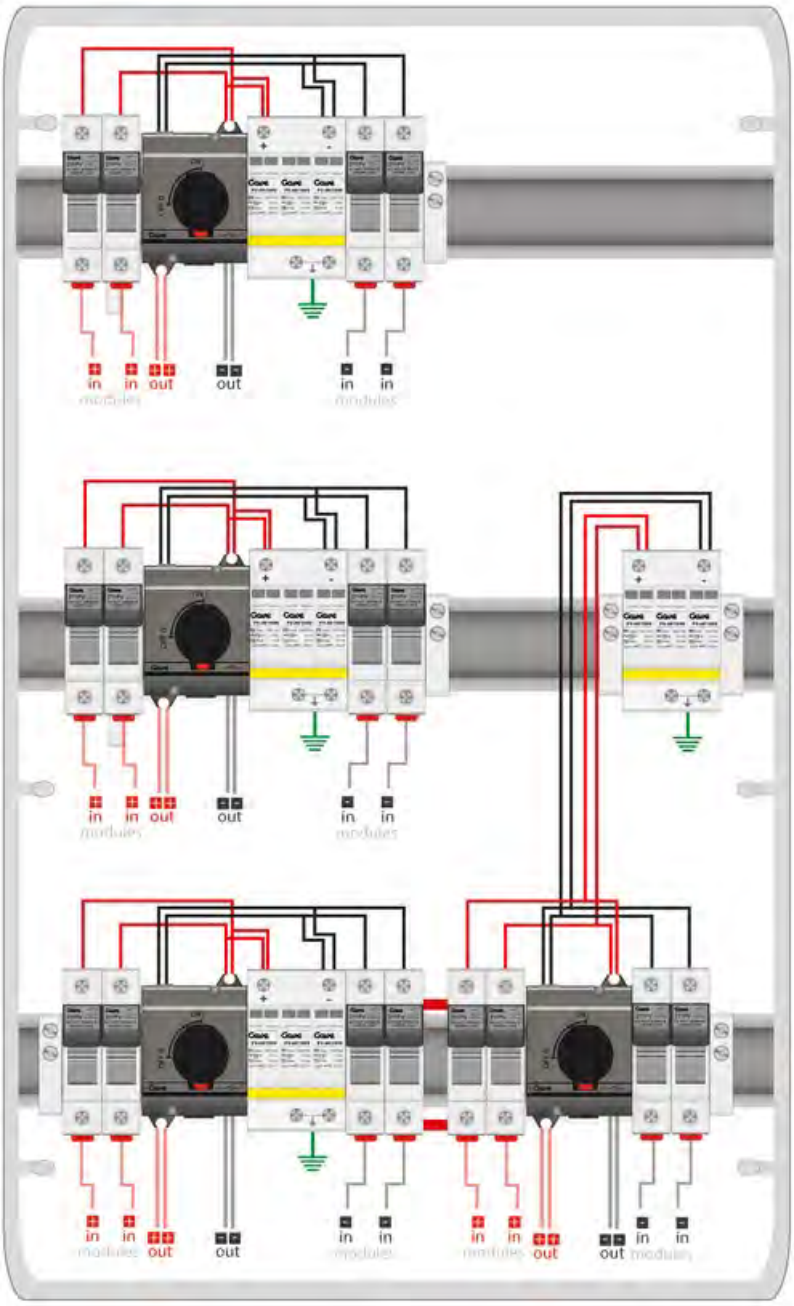
Datos técnicos cajas combinadoras

Tensión	1000 V DC
Protección sobretensiones	Tipo II
Intensidad Entradas	4X25A
Nº de strings por seguidor	2
Número de seguidores MPPT	4
Intensidad fusible	15
Protección sobretensiones (código)	4 x PST31PV
Protección sobretensiones (tipo)	II
Tensión de régimen perm. máx. (Ucpv)	1060 VDC
Corriente de descarga nominal (In)	20 kA
Corriente de descarga máx. (Imax)	40 kA
Nivel de protección a In (Up)	3,6 kV
Protección IP	IP65 - IEC 60529
Protección a los golpes IK	IK08 - IEC 62262
Normas	IEC EN 6143-1/2

Dimensiones

Alto producto	586 mm
Ancho producto	418 mm
Largo producto	148 mm

Conexión



ACT80SDA

CAJA CONEXION AC 80A TRIFASICA DIF.TIPO A 30MA



Código	029ACT80SDA
EAN	8430892316583
Descripción de producto	Caja modular de conexión equipada con protección automático, diferencial y sobretensiones. Interruptor automático 3 polos + neutro 80A curva C poder de corte 6kA - UNE-EN 60898-1. Interruptor diferencial tetrapolar tipo A sensibilidad 30mA para corrientes alternas con componentes de continua, protegido contra disparos intempestivos 0,25kA, UNE-EN 61008-1. Protector de sobretensiones Clase II In 20kA Imax 40kA Up 1,5kV UNE-EN 61643-11 con protección fusible asociada. Caja en policarbonato de doble aislamiento clase II apto para uso exterior con una elevada resistencia a los golpes (IK08). Dimensiones de 286x418x148mm

Datos técnicos cajas combinadoras

Interruptor automático	80 A
Curva	C
Poder de corte EN 60898-1	6 kA
Diferencial tipo	A - 30mA (EN 61008-1)
Salida AC inversor	3P+N
Protección sobretensiones	Class II
Protección sobretensiones (código)	PSTC440
Protección sobretensiones (tipo)	II
Corriente de descarga nominal (In)	20 kA
Corriente de descarga máx. (Imax)	40 kA
Nivel de protección a In (Up)	1.5 kV
Protección IP	IP65 - IEC 60529
Protección a los golpes IK	IK08 - IEC 62262

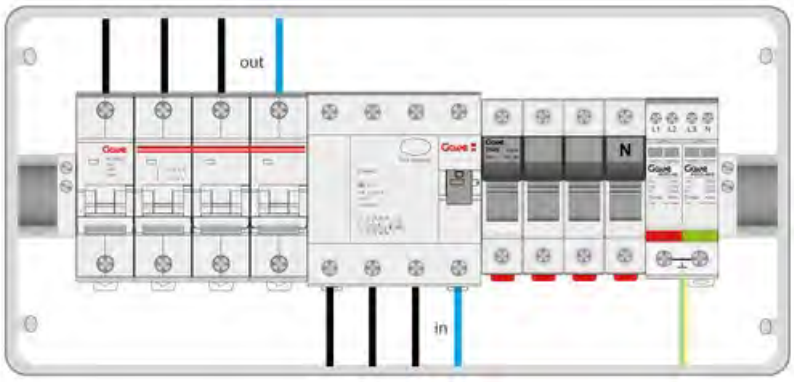
Dimensiones

Alto producto	286 mm
Ancho producto	418 mm
Largo producto	148 mm

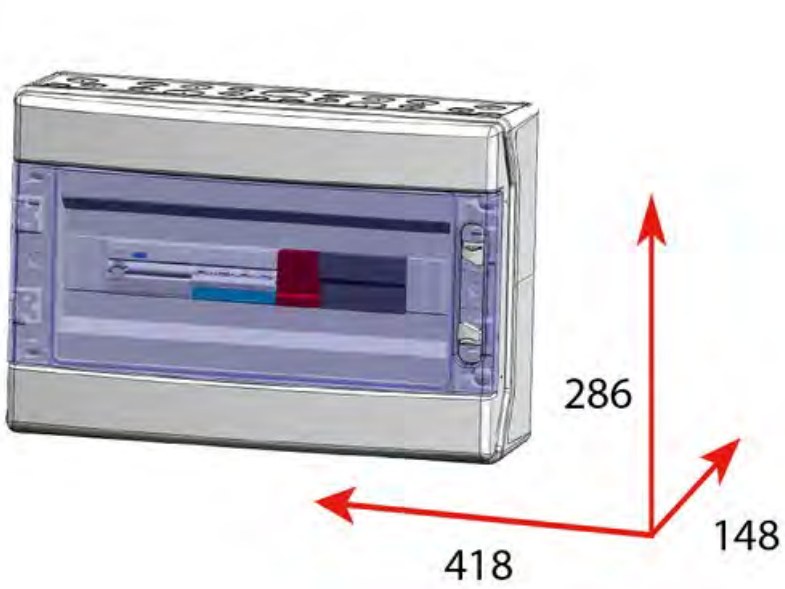
Datos logísticos

Código arancelario TARIC	85371098

Conexión



Dimensiones



Smart Power Sensor





Preciso

Precisión de medición: Clase 1

Fácil y sencillo

Pantalla LCD, fácil de configurar y comprobar

Energía eficiente

Consumo general de energía ≤ 1.5 W

Especificaciones Técnicas	DTSU666-HW/YDS60-80
	Datos Generales
Dimensiones (A x A x P)	100 x 72 x 80 mm
Tipo de montaje	Carril DIN35
Peso (incluidos los cables)	< 0.5 kg
	Fuente de alimentación
Tipo de red eléctrica	3P4W/3P3W
Tensión de entrada (por fase)	90 ~ 500 Vac
Consumo de potencia	≤ 1.5 W
	Rango de medición
Tensión de línea	90 Vac ~ 1000 Vac (> 500 con TP adicional[1])
Tensión de fase	52~577 Vac
Corriente	0 ~ 80 A(>80 con CT externo[2])
	Precisión de medición
Tensión / Corriente	±0.5 %
Potencia / Energía	±1 %
Frecuencia	±0.01 Hz
	Comunicación
Interfaz	RS485
Velocidad de transmisión	4800/9600/19200/115200 (por defecto 9600bps)
Protocolo de comunicación	Modbus-RTU
	Condiciones de operación
Rango de temperatura de operación	-25 ℃ ~ 60 ℃
Rango de temperatura de almacén	-40 ℃ ~ 70 ℃
Humedad de operación	5 %RH ~ 95 %RH (sin condensación)
	Otros
Accesorios	Cable RS485 (10 m)

*1 La tensión del secundario delCT debe ser de 100V. Y la precision debe ser mayor a una Clase 0.5.
*2 La corriente del secundario del CT debe ser de 1A o 5A. Y la precision debe ser mayor a una Clase 0.5.

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

ECO CABLE

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



CPR COMPLIANT

C_{ca} CPR

C_{ca}-s1b,d1,a1

Nº DoP 1003875

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

AENOR CABLE ELÉCTRICO

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

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

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

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

Baja emisión de humos
UNE-EN 50399

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

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

Baja emisión de calor
UNE-EN 50399

Reducido Desprendimiento De gotas / partículas Inflamadas
UNE-EN 50399

Resistencia a la absorción del agua

Resistencia al frío

Cable flexible

Resistencia a los rayos ultravioleta

AFUMEX AS
Alta seguridad

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

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

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

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

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

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



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

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

Aplicaciones

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

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

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

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

NOTA: para tuneles ferroviarios consultar a Prysmian. La normativa europea exige clase $B2_{ca}$ -s1a, d1, a1.

Construcción

1. Conductor
Metal: cobre recocido.
Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Aislamiento
Material: mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.
Colores: marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1. Unipolares color natural.

3. Elemento separador
Capa especial antiadherente.

4. Relleno (si aplica)
Material: mezcla LSOH libre de halógenos.

5. Cubierta
Material: mezcla especial libre de halógenos tipo AFUMEX UNE 21123-4.
Color: verde.

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

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



Datos técnicos

Número de conductores x sección (mm²)	Espesor de aislamiento (mm) (1)	Diámetro exterior (mm) (1)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (2) (A)	Intensidad admisible enterrado (3) (A)	Caída de tensión (V/A km) (2)	
							cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
1 x 1,5	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1 x 2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1 x 4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1 x 6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1 x 10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1 x 16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1 x 50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1 x 95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1 x 120	1,2	21,3	1240	0,16	350	230	0,34	0,36
1 x 150	1,4	23,4	1529	0,12	401	260	0,27	0,31
1 x 185	1,6	25,6	1826	0,10	460	291	0,22	0,26
1 x 240	1,7	28,6	2383	0,08	545	336	0,17	0,22
1 x 300	1,8	31,3	2942	0,06	630	380	0,14	0,19
1 x 400	2	36	3921	0,05		446	0,11	0,17
2 x 1,5	0,7	10	134	13,3	23	24	30,98	24,92
2 x 2,5	0,7	10,9	169	7,98	32	32	18,66	15,07
2 x 4	0,7	11,8	213	4,95	44	42	11,68	9,46
2 x 6	0,7	12,9	271	3,3	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0,7	15,2	399	1,91	78	70	4,67	3,84
2 x 16	0,7	17,7	566	1,21	104	91	2,94	2,45
2 x 25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	135	116	1,86	1,59
2 x 35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	168	140	1,34	1,16
2 x 50	1	Consultar	Consultar	0,38	204	166	0,99	0,88
3 G 1,5	0,7	10,4	150	13,3	23	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	11,4	193	7,98	32	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	12,4	250	4,95	44	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	13,6	324	3,3	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	16	486	1,91	78	70	4,67	3,84
3 G 16	0,7	18,7	696	1,21	104	91	2,94	2,45
3 x 25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	115	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	143	117	1,17	1,01
3 x 50	1	Consultar	Consultar	0,38	174	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	Consultar	Consultar	0,27	223	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	Consultar	Consultar	0,20	271	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	Consultar	Consultar	0,16	314	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	Consultar	Consultar	0,12	359	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	Consultar	Consultar	0,10	409	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	Consultar	Consultar	0,08	489	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	Consultar	Consultar	0,06	549	380	0,14	0,18.../...

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).
→ XLP3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
→ XLP2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
→ XLP3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m /W.
→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
→ XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

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

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

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



Datos técnicos

Número de conductores x sección (mm²)	Espesor de aislamiento (mm) (1)	Diámetro exterior (mm) (1)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Intensidad admisible al aire (2) (A)	Intensidad admisible enterrado (3) (A)	Caída de tensión (V/A km) (2) y (3)	
							cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
.../... 3 x 25/16	0,9/0,7	Consultar	Consultar	0,780/1,21	115	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0,9/0,7	Consultar	Consultar	0,554/1,21	143	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1,0/0,9	Consultar	Consultar	0,386/0,780	174	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1,1/0,9	Consultar	Consultar	0,272/0,554	223	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1,1/1,0	Consultar	Consultar	0,206/0,386	271	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1,2/1,1	Consultar	Consultar	0,161/0,272	314	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1,4/1,1	Consultar	Consultar	0,129/0,272	359	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1,6/1,1	Consultar	Consultar	0,106/0,206	409	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1,7/1,2	Consultar	Consultar	0,0801/0,161	489	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1,8/1,4	Consultar	Consultar	0,0641/0,129	549	380	0,14	0,18
4 G 1,5	0,7	11,2	173	13,3	20	21	26,94	21,67
4 G 2,5	0,7	12,3	227	7,98	28	27	16,23	13,1
4 G 4	0,7	13,4	298	4,95	38	35	10,16	8,23
4 G 6	0,7	14,7	391	3,3	49	44	6,87	5,59
4 G 10	0,7	17,5	593	1,91	68	58	4,06	3,34
4 G 16	0,7	20,4	855	1,21	91	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	24,3	1267	0,78	115	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	28,4	1792	0,55	143	117	1,17	1,01
4 x 50	1,0	32,5	2439	0,38	174	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	37,1	3359	0,27	223	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	41,2	4276	0,20	271	202	0,43	0,42
4 x 120	1,2	46,7	5500	0,16	314	230	0,34	0,35
4 x 150	1,4	51,8	6750	0,12	359	260	0,28	0,3
4 x 185	1,6	57,6	8172	0,10	409	291	0,22	0,26
4 x 240	1,7	64,4	10642	0,08	489	336	0,17	0,21
5 G 1,5	0,7	12	202	13,3	20	21	26,94	21,67
5 G 2,5	0,7	13,3	266	7,98	28	27	16,23	13,1
5 G 4	0,7	14,5	351	4,95	38	35	10,16	8,23
5 G 6	0,7	16	467	3,3	49	44	6,87	5,59
5 G 10	0,7	19	711	1,91	68	58	4,06	3,34
5 G 16	0,7	22,2	1028	1,21	91	75	2,56	2,13
5 G 25	0,9	26,6	1529	0,78	115	96	1,62	1,38
5 G 35	0,9	31,4	2169	0,55	143	117	1,17	1,01
5 G 50	1,0	35,2	2969	0,38	174	138	-	-

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).
→ XLP3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
→ XLP2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
→ XLP3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m /W.
→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
→ XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

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

Cable Prysun™ Photovoltaico

Resistencia y alto rendimiento de sol a sol para su instalación fotovoltaica.



Prysmian

A brand of the Prysmian Group

Cable Prysun™ Photovoltaico

Cables libres de humo y halógenos para sistemas fotovoltaicos con voltaje nominal 0.6 / 1 kV AC (1.8 kV DC).





Aplicación

Los cables Prysun™ se usan en la interconexión de paneles fotovoltaicos, entre los paneles y la caja de conexiones, y se pueden usar entre las cajas y el inversor. Tienen un alto grado de fiabilidad debido a su estabilidad térmica, resistencia a la humedad y a los rayos UV. Soportar temperaturas de hasta 120 ° C. Su composición libre de halógenos garantiza la seguridad de las personas y el medio ambiente.



Descripción para la compra

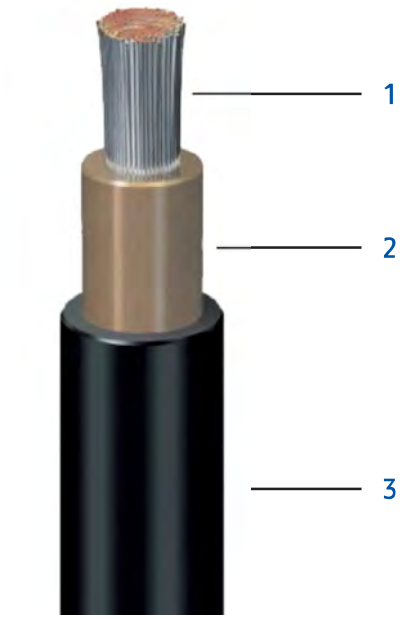
Cable eléctrico para sistemas fotovoltaicos de hasta 1,8 kV CC, compuesto por un conductor de cobre estañado, temple suave, tendido extra flexible clase 5, aislamiento termoestable sin halógeno y cubierta termoestable libre de halógeno resistente a los rayos UV. Cumple con los requisitos de rendimiento de las normas EN 50618, NBR 16612 e IEC 62930.

Referencia

Cable Prysun™ (sección) mm²
(#color) (# número de pieza).

Modo de Instalación

- Al aire libre (protegido o expuesto al sol);
- En conducto directamente enterrado;
- En conducto no metálico en la pared.



Construcción:

1 • CONDUCTOR:
Cobre estañado flexible, encordado de clase 5, según ABNT NBR NM 280.

2 • AISLAMIENTO:
Elastómero termoestable sin halógenos.

3 • CUBIERTA:
Elastómero termoestable sin halógenos.
Colores disponibles: rojo y negro.
Otros colores bajo pedido.

Temperatura de funcionamiento:

- 120 ° C en funcionamiento (hasta 20,000 horas);
- 90 ° C en servicio continuo;
- 250 ° C en corto circuito.

Nota: El cable puede funcionar durante un máximo de 20,000 horas a una temperatura de 120 ° C en el conductor con una temperatura ambiente máxima de 90 ° C.

Caracteristicas

- Operación a temperaturas ambientales de - 40° C a 90 ° C;
- Admite hasta 20,000 horas de operación con temperatura del conductor a 120 ° C;
- Vida esperada de 25 años;
- Protecciones contra acciones ambientales (rayos UV, calor húmedo y ozono);
- Resistente a soluciones ácidas y alcalina;
- Retardante a la llama - IEC 60332-1;
- Libre de halógenos y baja emisión de humos;
- Resistente a la presencia de agua: Clasificación AD7 (inmersión intermitente) .

Estándares de construcción para el cable

NBR 16612, EN 50618, IEC 62930.

Estándares adecuados para la instalación

NBR 16690.

Voltaje clasificado

1.8 kV DC (máximo), 1.5 kV DC (nominal) - equivalente a 0.6 / 1 kV AC.

Embalaje

- Carretes de madera para todas las secciones.
- Otros paquetes bajo pedido.

Identificación

- Color de la chaqueta: negro o rojo.
- Otros colores bajo pedido.

Dimensional

Sección (mm²)	Diámetro del conductor (mm)	Espesor de aislamiento (mm)	Espesor de la chaqueta (mm)	Externo max.diámetro (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio de curvatura mínimo (mm)
2,5	1,94	0,7	0,8	5,3	45	24
4	2,37	0,7	0,8	5,8	60	26
6	2,91	0,7	0,8	6,3	80	30
10	3,88	0,7	0,8	7,9	120	35
16	5,01	0,7	0,9	9,6	180	40
25	6,3	0,9	1	11,6	290	50
35	7,4	0,9	1,1	13,2	390	56
50	8,9	1	1,2	15,2	550	65
70	11,2	1,1	1,2	17,2	750	75
95	12,5	1,1	1,3	19,1	980	83
120	14,2	1,2	1,3	21,2	1.200	92
150	16,3	1,4	1,4	23,7	1.510	129
185	18,3	1,6	1,6	26,1	1.910	144
240	20,1	1,7	1,7	29,6	2.390	162

Nota: Otras secciones bajo pedido.

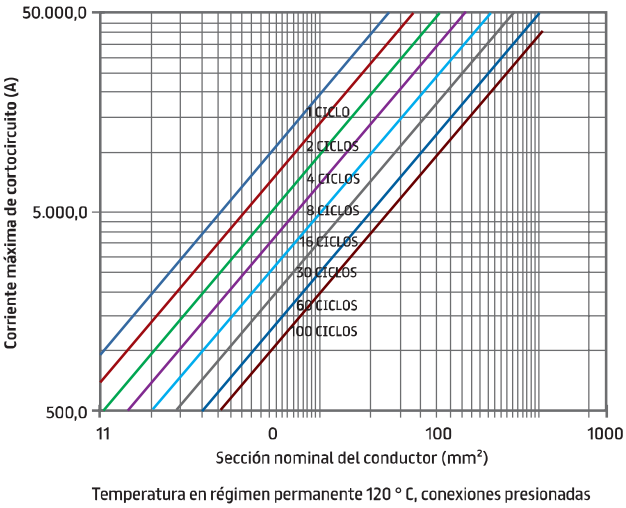
Datos eléctricos

Corriente de cortocircuito

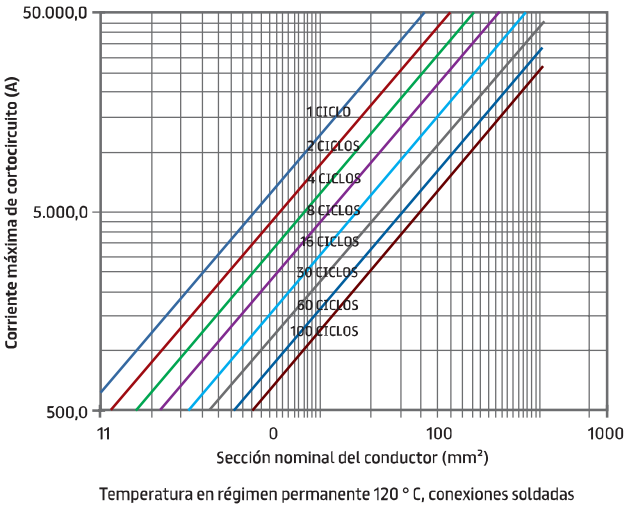
$$I = 226 \cdot S \cdot \sqrt{\frac{1}{t} \cdot \ln \frac{\theta_f + 234{,}5}{354.5}}$$

I = corriente de cortocircuito, en amperios
S = sección del conductor en mm²
t = tiempo de duración del cortocircuito en segundos
θ_f = temperatura máxima que el conductor puede alcanzar en el cortocircuito
- Para conexiones presionadas, θ_f = 250°C
- Para conexiones soldadas, θ_f = 160°C

Corriente de cortocircuito



Temperatura en régimen permanente 120 ° C, conexiones presionadas



Temperatura en régimen permanente 120 ° C, conexiones soldadas

Datos eléctricos

Sección nominal	Conductor resistencia eléctrica máxima CC a 20 ° C	Caída de voltaje de CC a temperatura máxima Rango de operación de 120 ° C	Capacidad de conducción actual (A)			
mm²	Ω/km	V/A.km	(1)	(2)	(3)	(4)
1,5	13,7	38,17	22	20	26	22
2,5	8,21	22,87	29	26	35	29
4	5,09	14,18	39	35	46	37
6	3,39	9,445	49	44	58	46
10	1,95	5,433	68	61	80	64
16	1,24	3,455	89	79	106	83
25	0,795	2,215	117	104	139	107
35	0,565	1,574	145	128	172	133
50	0,393	1,095	181	159	215	163
70	0,277	0,772	224	196	267	-
95	0,21	0,585	267	233	319	-
120	0,164	0,457	311	271	373	-
150	0,132	0,368	355	308	426	-
185	0,108	0,301	402	347	483	-
240	0,082	0,228	477	411	575	-
300	0,065	0,182	548	471	662	-
400	0,050	0,138	652	558	790	-

[1] Dos cables al aire libre, cables expuestos al sol, colocados horizontalmente, temperatura ambiente de 60 ° C y temperatura del conductor de 120 ° C durante un máximo de 20,000 horas.

[2] Dos cables al aire libre, cables expuestos horizontalmente uno frente al otro, temperatura ambiente de 40 ° C y temperatura del conductor de 90 ° C.

[3] Dos cables al aire libre, expuestos al sol, cables colocados horizontalmente, temperatura ambiente de 20 ° C y temperatura del conductor de 90 ° C.

[4] Dos cables instalados en un conducto no metálico montado en la pared, temperatura ambiente de 30 ° C y temperatura del conductor de 90 ° C.

La caída de voltaje se ha establecido en la temperatura máxima del conductor. Multiplicar los valores dados por el valor de la corriente eléctrica y la longitud de cada polo en metros, tiene un valor aproximado de caída de voltaje en voltios.

Factor de corrección para cables instalados al aire libre, temperatura ambiente distinta de 30 ° C

Temperatura ambiente (°C)	5	10	15	20	25	35	40	45	50
Factor	1,19	1,15	1,12	1,08	1,04	0,96	0,91	0,87	0,82

Cable Prysun™ Fotovoltaico

Prysmian Group
Prysmian Cabos e Sistemas do Brasil S.A.
Avenida Pirelli 1.100
18.103-085 - Sorocaba - SP - Brasil

Centro de relaciones
+55 15 3500 0530
vendas@prysmiangroup.com

Asistencia técnica
webcabos@prysmiangroup.com
prysmiangroup.com.br

A Prysmian reserva-se no direito de modificar sem aviso prévio as características técnicas, pesos e dimensões apresentadas neste catálogo, sempre respeitando os valores nas normas citadas. A Prysmian não se responsabiliza por danos pessoais ou materiais decorrentes do uso inadequado e/ou negligente das informações contidas neste catálogo. Recomendamos que consulte um profissional habilitado para o correto dimensionamento do seu projeto. Imagens meramente ilustrativas.

DESCARTE: ao final de sua utilização, o produto deverá ser descartado de acordo com a legislação ambiental vigente em seu País/Estado.

Prysmian

A brand of the Prysmian Group

Ficha técnica
Data sheet / Fiche technique

AISCAN TMEG

2025/01
Revisión 1 / *Revision 1* / *Révision 1*

Tubo metálico enchufable galvanizado en caliente
***Hot-Dip Galvanized conduit** / Tube métallique lisse galvanisé à chaud*



Ref	Ø ext	Ø int (min)	↔ (mm)	○		
TMEG16	16 +0 -0,3	14 +0 -0,3	3000 +10 -5	1	19	1
TMEG20	20 +0 -0,3	18 +0 -0,3	3000 +10 -5	1	10	1
TMEG25	25 +0 -0,4	23 +0 -0,4	3000 +10 -5	1	10	1
TMEG32	32 +0 -0,4	29,6 +0 -0,4	3000 +10 -5	1,2	7	1
TMEG40	40 +0 -0,4	37,6 +0 -0,4	3000 +10 -5	1,2	5	1
TMEG50	50 +0 -0,5	47,2 +0 -0,5	3000 +10 -5	1,5	5	1
TMEG63	63 +0 -0,6	60 +0 -0,6	3000 +10 -5	1,5	3	1

↔ Longitud / *Length* / *Longueur*

○ Espesor pared tubo / *Wall thickness* / *Épaisseur de paroi du tube*

Barras por mazo / *Pipe bundle* / *Tubes par botte*

Etiqueta / *Label* / *Étiquette*

Composición: Acero / *Composition: Steel* / *Composition : Acier*

Características según norma **UNE-EN/IEC 61386-21** Cód. 555711544010-0
***Characteristics according to UNE-EN/IEC 61386-21** / Caractéristiques selon la norme UNE-EN/IEC 61386-21*

-45 +400°C	>4000 N	>20,4J a -45°C	IP54	no	alta
-45 +400°C	*>4000 N*	*>20,4J to -45°C*	*IP54*	*no*	*high*
-45 +400°C	*>4000 N*	*>20,4J à -45°C*	*IP54*	*non*	*élevée*

Temperatura de uso / *Operating temperature* / *Température d'utilisation*

Resistencia a la compresión / *Compression resistance* / *Résistance à la compression*

Resistencia al impacto / *Impact strength* / *Résistance à l'impact*

Influencias externas / *IP protection* / *Influences externes*

Propagador de la llama / *Flame spreader* / *Propagateur de la flamme*

Resistencia a la corrosión / *Corrosion resistance* / *Résistance à la corrosion*

Rígido / *Rigid* / *Rigide*

Galvanizado en caliente según norma UNE-EN ISO 1461 / *Hot dip galvanised in according to UNE-EN ISO 1461 / Galvanisé à chaud selon UNE-EN ISO 1461*

Material: Acero laminado en frío de bajo contenido en carbono calidad tipo DC 03 según norma EN-10130 / *Cold-rolled low carbon steel, grade DC 03 according to standard EN-10130 / Acier laminé à froid à faible teneur en carbone, qualité type DC 03 selon la norme EN-10130*

AISCAN TMEG

2025/01
Revisión 1 / *Revision 1* / *Révision 1*

Características de etiquetado
Characteristics label / Caractéristiques de l'étiquetage

- Cada mazo lleva etiqueta indicativa de: Tipo, nominal, cantidad de metros, norma aplicable, marcado "CE", instrucciones de manipulación y almacenamiento, código de barras EAN-13, fecha, nº de control y línea de fabricación.
- En cada tira se especifica: tipo, nominal, norma aplicable, código, fecha, hora y línea de fabricación y marcado "CE".
- *Each label indicates: Type, nominal, number of meter, standard UNEEN applied, "CE" marked, storage and use instructions, bar code EAN-13, date, control number and manufacture line.*
- *Each tube bar indicates: type, nominal, standard UNE-EN applied, code, date, hour, manufacture line and "CE" marked.*
- *Chaque rouleau est indicative de : Type, nominale, nombre de mètres, norme, marquage "CE", instructions pour la manutention et l'entreposage, code à barres EAN-13, date, pas de contrôle et la ligne de fabrication.*
- *Dans chaque tube est spécifique : Type, nominale, norme applicable, code, date, heure et ligne de fabrication et de marquage "CE".*

Accesorios a utilizar
Accessories to use / Accessoires à utiliser

- MTMEG (Obturando uniones) / *MTMEG (Shutter unions)* / *MTMEG (Remplissage des joints)*

Características de instalación
Installation features / Caractéristiques d'installation

- La instalación de este producto se realizará según instrucciones del R.E.B.T.
- *The installation of this product shall be carried out according to the instructions of the R.E.B.T.*
- *L'installation de ce produit sera réalisée selon les instructions du R.E.B.T.*

- Aiscan, S.L. recomienda el uso exclusivo de este tipo de material por parte de profesionales.
- *Aiscan, S.L. recommends the exclusive use of this type of material by professionals.*
- *Aiscan, S.L. recommande l´usage exclusif de ce type de matériel par des professionnels.*

Copia no controlada. Esta información puede ser modificada por Aiscan sin previo aviso / *Uncontrolled copy. This information may be modified by Aiscan without prior notice* / *Copie non contrôlée. Cette information peut être modifiée par Aiscan sans préavis.*