



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA


ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial
y Diseño Industrial

Instalación fotovoltaica de 515 kWp para autoconsumo sin
compensación conectada a la red interior de una industria
situada en Noblejas (Toledo)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Eléctrica

AUTOR/A: Cebrián Pérez- Almazan, David

Tutor/a: Fort Gadea, Vicente José

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

*INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 515
kWp PARA AUTOCONSUMO SIN
COMPENSACIÓN CONECTADA A LA RED
INTERIOR DE UNA INDUSTRIA SITUADA
EN NOBLEJAS (TOLEDO)*

ALUMNO: DAVID CEBRIÁN PÉREZ-ALMAZÁN
TUTOR: VICENTE FORT GADEA



ASUNTO:

PROYECTO EJECUTIVO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA, SITUADA SOBRE UNA NAVE INDUSTRIAL, GENERADORA DE CORRIENTE ELÉCTRICA CONECTADA A LA RED INTERIOR DE 515.3 kW PARA AUTOCONSUMO SIN COMPENSACIÓN

RESUMEN EJECUTIVO:

SE REALIZA UN ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL DE NUEVA CONSTRUCCIÓN, CEÑIENDOSE A LO QUE INDICA EL CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN EN SU DOCUMENTO BÁSICO HE PARA EL AHORRO DE ENERGÍA, EN EL APARTADO HE 5, PUNTO 1 “ÁMBITO DE APLICACIÓN”, EN LA PÁGINA 35.

SITUACIÓN INSTALACIÓN:

*PARCELA 1-10-3A
NOBLEJAS 45350 (TOLEDO)*

AUTOR PROYECTO:

DAVID CEBRIÁN PÉREZ-ALMAZÁN

PETICIONARIO:

NOMBRE:

CIF:

DIRECCIÓN PETICIONARIO:

Contenido

1. Memoria	4
1.1. Objeto	4
1.1.1. Emplazamiento de la Instalación	4
1.1.2. Antecedentes	5
1.2. Reglamentos y Disposiciones Oficiales	5
1.3. Estudio de Necesidades.....	7
1.3.1. Clasificación y Características de las Instalaciones	7
1.3.1.1. Clasificación según riesgo de las dependencias de la actividad. Según la Instrucción I.T.C.-B.T. correspondiente.....	7
1.3.1.2. Locales con riesgo de incendio y explosión, según la instrucción I.T.C B.T. 029. Emplazamiento, zona y modo de protección	7
1.3.1.3. Locales húmedos, según I.T.C B.T. 030.....	7
1.3.1.4. Locales mojados, según I.T.C B.T. 030.....	7
1.3.1.5. Locales con riesgo de corrosión, según I.T.C. B.T. 030	8
1.3.1.6. Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión, según la instrucción I.T.C. B.T. 030	8
1.3.1.7. Locales a temperatura muy elevada, según I.T.C. B.T. 030.....	8
1.3.1.8. Locales a muy baja temperatura, según I.T.C. B.T. 030.....	8
1.3.1.9. Locales en los que existan baterías de acumuladores, según la instrucción I.T.C. B.T. 030	8
1.3.1.10. Estaciones de Servicio, Garajes y Talleres de reparación de vehículos, según I.T.C. B.T. 030.....	8
1.3.1.11. Locales de características especiales, según I.T.C. B.T. 030.....	8
1.3.2. Justificación del dimensionado.....	9
1.3.3. Ámbito de aplicación.....	9
1.3.4. Determinación de la potencia a instalar	9
1.4. Alternativas instalación fotovoltaica	10
1.4.1. Primera alternativa.....	10
1.4.2. Segunda alternativa.....	15
1.4.3. Justificación de la solución adoptada	19
1.5. Descripción de la instalación fotovoltaica	20
1.5.1. Módulos fotovoltaicos	21
1.5.2. Inversores	22
1.5.3. Producción – Análisis de los niveles de radiación	22
1.5.4. Estructura	23
1.5.5. Cableado	23



1.5.6.	Protecciones	24
1.5.7.	Puesta a tierra	24
1.5.8.	Sistema de monitorización y sistema antivertido	25
1.5.9.	Compatibilidad electromagnética.....	25
1.5.10.	Dispositivo antivertido	25
1.6.	Justificación de los componentes elegidos.....	27
1.6.1.	Configuración del campo fotovoltaico.....	27
1.6.2.	Cableado de Corriente Continua.....	29
1.6.3.	Cableado de Corriente Alterna	30
1.6.4.	Protecciones para el circuito de corriente continua	30
1.6.4.1.	Protección frente a contactos directos.....	30
1.6.4.2.	Aislamiento de las partes activas.....	30
1.6.4.3.	Protección mediante barreras, envolventes y obstáculos	31
1.6.4.4.	Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.....	31
1.6.4.5.	Protección contra contactos indirectos.....	31
1.6.4.6.	Protección contra sobrecargas	31
1.6.5.	Protecciones para el circuito de corriente alterna.....	32
1.6.5.1.	Protección frente a contactos directos.....	32
1.6.5.2.	Aislamiento de las partes activas.....	32
1.6.5.3.	Protección mediante barreras, envolventes y obstáculos	32
1.6.5.4.	Protección contra contactos indirectos.....	32
1.6.5.5.	Protección contra sobrecargas	32
1.6.6.	Protecciones propias del inversor.....	33
1.6.7.	Puesta a tierra	34
ANEXO I: CÁLCULO ELÉCTRICO DE LOS CONDUCTORES		35
ANEXO II: ESTUDIO ECONÓMICO		45
ANEXO III: INFORME DE PRODUCCIÓN		47
ANEXO IV: MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN		54
ANEXO V: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		60
ANEXO VI: ACTA Y PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN MARCHA.....		109
ANEXO VII: INFOGRAFÍA Y BIBLIOGRAFÍA.....		128
2.	PLANOS	131
3.	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	136
4.	PRESUPUESTO	148
5.	FICHAS TÉCNICAS.....	150

1. Memoria

1.1. Objeto

El objeto del proyecto es la construcción e instalación de una planta solar fotovoltaica de 515.3 kW pico en la cubierta de nave por requerimiento del Código Técnico de Edificación.

El presente proyecto engloba una descripción completa de las características técnicas de la Instalación Solar Fotovoltaica, comprendiendo la configuración eléctrica, así como los equipos y cableado a instalar.

1.1.1. Emplazamiento de la Instalación

La parcela se encuentra en el Parque Tecnológico Lineal (PTL), parcela 1-10-3ª, ubicada en el término municipal de NOBLEJAS, en la provincia de TOLEDO.

Los datos geográficos son:

- Latitud: 39. 981642º N
- Longitud: -3. 448516º E
- Altitud: 735 m

En los planos se indica con más detalle la localización de la instalación.



Ilustración 1 - Ubicación instalación fotovoltaica (Fuente: Google Maps)

1.1.2. Antecedentes

Este documento describe un sistema solar fotovoltaico de autoconsumo sin excedentes, que consta de una potencia de 515.3 kWp de potencia de campo fotovoltaico.

El funcionamiento básico de este sistema consiste en la producción de energía eléctrica para autoconsumo mediante un conjunto de inversores que transforman la corriente continua en alterna trifásica, acoplándose perfectamente a la red eléctrica a través de controladores electrónicos internos del equipo. Estos cuentan asimismo con las protecciones necesarias, las cuales se describen en el apartado referido a las características técnicas de los equipos.

Este proyecto justifica el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación que regula en su Documento Básico HE Ahorro de energía en sus secciones HE 4 y HE 5 la contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

Este proyecto se registrará en su tramitación por lo prescrito en el RD 900/2015 donde se describen las características técnicas de las instalaciones de autoconsumo y por el **RD 244/2019**, que actualiza lo especificado en el RDL 15/2018 de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. El procedimiento de conexión y acceso está regulado en el RD 1699/2011 y en el RD 1955/2000.

En la ejecución de la instalación fotovoltaica, se respetará lo estipulado en el ITC-BT-40 sobre instalaciones generadoras de baja tensión y el Pliego de Condiciones Técnicas de instalaciones conectadas a red del IDAE.

1.2. Reglamentos y Disposiciones Oficiales

Toda la legislación y normativa aplicable al proyecto se enumera en el ANEXO 1. **NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE**. A continuación, se nombran los principales Reales Decretos y Leyes que se aplican al proyecto técnico.

- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus revisiones posteriores.
- Real Decreto 154/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación, así como sus modificaciones según RD450/2022 de 14 de junio de 2022.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 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.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de consumidores.
- 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 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsos lumbar, para los trabajadores
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 64/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 14/2014, de 26 de diciembre, de Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los Recursos Naturales.

1.3. Estudio de Necesidades

1.3.1. Clasificación y Características de las Instalaciones

El local sobre el que se proyecta la presente instalación se califica como un local de pública concurrencia, pero la instalación fotovoltaica, al situarse en la cubierta, se trata como un local húmedo, mojado y expuesto a grandes temperaturas.

1.3.1.1. Clasificación según riesgo de las dependencias de la actividad. Según la Instrucción I.T.C.-B.T. correspondiente.

La instalación fotovoltaica de **515,3 kWp** que se ha proyectado está clasificada según la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 314/2006, siendo una instalación generadora de energía eléctrica en Baja Tensión. Se trata de instalación solar fotovoltaica de Autoconsumo **SIN COMPENSACIÓN**.

1.3.1.2. Locales con riesgo de incendio y explosión, según la instrucción I.T.C B.T. 029. Emplazamiento, zona y modo de protección.

No procede al tratarse de una instalación solar fotovoltaica sobre una nave industrial.

1.3.1.3. Locales húmedos, según I.T.C B.T. 030

La instalación solar fotovoltaica al estar en intemperie sobre la cubierta de una nave industrial se clasifica como emplazamiento húmedo. Por tanto, se cumplirán las condiciones establecidas en el apartado 1 de la I.T.C. B.T. 030. En concreto, seguiremos lo indicado por la especificación "*OTROS SISTEMAS DE INSTALACIÓN NO DETALLADOS EN EL REGLAMENTO*", instalando cables RVK 0,6/1kV de tensión asignada, fijados a la superficie mediante una bandeja rejilla de acero galvanizado conectada a una toma de tierra equipotencial, como se especificará más adelante. En cuanto a lo establecido por el punto 1.2 de la misma instrucción, las conexiones del cableado serán realizadas mediante conectores MC4, que cuentan con IP67, asegurando estanqueidad ante situaciones de lluvia o humedad.

El resto de los apartados no son computables al presente proyecto.

1.3.1.4. Locales mojados, según I.T.C B.T. 030

La instalación solar fotovoltaica al estar en intemperie sobre la cubierta de una nave industrial se clasifica como emplazamiento mojado. Por tanto, se cumplirán las condiciones establecidas en el apartado 2 de la I.T.C. B.T. 030. Será de aplicación lo estipulado por la especificación "*OTROS SISTEMAS DE INSTALACIÓN NO DETALLADOS EN EL REGLAMENTO*", instalando cables RVK 0,6/1kV de tensión asignada, fijados a la superficie mediante una bandeja rejilla de acero galvanizado conectada a una toma de tierra equipotencial, como se especificará más adelante.

En cuanto a lo establecido por el punto 1.2 de la misma instrucción, las conexiones del cableado serán realizadas mediante conectores MC4, que cuentan con IP67, asegurando estanqueidad ante situaciones de lluvia o humedad.

El resto de los apartados no son computables al presente proyecto.

1.3.1.5. Locales con riesgo de corrosión, según I.T.C. B.T. 030

No procede.

1.3.1.6. Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión, según la instrucción I.T.C. B.T. 030

No procede.

1.3.1.7. Locales a temperatura muy elevada, según I.T.C. B.T. 030

La instalación solar fotovoltaica al estar en intemperie sobre la cubierta de una nave industrial se clasifica como emplazamiento expuesto a altas temperaturas. Por tanto, se cumplirán las condiciones establecidas en el apartado 5 de la I.T.C. B.T. 030.

1.3.1.8. Locales a muy baja temperatura, según I.T.C. B.T. 030

No procede.

1.3.1.9. Locales en los que existan baterías de acumuladores, según la instrucción I.T.C. B.T. 030

No procede.

1.3.1.10. Estaciones de Servicio, Garajes y Talleres de reparación de vehículos, según I.T.C. B.T. 030

No procede.

1.3.1.11. Locales de características especiales, según I.T.C. B.T. 030

No procede.

1.3.2. Justificación del dimensionado

El Código Técnico de la Edificación en sus documentos de Ahorro de Energía tiene por objeto establecer las reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía.

Este documento en su apartado Documento básico DB HE-5 sobre la contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica y sus correcciones con fecha 14 de junio de 2022, regula la necesidad de incorporar en los edificios sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro de la red.

Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

1.3.3. Ámbito de aplicación

Es de aplicación para este proyecto el documento básico HE-5. El documento en su punto 1.1 de ámbito de aplicación que regula que en edificios de nueva construcción y en edificios existentes, con superficies superiores a las indicadas en la tabla 1.1 obliga la previsión de producción de energía eléctrica por medio de energías renovables, en este caso por la instalación de módulos fotovoltaicos.

1 Ámbito de aplicación

1 Esta sección es de aplicación en los siguientes casos:

- a) edificios de nueva construcción cuando superen los 1.000 m² construidos
- b) ampliaciones de edificios existentes cuando se incremente la superficie construida en más de 1.000 m²

Por ejemplo, en el caso de un edificio existente de 1800m², dividido en 3 plantas, en el que se realiza una ampliación que supone la construcción de dos plantas más con una superficie de 1200 m², esta sección sí sería de aplicación ya que la parte ampliada supera los 1000 m². El cálculo de la potencia mínima a instalar se realizará exclusivamente sobre la superficie ampliada, es decir, sobre los 1200 m².

- c) edificios existentes que se reformen íntegramente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, cuando se superen los 1.000 m² de superficie construida;

Se considerará que la superficie construida incluye la superficie de las zonas destinadas a aparcamiento en el interior del edificio y excluye las zonas exteriores comunes.

En el caso de edificios ejecutados dentro de una misma parcela catastral, para la comprobación del límite establecido, se considera la suma de la superficie construida de todos ellos.

Ilustración 2 - Punto 1.1 Documento Básico HE - 5 (Fuente: CTE)

1.3.4. Determinación de la potencia a instalar

La potencia a instalar mínima será la menor de las resultantes de las siguientes dos expresiones:

$$P1 = F_{pr} * S$$

$$P2 = 0.1 * (0.5 * S_c - S_{oc})$$

Ecuación 1 y 2 - Potencia mínima a instalar (Fuente: CTE DB HE 5, APARTADO 3)

Donde:

P_{min} = potencia a instalar en kW.

F_{pr} = factor de producción eléctrica (0.005 para uso residencial privado y 0.010 para el resto de usos) en kW/m².

S = superficie construida.

S_c = superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación en m².

S_{oc} = superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos en m². Cero en este caso.

Se entiende por cubierta transitable aquella que reúne condiciones de seguridad estructural, uso u otras, que permiten el tránsito de personas más allá del mero mantenimiento.

La superficie del edificio proporcionada por el cliente es de 51.530,31 m² y la superficie de la cubierta S_c es de 15.748,68 m².

Por lo tanto, la potencia mínima a instalar, calculada siguiendo las prescripciones descritas es de 515.3kWp.

1.4. Alternativas instalación fotovoltaica

La central de energía fotovoltaica consiste en un sistema de generación eléctrica que transforma la energía de la radiación solar, mediante módulos fotovoltaicos, en energía eléctrica para consumo en la red interna del abonado y, en su caso, el vertido a la red de distribución de la energía excedente.

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

Se van a plantear dos soluciones para la instalación fotovoltaica.

1.4.1. Primera alternativa

La primera alternativa constaría de los módulos fotovoltaicos JA SOLAR JAM72S30-550, de 550 Wp, debido a la alta eficiencia y rendimiento que otorgan estos paneles.

Constan de 144 células solares monocristalinos de alta eficiencia con un vidrio templado de alta transmisión que proporciona una eficiencia de 21,3%, minimizando los costes de instalación y maximizando el rendimiento en kWh de su sistema por unidad de área.

Tolerancia de potencia de +/- 3%, minimizando las pérdidas de desequilibrado del sistema fotovoltaico.



Ilustración 3 - Módulo JAM72S30 550/MR (Fuente: El Almacén Fotovoltaico)

Las siguientes tablas resumen las características generales de los módulos **JA SOLAR JAM JAM72S30 550/MR**:

ASPECTOS ELÉCTRICOS	
Potencia máxima [Wp]	550 Wp
Corriente en el punto de máx potencia [Impp]	13,11 A
Tensión en el punto de máx potencia [Vmpp]	41,96 V
Corriente de cortocircuito [Isc]	14 A
Tensión de circuito abierto [Voc]	49,90 V

Tabla 1 - Aspectos eléctricos JA SOLAR JAM72S30 550 (Fuente: El Almacén Fotovoltaico)

ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS	
Temperatura de célula [°C]	25°C
Radiación [W/m ²]	1000 W/m ²
Espectro AM	1,5

Tabla 2 - Especificaciones Eléctricas JA SOLAR JAM72S30 550 (Fuente: El Almacén Fotovoltaico)

ASPECTOS FÍSICOS	
Longitud [mm]	2279 mm
Anchura [mm]	1134 mm
Espesor [mm]	35 mm
Peso [kg]	28,6 mm

Tabla 3 - Aspectos físicos JA SOLAR JAM72S30 550 (Fuente: El Almacén Fotovoltaico)

En cuanto a los inversores, se propone la instalación de dos unidades. El primer inversor sería **HUAWEI SUN2000-330KTL-H1**, de 300 kW nominales; y el segundo inversor sería **HUAWEI SUN2000-185KTL-H1**, de 185 kW nominales.

Estos actúan como fuente sincronizada con la red y dispone de microprocesadores de control y de un PLC de comunicaciones.

Trabajan conectados por su lado de CC a un generador fotovoltaico y por su lado de CA a un transformador que adapta la tensión de salida del inversor a la de la red. Este transformador permite además el aislamiento galvánico entre la parte de CC y la de CA.

Dispone de un microprocesador encargado de garantizar una curva senoidal con una mínima distorsión. La lógica de control empleada garantiza además de un funcionamiento automático completo, el seguimiento del punto de máxima potencia (MPP) y evita las posibles pérdidas durante periodos de reposo (Stand-By).

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

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

En frecuencia. 50 Hz

En tensión - 1'1 U_m a 0'85 U_m

También actúa como controlador permanente de aislamiento para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de resistencia de aislamiento. Junto con la configuración flotante para el generador fotovoltaico garantiza la protección de las personas.

Las siguientes imágenes muestran las características específicas de los inversores seleccionados:

SUN2000-330KTL-H1

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V – 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ = 1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String Level Disconnect(SSLD)	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤112 kg
Operating Temperature Range	-25 °C – 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless

Ilustración 4 - Inversor HUAWEI SUN2000-330KTL-H1 (Fuente: Tienda Solar)

Especificaciones técnicas

Eficiencia	
Eficiencia máxima	99.03%
Eficiencia europea	98.69%
Entrada	
Máx. voltaje de entrada	1,500 V
Máx. corriente por MPPT	26 A
Máx. corriente de cortocircuito por MPPT	40 A
Voltaje de entrada inicial	550 V
Rango de voltaje de operación de MPPT	500 V – 1,500 V
Voltaje nominal de entrada	1,080 V
Cantidad de entradas	18
Cantidad de MPPT	9
Salida	
Potencia nominal activa de AC	175,000 W @40°C, 168,000 W @45°C, 160,000 W @50°C
Máx. potencia aparente de AC	185,000 VA
Máx. potencia activa de AC (cosφ=1)	185,000 W
Voltaje nominal de salida	800 V, 3W + PE
Frecuencia nominal de red de AC	50 Hz / 60 Hz
Corriente de salida nominal	126.3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
Máx. corriente de salida	134.9 A
Rango de factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%
Protección	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobrecorriente de AC	Sí
Protección contra polaridad inversa de DC	Sí
Monitoreo de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos	Sí
Protección contra sobrecorriente de DC	Tipo II
Protección contra sobrecorriente de AC	Tipo II
Detección de resistencia de aislamiento DC	Sí
Unidad de Monitoreo de la Corriente Residual	Sí
Comunicación	
Visualización	Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Sí
RS485	Sí
MBUS	Sí
General	
Dimensiones (L x A x F)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Peso (con soporte de montaje)	84 kg (185.2 lb.)
Temperatura de operación	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Método de enfriamiento	Refrigeración inteligente con aire
Máx. altitud de operación sin derrateo	4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%
Conector de DC	Staubli MC4 EVO2
Conector de AC	Terminal de PG resistente al agua + Conector OT/DT
Grado de protección	IP66
Topología	Sin transformador
Cumplimiento de normas (Más información disponible previa solicitud)	
EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, IEC 62910, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, ABNT NBR IEC 62116	



Ilustración 5 - Inversor HUAWEI SUN2000-185KTL-H1 (Fuente: Tienda Solar)

En la siguiente tabla se resumen la primera alternativa propuesta, contando con 937 módulos JA SOLAR JAM72S30-550 para alcanzar la potencia pico limitada por los inversores de 515 kWp:

Tipo de módulos	JA SOLAR JAM72S30-550
Nº de módulos	937
Potencia unitaria	550 Wp
Tipo de inversor	HUAWEI 330KTL
Nº de inversores	1
Potencia nominal del inversor	300 kW
Tipo de inversor	HUAWEI 185KTL
Nº de inversores	1
Potencia nominal inversor	185 kW
Potencia pico total instalada	513,35 kWp

Tabla 4 - Resumen primera alternativa (Fuente: Propia)

1.4.2. Segunda alternativa

La segunda alternativa constaría de los módulos fotovoltaicos **JA SOLAR JAM72S30 565/MR**, de 565 Wp, debido a la alta eficiencia y potencia que tienen estos módulos.

Constan de 144 células solares monocristalinos de alta eficiencia con un vidrio templado de alta transmisión que proporciona una eficiencia de 21,4%, minimizando los costes de instalación y maximizando el rendimiento en kWh de su sistema por unidad de área.

Tolerancia de potencia de +/- 1%, minimizando las pérdidas de desequilibrado del sistema fotovoltaico.

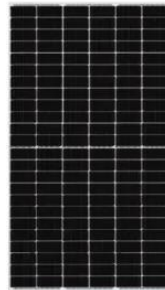


Ilustración 6 - Módulo JA SOLAR JAM72S30-565/LR (Fuente: Energytec)

Las siguientes tablas resumen las características generales de los módulos **JA SOLAR JAM JAM72S30 565/LR**:

ASPECTOS ELÉCTRICOS	
Potencia máxima [Wp]	565 Wp
Corriente en el punto de máx potencia [Imp]	13,56 A
Tensión en el punto de máx potencia [Vmpp]	41,68 V
Corriente de cortocircuito [Isc]	14,31 A
Tensión de circuito abierto [Voc]	49,77 V

Tabla 5 - Aspectos eléctricos JA SOLAR JAM72S30-565 (Fuente: Energytec)

ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS	
Temperatura de célula [°C]	20°C
Radiación [W/m ²]	800 W/m ²
Espectro AM	1,5

Tabla 6 - Especificaciones eléctricas JA SOLAR JAM72S30-565 (Fuente: Energytec)

ASPECTOS FÍSICOS	
Longitud [mm]	2333 mm
Anchura [mm]	1134 mm
Espesor [mm]	30 mm
Peso [kg]	28,0 kg

Tabla 7 - Aspectos físicos JA SOLAR JAM72S30-565 (Fuente: Energytec)

En cuanto a los inversores, se propone la instalación de cuatro unidades iguales. Estos inversores serían el modelo **HUAWEI SUN2000-115KTL-M2**.

El inversor trabaja en el lado de CC conectado al generador fotovoltaico y en el de AC al contador bidireccional. A través de la electrónica de potencia, se encargan de garantizar una correcta forma de onda.

El inversor de potencia cuenta con salida trifásica para operación en paralelo con conexión a red (400 V y 50 Hz). Dispondrán de un sistema avanzado de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) y un alto rendimiento energético, hasta el 98,4%.

Consta de un panel de control integrado con pantalla LCD para visualización de estados de operación y valores actuales con interfaz Ethernet.



Además, cumple con las exigencias definidas en el RD 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, en cuanto a protecciones, puesta a tierra, compatibilidad electromagnética, etc. Y cumple con todas las normas y directrices de seguridad aplicables:

- Interruptor de interconexión interno para desconexión automática.
- Protección de mínima y máxima tensión y frecuencia de red.
- Relé de bloqueo de protecciones con rearme automático.
- Vigilante de aislamiento a tierra en el lado de CC.
- Protección frente a funcionamiento en isla (UNE EN 50438, IEC 62116 y UNE 206006:2011 IN).
- UNE 206007-1 IN:2013.
- Directriz 2004/108/CE
- DIN EN 6100-6-2. DIN EN 61000-6-4 y DIN EN 50178.

La siguiente imagen muestra las características específicas de los inversores seleccionados:

SUN2000-115KTL-M2
Technical Specification

Technical Specification		SUN2000-115KTL-M2
Efficiency		
Max. efficiency		98.6% @400 V, 98.8% @480 V
European efficiency		98.4% @400 V, 98.6% @480 V
Input		
Max. Input Voltage ¹		1,100 V
Max. Current per MPPT		30 A
Max. Current per Input		20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT		40 A
Start Voltage		200 V
MPPT Operating Voltage Range ²		200 V – 1,000 V
Nominal Input Voltage		600 V @400 Vac, 720 V @480 Vac
Number of MPPT trackers		10
Max. input number per MPPT tracker		2
Output		
Nominal AC Active Power		115,000 W
Max. AC Apparent Power		125,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)		125,000 W
Nominal Output Voltage		400 V / 480 V, 3W+(N)+PE
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current		166.0 A @400 V, 138.4 A @480 V
Max. Output Current		182.3 A @400 V, 151.9 A @480 V
Adjustable Power Factor Range		0.8 leading... 0.8 lagging
Max. Total Harmonic Distortion		< 3%
Protection		
Input-side Disconnection Device		Yes
Anti-islanding Protection		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Reverse-polarity Protection		Yes
PV-array String Fault Monitoring		Yes
DC Surge Arrester		Type II
AC Surge Arrester		Type II
DC Insulation Resistance Detection		Yes
Residual Current Monitoring Unit		Yes
Smart String Level Disconnect		Yes
Communication		
Display		LED indicators; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485		Yes
USB		Yes
Smart Dongle-4G		4G / 3G / 2G via Smart Dongle - 4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)		Yes (isolation transformer required)
General Data		
Dimensions (W x H x D)		1,035 x 700 x 365 mm
Weight (with mounting plate)		93 kg
Operating Temperature Range		-25°C – 60°C
Cooling Method		Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude		4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity		0 – 100%
DC Connector		Staubli MC4
AC Connector		Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree		IP66
Topology		Transformerless
Nighttime Power Consumption		< 3.5 W
Standard Compliance (more available upon request)		
Certificate		EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards		VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

Ilustración 7 - Inversor HUAWEI SUN2000-115KTL-M2 (Fuente: Sumsol)

En la siguiente tabla se resumen la segunda alternativa propuesta, contando con 912 módulos JA SOLAR JAM72S30-565 para alcanzar la potencia pico limitada por los inversores de 515.3 kWp:

Tipo de módulos	JA SOLAR JAM72S30-565
N.º de módulos	912
Potencia unitaria	565 Wp
Tipo de inversor	HUAWEI 115 KTL
N.º de inversores	4
Potencia nominal del inversor	115 kW

Tabla 8 - Resumen segunda alternativa (Fuente: Propia)

1.4.3. Justificación de la solución adoptada

Para poder seleccionar la mejor opción de las dos planteadas, se han analizado diferentes factores que conlleva la instalación fotovoltaica.

La primera alternativa, está compuesta por 937 módulos fotovoltaicos, con un precio unitario de 102,37€. Esto llevaría a una inversión de 95.927,54€. Estos módulos, de la marca JA SOLAR, modelo JAM72S30-550/MR, con una potencia unitaria de 550 Wp, constan de una eficiencia energética del 21,3%, lo que supone una alta eficiencia tras haber realizado comparativas en el mercado. En este tipo de módulos fotovoltaicos el proveedor propone una garantía de funcionamiento de producto de 12 años y una garantía de generación de energía lineal durante 25 años.

Esta alternativa cuenta con dos inversores de la marca HUAWEI, modelos SUN de 300 y 185 kW. Estos inversores también cuentan con una alta eficiencia, del 98,8% en Europa. Al tratarse una instalación de únicamente dos inversores, supondría un precio razonable, en torno a los 21.000 €. No obstante, la tensión de salida de estos inversores conlleva un inconveniente, debido a que esta es de 800 V y no se ajusta a la tensión correspondiente al resto de la nave industrial. Esto supone que habría que incorporar a la instalación un autotransformador de 800/400V, lo que penaliza en gran medida la propuesta económica de la instalación.

En cuanto a la segunda alternativa, esta se encuentra compuesta por 912 módulos fotovoltaicos, también de la marca JA SOLAR, pero con un modelo distinto, con mayor potencia Wp, el modelo JAM72S30-565/LR, con un precio unitario de 113,79 €. En estos módulos el proveedor ha realizado un descuento del 5% sobre el precio unitario, lo que conlleva que el precio de la inversión en módulos sea de un total de 98.587,20 €. Estos módulos cuentan con una eficiencia energética del 21,4%, siendo esta relativamente semejante a la anterior. En estos módulos fotovoltaicos, el proveedor asegura una garantía de funcionamiento de 15 años y una garantía de rendimiento del 84% a los 25 años.

La segunda alternativa cuenta con cuatro inversores de la marca HUAWEI, modelo SUN de 115 kW. Estos inversores cuentan con una eficiencia del 99% en Europa. El coste unitario que tienen estos inversores se encuentra en torno a 6.000 €, y al tratarse de

cuatro modelos iguales, se podría llegar a obtener una oferta significativa a la hora de la compra de estos. También constan de una tensión de salida de 400 V, por lo que no haría falta añadir un autotransformador a la instalación fotovoltaica.

Otro factor importante a tener en cuenta es el número de módulos a instalar, ya que al tener una mayor potencia en los módulos, habría que instalar menor cantidad, y la instalación de un mayor número de módulos supone mayores plazos de tiempo de trabajo, mayor cableado que trazar, mayor número de strings que realizar, etc.

Por lo tanto, tras haber realizado un estudio exhaustivo de ambas alternativas, la opción escogida para realizar el diseño de la instalación fotovoltaica de la nave industrial de nueva construcción en Noblejas (Toledo) es la segunda alternativa, con 912 módulos JA SOLAR JAM 72S30-565Wp y 4 inversores SUN-115-KTL.

1.5. Descripción de la instalación fotovoltaica

La central de energía fotovoltaica consiste en un sistema de generación eléctrica que transforma la energía de la radiación solar, mediante módulos fotovoltaicos, en energía eléctrica para consumo en la red interna del abonado y, en su caso, el vertido a la red de distribución de la energía excedente.

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

La instalación constará de 912 módulos de silicio monocristalino de 565 Wp de potencia pico unitaria, junto con cuatro inversores de 115kWn.

La instalación estará localizada en la cubierta de la nave logística.

Los módulos van montados en una estructura de perfiles de aluminio colocados sobre la cubierta de la nave con una inclinación de 10º.

Los módulos fotovoltaicos se unen entre si mediante conectores rápidos. Todo el cableado de la instalación se realiza con conductores que cumplen la norma UNE 21030.

La estructura está fabricada en aluminio y es resistente a las inclemencias climatológicas.

La instalación generadora fotovoltaica está constituida por los siguientes elementos:

- Módulos fotovoltaicos
- Inversores
- Cableado
- Protecciones
- Puesta a tierra
- Sistemas auxiliares
- Evacuación de la energía en el circuito de red interior de la nave

La estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos se ha previsto mediante el cálculo proporcionado por el fabricante, teniendo este en cuenta que ha de soportar, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con el Código Técnico de Construcción internacional, así como del Código Técnico de Edificación. El diseño de la estructura y el sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos permite las dilataciones

térmicas, sin transmitir 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 se produzcan flexiones superiores a las admitidas.

La distancia entre los módulos está calculada para que se proyecten las menores sombras posibles unos sobre otros y maximizar así el rendimiento de la instalación. Los topes de sujeción de módulos y la propia sujeción del panel en ningún caso arrojan sombra sobre los módulos.

1.5.1. Módulos fotovoltaicos

Los módulos seleccionados son **JA SOLAR JAM 72S30 565/LR**. Se describe a continuación las características principales del módulo seleccionado:

CARACTERÍSTICAS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS		
JAM72S30 565/LR		
Característica	Valor	Unidades
Potencia máx.	565	W
Tensión máx. (V _{mp})	41,68	V
Intensidad máx. (I _{mp})	13,56	A
Tensión en vacío (V _{oc})	50,5	V
Intensidad cortocircuito (I _{sc})	14,3	A
tk_Voc	-0,275	%/°C
tk_Isc	0,045	%/°C
Dimensiones	2333 x 1144	mm
Tipo de cristal	Monocristalino	
Peso	28	Kg

Tabla 9 - Característica generales JAM72S30 565/LR (Fuente: Energytec)

1.5.2. Inversores

Los inversores seleccionados son **HUAWEI SUN2000-115KTL-M2**. Se describe a continuación las características principales del inversor seleccionado:

CARACTERÍSTICAS DE LOS INVERSORES		
SUN2000-115KTL-M2		
Característica	Valor	Unidades
Potencia máx. AC	125000	VA
Potencia nominal AC	115000	W
Tensión de entrada máx. DC	1100	V
Vmin MPPT	200	V
Vmax MPPT	1000	V
Vinicio	200	V
Vnominal MPPT	600	V
Imax MPPT	30	A
Isc MPPT	40	A
Tensión de salida	400	V
Frecuencia	50	Hz
Cantidad de MPPTs	10	
Cantidad strings por MMTs	2	
Nº Inversores	4	
Numero de fases	Trifásico	

Tabla 10 - Características generales SUN2000-115KTL-M2 (Fuente: Energytec)

1.5.3. Producción – Análisis de los niveles de radiación

El primer paso para el cálculo de la producción teórica de cualquier instalación es la medición del recurso solar de la localización de la planta. Para ello se utilizará un software informático que incluye definiciones del sitio geográfico de la zona (latitud, longitud, altitud y huso horario), así como los datos mensuales de la irradiación global, temperaturas y velocidad del viento.

Los datos utilizados para la simulación, datos medios climáticos de NOBLEJAS obtenidos de la base meteorológica del programa PVSystem, son los siguientes:

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
Horizontal global	63.6	85.3	139.1	176.1	203.5	223.8	237.8	210.5	158.1	112.8	72.7	53.5	1736.8	kWh/m ²
Horizontal diffuse	28.1	30.7	47.9	59.3	63.3	67.5	57.4	55.2	48.1	42.8	27.4	24.6	552.3	kWh/m ²
Extraterrestrial	132.6	162.7	237.9	289.7	341.7	348.1	351.8	317.7	254.2	200.6	140.9	119.1	2897.1	kWh/m ²
Cleanness Index	0.480	0.524	0.585	0.608	0.595	0.643	0.676	0.663	0.622	0.562	0.516	0.449	0.600	ratio
Ambient Temper.	6.0	7.3	10.8	13.4	18.4	24.1	27.6	27.0	21.8	16.3	9.6	6.5	15.7	°C
Wind Velocity	2.7	3.2	3.5	3.5	3.1	3.2	3.2	3.0	2.7	2.5	2.8	2.4	3.0	m/s

Ilustración 8 - Datos meteorológicos NOBLEJAS (Fuente: PVSystem)

1.5.4. Estructura

Los módulos fotovoltaicos van montados sobre una estructura de aluminio capaz de aguantar las cargas derivadas de la propia instalación y proporcionar al campo fotovoltaico la orientación e inclinación adecuada.

La superficie a utilizar por la instalación es exclusivamente la disponible en la cubierta del edificio, lo que supone que no sea necesaria una inversión adicional para albergar el campo.

En este tipo de instalaciones es necesaria la elevación e inclinación correcta de los módulos para que pueda captar la mayor radiación posible y así conseguir un buen funcionamiento de la planta. De acuerdo con los criterios mencionados anteriormente y dado el espacio disponible para la instalación, se determina una inclinación de 10°C en configuración E-O.

1.5.5. Cableado

El cableado es una parte fundamental dentro del proyecto. Su buen dimensionado y diseño de recorrido garantizan una correcta evacuación de la energía, evitando así pérdidas por caída de tensión, aparición de puntos calientes e incluso cortocircuitos.

Debido al alto voltaje de las series, a temperaturas bajas los equipos pueden llegar a trabajar a tensiones próximas a los 1000 V, por ello el cableado escogido debe soportar aislamientos de 1kV. Además, todo el cableado a instalar será no propagador de incendio, no propagador de llama y libre de halógenos.

El aislamiento del cableado es de polietileno reticulado (XLPE) y la cubierta exterior de poliolefina termoplástica libre de halógenos. Esto permite una temperatura máxima de servicio del cable a 90°C, siendo a su vez capaz de trabajar a temperaturas muy bajas (-40°C).

En este proyecto, la calidad de los materiales es primordial, por ello se elegirá una marca de prestigio internacional (General Cable, Prysmian, Top Cable o similar). Todas ellas poseen cables unipolares de las características indicadas anteriormente, que cumplen con la normativa más exigente del mercado.

Relación de los tipos de cables utilizados	
Series - Inversor	Cable Solar H1Z2Z2-K 0,6/1kV (1x6mm ²)
Inversor - Protecciones CA	RZ1-K(AS) 0,6/1kV Cu (1x70mm ²)
Protecciones CA - CGBT	RZ1-K(AS) 0,6/1kV Cu (1x70mm ²)

Tabla 11 - Relación cableado utilizado (Fuente: Propia)

El cableado utilizado es el mismo en los dos tramos de corriente alterna, por lo que se considera un único tramo cuyo origen es el inversor y que termina en el punto de conexión con la instalación interior del cliente que se sitúa en el CGBT.

1.5.6. Protecciones

La instalación cuenta con las protecciones y cuadros de conexiones necesarios y adecuados para garantizar la seguridad de las personas, así como para evitar daños en los equipos en caso de fallos del sistema, todo de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

La Instrucción Técnica Complementaria, ITC-BT-01 del REBT, define como contacto directo el “*contacto de personas o animales con partes activas de los materiales y equipos que forman la instalación*”, y como contacto indirecto el “*contacto de personas o animales domésticos con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento*”.

Por otro lado, el REBT describe en su ITC-BT-24 las medidas destinadas a la protección de las personas y animales domésticos contra los contactos directos e indirectos, no especificándose en ningún momento su aplicación o no a instalaciones generadoras fotovoltaica.

Dentro del circuito de evacuación de energía debe distinguirse entre la parte de corriente continua y la de corriente alterna, describiéndose y justificándose en los puntos 1.6.4. Y 1.6.5. los medios de protección frente a contactos directos e indirectos previstos para cada circuito, de alterna y continua.

1.5.7. Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra cumple con lo dispuesto en el artículo 15 del Real Decreto 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión:

“La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución”.

“La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla con las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable”.

“Las masas de la instalación de generación estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora y cumplirán con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes que sean de aplicación”.

Según lo indicado en la instrucción ITC-BT-18, se procede a la puesta a tierra de las masas metálicas con el objeto de proteger contra contactos indirectos y se colocan dispositivos de corte por intensidad AC de defecto (interruptores diferenciales)

Como sistema de instalación del neutro se adopta el de puesta a tierra TT (masas interconectadas y puestas a tierra en un punto).

1.5.8. Sistema de monitorización y sistema antivertido

La instalación solar puede dotarse de un sistema de captura de datos de la producción de energía a partir del inversor. A través de este sistema es posible la descarga y visualización de los siguientes datos:

- Configuración individual del inversor de la planta fotovoltaica.
- Visualización online de las variables internas del inversor.
- Representación del histórico de datos en forma de tablas o gráficas de diversos tipos.

El sistema antivertido de Huawei tiene la función de controlar la potencia de salida del inversor para evitar la inyección de energía a la red. A continuación, se muestra un esquema de la instalación del sistema a emplear.

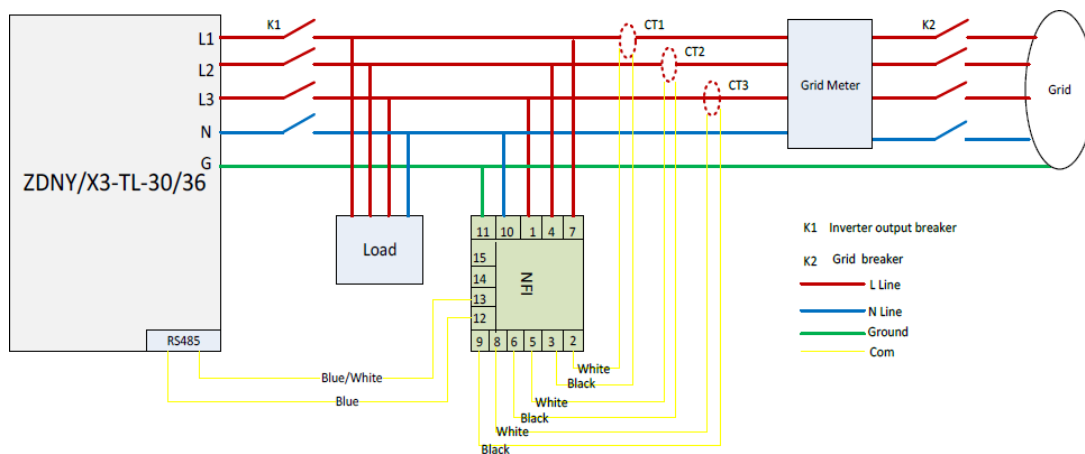


Ilustración 9 - Sistema antivertido (Fuente: Energytec)

1.5.9. Compatibilidad electromagnética

A pesar de que la instalación está diseñada para autoconsumo, es necesario remarcar que esta instalación cumple con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de Baja Tensión.

1.5.10. Dispositivo antivertido

Para garantizar el autoconsumo de la energía generada y evitar el posible vertido a red de la energía restante, se instala un dispositivo antivertido.

El equipo funciona analizando el flujo de energía en el punto de conexión de la instalación y determina la consigna a la que deben trabajar los inversores fotovoltaicos. Esta consigna se da de manera lineal entre el 0 y el 100% de la potencia del inversor, por lo que el gestor es capaz de ajustar la producción a la consigna recibida con total precisión, siempre persiguiendo la minimización del consumo de la red pública.

Para sistemas trifásicos se toma como referencia la de menor amperaje para garantizar la no inyección por lo que para el diseño de la instalación eléctrica deberá intentarse compensar la carga correspondiente a las fases.



El funcionamiento del sistema solar fotovoltaico es completamente automático en sus arranques y paradas en función de la radiación solar existente.

Cuando se dispone de varios inversores, se comunican entre ellos mediante un cable de comunicación bus RS-485.

La potencia de la instalación fotovoltaica se puede conectar en función del consumo propio para cubrir las necesidades energéticas individuales con la energía solar generada por la propia instalación y, así, no tener que comprarla ni pagar por ella a la red pública.

Para ello se conecta el contador de consumo/contador de energía al registrador de datos, de forma que este pueda calcular las órdenes de regulación para los inversores.

Una de las principales características del sistema antivertido es la posibilidad de medir datos de todos los flujos de energía de la instalación. Se debe configurar en el equipo la potencia del inversor y mediante un canal de comunicaciones el sistema antivertido es capaz de adecuar la generación al consumo de energía teniendo como objetivo que la inyección a la red eléctrica sea nula. El equipo funciona cumpliendo la UNE-217001 de vertido cero.

1.6. Justificación de los componentes elegidos

1.6.1. Configuración del campo fotovoltaico

Los módulos se conectan en serie, de modo que la tensión (en corriente continua) de entrada no supere ningún rango de tensión de entrada del inversor admitida. Para ello se tienen en cuenta los coeficientes de temperatura T_k (V_{oc}) y T_k (I_{sc}) y los rangos de funcionamiento de los inversores.

La distribución de los módulos fotovoltaicos en MPPTs en el inversor son las siguientes:

	Nº INVERSOR	1
MPPT1	Nº Strings	2
	Nº Módulos	18
MPPT2	Nº Strings	2
	Nº Módulos	18
MPPT3	Nº Strings	2
	Nº Módulos	18
MPPT4	Nº Strings	2
	Nº Módulos	18
MPPT5	Nº Strings	2
	Nº Módulos	18
MPPT6	Nº Strings	2
	Nº Módulos	18
MPPT7	Nº Strings	1
	Nº Módulos	6
MPPT8	Nº Strings	1
	Nº Módulos	6

Tabla 12 - Configuración MPPTs (Fuente: Propia)

El máximo voltaje MPP de los módulos solares, que se da a -10°C , es mayor que en condiciones STC (Standard Test Conditions) porque en las células cristalinas la tensión crece al bajar la temperatura. Este valor no debe estar por encima del límite de tensión MPP del inversor:

$$V_{max\ MPPT} = V_{mp} * (1 + T_k v_{oc} * \frac{-10 - 25}{100}) * N^{\circ} \text{modulos serie máx} < 1000\ V$$

$$V_{max MPPT} = 41,68 * (1 + (-0,275) * \frac{-10 - 25}{100}) * 18 = 822,45 V < 1000 V$$

Ecuación 2 - Vmax MPPT

De la misma forma, el máximo voltaje de los módulos a -10°C. Este no deber estar por encima del valor que soporta el inversor:

$$V_{o_max} = V_o * (1 + T_{kvoc} * \frac{-10 - 25}{100}) * N^{\circ} \text{modulos serie máx} < 1100 V$$

$$V_{o_max} = 50,5 * (1 + (-0,275) * \frac{-10 - 25}{100}) * 18 = 996,49 V < 1100 V$$

Ecuación 3 - Vo máx.

La condición límite superior se cumple.

El mínimo voltaje MPP se registra a aproximadamente 70°C, con los módulos calientes. Este mínimo voltaje MPP de los módulos a 70°C debe estar por encima del límite inferior del inversor:

$$V_{min MPPT} = V_{mp} * (1 + T_{kvoc} * \frac{70 - 25}{100}) * N^{\circ} \text{modulos serie mín} > 200 V$$

$$V_{min MPPT} = 41,68 * (1 + (-0,275) * \frac{70 - 25}{100}) * 6 = 219,13 > 200 V$$

Ecuación 4 - Vmin MPPT

La condición límite inferior cumple.

La corriente máxima de MPP a 70°C que llega al inversor se calcula con la siguiente fórmula, siendo la corriente máxima de entrada del inversor para cada entrada de MPPT.

En este caso, al inversor llegan 2 series a cada entrada MPPT utilizada, por lo que los valores de intensidad son los siguientes:

$$I_{max MPPT} = I_{mp} * (1 + T_{kisc} * \frac{70 - 25}{100}) * N^{\circ} \text{strings MPPT} < 30A$$

$$I_{max MPPT} = 13,56 * (1 + 0,045 * \frac{70 - 25}{100}) * 2 = 27,67 A < 30A$$

Ecuación 5 - Imax MPPT

La corriente máxima de cortocircuito a 70°C que llega al inversor debe ser inferior a la corriente de cortocircuito máxima de entrada del inversor para cada entrada de MPPT.

En este caso, al inversor llegan 2 series a cada entrada MPPT utilizada, por lo que los valores de intensidad son los siguientes:

$$I_{sc\ max} = I_{sc} * (1 + T_{kisc} * \frac{70 - 25}{100}) * N^{\circ}\ strings\ MPPT < 40A$$

$$I_{sc\ max} = 14.3 * (1 + 0,045 * \frac{70 - 25}{100}) * 2 = 29,24\ A < 30A$$

Ecuación 6 - I_{sc} máx.

La condición de corriente de cortocircuito máxima se cumple en este caso.

Queda demostrado que el inversor elegido cumple con las especificaciones de funcionamiento requeridas.

1.6.2. Cableado de Corriente Continua

El circuito de corriente continua comprende el cableado entre los módulos fotovoltaicos hasta la entrada del inversor.

Los cables a utilizar serán de cobre unipolares de tensión asignada 0,6/1kV flexible de clase 5 según UNE EN 60228, no propagador de llama y libre de halógenos. Por tanto, se utiliza el cable normalizado de tipo H1Z2Z2-K 0,6/1kV.

La formación de las series se realiza por medio del propio cable de los módulos fotovoltaicos conductor de doble aislamiento (clase II). En los casos en los que no llegue el cable del panel fotovoltaico, se incluirá un latiguillo del cable normalizado H1Z2Z2-K 0,6/1kV.

El tendido de los conductores se realiza con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas, no dándose a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo.

Para el cálculo del cableado de corriente continua, las sumas de las caídas de tensión desde los módulos hasta los inversores no deben ser mayor al 1,5% en ningún caso, cumpliendo con el punto 5.4. del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red, PCT-C del IDEA.

Dicho cálculo se adjunta en el Anexo I.

1.6.3. Cableado de Corriente Alterna

La baja tensión en alterna discurre desde la salida de los inversores hasta el punto de conexión en baja tensión.

Para estas líneas se ha previsto se ha previsto cable según la designación RZ1-K(AS) 0,6/1kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). Deberán cumplir con la norma UNE-HD 603.

El tendido de los conductores se realiza con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas, no dándose a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo.

El trazado es lo más rectilíneo posible. Así mismo, se tienen en cuenta los radios de curvatura mínimos fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20435).

Para el cálculo del cableado de corriente alterna, la suma de las caídas de tensión en el tramo desde los inversores hasta la interconexión en el CGBT de la nave no debe ser mayor al 1,5% en ningún caso, cumpliendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su Guía Técnica de Aplicación para Instalaciones Generadoras de Baja Tensión, Guía-BT-40, en su punto 5. Cables de Conexión, donde estipula dicho límite.

Este cálculo se adjunta en el Anexo I.

1.6.4. Protecciones para el circuito de corriente continua

1.6.4.1. Protección frente a contactos directos

Para evitar contactos de las personas con las partes activas del circuito se toman las siguientes medidas, siempre de acuerdo con el REBT, ITC-BT-24 relativa frente a contactos directos.

1.6.4.2. Aislamiento de las partes activas

La instalación se ejecuta en su totalidad con los elementos de doble aislamiento o Clase II separándose las partes accesibles de la instalación de sus partes activas mediante este aislamiento reforzado.

En lo que respecta a los módulos generadores fotovoltaicos, esta consideración de Clase II debe cumplirse obligatoriamente, estando obligados a cumplir las directivas europeas 89/33/EEC, 73/23/ECC, la certificación TUV Rheinland as Class II para su uso en sistemas de hasta 700Vdc, y la IEC 61215 en todos sus puntos.

El cableado se realiza íntegramente con cables unipolares o bipolares de doble aislamiento 0,6/1kV, garantizándose así, por tanto., la Clase II. Como norma general, tal y como se describe en los cálculos justificativos, y para la condición más extrema de trabajo, los conductores en la parte de continua deben disponer de sección suficiente para evitar que la caída de tensión sea superior al 1,5%. Los conductores del campo fotovoltaico se dimensionan para soportar, como mínimo, el 125% de la intensidad de cortocircuito. El cálculo de las secciones debe cumplir con lo estipulado en el REBT.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducen separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente, siendo en todo momento los cables adecuados para la instalación intemperie, según la norma UNE 21123. Cada extremo del cable está convenientemente identificado mediante etiquetas de plástico rotulado con caracteres indelebles.

Para la colocación de los conductores se sigue con lo señalado en las instrucciones ITC-BT-07, ITC-BT-19, ITC-BT-20 e ITC-BT-21 del REBT.

1.6.4.3. Protección mediante barreras, envolventes y obstáculos

Los cuadros de conexión de módulos disponen de un grado de protección IP65 en el caso de instalarse en intemperie.

Los inversores van instalados en la cubierta técnica exterior protegido de la lluvia directa, aislado del resto del edificio. Impidiéndose así el contacto fortuito con cualquier parte activa del mismo.

1.6.4.4. Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento

Dadas las características constructivas de la instalación, se dificulta el acceso a los módulos, cuadros y cableado de conexión impidiéndose de este modo que se produzcan contactos fortuitos con las partes activas de la instalación. El acceso a la zona de inversores, situada en la zona técnica, se restringe solo al personal autorizado para evitar el contacto accidental por personal no autorizado.

Las uniones entre las series formadas por los distintos módulos discurren grapadas por la estructura metálica en su parte inferior, quedando de este modo fuera del alcance accidental.

La interconexión entre módulos y los inversores se realiza a través de bandeja metálica que recorre la estructura de la nave por una zona inaccesible en condiciones normales y finalmente discurre canalizada hasta la entrada del inversor, evitándose en todo instante que se dispongan partes activas cerca del paso de personas o animales y pueda producirse un cortocircuito.

1.6.4.5. Protección contra contactos indirectos

En principio la exigencia de un nivel de aislamiento de Clase II podría ser suficiente para garantizar que no se produce un fallo en el aislamiento que provoque una situación ante un contacto indirecto. Aun así, el inversor incorpora equipos de vigilancia permanente de aislamiento, cuya misión es la de detectar y avisar de un fallo en el aislamiento de la instalación. El inversor muestra un aviso en la pantalla en caso de detectarse fallo de aislamiento.

1.6.4.6. Protección contra sobrecargas

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege de sobrecargas deben satisfacer:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Donde I_b es la corriente de diseño del circuito (13,83 A), I_n la corriente asignada del dispositivo de protección (15 A) e I_z la corriente máxima admisible por el cable (46,17 A).

1.6.5. Protecciones para el circuito de corriente alterna

1.6.5.1. Protección frente a contactos directos.

Las medidas de protección que se toman frente a contactos directos en el caso de la corriente alterna se describen a continuación.

1.6.5.2. Aislamiento de las partes activas

La instalación se ejecuta en su totalidad con elementos de doble aislamiento o Clase II, separándose las partes accesibles de la instalación de sus partes activas mediante dicho aislamiento reforzado.

El cableado de interconexión entre inversor y el punto de interconexión se realiza con cables, ya sean multipolares o unipolares, de doble aislamiento 0,6/1kV.

Las fases y neutros se conducen separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente, siendo en todo momento el adecuado para la instalación intemperie, según UNE 21123.

Para la colocación de los conductores se sigue lo señalado en las instrucciones ITC-BT-07, ITC-BT-19, ITC-BT-20 e ITC-BT-21. Cada extremo del cable se encuentra convenientemente identificado mediante etiqueta de plástico rotulado con caracteres indelebles.

1.6.5.3. Protección mediante barreras, envolventes y obstáculos

En este caso, el cableado de alterna de Baja Tensión, al igual que el de corriente continua, discurre a través de bandeja metálica por zonas inaccesibles en primera instancia.

1.6.5.4. Protección contra contactos indirectos

Se instala un interruptor diferencial, por exigencia del RD 1699/2011, cuya misión es la de desactivar el circuito en el momento en que se produzca una derivación de corriente. Las derivaciones de corriente no solo se producen por fallos en el aislamiento, sino que también pueden ser el efecto de un contacto directo, por lo que se puede considerar que el interruptor diferencial también representa una protección frente a contactos directos.

El interruptor no protege en ningún caso frente a posibles derivaciones en la parte de continua, debido a que el aislamiento galvánico que disponen los inversores independiza los circuitos.

La instalación cuenta con interruptor diferencial de 4x200A/0,3A. Todos ellos instalados en el cuadro de protecciones AC de la fotovoltaica.

1.6.5.5. Protección contra sobrecargas.

Se instala un interruptor automático para el inversor, por exigencia del RD 1699/2011, cuya misión es la de desactivar el circuito en el momento que se produzca una sobreintensidad.

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege de sobrecargas según la ITC-BT-22 deben satisfacer:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Donde I_b es la corriente de diseño del circuito, I_n la corriente asignada del dispositivo de protección e I_z la corriente máxima admisible por el cable.

La intensidad nominal es la que suministra el inversor. En este caso se tiene para el inversor de 115kW una intensidad nominal de salida $I_b = 165,99A$.

La intensidad máxima admisible del cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV Cu 4x70 mm² es $I_{maxAdm} = 243 A$.

Se aplica también la corrección indicada en la ITC-BT-40 punto 5, en la cual se indica que los cables deben ser dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador ($I_{max_{inv}} = 180,42 A$). Por lo tanto, la intensidad de dimensionamiento de los conductores debe ser mayor a $I_z = 225,53 A$.

Se selecciona un interruptor automático tetrapolar con intensidad nominal es $I_n = 200 A$, para la protección en el tramo de corriente alterna.

Inversor 115 kW a CGBT			
IB (A)	IN (A)	IZ (A)	IMax.Adm (A)
165,99	200	225,53	243

Tabla 13 - Intensidades IB, IN, IZ E IMax.Adm Inversor (Fuente: Propia)

Estimando la longitud de la línea de corriente alterna en 30 metros, la caída de tensión resultante es del 0,67%.

1.6.6. Protecciones propias del inversor

El inversor cumple con la normativa establecida en el RD 1699/2011 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de Baja Tensión, de modo que satisfacen las siguientes condiciones generales más importantes:

- Las funciones de protección máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión a que se refiere el artículo 14 del RD citado anteriormente están integradas en el equipo inversor, y las maniobras de desconexión-conexión por actuación de las mismas se realizan media un contactor que realizará el rearme automático del equipo una vez que se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red. Este contactor cumple con lo especificado en el apartado 1.A) por el que podrán integrarse estas protecciones en otro equipo de la instalación generadora (como es el caso del inversor seleccionado).
- La protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia está dentro de los valores de 51 Y 48 Hz con una temporización máxima de 0,5s y mínima de 3s respectivamente y los valores de máxima y mínima tensión entre fases son 1,15Vn y 0,8Vn, respectivamente, existiendo imposibilidad de modificar los valores de ajuste de las protecciones por el usuario mediante software.
- En el caso de que la red de distribución a la que se conecta la instalación fotovoltaica se desconecte por cualquier motivo, el inversor no mantendrá la tensión en la línea de distribución.
- El inversor dispone de separación galvánica entre la red de distribución de BT y la instalación fotovoltaica.

1.6.7. Puesta a tierra

Como sistema de instalación del neutro se adopta el de puesta a tierra TT (masas interconectadas y puestas a tierra en un punto).

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección de los conductores de protección de la instalación Sp (mm ²)
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S_p = 5$ $S_p = 16$ $S_p = S/2$

Tabla 14 - Sección de los conductores de fase y protección (Fuente: ITC-BT-19, tabla 2)

En esta instalación, el circuito de puesta a tierra en la parte de corriente continua consta de circuito de cobre revestido 6 mm² que conecta la estructura, los módulos y todas las masas de la instalación a tierra, unidos entre si mediante terminales, grapas o soldadura de aluminotermia.

En el lado de corriente alterna, los conductores de puesta a tierra de inversores y cuadro de protecciones de corriente alterna son de cobre revestido y desnudo, con una sección de 35 mm². Esto cumple la tabla anteriormente expuesta ya que los cables de mayor sección que pueden encontrar en el circuito de corriente alterna tienen una sección de 70 mm².



ANEXO I: CÁLCULO ELÉCTRICO DE LOS CONDUCTORES

1. Conductores de corriente continua

1.1. Criterio térmico

Las acometidas desde cada serie de módulos hasta el inversor se realizarán con cables de cobre con designación H1Z2Z2-K 0,6/1kV y una sección de 6 mm², debido a que en una sección menor que esta no cumpliría el criterio térmico. El cableado se fijará en la propia estructura de soporte de los módulos y posteriormente se conducirá sobre bandeja de rejilla hasta el inversor.

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible por el criterio térmico se ha utilizado el procedimiento detallado en la Norma UNE-HD 60.364-5-52 y el REBT.

Para el cumplimiento del criterio térmico debe cumplirse:

$$I_{dim} < I_{calibre\ prot.} < I_{máxima\ admisible}$$

$$I_{máxima\ admisible} = I_{tabla} * F_{agrupamiento} * F_{temperatura} * F_{sol}$$

Ecuación 7 - Intensidad máxima admisible DC (Fuente: ITC-BT-19, 20 y 21)

Donde:

- I_{dim} = intensidad de dimensionamiento de los conductores (IMPPT_Max).
- $I_{calibre\ prot}$ = Calibre de protecciones.
- $I_{máxima\ admisible}$ = Intensidad máxima admisible de los conductores.
- I_{tabla} = Intensidad admisible obtenida en la tabla C-52-1 bis.
- $F_{agrupamiento}$ = Factor de agrupamiento, obtenido en C-52-3.
- $F_{temperatura}$ = Factor de corrección para temperaturas del aire diferentes a 40º, según la tabla A.1 de la Guía Técnica ITC-BT-19.
- F_{sol} = En las zonas donde la radiación solar es muy fuerte, se tendrá en cuenta el calentamiento de los cables por la radiación directa procedente del sol y se aplicará un factor de corrección de 0,9 según la norma UNE 211.435.

Debido a que se encuentra un conductor por polo, en este caso se encuentran dos circuitos, por lo que según la tabla C-52-3, el valor del factor de agrupamiento es igual a 0,87.

Por otro lado el valor del factor de corrección del sol es aplicable en este caso por encontrarse dichos cable expuestos al sol. Por lo tanto su valor será de 0,9.

A1		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR						
A2		Cables multi-conductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR							
B1		Conductores aislados en tubos ¹ en montaje superficial o empotrados en obra ²				3x PVC	2x PVC		3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR				
B2		Cables multi-conductores en tubos ¹ en montaje superficial o empotrados en obra ²			3x PVC	2x PVC		3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR					
C		Cables unipolares o multiconductores directamente sobre la pared ³					3x PVC	2x PVC	3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR				
E		Cables multi-conductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0,3 veces D ^{4,5}					3x PVC	2x PVC	3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR				
D		Cables BIPOLARES entubados y enterrados.											2PVC / 2EPR / 2XLPE	
D		Cables TRIPOLARES entubados y enterrados.												3PVC / 3EPR / 3XPLE
Cobre	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	22/26	18/22
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	29/34	24/29
	4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	48	38/44	31/37
	6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	47/56	39/46
	10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	87	63/73	52/61
	16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	81/95	67/79
	25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	104/121	86/101
	35				110	117	126	137	147	158	169	185	125/146	103/122
	50				134	141	153	167	179	192	207	225	148/173	122/144
	70				171	179	196	213	229	246	268	289	183/213	151/178
95				207	216	238	258	278	298	328	352	216/252	179/211	
120				239	249	276	299	322	346	382	410	246/287	203/240	
150					285	318	344	371	395	441	473	278/324	230/271	
185					324	362	392	424	450	506	542	312/363	258/304	
240					380	424	461	500	538	599	641	361/419	297/351	

Ilustración 10 - Tabla Iz según tipo de instalación (Fuente: HD 60364-5-55:2011)

K₂=C_g, factor de agrupación de conductores: C_g=1 sii: -d>2Φ; -l<30%lag; -S no Adyacentes

tabla B.52.17; HD 60364-5-52:2011

Punto	Disposición	Nº circuitos o de cables multipolares												
		1	2	3	4	5	6	8	9	12	16	20		
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38		
2	Capa única sobre pared, suelo o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multipolares				
3	Capa única fijada directamente bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,62	0,61					
4	Capa única sobre bandejas perforadas vertical u horizontal.	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,72	0,72					
5	Capa única sobre bandejas de escalera, o bridas de amarre, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,78	0,78					

K₃=0,9 (sol); 0,85 (atex).

Ilustración 11 - Factor de agrupación y factor sol (Fuente: HD 60364-5-52:2011)

En la siguiente tabla se indican los datos necesarios para el cálculo:

Datos Corriente Continua		
Sección	6	mm ²
Material	Cu	
Nº Conductores por polo	1	
F sol	0,9	
F agrupamiento	0,87	
Longitud máxima string	170	m
Método de instalación	Exterior	
Aislamiento	XLPE 2	
I tabla	63	A
I cal. Fusible	15	A
Cumple criterio If	SI	

Tabla 15 - Datos tramo de corriente continua (Fuente: Propia)

Con estos datos la intensidad máxima admisible es:

$$I_{max_{adm}} = 63 * 0,87 * 0,9 = 49,33 A$$

$$13,83 A < 15 A < 49,33 A$$

Ecuación 8 - I_{max_Adm} DC (Fuente: ITC-BT-19, 20 y 21)

Con las características eléctricas de los conductores **se cumple** el criterio térmico.

1.2. Criterio de caída de tensión

Con el objetivo de que las pérdidas en los conductores de corriente continua no sean elevadas, se ha decidido que la caída de tensión máxima entre los módulos y el inversor sea inferior del 1,5%. Las caídas de tensión desde los módulos hasta las entradas de los inversores se calculan de la siguiente manera:

$$\Delta U = \frac{2 * R * P}{U}$$

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

Ecuación 9 - Caída de tensión en la línea (Fuente: Anexo CdT de la Guía Técnica de Aplicación)

Donde:

- ΔU = Caída de tensión en la línea en voltios
- L = Longitud total de la línea (30 metros)
- U = Tensión nominal
- ρ = Resistividad del material (cobre 0,018 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ y aluminio 0,029 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- S = Sección del material
- P = Potencia de la carga

Sustituyendo en la Ecuación 9 con los datos anteriormente mencionados, es decir, teniendo en cuenta como longitud la del string de mayor longitud (170 m), empleando una sección de 6 mm², una tensión nominal de 41.68 V por cada placa solar, y una potencia de la carga de 565W, se obtiene la siguiente caída de tensión máxima:

$$R = 0,018 * \frac{170}{6} = 0,51 \Omega$$

$$\Delta U = \frac{2 * 0,51 * (565 * 18)}{(41,680 * 18)} = 13,83 \text{ V}$$

Por lo tanto la caída de tensión de la línea total es de 1,26 % sobre la tensión máxima del MPPT. Con las características eléctricas de los conductores **se cumple** el criterio de caída de tensión.

2. Conductores de corriente alterna – INVERSOR A PROTECCIONES FV AC

2.1. Criterio térmico

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible por el criterio térmico se ha utilizado el procedimiento detallado en la Norma UNE-HD 60.364-5-52 y el REBT.

Para el cumplimiento del criterio térmico debe cumplirse:

$$I_{max_{inversor}} < I_{calibre\ prot.} < I_{max_{adm}\ cable}$$

$$I_{max_{adm}} = I_{tabla} * F_{agrupamiento} * F_{temperatura} * F_{sol}$$

Ecuación 10 - Intensidad máxima admisible AC (Fuente: ITC-BT-19, 20 y 21)

La ITC-BT-40 indica que los cables deben ser dimensionados para soportar una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

$$I_z < I_{max_{adm}cable}$$

Cálculo intensidad de dimensionamiento		
Pmax_inversor	125	kW
I _{max_inversor}	180,42	A
I _{dim} (125%)	225,53	A
Pn inversor	115	kW
I _{n_inversor}	165,99	A

Tabla 16 - Cálculo de la intensidad de dimensionamiento (Fuente: Propia)

Donde:

- I_{n_inv} = Intensidad nominal del inversor
- I_{max_inversor} = Intensidad máxima del inversor
- I_{calibre prot} = Calibre de protecciones.
- I_{máxima admisible} = Intensidad máxima admisible de los conductores.
- I_{tabla} = Intensidad admisible obtenida en la tabla C-52-1 bis.
- F_{agrupamiento} = Factor de agrupamiento, obtenido en C-52-3.
- F_{temperatura} = Factor de corrección para temperaturas del aire diferentes a 40º, según la tabla A.1 de la Guía Técnica ITC-BT-19.
- F_{sol} = En las zonas donde la radiación solar es muy fuerte, se tendrá en cuenta el calentamiento de los cables por la radiación directa procedente del sol y se aplicará un factor de corrección de 0,9 según la norma UNE 211.435. No se aplica para este cálculo.

Debido a que se encuentra un conductor por polo, en este caso se encuentra un único circuito, por lo que según la tabla C-52-3, el valor del factor de agrupamiento es igual a 1.

Por otro lado el valor del factor de corrección del sol no es aplicable en este caso por no encontrarse dichos cable expuestos al sol. Por lo tanto su valor será de 1.

F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴ . Distancia a la pared $\geq D^5$					3x PVC	3x XLPE O EPR				
G		Cables unipolares verticales separados $\geq D^5$						3x PVC	3x XLPE O EPR			
G		Cables unipolares horizontal separados $\geq D^5$								3x PVC	3x XLPE O EPR	
Cobre		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		25	131	161	110	135	114	141	130	161	146	182
		35	162	200	137	169	143	176	162	201	181	226
		50	196	242	167	207	174	216	197	246	219	275
		70	251	310	216	268	225	279	254	318	281	353
		95	304	377	264	328	275	342	311	389	341	430
		120	352	437	308	383	321	400	362	454	396	500
		150	406	504	356	444	372	464	419	527	456	577
		185	463	575	409	510	427	533	480	605	521	661
	240	546	679	485	607	507	634	569	719	615	781	

Ilustración 12 - Tabla Iz según tipo de instalación (Fuente: HD 60364-5-55:2011)

En la siguiente tabla se indican los datos necesarios para el cálculo:

Datos Corriente Alterna		
Sección	70	mm ²
Material	Cu	
Nº Paralelos	1	
F sol	1	
F agrupamiento	1	
Longitud máxima string	30	m
Método de instalación	F	
Aislamiento	XLPE 3	
I tabla	279	A
I cal. PIA	200	A
I2**	290	A

Tabla 17 - Datos tramo de corriente alterna (Fuente: Propia)

$$I_{max_{adm}} = 279 * 1 * 1 = 279 A$$

$$180,42 A < 200 A < 279 A$$

Ecuación 11 - I_{max_adm} AC (Fuente: ITC-BT-19, 20 y 21)

Con las características eléctricas de los conductores **se cumple** el criterio térmico.

2.2. Criterio de caída de tensión

La caída de tensión máxima admisible vendrá impuesta según lo estipulado en ITC-BT-40 punto 5, es decir, 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% para la intensidad nominal. La caída de tensión se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta U = \frac{R * P}{U}$$

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

Ecuación 12 - Caída de tensión en línea (Fuente: Anexo CdT de la Guía Técnica de Aplicación)

Donde:

- ΔU = Caída de tensión en la línea en voltios
- L = Longitud total de la línea (30 metros)
- U = Tensión nominal
- ρ = Resistividad del material (cobre $0,018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ y aluminio $0,029 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- S = Sección del material
- P = Potencia de la carga

Sustituyendo en la *Ecuación 12* con los datos anteriormente mencionados, es decir, una longitud de línea igual a 30 m, con un cable de 70mm^2 de sección, la tensión nominal de salida de 400 V, una potencia de carga de 115000 W, y la resistividad del material igual a $0,0018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ se obtiene que:

$$R = 0,018 * \frac{30}{70} = 0,00771 \Omega$$

$$\Delta U = \frac{0,00771 * 115000}{400} = 2,22 \text{ V}$$

La caída de tensión de la línea total es de 2,22 V, y la caída de tensión porcentual es de 0,56%.

Con las características eléctricas de los conductores **se cumple** el criterio de caída de tensión.

3. Conductores de corriente alterna - PROTECCIONES FV AC A INTERRUPTOR AUTOMÁTICO FV

3.1. Criterio térmico

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible por el criterio térmico se ha utilizado el procedimiento detallado en la Norma UNE-HD 60.364-5-52 y el REBT.

Para el cumplimiento del criterio térmico debe cumplirse:

$$I_{max_{inversor}} < I_{calibre\ prot.} < I_{max_{adm}\ cable}$$

$$I_{max_{adm}} = I_{tabla} * F_{agrupamiento} * F_{temperatura} * F_{sol}$$

$$I_z < I_{max_{adm}\ cable}$$

Ecuación 13 - Intensidad máxima admisible AC (Fuente: ITC-BT-19, 20 y 21)

Donde:

- I_{n_inv} = Intensidad nominal del inversor
- $I_{max_inversor}$ = Intensidad máxima del inversor
- $I_{calibre\ prot}$ = Calibre de protecciones.
- $I_{máxima\ admisible}$ = Intensidad máxima admisible de los conductores.
- I_{tabla} = Intensidad admisible obtenida en la tabla C-52-1 bis.
- $F_{agrupamiento}$ = Factor de agrupamiento, obtenido en C-52-3.
- $F_{temperatura}$ = Factor de corrección para temperaturas del aire diferentes a 40º, según la tabla A.1 de la Guía Técnica ITC-BT-19.
- F_{sol} = En las zonas donde la radiación solar es muy fuerte, se tendrá en cuenta el calentamiento de los cables por la radiación directa procedente del sol y se aplicará un factor de corrección de 0,9 según la norma UNE 211.435. No se aplica para este cálculo.

En este caso, para calcular el cableado que incluye desde la salida de las protecciones de corriente alterna hasta el interruptor automático general de la instalación fotovoltaica, se ha empleado una intensidad nominal que corresponde al sumatorio de las intensidades de salida de cada inversor, por lo tanto:

$$I_n = \sum I_{inv} = 180,42 * 4 = 721,68 \text{ A}$$

En este caso la intensidad de diseño es igual a la intensidad nominal, por lo tanto $I_b = 721,68 \text{ A}$

En este caso se encuentra habrá que poner dos cables unipolares por circuito, ya que con un único conductor no se puede abarcar dicha intensidad de diseño, por lo que según la tabla C-52-3, el valor del factor de agrupamiento es igual a 0,87.

Por otro lado el valor del factor de corrección del sol no es aplicable en este caso por no encontrarse dichos cable expuestos al sol. Por lo tanto su valor será de 1.

F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴ . Distancia a la pared $\geq D^5$						3x PVC	3x XLPE O EPR				
G		Cables unipolares verticales separados $\geq D^5$								3x PVC	3x XLPE O EPR		
G		Cables unipolares horizontal separados $\geq D^5$										3x PVC	3x XLPE O EPR
		mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cobre		25	131	161	110	135	114	141	130	161	146	182	
		35	162	200	137	169	143	176	162	201	181	226	
		50	196	242	167	207	174	216	197	246	219	275	
		70	251	310	216	268	225	279	254	318	281	353	
		95	304	377	264	328	275	342	311	389	341	430	
		120	352	437	308	383	321	400	362	454	396	500	
		150	406	504	356	444	372	464	419	527	456	577	
		185	463	575	409	510	427	533	480	605	521	661	
240	546	679	485	607	507	634	569	719	615	781			

Ilustración 13 - Tabla Iz según tipo de instalación (Fuente: HD 60364-5-55:2011)

En la siguiente tabla se indican los datos necesarios para el cálculo:

Datos Corriente Alterna		
Sección	150	mm ²
Material	Cu	
Nº Paralelos	2	
F sol	1	
F agrupamiento	0,87	
Método de instalación	F	
Aislamiento	XLPE 3	
I tabla	464	A
I cal. PIA	800	A
I _{max adm.}	808	A

Tabla 18 - Datos tramo de corriente alterna hasta Interruptor Automático (Fuente: Propia)

$$I_{max_{adm}} = 2 * 464 * 0,87 * 1 = 808 A$$

$$721,68 A < 800 A < 808 A$$

Ecuación 14 - I_{max_adm} AC (Fuente: ITC-BT-19, 20 y 21)

Con las características eléctricas de los conductores **se cumple** el criterio térmico.

3.2. Criterio de caída de tensión

No procede.

El resto de cableado y de protecciones viene proporcionado por la instaladora eléctrica encargada de la baja tensión, no es objeto de este proyecto.

4. Cálculo de las Intensidades de Cortocircuito (IK)

En cuanto la corriente de cortocircuito, en este caso se ha de calcular la I_k aguas debajo del interruptor automático general de fotovoltaica.

La corriente de cortocircuito en bornes de los transformadores en paralelo viene dada por la instaladora eléctrica con un valor de 50 kA.

Para realizar el cálculo de esta corriente de cortocircuito, se ha empleado el *Anexo Cálculo de corriente de cortocircuito de la Guía Técnica de Aplicación*.

Como se indica en este, la corriente de cortocircuito es:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

Ecuación 15 - I_{cc} (Fuente: Anexo I_{cc} de la Guía Técnica de Aplicación)

Siendo:

- I_{cc} = Corriente de cortocircuito máxima en el punto considerado
- U = Tensión de alimentación fase neutro (230 V)
- R = Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación

Teniendo en cuenta que la resistencia es igual a:

$$R = \rho * \frac{2L}{S}$$

Ecuación 16 - I_{max_adm} AC (Fuente: Anexo I_{cc} de la Guía Técnica de Aplicación)

Donde:

- R = Resistencia de la Línea General de Alimentación
- ρ = Resistividad del material (cobre $0,018 \Omega * mm^2/m$ y aluminio $0,029 \Omega * mm^2/m$)
- L = Longitud d
- S = Sección del cable

$$R = \rho * \frac{2L}{S} = 0,018 * \frac{30 * 2}{150} = 0,0072 \Omega$$

Por lo tanto, la corriente de cortocircuito aguas abajo del interruptor automático general de la instalación fotovoltaica es:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * 230}{0,0072} = 25555,5 A = 25,5 kA$$



ANEXO II: ESTUDIO ECONÓMICO

Se ha realizado un estudio para conocer los valores estimados de inversión y ahorro anual en función de la instalación que se va a realizar en NOBLEJAS (TOLEDO).

La inversión que se estima por dicha instalación, se supone que el precio establecido es de 570€/kWp. Se añade un factor de sobredimensionamiento de 19% como margen comercial que corresponde a beneficios industriales y gastos generales. Obteniendo así:

$$\text{Inversión} = 349.561,91 \text{ €}$$

Realizando un estudio de la radiación solar para obtener la producción anual prevista mediante la aplicación *PVSyst*, se obtiene que la producción anual prevista será de 736.090,00 kWh.

Por otra parte, se analiza el autoconsumo anual previsto, que se supone un 15% por debajo de la producción anual prevista, por lo que será de 625.676,50 kWh.

Para poder calcular el ahorro de demanda de energía, se supone coste de energía demandada de 0,12 €/kWh. Mediante la siguiente fórmula se obtiene el valor de ahorro de demanda de energía:

$$\text{Ahorro Demanda Energía} = 0,12 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} * 625.676,05 \text{ kWh} = 75.081,18 \text{ €}$$

A este precio de ahorro se le resta el coste anual que conlleva el mantenimiento y la monitorización de la instalación, que sería:

$$\text{Coste Anual Mantenimiento y Monitorización} = 11.900 \text{ €}$$

Obteniéndose, finalmente, un ahorro neto anual de **63.181,18 €**

NOBLEJAS (INSTALACION FOTOVOLTAICA)	
POTENCIA (KW)	515,35
INVERSION (€)	349.561,91 €
PRODUCCION ANUAL PREVISTA (KWh)	736.090,00
AUTOCONSUMO ANUAL PREVISTO (KWh) -15%	625.676,50
COSTE ENERGIA DEMANDADA RED (€/KWh)	0,12 €
AHORRO DEMANDA ENERGIA	75.081,18 €
COSTE ANUAL MANTENIMIENTO y MONITORIZACION	11.900,00 €
AHORRO NETO ANUAL	63.181,18 €



ANEXO III: INFORME DE PRODUCCIÓN



Version 7.4.5

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Noblejas (Toledo) v2 565W

Variant: Nueva variante de simulación

No 3D scene defined, no shadings

System power: 515 kWp

Noblejas - España



Project: Noblejas (Toledo) v2 565W

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
08/03/24 12:23
with v7.4.5

Project summary

Geographical Site		Situation		Project settings	
Noblejas		Latitude	39,97 °N	Albedo	0,20
España		Longitude	-3,45 °W		
		Altitude	744 m		
		Time zone	UTC+1		
Meteo data					
Noblejas					
Meteonorm 8,1 (1995-2010), Sat=100% - Sintético					

System summary

Grid-Connected System		No 3D scene defined, no shadings			
PV Field Orientation		Near Shadings		User's needs	
Fixed planes	2 orientations	No Shadings		Unlimited load (grid)	
Tilts/azimuths	10 / -80 °				
	10 / 90 °				
System information					
PV Array					
Nb. of modules	912 units	Inverters		4 units	
Pnom total	515 kWp	Nb. of units		500 kWac	
		Pnom total		1,031	
		Pnom ratio			

Results summary

Produced Energy	736090 kWh/year	Specific production	1429 kWh/kWp/year	Perf, Ratio PR	82,79 %
-----------------	-----------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predef. graphs	6
Single-line diagram	7



PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
08/03/24 12:23
with v7.4.5

Project: Noblejas (Toledo) v2 565W

Variant: Nueva variante de simulación

General parameters

Grid-Connected System	No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation	Sheds configuration	Models used
Orientation	No 3D scene defined	Transposition Perez
Fixed planes 2 orientations		Diffuse Perez, Meteornorm
Tilts/azimuths 10 / -80 °		Circumsolar separate
10 / 90 °		
Horizon	Near Shadings	User's needs
Free Horizon	No Shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	JA Solar	Manufacturer	Huawei Technologies
Model	JAM72S30-565/LR	Model	SUN2000-125KTL-M0
(Custom parameters definition)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom, Power	565 Wp	Unit Nom, Power	125 kWac
Number of PV modules	912 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	515 kWp	Total power	500 kWac
Modules	48 string x 19 In series	Operating voltage	200-1000 V
At operating cond. (50°C)		Max, power (=>30°C)	138 kWac
Pmpp	471 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1,03
U mpp	719 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	654 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	515 kWp	Total power	500 kWac
Total	912 modules	Max, power	550 kWac
Module area	2413 m²	Number of inverters	4 units
		Pnom ratio	1.03

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses			
Loss Fraction	3.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	18 mΩ		
		Uc (const)	20,0 W/m²K	Loss Fraction	1,5 % at STC		
		Uv (wind)	0,0 W/m²K/m/s				
Module Quality Loss		Module mismatch losses		Strings Mismatch loss			
Loss Fraction	1,5 %	Loss Fraction	2,0 % at MPP	Loss Fraction	0,2 %		
IAM loss factor							
Incidence effect (IAM): User defined profile							
0°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1,000	1,000	0,986	0,963	0,939	0,871	0,741	0,000

System losses

Unavailability of the system	
Time fraction	2,0 %
	7,3 days,
	3 periods



Project: **Noblejas (Toledo) v2 565W**

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
08/03/24 12:23
with v7,4,5

Main results

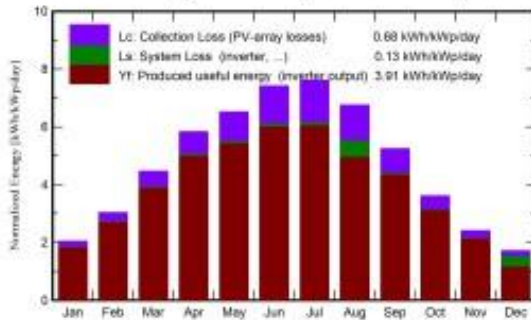
System Production

Produced Energy **736090 kWh/year**

Specific production
Perf. Ratio PR

1429 kWh/kWp/year
82,79 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	ratio
January	63,6	28,08	5,96	63,2	60,1	29838	29458	0,904
February	85,3	30,86	7,32	84,7	81,1	39697	39199	0,888
March	139,1	47,91	10,79	138,3	132,9	63317	62504	0,877
April	176,1	59,31	13,39	174,9	168,4	78710	77628	0,862
May	203,5	63,34	18,37	202,1	194,7	88479	87139	0,837
June	223,8	67,53	24,06	222,4	214,3	94936	93390	0,815
July	237,8	57,39	27,84	236,0	227,5	98803	97085	0,798
August	210,5	55,22	26,98	209,1	201,5	88564	79669	0,739
September	158,1	48,09	21,79	157,3	151,3	68621	67604	0,834
October	112,8	42,79	16,28	112,1	107,5	50725	50084	0,867
November	72,7	27,37	9,83	72,4	69,0	33716	33287	0,892
December	53,5	24,56	6,49	53,1	50,2	24851	19042	0,696
Year	1736,8	552,25	15,78	1725,4	1658,7	760257	736090	0,828

Legends

- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio



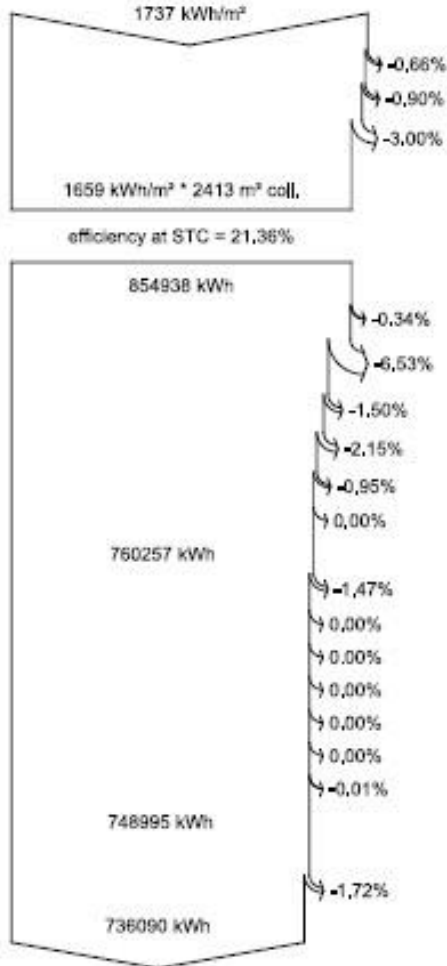
Project: **Noblejas (Toledo) v2 565W**

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
08/03/24 12:23
with v7.4.5

Loss diagram



Global horizontal irradiation

Global incident in coll. plane

IAM factor on global

Soiling loss factor

Effective irradiation on collectors

PV conversion

Array nominal energy (at STC effic.)

PV loss due to irradiance level

PV loss due to temperature

Module quality loss

Mismatch loss, modules and strings

Ohmic wiring loss

Mixed orientation mismatch loss

Array virtual energy at MPP

Inverter Loss during operation (efficiency)

Inverter Loss over nominal inv. power

Inverter Loss due to max. input current

Inverter Loss over nominal inv. voltage

Inverter Loss due to power threshold

Inverter Loss due to voltage threshold

Night consumption

Available Energy at Inverter Output

System unavailability

Energy injected into grid



PVsyst V7.4.5

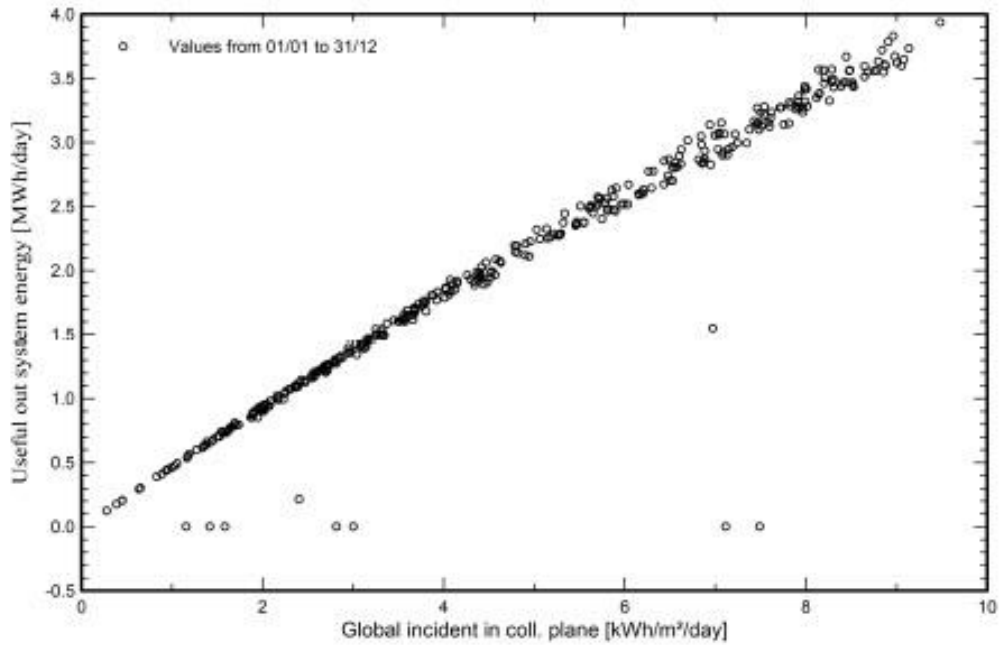
VC1, Simulation date:
08/03/24 12:23
with v7,4,5

Project: **Noblejas (Toledo) v2 565W**

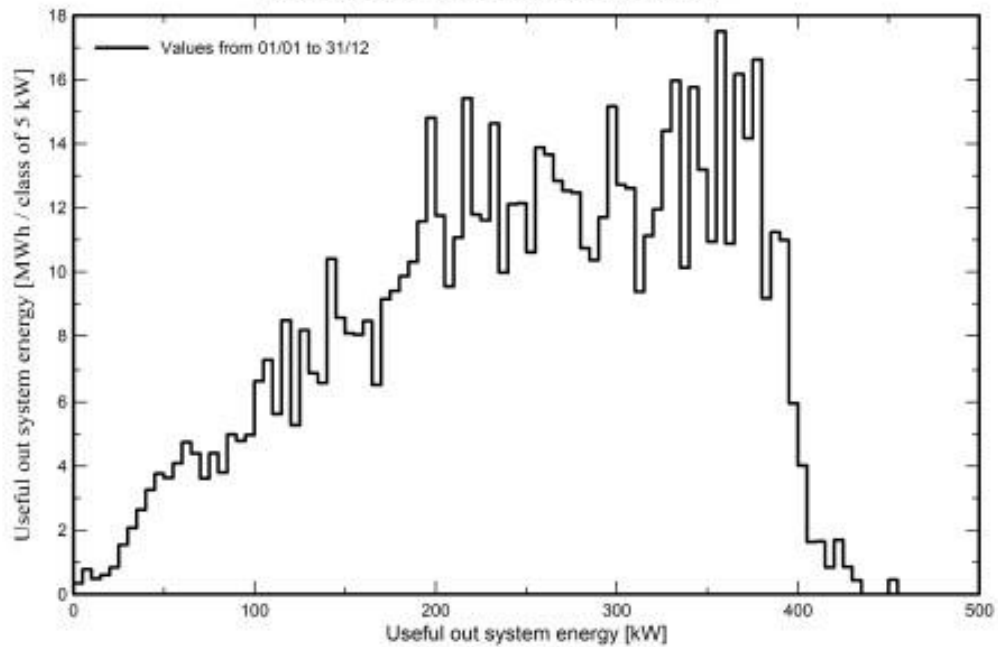
Variant: Nueva variante de simulación

Predef. graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema





ANEXO IV: MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Objeto:

El objeto de la siguiente propuesta técnico económica es la presentación del servicio del mantenimiento Técnico Legal de la instalación solar fotovoltaica en Noblejas.

Descripción de la propuesta:

La presente propuesta tiene por objeto la presentación de los siguientes servicios:

- Verificaciones, controles, inspecciones y acciones de Mantenimiento Técnico Legal Programado, conforme a frecuencia y operaciones establecidas en el Plan de mantenimiento que se presentará para su correspondiente aprobación.
- Las revisiones programadas se establecerán en el siguiente horario: de lunes a viernes de 8:00 a 18:00.
- Se dispondrá del servicio de Asistencia Técnica, para efectuar las intervenciones no sistemáticas de restauración de las incidencias y/o averías de las instalaciones y/o equipos.
- Entrega de la documentación sobre las revisiones realizadas vía e-mail, como máximo una semana más tarde desde su ejecución.

Ámbito de aplicación:

Serán objeto del servicio de mantenimiento los equipos de la instalación que se indican a continuación:

- 912 Paneles
- 4 Inversores Sun 2000-115 KTL

Se han previsto revisiones anuales para los equipos de la instalación fotovoltaica.

Del mismo modo, la presente oferta no atiende la aportación de ningún tipo de material que no sea el pequeño material fungible (grasas, pequeño material de ferretería, etc.) necesario para efectuar las tareas de mantenimiento preventivo de la instalación fotovoltaica.

Plan de mantenimiento técnico legal:

Se especifican los principales componentes de la instalación fotovoltaica, así como la frecuencia general de revisión para el mantenimiento de esta en base a las frecuencias de revisión establecidas y los procedimientos a realizar para el correcto mantenimiento de la instalación fotovoltaica.

Equipos / Instalaciones	Revisiones / Año
<i>Instalaciones Eléctrica de BT</i>	Revisión Anual Reglamento Electrotécnico para baja tensión. R.D. 842/2002

MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES - FOTOVOLTAICA		
ELECTRICIDAD		
Cuadro Secundario	Periodicidad	Tiempo (h)
Comprobación de ausencia de calentamientos	ANUAL	
Reapriete de contactos eléctricos	ANUAL	
Comprobación relación conductor / sección	ANUAL	
Medición de resistencia de aislamiento de conductores	ANUAL	
Medición de disparo de interruptores diferenciales	ANUAL	
Medición de resistencia de tierra	ANUAL	
Accesibilidad cuadro eléctrico	ANUAL	
Limpieza de cuadro	ANUAL	
Revisión y estado general	ANUAL	
Inversor Fotovoltaico	Periodicidad	Tiempo (h)
Comprobación visual del estado de envoltorios, verificando cierres, puertas y manillas	ANUAL	
Verificar el correcto anclaje de los equipos	ANUAL	
Comprobar el correcto guiado de los cables de forma que no estén en contacto con partes activas	ANUAL	
Comprobar deficiencias en los aislamientos y puntos calientes	ANUAL	
Comprobar el correcto apriete de la tornillería de pletinas y cables de potencia	ANUAL	
Comprobar la ausencia de humedad en el interior del armario, secar si es necesario	ANUAL	
Comprobar el correcto amarre de los componentes del armario	ANUAL	
Panel fotovoltaico fachada superpuesto fijado mecánicamente	Periodicidad	Tiempo (h)
Panel fotovoltaico: Comprobación de fijaciones	ANUAL	
Se comprobará que los paneles están correctamente fijados y no admiten movimientos ni desplazamientos.	ANUAL	
Panel fotovoltaico: Inspección visual panel	ANUAL	
Inspección visual del panel, observando las diferencias sobre el original, la posible existencia de suciedad, de roturas y deformaciones del marco. -Verificar que no hay terminales flojos ni rotos, que las conexiones están bien apretadas y que los conductores se encuentran en buenas condiciones.	ANUAL	
Panel fotovoltaico: Limpieza	ANUAL	
Se realizará la limpieza del panel con un trapo suave humedecido con agua.	ANUAL	

Servicio de asistencia técnica:

Se pone a disposición el servicio de Asistencia Técnica, con la finalidad de atender todas las averías y/o incidencias que puedan surgir en las mismas.

Cualquier irregularidad y/o incidencia detectada durante el mantenimiento preventivo/normativo referente a la instalación objeto de la presente propuesta, será atendida por el personal operativo aplicándose en todo caso el protocolo detallado a continuación:

- Comunicación a la Dirección Técnica de la Propiedad y solicitud de autorización para intervenir
- Aplicación de las medidas necesarias en materia de PRL previa a la realización de los trabajos
- Análisis y detección de las causas de la avería
- Realización de trabajos de corrección en los equipos y/o instalaciones
- Restitución de las condiciones normales de funcionamiento
- Planificación de la resolución de la avería en caso de no quedar resuelta

- Seguimiento de los trabajos de corrección de la avería
- Cierre de la avería
- Complimentación de la hoja de trabajo con detalle de las actuaciones realizadas y materiales utilizados, fechas de intervención y tiempos empleados.
- Realización del informe valorado si procede

Tras cada intervención se cumplimentará la correspondiente hoja de trabajo, donde se mostrarán todos los datos con relación al servicio realizado, causa que ha originado la incidencia, actuaciones realizadas, resolución y/o estado de la misma, horas empleadas, materiales utilizados, desplazamientos, etc. La hoja de trabajo será presentada a la persona responsable para su conformidad y recepción de los servicios mediante la firma de la misma.

El coste de las intervenciones derivadas de este servicio está excluido de la presente propuesta, y será, por tanto, facturado aparte por administración, según lo detallado en las hojas de trabajo (complimentadas una vez realizados los trabajos y aceptadas por el cliente), y la tarifa de asistencia técnica vigente.

Todos los trabajos de asistencia técnica se efectuarán dentro de la franja horaria laboral, de lunes a viernes de 08:00 a 18:00, siendo el plazo máximo de presencia en las instalaciones, desde la recepción del aviso de avería, no superior a las 48 horas.

Informes del servicio:

En general toda la información derivada de las revisiones y obtenida a través de las diferentes intervenciones realizadas por el personal técnico y operativo será tratada y analizada emitiéndose los correspondientes informes técnicos.

Se presentarán todos aquellos informes técnicos/económicos necesarios para la corrección de los posibles defectos y/o desviaciones que se detecten en la instalación o equipos, que puedan generar una disminución de los rendimientos pretendidos, produzcan un aumento del gasto energético o bien que puedan ser motivo de futuras averías.

Toda la documentación del servicio de mantenimiento y los informes serán remitidos en el menor a la Dirección Técnica para su conocimiento y decisión de acciones correctoras. La entrega de dicha documentación se efectuará vía e-mail como muy tarde una semana después de que estas se hayan realizado.

Materiales y repuestos:

En la presente propuesta queda incluido el pequeño material fungible (grasas, pequeño material de ferretería, etc.) necesario para realizar las tareas de mantenimiento preventivo y normativo de las instalaciones objeto de la presente propuesta.

Queda excluido el suministro del resto de materiales, recambios, consumibles, etc., los cuales serán facilitados por la Propiedad. Podrán ser suministrados bajo previa solicitud, facturándose su importe con independencia de esta oferta.

Presupuesto:

Importe anual para el Servicio de mantenimiento Técnico Legal de instalaciones indicadas en la oferta	IMPORTE ANUAL
INSTALACIÓN DE FOTOVOLTAICA	5.750,00 €
TOTAL	5.750,00€

Precio para el servicio de asistencia 24h:

	NORMAL	EXTRA	FESTIVO/NOCTURNO
	L-V de 8h a 16h	L-V de 16h a 21h	L-V de 21h a 8h y S, D, Festivos
Jefe de Equipo	40,00 €	52,75 €	66,50 €
Oficial 1ª	30,00 €	40,25 €	54,40 €
Coste desplazamiento*	32,50 €		

Condiciones económicas:

El importe anual total se abonará prorrateado mensualmente por doceavas partes y al inicio del periodo.

El pago de las facturas se realizará a través de una institución financiera, mediante transferencia a treinta (30) días después de la emisión de la factura. La domiciliación de los pagos se autorizará en el momento de la firma del contrato, en documento independiente.

Los precios serán revisados por año natural y al inicio de los mismos en función del Índice General de Precios al Consumo (I.P.C.), que publica el Instituto Nacional de Estadística.



El contrato tendrá una duración de un (1) año, quedando al expirar dicho plazo prorrogando automáticamente por períodos de un año, salvo cuando una de las partes manifieste por escrito su voluntad de rescisión del mismo, como mínimo, con tres meses de antelación a la fecha de finalización. El primer Contrato será regularizado por años naturales.

Exclusiones:

- Las indicadas en los diferentes apartados de la presente propuesta.
- Equipos de protección ajenos a los trabajos especificados a efectuar en los equipos e instalaciones
- Los correctivos (materiales, mano de obra, desplazamientos y dietas) van a parte, según los precios unitarios indicados.
- Equipos / medios especiales para trabajos en alturas superiores a 3 metros o puntuales para utilización exterior (plataformas, elevadores, etc.)
- Inspecciones a efectuar por Organismos Colaboradores de la Administración (OCA's)
- Ensayos y/o pruebas no especificadas en la presente propuesta.
- En general todo trabajo, tarea y material no especificado en la presente propuesta.
- I.V.A., será cargado aparte en factura.



ANEXO V: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.1 OBJETO

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo, es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

1.2 CARACTERÍSTICA DE LA OBRA

Descripción de la obra y situación

La instalación estará formada por un generador fotovoltaico, protecciones de corriente continua y alterna, inversor, contadores de energía y todos los elementos necesarios de conexión y protección que hacen posible el suministro de energía eléctrica a la red de distribución en las condiciones técnicas y de seguridad que indica la legislación vigente.

Esta instalación estará ubicada SOBRE CUBIERTA DE NAVE INDUSTRIAL, situada en PARCELA 1-10-3A NOBLEJAS 45350 (TOLEDO).

Se pretende montar una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo fija conectada en red interior de **515.3 kW**. La instalación consta de 912 paneles de 565 Wp.

Suministro de energía eléctrica

El Contratista gestionará la acometida de energía eléctrica para la obra. El Contratista situará el cuadro general de mando y protección, estará dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protecciones contra faltas a tierras y

sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores magnetotérmicos y diferencial de 300mA.

De este cuadro saldrán circuitos secundarios de alimentación a los cuadros secundarios para alimentación a grúa, montacargas, máquinas, vibrador, etc. Todos los conductores empleados en la instalación estarán aislados para una tensión de 1.000 V.

Riesgos más frecuentes

- Caídas en altura.
- Descarga eléctrica de origen directo o indirecto.
- Caídas al mismo nivel, quemaduras y golpes.

Normas básicas de seguridad

- Cualquier parte de la instalación se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.
- Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados, no se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.
- En la instalación de alumbrado, estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados. Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo de mando de marcha/ parada.
- Estas derivaciones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de **2'50 m.** del piso o suelo; las que pueden alcanzarse con facilidad estarán protegidas con cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Se darán instrucciones sobre medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.

- Se sustituirán las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.

Protecciones personales

- Casco homologado de seguridad, dieléctrico en su caso, guantes aislantes y comprobador de tensión.
- Herramientas manuales, con aislamiento.
- Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas.
- Tarimas, alfombrillas, pértigas aislantes.

Protecciones colectivas

Mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros de distribución, etc.

Mantenimiento periódico de los sistemas de protección colectivos instalados en la obra para su segura ejecución y comprobación periódica de su correcto estado y funcionamiento.

Suministro de agua potable

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

Interferencias y servicios afectados

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que, si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No



obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

1.3 MEMORIA

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

1.3.1 Obra civil

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

Protecciones personales

- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Gafas de protección contra las salpicaduras de hormigón.
- Guantes impermeables.
- Ropa de trabajo...

Movimiento de tierras y cimentaciones

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.

- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

Protecciones personales

El conductor del vehículo, cumplirá las siguientes normas:

- Durante la carga permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga, tendrá echado el freno de mano.

Protecciones colectivas

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar éste maniobras.
- Si descarga material en las proximidades de la zanja o pozo de cimentación se aproximará a una distancia máxima de 1 m., garantizando ésta, mediante topes.

Retroexcavadora

a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco por hundimiento del terreno, golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.

b) Normas básicas de seguridad

- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios, al igual que el resto de las máquinas.
- La intención de moverse se indicará con el claxon.
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse la oruga.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina; si la parada es prolongada se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.

Protecciones personales

- Casco de seguridad homologado, ropa de trabajo adecuada, botas antideslizantes.
- Se limpiará el barro adherido al calzado para que no se resbalen los pies sobre los pedales.

Protecciones colectivas

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Al descender por rampas el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.

Estructura

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuiones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.

- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Cerramientos

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Albañilería

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
 - Caídas a distinto nivel.
 - Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
 - Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
 - Cortes y heridas.
 - Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.
- #### b) Medidas de prevención
- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).

- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

Maquinaria de elevación auxiliar

a) Riesgos más frecuentes:

- Rotura del cable o gancho, caída de la carga...
- Electrocutión por defecto de puesta a tierra
- Caídas en altura de personas, por empuje de la carga
- Golpes y aplastamientos por la carga
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, arriostamiento deficiente, etc.

b) Normas básicas de seguridad

- El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso, para evitar el descarrilamiento del carro.
- Asimismo estará dotado de pestillo de seguridad en perfecto uso.
- El cubo de hormigonado cerrará herméticamente, para evitar caídas de material.
- Para elevar palets se dispondrán dos eslingas simétricas por debajo de la plataforma de madera no colocando nunca el gancho de la grúa sobre el fleje de cierre de palet.
- En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se hará más de una maniobra a la vez.
- La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que, si el maquinista detectase algún defecto, depositará la carga en el origen inmediatamente.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento del giro, el desplazamiento del carro y el descenso y elevación del gancho.



- La pluma de la grúa dispondrá de carteles suficientemente visibles, con las cargas permitidas.
- Todos los movimientos de la grúa, se harán desde la botonera, realizados por persona competente, auxiliado por el señalista.
- Dispondrá de un mecanismo de seguridad contra sobrecargas, y es recomendable si se prevén fuertes vientos, instalar un anemómetro con señal acústica para 60 Km/h.
- El ascenso a la parte superior de la grúa se hará utilizando el dispositivo de paracaídas
- Si es preciso realizar desplazamientos por la pluma, ésta dispondrá de cable de visita.
- Al finalizar la jornada de trabajo, se pondrán a cero todos los mandos de la grúa, dejándola en veleta y desconectando la corriente eléctrica.
- Se realizarán por personal autorizado todas las pruebas pertinentes, antes del inicio de los trabajos.

Protecciones personales

- El maquinista y el personal auxiliar llevarán en todo momento casco de seguridad y guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.
- Cinturón de seguridad en todas las labores de mantenimiento, anclado a puntos sólidos o al cable de visita de la pluma.
- La corriente eléctrica estará desconectada si es necesario actuar en los componentes eléctricos de la grúa.

Protecciones colectivas

- Se evitará volar la carga sobre otras personas trabajando.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra.
- Durante las operaciones de mantenimiento de la grúa, las herramientas manuales se transportarán en bolsas adecuadas, no tirando al suelo estas, una vez finalizado el trabajo.
- El cable de elevación y la puesta a tierra se comprobarán periódicamente.

Grúa autopropulsada

a) Riesgos más frecuentes

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas y por enganche o estribado deficiente de la carga).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas (golpe por la carga durante la maniobra o por rotura del cable).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.

- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).
- Contactos térmicos.
- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).
- Exposición a agente físico: ruido.

Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorso lumbares.

Medidas preventivas

Formación y condiciones del operador

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- No operar la grúa si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

Comprobaciones previas (precauciones)

- La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- 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.

- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento

Antes de la colocación de la grúa autopropulsada se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:

- Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
- Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

Estabilidad

- En la proximidad a taludes, zanjas, etc. no se permitirá ubicar la grúa sin permiso del Responsable de la Obra que indicará las distancias de seguridad a la misma y tomará medidas de refuerzo y entibación que fuesen precisas.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.

Estabilizadores (apoyos telescópicos)

- Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aun cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.
- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.

- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
- Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
- Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
- No desplazar la carga por encima del personal.
- Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

Peso de la carga

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

Medios de protección

- El gancho de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

Choque contra objetos

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Precauciones durante el izado

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.

- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa, para lo cual previamente se habrá señalizada y acotada esta zona.
- No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

Condiciones sobre la carga izada

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

Señalista

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el código de señales definido por la norma UNE-003, los cuales deberán conocer perfectamente.

- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

Distancias de seguridad

- En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que las indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica:

Tensión nominal instalación (kV)	Distancia mínima D_{prox-2} (m)
< 66	3
$66 < V_n < 220$	5
$V_n > 220$	7

- Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al Responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

- Permanecerá en la cabina y maniobrá haciendo que cese el contacto.

- Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.

Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:

- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

Herramientas manuales

a) Riesgos más frecuentes

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos musculo-esqueléticos.

b) Medidas preventivas generales

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
- Cualquier defecto o anomalía será comunicado lo antes
- Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.

c) Características generales que se deben cumplir

- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
- La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.

- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.
- Efectuar un mantenimiento de las herramientas manuales realizándose una revisión periódica, por parte de personal especializado, del buen estado, desgaste, daños, etc.
- Además, este personal se encargará del tratamiento térmico, afilado y reparación de las herramientas que lo precisen. Retirar de uso las que no estén correctamente.

d) Instrucciones generales para su manejo

- Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
- Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semi-doblado y la muñeca en posición recta.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.
- Usar herramientas con esquinas y bordes redondeados.
- Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración.
- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

Medidas preventivas específicas

Cinceles y punzones

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
- Se transportarán guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

Martillos

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza.
- No se intentarán componer los mangos rajados.
- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna.
- No se aflojarán tuercas con el martillo.
- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.
- No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
- Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.
- En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliéster.

Alicates

- Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.
- No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
- Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar.
- Se evitará su uso como martillo.

Destornilladores

- Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos.
- Las caras estarán siempre bien amoladas.
- Hoja y cabeza estarán bien sujetas.
- No se girará el vástago con alicates.
- El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo.
- No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.
- Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.

Limas

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

Llaves

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillar, remachar o como palanca.

- Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.
- No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
- Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca.
- Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

Taladro

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Proyecciones por rotura de broca.
- Contacto eléctrico.

Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.

Medidas preventivas

- Las conexiones se efectuarán con las correspondientes clavijas.
- El cable de alimentación estará en buen estado.
- Se seleccionará la broca adecuada para el material a perforar, así como el diámetro correspondiente al orificio deseado.
- Se evitará tratar de agrandar los orificios realizando movimientos circulares ya que la broca se puede partir.
- El taladro deberá sujetarse firmemente pero no se deberá presionar en exceso ya que se puede llegar a partir la broca.

- Para taladrar piezas pequeñas se deberán sujetar previamente y de forma firme las mismas empleando, si fuese necesario, mordazas.
- Para cambiar las obras se empleará la llave que acompaña al equipo, debiéndose desconectar previamente de la red.
- En los momentos en los que no se usa deberá colocarse en lugar seguro y asegurándose de la total detención del giro de la broca.

Sierra circular

a) Riesgos más frecuentes

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores
- Descargas eléctricas / Incendios
- Rotura del disco / Proyección de partículas

b) Normas básicas de seguridad

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan atrapamientos.
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, para evitar incendios
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.

Protecciones personales

- Casco de seguridad, guantes de cuero, gafas de protección, calzado de seguridad...

Protecciones colectivas

- La zona acotada para la máquina, instalada en lugar libre de circulación
- Extintor manual de polvo químico anti-brasa, junto al puesto de trabajo

Compresor

a) Riesgos más frecuentes

- Ruido / Rotura de manguera / Vuelco, por proximidad a los taludes.

- Emanación de gases tóxicos.
- Atrapamientos durante las operaciones de mantenimiento.

a) Normas básicas de seguridad

Protecciones colectivas

- Cuando los operarios tengan que hacer alguna operación con el compresor en marcha (limpieza, apertura de carcasas, etc.), se ejecutará con los cascos auriculares puestos.
- Se trazará un círculo en torno al compresor, de un radio de 4 metros, área en la que será obligado el uso de auriculares. Antes de su puesta en marcha se calzarán las ruedas el compresor
- El arrastre del compresor se realizará a una distancia superior a los 3 metros del borde de las zanjas, para evitar vuelcos por desplome de las “cabezas” de las zanjas.
- Se desecharán todas las mangueras que aparezcan desgastadas o agrietadas. El empalme de mangueras se efectuará por medio de racores
- Queda prohibido efectuar trabajos en las proximidades del tubo de escapa.
- Queda prohibido realizar maniobras de engrase y/o mantenimiento con el compresor en marcha.
- Caída de la carga
- Electrocutación por defecto de puesta a tierra
- Caídas en altura de personas, por empuje de la carga
- Golpes y aplastamientos por la carga.
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, arriostamiento deficiente, etc.

1.3.2 Montaje

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

Colocación de módulos, soportes y embarrados

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

Montaje de Celdas Prefabricadas o aparata, transformadores de potencia y cuadros de B.T.

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

Operaciones de puesta en tensión.

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

1.4 Aspectos Generales

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

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

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

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

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

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

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

Primeros auxilios y asistencia sanitaria

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

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

Ante los accidentes de carácter **leve**, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante.

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



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

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

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

Botiquín

El contenido mínimo del botiquín será: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Junto al botiquín se dispondrá de un cartel en el que figuren de forma visible los números de teléfonos necesarios en caso de urgencias como los del hospital más próximo, centro asistencial, más cercano, de la mutua de las distintas empresas intervinientes, servicio de ambulancias, bomberos, policía local...

Extinción de incendios

Este apartado tiene por objeto dar una serie de recomendaciones relativas a la actuación contra el fuego en el caso de que éste llegara a producirse.

En primer lugar, se intentará sofocar el conato de incendio y si se observara que no se puede dominar el incendio, se avisará de inmediato al servicio Municipal de Bomberos.

Para hacer funcionar los extintores portátiles se seguirán los siguientes pasos:

- a. Sacar la anilla que hace de seguro.
- b. Abrir la válvula de gas impulsor de botellín adosado (si es de presión incorporada no tiene este paso).
- c. Apretar la pistola dirigiendo el chorro a la base de las llamas y barrer en abanico.

La posición más ventajosa para atacar el fuego es colocarse de espaldas al viento en el exterior, o a la corriente en el interior de un local.

Es elemental dirigir el chorro de salida hacia la base de las llamas, barriendo en zigzag y desde la parte más próxima hacia el interior del incendio.

Si se utilizan sobre líquidos inflamables, no se debe aproximar mucho al fuego ya que se corre el peligro de que se proyecte el líquido al exterior. Hay que barrer desde lejos y acercarse poco a poco al fuego.

Siempre que las actuaciones para atacar no se dificulten grandemente a consecuencia del humo, no deben abrirse puertas y ventanas; provocarían un tiro que favorecerían la expansión del incendio.

Recordar que, a falta de protección respiratoria, una protección improvisada es colocarse un pañuelo húmedo cubriendo la entrada de las vías respiratorias, procurando ir agachado a ras del suelo, pues el humo por su densidad tiende a ir hacia arriba.

Si se inflaman las ropas, no correr, las llamas aumentarían. Revolcarse por el suelo y/o envolverse con manta o abrigo. Si es otra la persona que vemos en dicha situación, tratar de detenerla de igual forma.

Formación / Información en materia de seguridad y salud

La Formación en materia de Seguridad y Salud se ajustará en todo momento a lo especificado en el Plan de Seguridad y Salud presentado por la Empresa Contratista y aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud de la Obra, y a lo que se disponga en los diferentes Reglamentos.

La Formación/Información será adecuada al Nivel de las Asistentes y los riesgos de Obra, con la colaboración de los Técnicos de Seguridad de la Empresas Contratistas, del Coordinador de Seguridad y Salud de la Obra y Técnicos de las Mutuas de Accidente. y E. Profesional.

La Organización de la Formación podrá estructurarse en:

- **Charla informativa de ingreso:** A todo el personal explicando los riesgos de la obra, asistencia a lesionados, Servicio Médico, Protección Contra Incendios, y plan de Evacuación Emergencia.
- **Charla informativa para Mandos.**
- **Reuniones recordatorio:** A todo el personal periódicamente y cuando se produzcan Modificaciones sustanciales en el Plan de Seguridad.
- **Charlas cortas a pie de tajo:** Impartidas por los Mandos de cada empresa a los Operarios, recordándoles los riesgos existentes en éste.
- **Cursos generales y monográficos de seguridad:** que se crean necesarios, jornadas y seminarios de formación.



1.5 NORMATIVA APLICABLE

Normas Oficiales

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. Lugares de Trabajo.
- R.D. Equipos de Trabajo.
- R.D. Protección Individual.
- R.D. Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.

1.6 SANCIONES

La Propiedad podrá adoptar medidas sancionadoras a aquellas empresas que de forma reiterada incumplan las Normas de seguridad.

Medidas disciplinarias que La Propiedad puede adoptar unilateralmente.

- Prohibición de acceso a la obra
- Retenciones económicas vía facturación
- Resolución del contrato
- Etc.

Estas Sanciones, son compatibles e Independientes de las que puedan ser impuestas a las Empresas por otras circunstancias contempladas en la Legislación Vigente.

1.7 OBLIGACIONES SOCIOJURIDICOLABORALES DE LAS EMPRESAS CONTRATISTAS PRINCIPALES

Toda Empresa Contratista Principal estará obligada a presentar a La Propiedad en la forma que se establezca la documentación Jurídico-Laboral tanto propia como perteneciente a sus Subcontratistas.

- Copia del documento de Calificación Empresarial o Alta en la cuota del Impuesto de Actividades Económicas.
- Libro de visita de la Autoridad Laboral.
- Copia de los contratos de Trabajo.
- Copia de Alta en la Seguridad Social.
- Copia de las liquidaciones a la Seguridad Social (mod. TC-1 y TC-2).
- Documentación relativa al Servicio de prevención.
- Libros de Inspecciones de Industria sobre Máquinas.
- Pólizas de Seguros de Accidentes.
- Póliza de Seguros R. Civil.
- Certificado Descubiertos a la S.S.
- Currículum personal en Obra.
- Acreditaciones, Habilitaciones, del Personal Técnico.
- Plan de Seguridad y Salud Laboral presentado a la Inspección de Trabajo.
- Licencias Administrativas previas a los inicios de los trabajos.
- Certificados de Aptitud Médica del personal.
- Certificados de Formación en materia de P.R.L.
- Certificados de entrega de EPIs.
- Informes de Inspecciones, Informes Investigación de Actes. e Incidentes.

El Coordinador de Seguridad y Salud de la obra, (cuando proceda) y en su defecto de la Dirección Facultativa el mantendrán al día toda la documentación citada, así como su archivo.

Anexo 1

SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO

DIMENSIONES EN mm		
L	L1	L2
594	492	30
420	348	21
257	216	13
210	176	11
148	121	8
108	96	6

RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE EXPLOSIÓN	RIESGO DE RADIACION	RIESGO CARGAS SUSPENDIDAS
RIESGO DE INTOXICACION	RIESGO DE CORROSION	RIESGO ELECTRICO	PELIGRO INDETERMINADO
CADA DE OBJETOS	DESPRENDIMIENTOS	MAQUINA PESADA EN MOVIMIENTO	CADAS A DISTINTO NIVEL
CADAS AL MISMO NIVEL	ALTA TEMPERATURA	BAJA TEMPERATURA	ALTA PRESION
RADIACIONES LASER	PASO DE CARRETILLAS	TERRAS PUESTAS	

DIMENSIONES EN mm		
Ø	Ø1	m
304	304	30
420	370	21
507	307	13
210	190	11
148	132	8
102	20	5

USO DE MASCARILLA

USO DE CASCO

USO PROTECTORES AUDITIVOS

USO DE GAFAS

USO DE GUANTES

USO GUANTES DIELECTRICOS

USO DE BOTAS

USO BOTAS DIELECTRICOS

ELIMINAR PUNTAS

PROTECCION INDIVIDUAL OBLIGATORIO CONTRA CAIDAS

USO CINTURÓN DE SEGURIDAD

USO CALZADO ANTIESTÁTICO

USO DE GAFAS O PANTALONES

PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CARA

OBLIGACION DE LAVARSE LAS MANOS

USO PROTECTOR AJUSTABLE



1.8 ANEXO II: PANELES INFORMATIVOS Y SEÑALIZACIÓN DE BLOQUEO.

TELEFONOS DE EMERGENCIA		DIRECCION DE LA OBRA	
			<input type="text"/>
	BOMBEROS		<input type="text"/>
	POLICIA NACIONAL		<input type="text"/>
	GUARDIA CIVIL		<input type="text"/>
SERVICIO MEDICO			
	Dr. _____		<input type="text"/>
	MEDICO ASISTENCIAL PARA LA OBRA		<input type="text"/>
	Dr. _____		<input type="text"/>
	AMBULANCIA		<input type="text"/>
	HOSPITALES		<input type="text"/>

DIMENSIONES EN mm		
D	D1	R
504	534	30
400	378	21
297	267	16
210	188	11
148	132	8
105	95	5

RIESGO
ELECTRICO

RIESGO
DE EXPLOSION

RIESGO DE
INTOXICACION

RIESGO DE
RADIACION

RIESGO
DE INCENDIO

RIESGO
ELECTRICO

RIESGO DE
CORROSION

TERRAS
PUESTAS

OBLIGACION GENERAL
(ACOMPANADA SI PROCEDE
DE SEÑAL ADICIONAL)

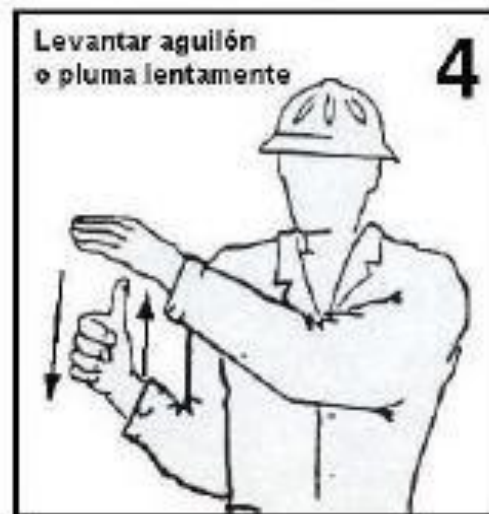
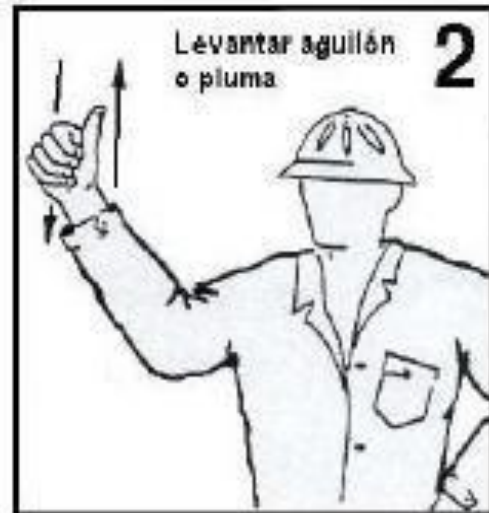
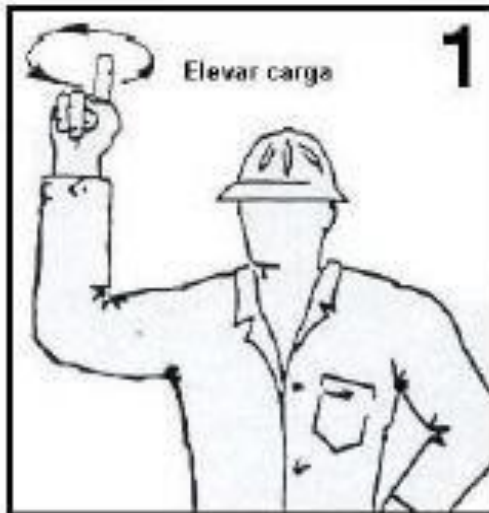
RIESGO
ELECTRICO

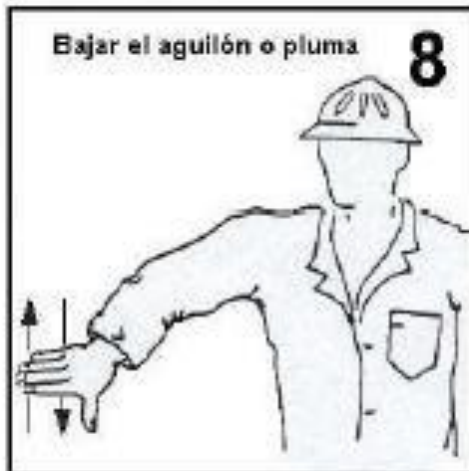
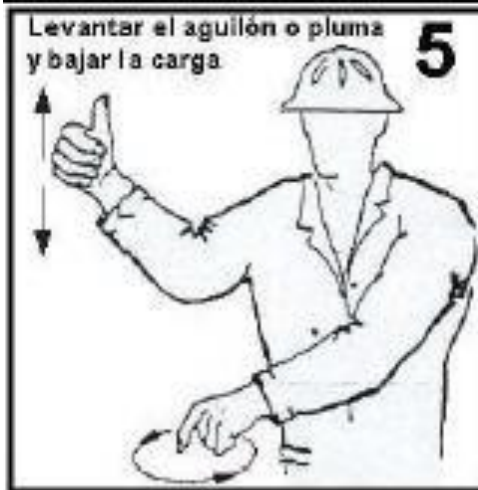
RIESGO
ELECTRICO

<p>(Anverso)</p> <p>TARJETA AMARILLA</p> <p>FECHA CONDICIONES DE MANEJO</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>(Reverso)</p> <p>PRECAUCION</p> <p>ANTES DE MANIPULAR ESTE APARATO</p> <p>LEER LAS CONDICIONES AL DORSO</p>
<p>(Anverso)</p> <p>TARJETA RAYADA</p> <p>PERMISO FECHA</p> <p>EQUIPO</p> <p>ETIQUETADO</p> <p>SITUACIÓN</p>	<p>(Reverso)</p> <p>NO TOCAR</p> <p>ESTE APARATO SERA MANEJADO SOLO</p> <p>BAJO LA DIRECCION DEL SEÑOR</p>
<p>(Anverso)</p> <p>TARJETA ROJA</p> <p>PERMISO FECHA</p> <p>EQUIPO</p> <p>ETIQUETADO</p> <p>SITUACIÓN</p>	<p>(Reverso)</p> <p>NO TOCAR</p> <p>PELIGRO</p> <p>HOMBRES TRABAJANDO</p>

Con este código se pretende que enganchador y maquinista no haya confusiones por las posibles acciones graves.

Nada mejor para ello que todos los que intervienen "hablen el mismo idioma", y utilicen las mismas señales.

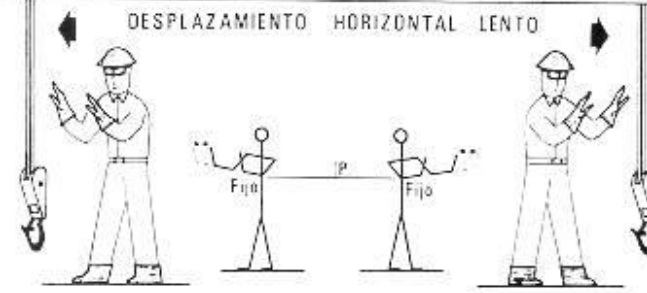
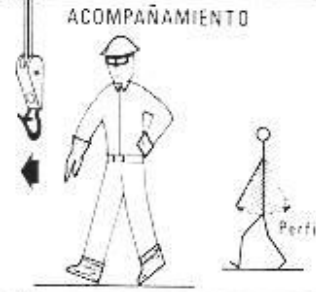
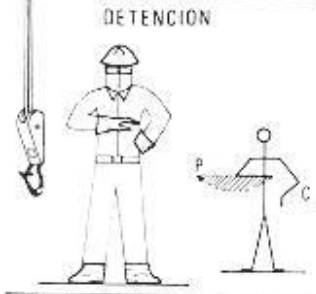
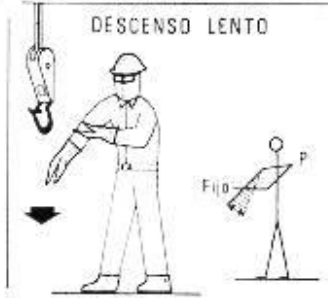
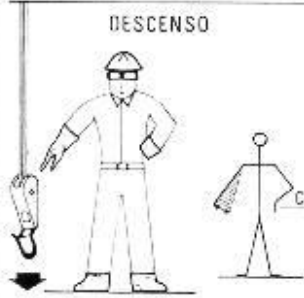
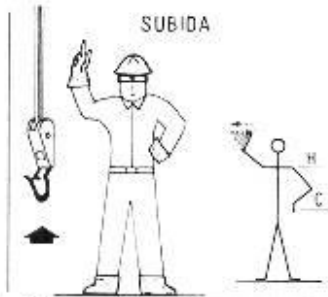




Señales para manejo de gruas

Norma **UNE 003.**

MUÑECO TIPO **UNE.**



Señales acústicas o luminosas de contestación.

Comprendido

Obedezco.....Una señal breve.

Repita

Solicito Órdenes...Dos señales cortas.

Cuidado

Peligro inmediato.....Señales largas o una continua.

En marcha libre

Aparato desplazándose..Señales cortas.



1.9 ANEXO III. LISTADO DE TELÉFONOS DE EMERGENCIA EN OBRA

TELÉFONOS Y DIRECCIONES DE INTERÉS EN CASO DE EMERGENCIA

Centros asistenciales		
Hospital	Dirección	Teléfono
Centro Médico Mutua		
FRATERNIDAD MUPRESPA	Urgencias	900-269-269
Emergencias		
	Teléfono	
Bomberos	080	
Policía Local	092	
Guardia Civil	062	
Policía Nacional	091	
Protección Civil	006	
Información Toxicológica	91-562-04-20	
Otros		
Coordinación de Emergencias	112	
Es el Centro de Coordinación de Emergencias existente en todas las comunidades autónomas, donde se podrá solicitar atención sanitaria, extinción de incendios y salvamento, seguridad ciudadana y protección civil.		

1.10 ANEXO IV. ACTA DE NOMBRAMIENTO DE RESPONSABLE DE SEGURIDAD DE LA CONTRATA/SUBCONTRATA

ACTA DE NOMBRAMIENTO DEL RESPONSABLE DE SEGURIDAD DE LA CONTRATA/SUBCONTRATA

Nombre de la obra:

Situación:

Empresa Contratista/Subcontratista:

En virtud de la eficiente gestión en materia de seguridad de los trabajos a realizar y del cumplimiento de lo dispuesto en el Plan de Seguridad y Salud de la Obra, la Empresa Contratista/Subcontratista decide proceder al nombramiento del:

RESPONSABLE DE SEGURIDAD DE LOS TRABAJOS

En la persona de D., con D.N.I., de acreditada competencia (se adjunta certificados de formación en materia de prevención y de primeros auxilios), siendo la encargada de organizar, dirigir y mantener el control y supervisión de los trabajos realizados por empleados de su Empresa así como de los realizados por otras Empresas subcontratadas. En particular deberá:

- a) Organizar los trabajos dentro del ámbito de su competencia, para garantizar la realización de los mismos con las suficientes garantías de seguridad.
- b) Supervisar y controlar de forma continuada el cumplimiento de las normas de seguridad por parte de trabajadores propios como de trabajadores subcontratados.
- c) Permitir el acceso de sólo personal autorizado/cualificado a los lugares de especial peligrosidad, o a la realización de actividades de especial riesgo

(trabajos en altura, eléctricos, etc.).

- d) Asegurarse de que el personal de obra bajo su competencia ha sido Informado del contenido que le afecte del Plan de Seguridad y Salud.
- e) Ser el interlocutor en obra para cualquier aspecto de seguridad con el personal responsable por parte del Promotor (Dirección facultativa, Coordinador de SyS, etc). Será la persona encargada de garantizar el cumplimiento de las órdenes dictadas por ellos a este respecto.
- f) Coordinar y colaborar con los responsables del resto de empresas intervinientes y con los trabajadores autónomos.
- g) Permitir la manipulación de maquinaria y vehículos sólo a aquél personal que posea los permisos necesarios y/o reglamentarios, y estén suficientemente formados y adiestrados.
- h) Permitir el uso de máquinas, máquinas-herramientas sólo al personal suficientemente formado y adiestrado en su uso.
- i) Controlar que las instalaciones provisionales de obra no presentan riesgos para los trabajadores.
- j) Procurar que la obra se encuentre en buen estado de orden y limpieza.
- k) Controlar el uso efectivo de los Equipos de Protección Individual (EPI's) necesarios para los trabajos, así como se encargará de su suministro y reposición.
- l) Supervisar la correcta ubicación y funcionamiento de las protecciones colectivas (barandillas de protección, redes, pasarelas, etc.), no permitiendo los trabajos si estas no existen o han sido anuladas.
- m) Controlar el buen estado y correcto funcionamiento de la maquinaria y medios auxiliares empleados.
- n) Supervisar que se cumple con las normas y procedimientos establecidos, especialmente con las cinco reglas de oro, para trabajos en instalaciones eléctricas.
- o) Informar puntualmente a su inmediato superior de los incumplimientos que se produzcan en materia de seguridad.
- p) Suspender la actividad en caso de riesgo grave e inminente para la seguridad de



los trabajadores.

- q) Tener en su poder una lista con las direcciones y teléfonos de los centros sanitarios y de extinción de incendios más cercanos, por si fuese necesario en caso de accidente.
- r) Revisar el contenido del botiquín, reponiendo el material usado o caducado.

En _____, a _____ día

Acepto el nombramiento

Fdo.: Responsable de Seguridad

Fdo.: _____ La _____ Empresa
Contratista/Subcontratista

(Cargo y sello de la Empresa)



1.11 ANEXO V. ACTA DE ACEPTACIÓN DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD POR PARTE DE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS

ACEPTACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD DE LAS SUBCONTRATAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Nombre de la obra:

Situación:

Contratista Principal:

Empresa Subcontratista o Trabajador Autónomo:

Adjuntamos copia del Acta de Aprobación del Plan de Seguridad y del Plan de Seguridad y Salud de la Obra, a efecto de cumplir con lo establecido en el artículo 7 del R.D. 1627/97, de entregar una copia del mismo a las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes o concurrentes en la Obra; y a los representantes de los trabajadores, para que puedan presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas.

Entendiéndose el conocimiento y aceptación por parte de la Empresa o Trabajador Autónomo de los riesgos y medidas preventivas propuestas en el Plan de Seguridad y Salud, teniendo en cuenta las indicaciones contenidas en el apartado 4 del artículo 7 del R.D. 1627/97.

Ruego nos remitan el original debidamente firmado y sellado

..... a , de de 20...

Fdo.:

EMPRESA CONTRATISTA

Nombre, firma y sello

Fdo.

EMPRESA SUBCONTRATISTA

Nombre, firma y sello



1.12 ANEXO VI. HOJA DE CONTROL DE REVISIONES

Hoja de control de revisiones

Nº DE REVISIÓN	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISIÓN
0	DD/MM/AAAA	Documento inicial.



ANEXO VI: ACTA Y PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN MARCHA



ACTA DE PUESTA EN MARCHA

PROYECTO	PLATAFORMA LOGÍSTICA 1-10-3A
UBICACIÓN	PARCELA 1-10-3A NOBLEJAS 45350 (TOLEDO)
EDIFICIO	PLATAFORMA LOGISTICA 1-10-3A
INSTALACIÓN	INSTALACION FOTOVOLTAICA
FECHA PUESTA EN MARCHA	ENERO 2025

Mediante el presente Acta de Puesta en Marcha, se hace constar que se han realizado las verificaciones y pruebas funcionales suficientes (incluidas en el protocolo de puesta en marcha de la instalación) para certificar el correcto funcionamiento de la instalación de **INSTALACION FOTOVOLTAICA**.

En el protocolo de puesta en marcha de la instalación se incluyen las anomalías y puntos pendientes encontrados durante la ejecución de las pruebas y verificaciones de puesta en marcha.

NOMBRE

FIRMA Y FECHA

David Cebrián Pérez-Almazán

Enero de 2025



PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN MARCHA

Contenido

01 ANTECEDENTES.....	109
02 OBJETO	109
03 ALCANCE	109
04 MARCO NORMATIVO APLICADO	109
05 PRECAUCIONES.....	110
06 DESARROLLO DE LAS PRUEBAS	110
06A COMPROBACIONES PREVIAS.....	111
07 ANEXO I.....	112
08 ANEXO II.....	116
09 ANEXO III.....	120

ANTECEDENTES

Se pretende hacer y documentar **la GESTIÓN DE LA PUESTA EN MARCHA Y LAS PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CORRESPONDIENTE A LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE LA PLATAFORMA LOGÍSTICA 1-10-3A**, correspondientes al PROYECTO PLATAFORMA LOGÍSTICA 1-10-3A, situado en la PARCELA 1-10-3A en NOBLEJAS 45350 (TOLEDO)

OBJETO

El objeto del presente documento es definir el plan de pruebas para llevar a cabo la puesta en marcha de las instalaciones y sus equipos, con el fin de poder verificar que tanto los equipos como las instalaciones en su conjunto funcionan conforme a las condiciones de diseño, de tal forma que se puedan conseguir los rendimientos y características especificadas en el proyecto.

ALCANCE

El alcance del presente documento engloba las instalaciones de **INSTALACION FOTOVOLTAICA**.

MARCO NORMATIVO APLICADO

El marco normativo obligatorio que se utilizará como referencia para la validación de resultados del proceso de puesta en marcha, lo constituye el referente normativo aplicado en la definición del proyecto PROYECTO PLATAFORMA LOGÍSTICA 1-10-3A y en general, toda la normativa técnica legal vigente que por aplicación corresponda. Entre y otras y de forma no limitativa la siguiente:

LEGISLACIÓN Y NORMATIVA TÉCNICA REFERENTE

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. RD 842/2002.
- Instrucción técnica complementaria “Instalaciones con fines especiales Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos” del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. RD 560/2010.
- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales. RD 2267/2004.
- Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA01 a EA07. RD. 1890/2008.

- Código Técnico de la Edificación.
- Normas particulares y de normalización de la compañía suministradora de energía.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos (BOE 10.05.16)

PRECAUCIONES

Todas las inspecciones, verificaciones y pruebas se realizarán cumpliendo con la reglamentación vigente y procedimientos del proyecto respecto a la seguridad e higiene en el trabajo.

En primer lugar, se deben identificar los Equipos de Protección Individual (EPIS) necesarios para el acceso a las instalaciones y para la manipulación de los equipos, para de esta forma proporcionarlos al personal presente durante las inspecciones y pruebas.

Todas las áreas de trabajo deberán estar limpias y sin obstáculos y todos los peligros deben estar identificados con avisos.

Hay que tener especial atención a los sistemas eléctricos, verificando que las conexiones están correctamente realizadas y sin fallos en el aislamiento.

Verificar que las zonas que vayan a estar a altas temperaturas estén correctamente aisladas o que no se pueda tener contacto directo con ellas de forma accidental.

DESARROLLO DE LAS PRUEBAS

El desarrollo de las distintas pruebas se realizará según los procedimientos que se adjuntan en el anexo correspondiente (ANEXO II)

Durante las mismas se consignarán los resultados obtenidos, anotando cuantas observaciones se consideran necesarias. Todas y cada una de ellas deberán de indicar la fecha en que se realizan y quedaran firmados por el técnico responsable de acreditar la misma.



COMPROBACIONES PREVIAS

En primer lugar, se debe comprobar que todos los accesorios, equipos, instrumentos, cableado están instalados según se indique en el proyecto. Para ello se realizará un chequeo por cada zona indicando las deficiencias encontradas y señalando si dichas deficiencias impiden o no la realización de la prueba.

Es importante que las instalaciones estén correctamente señalizadas, existan etiquetados en los equipos para su identificación y los avisos requeridos en cuanto a seguridad se refiere.

Se verificará la limpieza y buen estado de las instalaciones, equipos, instrumentos, etc.

Todas estas comprobaciones se anotarán en las hojas de Revisión Preliminar que se encuentran en el anexo correspondiente (ANEXO I).

ANEXO I

COMPROBACIONES PREVIAS

Equipamiento de medida a utilizar

LISTADO DE EQUIPOS PRINCIPALES	OBSERVACIONES
Medidor de aislamiento	
Trazador de curvas I-V	
Comprobador de diodos de derivación	
Cámara termográfica	
Piranómetro (medición de la radiación solar)	
Multímetro	

Realizado	
Nombre:	Fecha:
Firma:	



Equipos no disponibles o dañados

Elemento	Ubicación	Condiciona la prueba		
		Si	No	Aspecto afectado

REALIZADO	
Nombre:	Fecha:
Firma:	



LISTADO DE EQUIPOS PRINCIPALES FOTOVOLTAICA

Listado de equipos principales	UDS	MARCA	MODELO
INVERSORES		HUAWEI	SUN2000 -115KTL
PANELES FOTOVOLTAICOS		JA SOLAR	MONO 565W
Observaciones:			

Hojas de comprobaciones

Hoja de control Elementos

Ubicación	Requisito	Marca	Observaciones
Módulo _	No se aprecian daños debido a un impacto de rayo		
	El PDC (dispositivo de cebado) conserva las características electrónicas y/o mecánicas según fabricante		
	No existe ampliación o modificación de la estructura protegida que requiera medidas complementarias de protección contra el rayo		
	No se aprecia ningún corte en conductores.		
	Las fijaciones y protecciones mecánicas están en buen estado		
	No se aprecia corrosión en los componentes		
	Las distancias de seguridad, nº de uniones equipotenciales es suficiente y su estado correcto		
	Estado del contador de rayos correcto. Verificar si la instalación ha recibido algún impacto		
	La instalación dispone de protectores contra sobretensiones. El señalizador local de defecto no indica el agotamiento de los mismos		
	Existe continuidad eléctrica de los conductores de bajada		
	Medición de la resistencia eléctrica de la puesta a tierra		
	Correcto funcionamiento del PDC		

Realizado
Nombre: Fecha:
Firma:



ANEXO II

PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN MARCHA

En el presente anexo, se muestran los procedimientos de puesta en marcha, suficientes para acreditar a juicio de la dirección de obra y del técnico que suscribe la puesta en marcha de las instalaciones a las que se refiere el presente documento.

PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA

Se establecen las acciones a desarrollar para asegurar que la instalación reúne las especificaciones que marca la normativa vigente para la instalación fotovoltaica.

PROTOCOLO DE ESTRUCTURA SOPORTE

El protocolo de inspección consiste en la realización de las siguientes pruebas:

En primer lugar, se procede a comprobar posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc).

Comprobar la fijación de la estructura a cubierta y/o lastres. Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario

Comprobar la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas.

Comprobar el estado de fijación de módulos a la estructura. Operación análoga a la fijación de la estructura soporte a la cubierta.

Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra

PROTOCOLO DE PANELES FOTOVOLTAICOS.

El protocolo de inspección consiste en la realización de las siguientes pruebas:

En primer lugar, se procede a comprobar que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas).

Comprobar que el marco del módulo se encuentra en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas).

PROTOCOLO DE LINEAS ELÉCTRICAS

El protocolo de inspección consiste en la realización de las siguientes pruebas:

Medir resistencia de aislamiento entre conductores activos y entre estos y tierra.

Con este ensayo nos aseguramos que un cable sometido a tensión no va a crear tensiones en el otro, medimos el aislamiento entre cables. las medidas se deben llevar entre todos los cables:

Cada conductor de fase R,S,T contra el neutro.

Cada conductor de fase R,S,T contra el conductor de protección.

El conductor de fase R contra S y T por separado.

El conductor neutro contra el conductor de protección PE

El aislamiento se medirá de dos formas distintas: en primer lugar, entre todas las partes activas del equipo a ensayar unidas entre sí con respecto a tierra (aislamiento con relación a tierra), y a continuación entre cada pareja de conductores activos (aislamiento entre conductores activos).

Durante la primera medida, todas las partes activas (los conductores, incluido en su caso el conductor neutro) estarán aislados de tierra, así como de la fuente de alimentación de energía a la cual están unidos habitualmente.

La segunda medida a realizar corresponde a la resistencia de aislamiento entre conductores activos, se efectúa después de haber desconectado todos los receptores, quedando los interruptores y cortacircuitos fusibles en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida del aislamiento con relación a tierra. La medida de la resistencia de aislamiento se efectuará sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, incluyendo, en su caso, el conductor neutro.

PROTOCOLO DE CUADROS ELÉCTRICOS

El protocolo de inspección consiste en la realización de las siguientes pruebas:

1. Comprobación visual de la protección de las secciones (Comparación de sección con esquema).
2. Identificación de conductores (Comparación de cableado con esquema).
3. Reapretado de todas las conexiones.
4. La tensión en cada salida debe coincidir con la de entrada. Medida de tensión de entrada y salida con equipo voltímetro.
5. Selectividad de automáticos. Comprobación de la selectividad en el disparo de equipos de diferenciales: Esta condición debe garantizar que un diferencial conectado aguas arriba (t_1) no actúe antes que un diferencial de aguas arriba (t_2) para cualquier valor de corriente.

Esta condición debe cumplir que el valor de sensibilidad del diferencial conectado aguas arriba ($I\Delta_1$) sea mayor del doble de la sensibilidad del diferencial conectado aguas abajo ($I\Delta_2$).

Los tiempos de respuesta deben mantenerse bajo los tiempos límites de seguridad.

6. Prueba de Diferenciales. Disparo de diferenciales realizando pruebas de tiempo y corriente de disparo. Mediante el correspondiente equipo homologado.

La medición del tiempo de disparo t_A a la corriente nominal

Medición de tiempo de disparo.

7. Comprobación de aparatos de medida y su correcto funcionamiento en caso de estar instalados.

8. Comprobar maniobras (1), revisión de contactores, cuadros de encendidos mediante el accionamiento de los mismos.
9. Comprobación de rotulación.
10. Comprobación de anagrama del instalador.
11. Medición aislamiento entre conductores activos y tierra (2).
12. Medición aislamiento entre conductores activos. (3).
13. Acompañar esquema eléctrico.

PROTOCOLO DE INVERSORES

El protocolo de inspección consiste en la realización de las siguientes pruebas:

En primer lugar, revisar el cableado verificando que no hay ningún cable suelto y comprobar que la aparatada de protección, como los magnetotérmicos, interruptores, descargadores y fusibles en general estén en su correcta posición y en buen estado.

Revisar la entrada DC verificando que los descargadores DC están correctamente insertados en su base y su “ventana de estado” no está en rojo.

Revisar el módulo variador verificando la correcta posición de los mandos de los magnetotérmicos de protección. Comprobar así mismo, que el fusible (de captación DC) están correctamente colocados.

Revisar la salida AC: verificando que el magnetotérmico auxiliar está ON, los fusibles correctamente insertados en su base y los descargadores AC bien insertados en su base.

Verificar hay humedad en el interior. No iniciar la puesta en marcha hasta secar completamente el interior del equipo.

Una vez realizada una inspección visual general y revisión de cableado, proceder a alimentar el equipo manteniéndolo en paro, siguiendo las pautas establecidas en el manual de instrucciones del equipo instalado. Será obligatorio realizar las tareas indicadas en este punto con la puerta del equipo siempre cerrada, evitando de esta forma posibles contactos con elementos en tensión sin protección IP2X.

Comprobar que el inversor se enciende y que no registre ninguna alarma salvo 0X1000, que indica el de paro manual. Seguidamente, comprobar que las variables dentro del menú de monitorización son coherentes; principalmente las tensiones Vac y Vdc.



ANEXO III

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCION

En el presente anexo, se muestran los programas de puntos de inspección suficientes para acreditar a juicio de la dirección de obra y del técnico que suscribe el correcto funcionamiento de las instalaciones a las que se refiere el presente documento.

I. Lista de comprobación para la instalación FV

Ubicación de la instalación: _____

Fecha de comprobación: _____

Nombre del técnico: _____

1 Estado de los módulos solares

1.1 ¿Existe suciedad claramente visible en la superficie como óxido, musgo, manchas, etc.? Sí No

Si es así, de qué tipo: _____

1.2 ¿Se han sobrevenido sombras adicionales a la zona de los módulos solares, por ejemplo, debido a construcciones o crecimiento de la vegetación en el entorno? Sí No

Si es así, de qué tipo: _____

1.3 ¿Hay dañadas cajas de enchufe (cuerpo, pasacables, etc.)? Sí No

1.4 ¿Están correctamente realizadas todas las conexiones MultiCable? Sí No

1.5 ¿Está en buen estado el marco del módulo (protección del marco, etc.)? Sí No

1.6 ¿Pueden apreciarse daños en el vidrio? Sí No

2. Estado del bastidor del módulo

2.1 ¿Puede apreciarse corrosión intensa (especialmente, corrosión de contacto en los ensamblajes)? Sí No

¿Qué piezas del bastidor están afectadas?

2.2 ¿Hay dañados anclajes del bastidor? Sí No

2.3 ¿Existen otras deficiencias (por ejemplo, uniones atornilladas flojas, etc.)? Sí No

Si es así, de qué tipo: _____



3. Estado de la caja de conexión del generador

- 3.1 ¿Puede apreciarse entrada de humedad? Sí No
- 3.2 ¿Puede apreciarse corrosión / influencia de la corriente en los bornes de conexión? Sí No
- 3.3 ¿Hay daños o bornes flojos en la caja de conexión del generador (cuerpo, pasacables, etc.)? Sí No
- 3.4 ¿Se han disparado los fusibles principales de CC/ protección contra sobretensión? Sí No
- 3.5 ¿Existen otras deficiencias? Sí No

Si es así, de qué tipo: _____

Mediciones de series de paneles

SERIE	Tensión	Intensidad	SERIE	Tensión	Intensidad

4. Estado del cableado

4.1 ¿Puede apreciarse una corrosión intensa en los canales para cables? Sí No

4.2 ¿Pueden apreciarse daños en los cables / tubos protectores (por ejemplo, mordeduras de animales, zonas desgastadas, etc.)? Sí No

4.3 ¿Existen otras deficiencias? Sí No

Si es así, de qué tipo: _____

5. Estado de la puesta a tierra y protecciones

5.1 ¿ Existe conexión a tierra en todas las posiciones de la estructura solar? Sí No

5.2 Medición de la resistencia de puesta a tierra _____ Ohmios

6. Estado de la caseta del ondulator

6.1 Inspección visual exterior / interior: ¿ Pueden apreciarse deficiencias dentro / fuera de la caseta? Sí No

6.2 ¿Pueden apreciarse deficiencias en la zona de entrada de aire (por ejemplo, corrosión, incrustaciones, etc.) Sí No

6.3 ¿Pueden apreciarse deficiencias en la zona de salida de aire (por ejemplo, corrosión, incrustaciones, etc.) Sí No

6.4 ¿Pueden apreciarse deficiencias dentro/ fuera del armario de distribución (fusibles, descargador de protección contra sobrecarga, etc.) Sí No

6.5 ¿Pueden apreciarse deficiencias en la puerta de la casseta del ondulator? Sí No

7. Estado de la caja general de protección

7.1 ¿Pueden apreciarse deficiencias en la CGP? Sí No

Si es así, de qué tipo: _____

8.- Estado de los inversores	
Estado de las conexiones de cableado de CC y CA	<input type="checkbox"/>
Accionamiento de la protección por falta de red. Comprobar rearme a los tres minutos	<input type="checkbox"/>
Prueba interruptor de corriente continua.	<input type="checkbox"/>
Prueba interruptor de corriente alterna	<input type="checkbox"/>

Lugar, fecha

Nombre, firma

Condiciones climatológicas (definición nuboso: ejemplo: 1/2 nuboso significa que hay nubes en la mitad del cielo, la otra mitad está despejada)

Soleado = sin nubes Ligeramente nuboso (hasta 1/4 nuboso) Nuboso (hasta 1/2 nuboso) Muy nuboso (hasta 3/4 nuboso) Cielo cubierto



ANEXO VII: INFOGRAFÍA Y BIBLIOGRAFÍA

INFOGRAFÍA:

Ecuación 1 y 2 - Potencia mínima a instalar (Fuente: CTE DB HE 5, APARTADO 3)	9
Ecuación 2 - Vmax MPPT	28
Ecuación 3 - Vo máx.	28
Ecuación 4 - Vmin MPPT.....	28
Ecuación 5 - Imax MPPT	28
Ecuación 6 - Isc máx.	29
Ecuación 7 - Intensidad máxima admisible DC (Fuente: ITC-BT-19, 20 y 21).....	36
Ecuación 8 - Imax_Adm DC (Fuente: ITC-BT-19, 20 y 21).....	38
Ecuación 9 - Caída de tensión en la línea (Fuente: Anexo CdT de la Guía Técnica de Aplicación).....	38
Ecuación 10 - Intensidad máxima admisible AC (Fuente: ITC-BT-19, 20 y 21).....	39
Ecuación 11 - Imax_adm AC (Fuente: ITC-BT-19, 20 y 21)	40
Ecuación 12 - Caída de tensión en línea (Fuente: Anexo CdT de la Guía Técnica de Aplicación)	41
Ecuación 13 - Intensidad máxima admisible AC (Fuente: ITC-BT-19, 20 y 21).....	42
Ecuación 14 - Imax_adm AC (Fuente: ITC-BT-19, 20 y 21)	43
Ecuación 15 - Icc (Fuente: Anexo Icc de la Guía Técnica de Aplicación)	44
Ecuación 16 - Imax_adm AC (Fuente: Anexo Icc de la Guía Técnica de Aplicación)	44
Ilustración 1 - Ubicación instalación fotovoltaica (Fuente: Google Maps)	4
Ilustración 2 - Punto 1.1 Documento Básico HE - 5 (Fuente: CTE).....	9
Ilustración 3 - Módulo JAM72S30 550/MR (Fuente: El Almacén Fotovoltaico).....	11
Ilustración 4 - Inversor HUAWEI SUN2000-330KTL-H1 (Fuente: Tienda Solar)	13
Ilustración 5 - Inversor HUAWEI SUN2000-185KTL-H1 (Fuente: Tienda Solar)	14
Ilustración 6 - Módulo JA SOLAR JAM72S30-565/LR (Fuente: Energytec).....	15
Ilustración 7 - Inversor HUAWEI SUN2000-115KTL-M2 (Fuente: Sumsol).....	18
Ilustración 8 - Datos meteorológicos NOBLEJAS (Fuente: PVSyst).....	22
Ilustración 9 - Sistema antivertido (Fuente: Energytec).....	25
Ilustración 10 - Tabla Iz según tipo de instalación (Fuente: HD 60364-5-55:2011)	37
Ilustración 11 - Factor de agrupación y factor sol (Fuente: HD 60364-5-52:2011).....	37
Ilustración 12 - Tabla Iz según tipo de instalación (Fuente: HD 60364-5-55:2011)	40
Ilustración 13 - Tabla Iz según tipo de instalación (Fuente: HD 60364-5-55:2011)	43
Tabla 1 - Aspectos eléctricos JA SOLAR JAM72S30 550 (Fuente: El Almacén Fotovoltaico).....	11
Tabla 2 - Especificaciones Eléctricas JA SOLAR JAM72S30 550 (Fuente: El Almacén Fotovoltaico)	11
Tabla 3 - Aspectos físicos JA SOLAR JAM72S30 550 (Fuente: El Almacén Fotovoltaico)	11
Tabla 4 - Resumen primera alternativa (Fuente: Propia).....	15
Tabla 5 - Aspectos eléctricos JA SOLAR JAM72S30-565 (Fuente: Energytec)	16
Tabla 6 - Especificaciones eléctricas JA SOLAR JAM72S30-565 (Fuente: Energytec)	16
Tabla 7 - Aspectos físicos JA SOLAR JAM72S30-565 (Fuente: Energytec).....	16
Tabla 8 - Resumen segunda alternativa (Fuente: Propia)	19
Tabla 9 - Característica generales JAM72S30 565/LR (Fuente: Energytec).....	21
Tabla 10 - Características generales SUN2000-115KTL-M2 (Fuente: Energytec).....	22
Tabla 11 - Relación cableado utilizado (Fuente: Propia).....	23
Tabla 12 - Configuración MPPTs (Fuente: Propia)	27
Tabla 13 - Intensidades IB, IN, IZ E IMax.Adm Inversor (Fuente: Propia)	33
Tabla 14 - Sección de los conductores de fase y protección (Fuente: ITC-BT-19, tabla 2)	34
Tabla 15 - Datos tramo de corriente continua (Fuente: Propia).....	38
Tabla 16 - Cálculo de la intensidad de dimensionamiento (Fuente: Propia)	39
Tabla 17 - Datos tramo de corriente alterna (Fuente: Propia).....	40
Tabla 18 - Datos tramo de corriente alterna hasta Interruptor Automático (Fuente: Propia).....	43

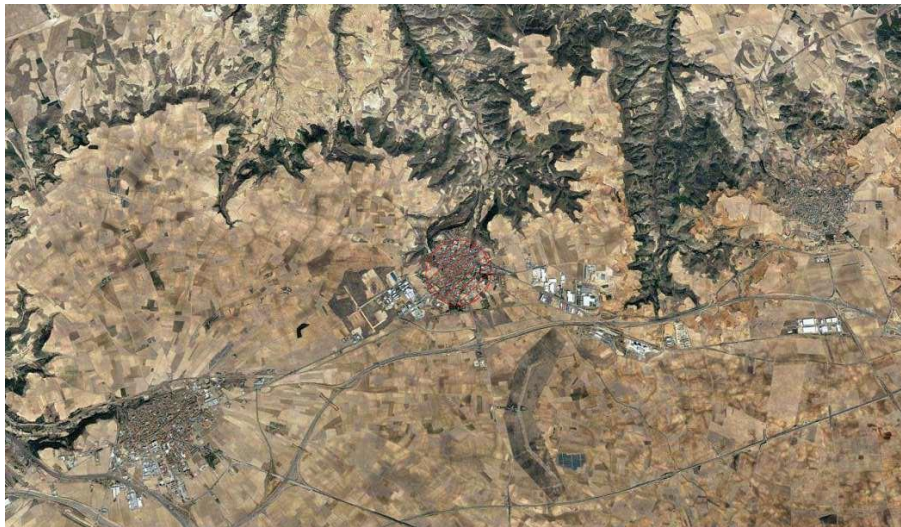
Bibliografía

- Código Técnico de Edificación*. (14 de junio de 2022). Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DBHE.pdf>
- CTE DB HE5*. (s.f.). Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DBHE.pdf>
- El Almacen Fotovoltaico*. (s.f.). Obtenido de https://elalmacenfotovoltaico.com/es/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwg8qzBhAoEiwAWagLrMHZWw_CH5TCyEzGeTTvohwFc9kUVxBShgw2imbbEBilavPcSEgTCRoCNeYQAvD_BwE
- Energytec*. (s.f.). Obtenido de <https://energytec.es/>
- Google Maps*. (s.f.). Obtenido de <https://www.google.es/maps/place/45350+Noblejas,+Toledo/@39.9789647,-3.449873,15z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0xd420b227e54f203:0x60a3160f8c1a0a1d!8m2!3d39.9777876!4d-3.4410005!16s%2Fm%2F02z8g81?hl=es&entry=ttu>
- Guías Técnicas de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*. (Septiembre de 2020). Obtenido de <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Paginas/guia-tecnica-aplicacion.aspx>
- Sumsol*. (s.f.). Obtenido de <https://sumsol.com/>
- Tienda Solar*. (s.f.). Obtenido de https://tienda-solar.es/es/1923-paneles-solares?utm_source=google&utm_medium=ppc&utm_campaign=V_Brand&cmp_id=11083314416&adg_id=109721055078&kwd=tienda%20solar&device=c&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwg8qzBhAoEiwAWagLrG5rhEGeEQJ1QSuBgs4GCwzUM9P2YdMGiXpiNVpLnJB



2. PLANOS

UBICACIÓN

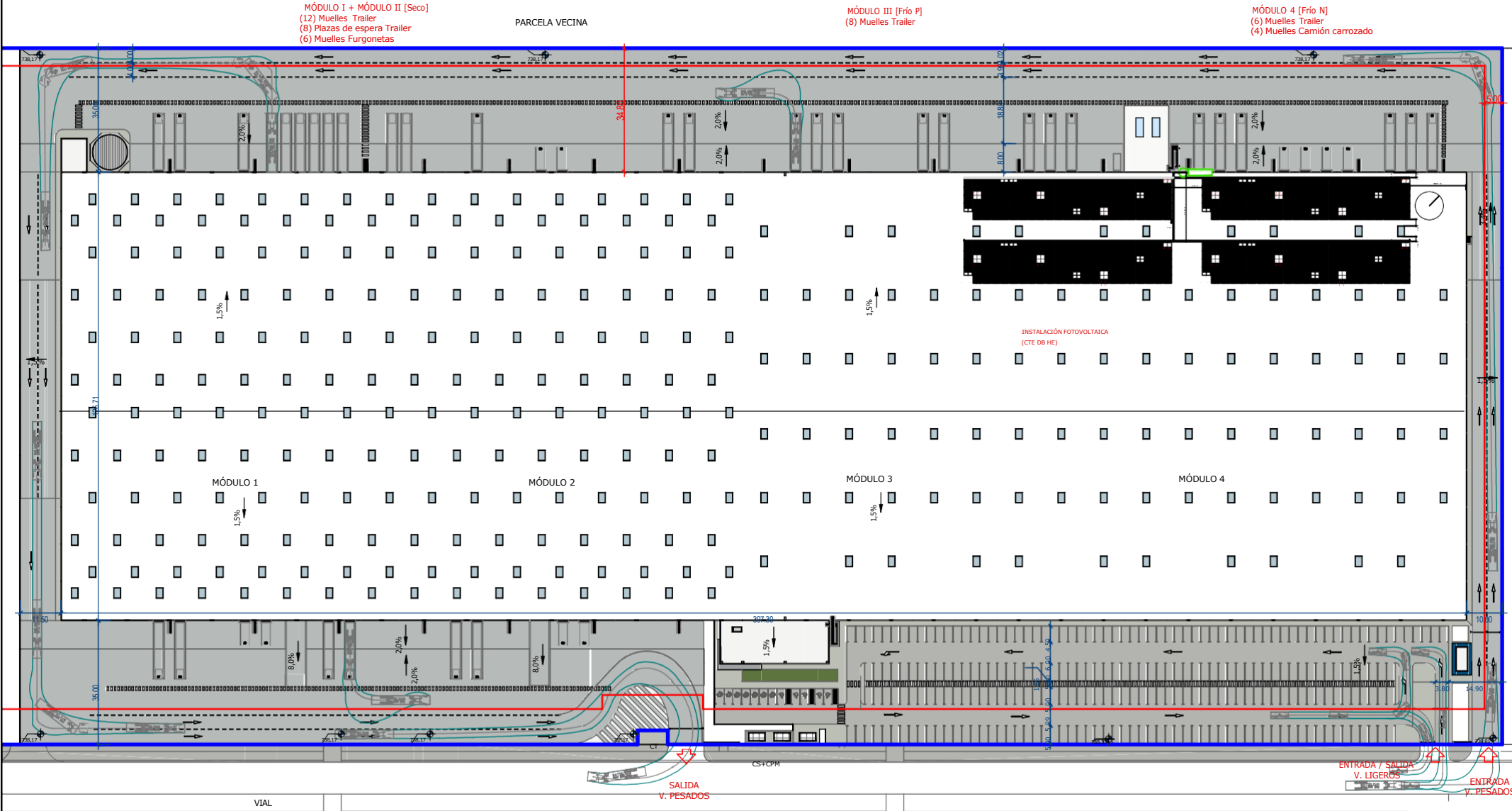



EMPLAZAMIENTO

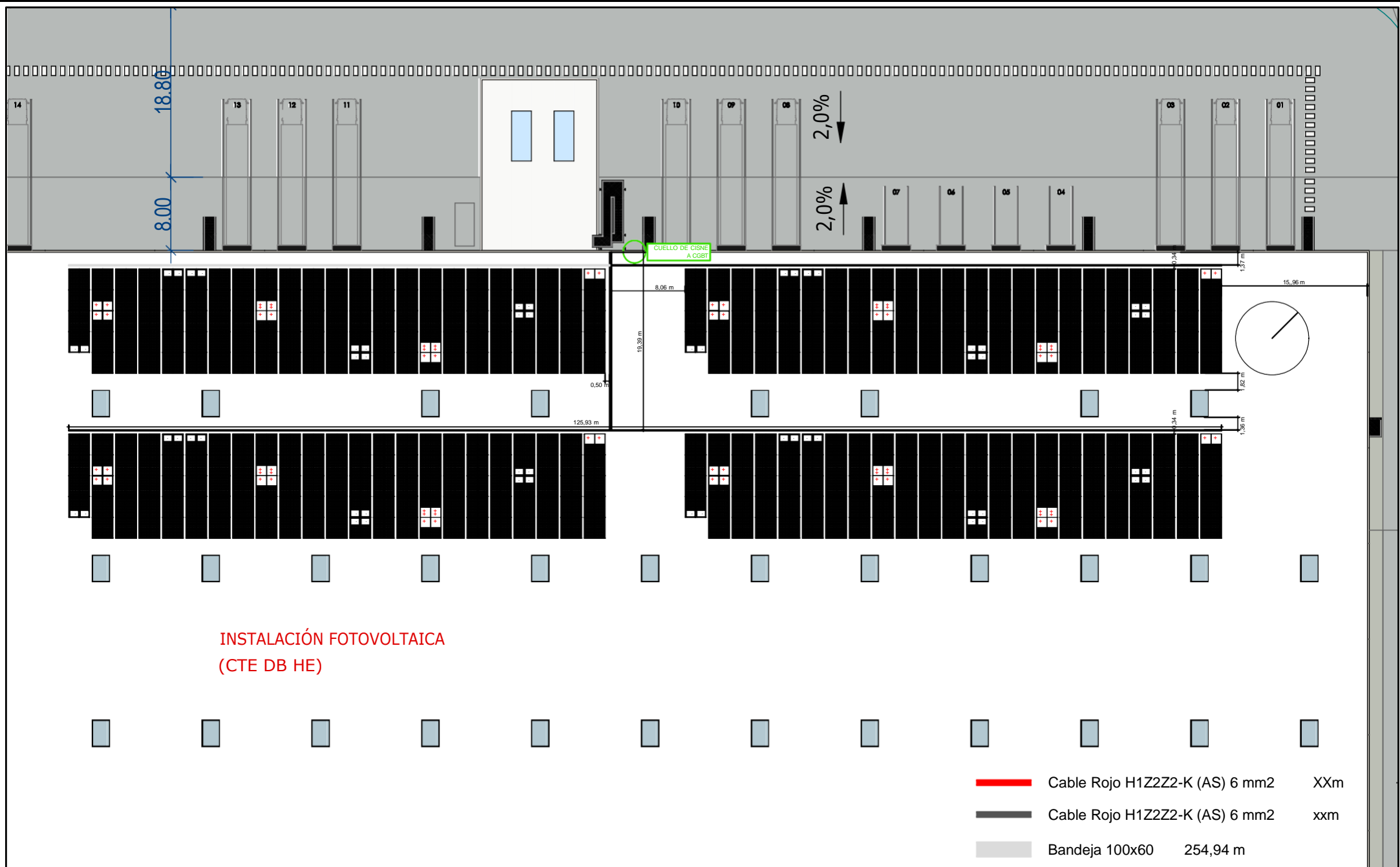
Cliente:	Título del proyecto: Instalación fotovoltaica sobre cubierta para autoconsumo en nave de nueva construcción.	Situación: NOBLEJAS, TOLEDO	Firma: David Cebrián Pérez-Almazán	Versión: V01	Fecha: 13/05/2024	Plano: UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	Hoja: 01/08
----------	---	--------------------------------	---------------------------------------	-----------------	----------------------	-------------------------------------	----------------



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

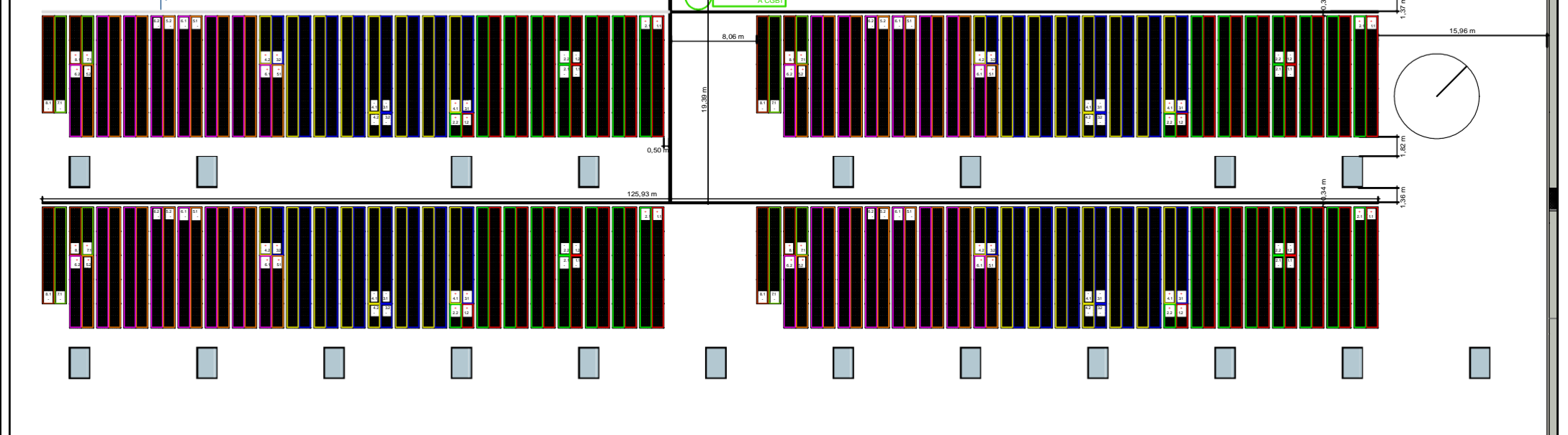
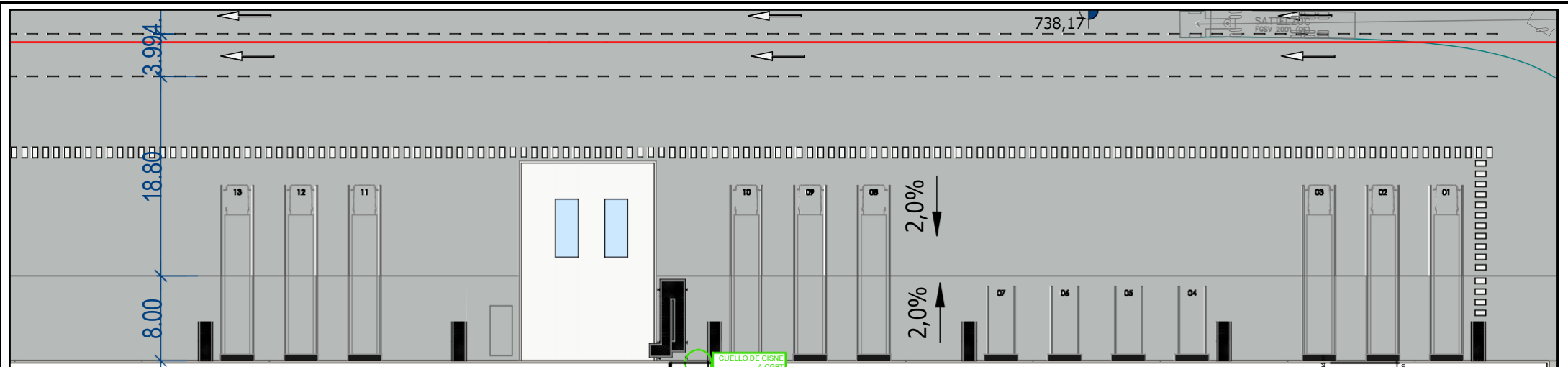


Cliente: Instalación fotovoltaica sobre cubierta para autoconsumo en nave de nueva construcción.	Título del proyecto: NOBLEJAS, TOLEDO	Situación: David Cebrían Pérez-Almazán	Versión: V01	Fecha: 13/05/2024		Plano: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	Hoja: 02/08
---	--	---	-----------------	----------------------	---	----------------------------------	----------------




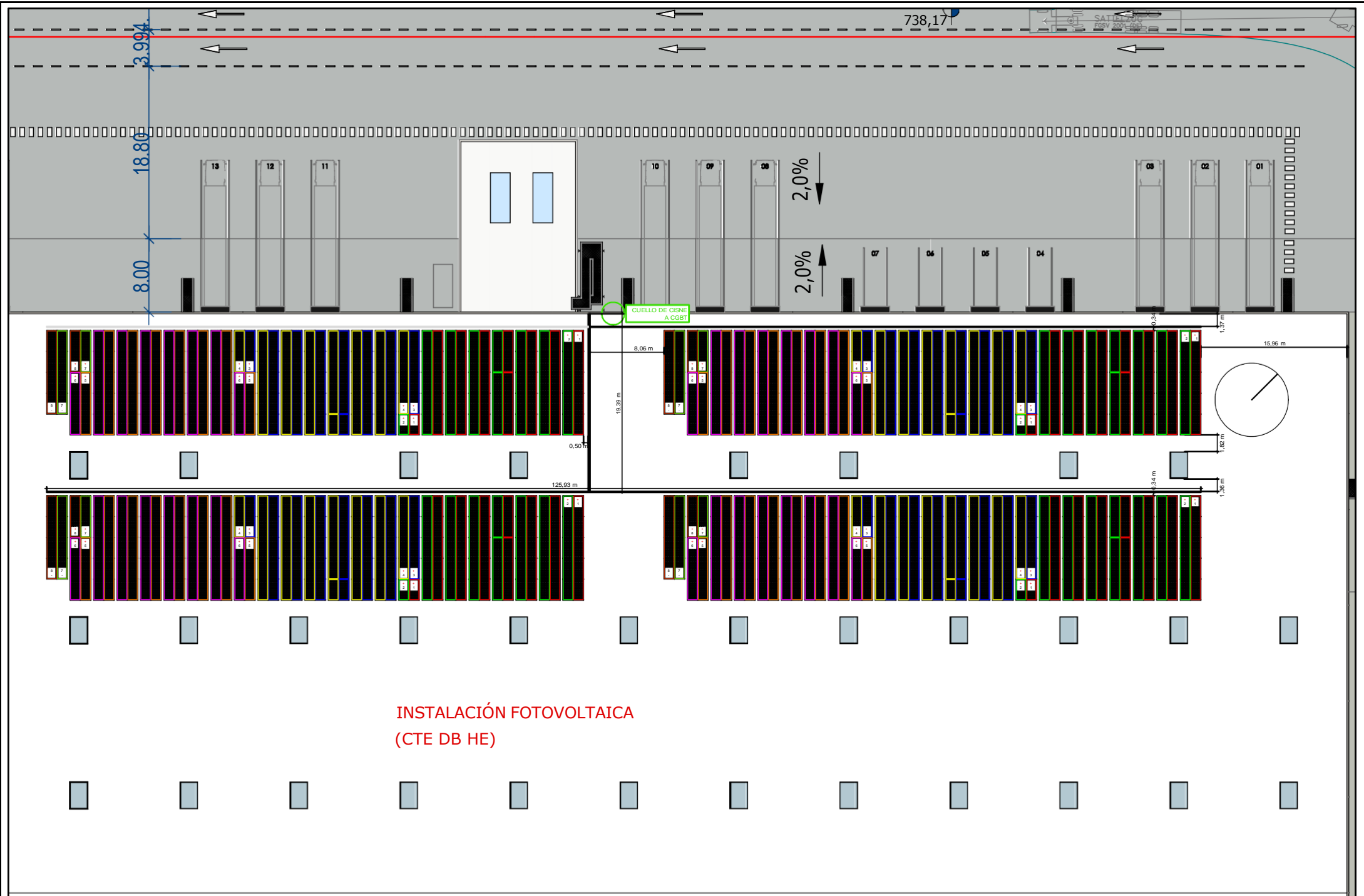
**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
(CTE DB HE)**

- Cable Rojo H1Z2Z2-K (AS) 6 mm² XXm
- Cable Rojo H1Z2Z2-K (AS) 6 mm² xxm
- Bandeja 100x60 254,94 m
- Bandeja 200x60 47,04 m



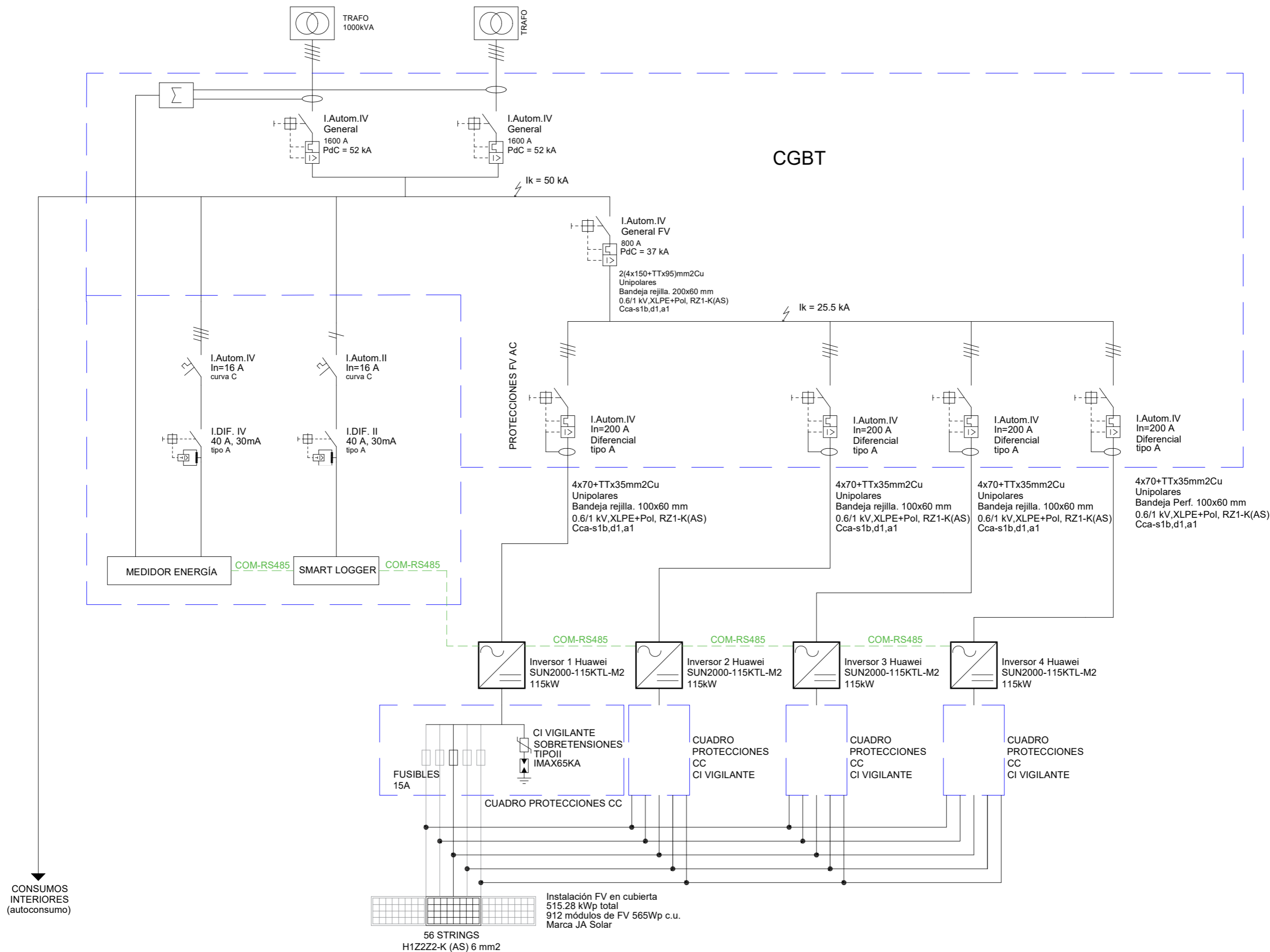
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
(CTE DB HE)

Cliente:	Título del proyecto: Instalación fotovoltaica sobre cubierta para autoconsumo en nave de nueva construcción.	Situación: NOBLEJAS, TOLEDO	Firma: David Cebrán Pérez-Almazán	Versión: V01 Fecha: 13/05/2024 Escala: 0 A1	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Plano: COSIDO STRINGS	Hoja: 04/08
----------	---	--------------------------------	--------------------------------------	---	---	--------------------------	----------------




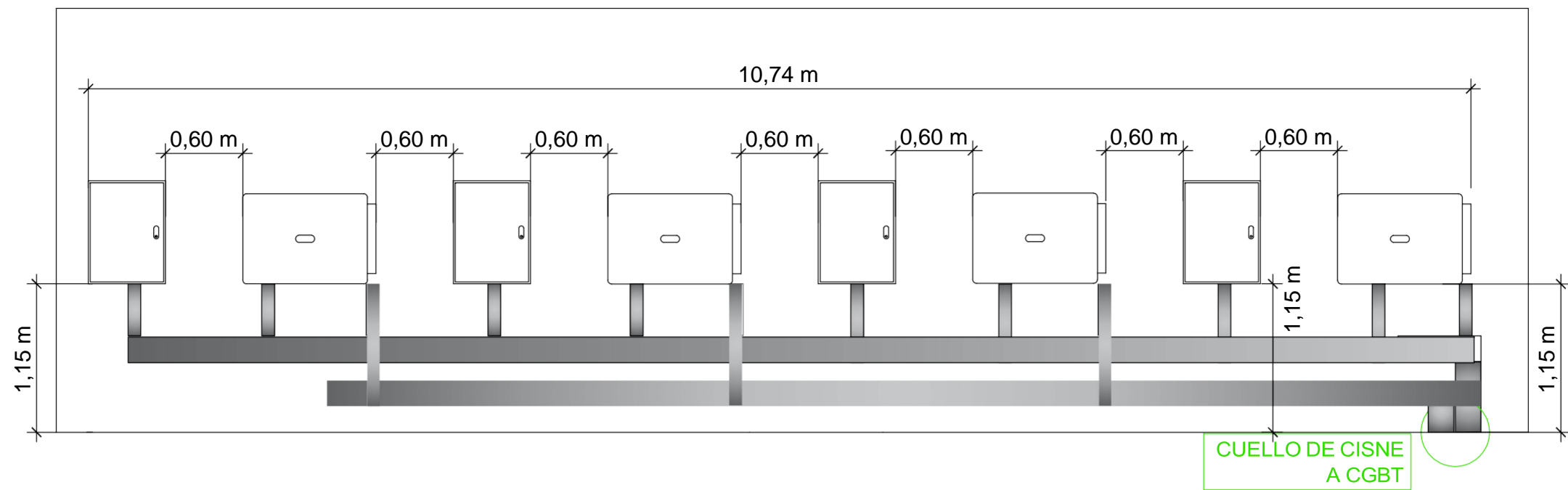
**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
(CTE DB HE)**

Cliente:	Título del proyecto: Instalación fotovoltaica sobre cubierta para autoconsumo en nave de nueva construcción.	Situación: NOBLEJAS, TOLEDO	Firma: David Cebrián Pérez-Almazán	Versión: V01 Escala: 0 1:1	Fecha: 13/05/2024 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Plano: SOMBREADO STRINGS	Hoja: 05/08
----------	---	--------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	-------------



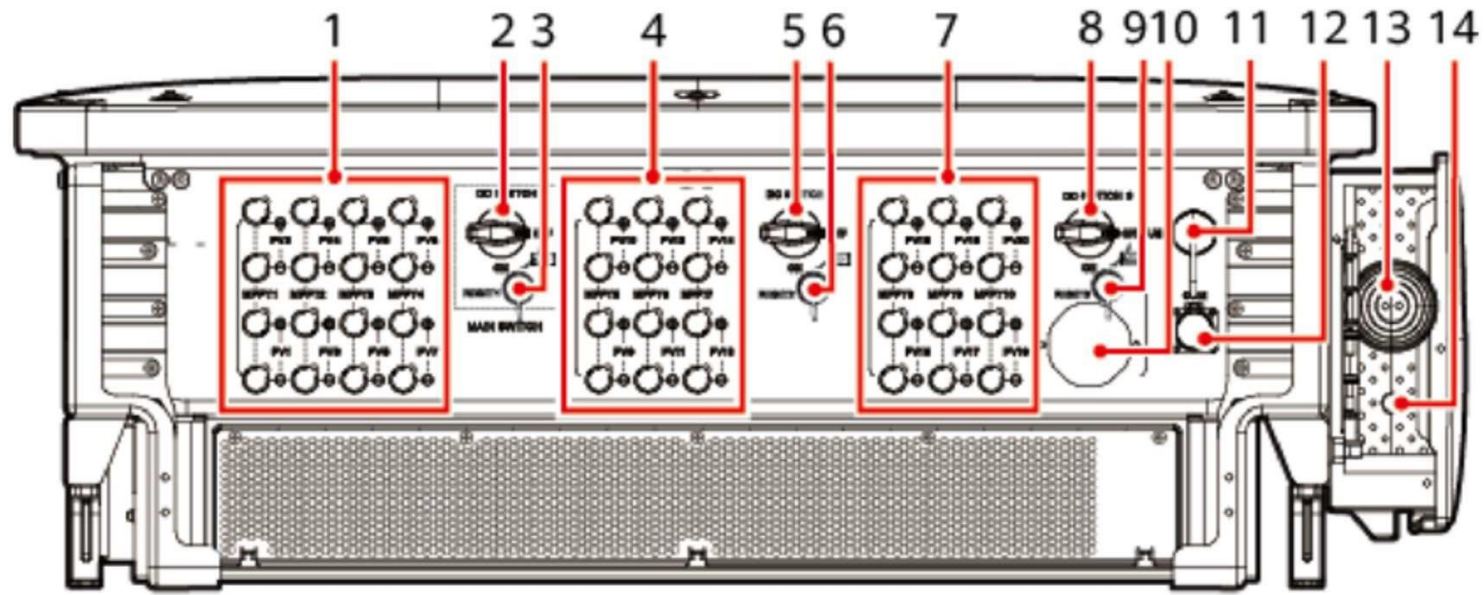
CONSUMOS INTERIORES (autoconsumo)

Cliente:	Título del proyecto: Instalación fotovoltaica sobre cubierta para autoconsumo en nave de nueva construcción.	Situación: NOBLEJAS, TOLEDO	Firma: David Cebrián Pérez-Almazán	Versión: V01	Fecha: 13/05/2024	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Plano: ESQUEMA UNIFILAR	Hoja: 06/08
----------	---	--------------------------------	---------------------------------------	-----------------	----------------------	---	----------------------------	----------------



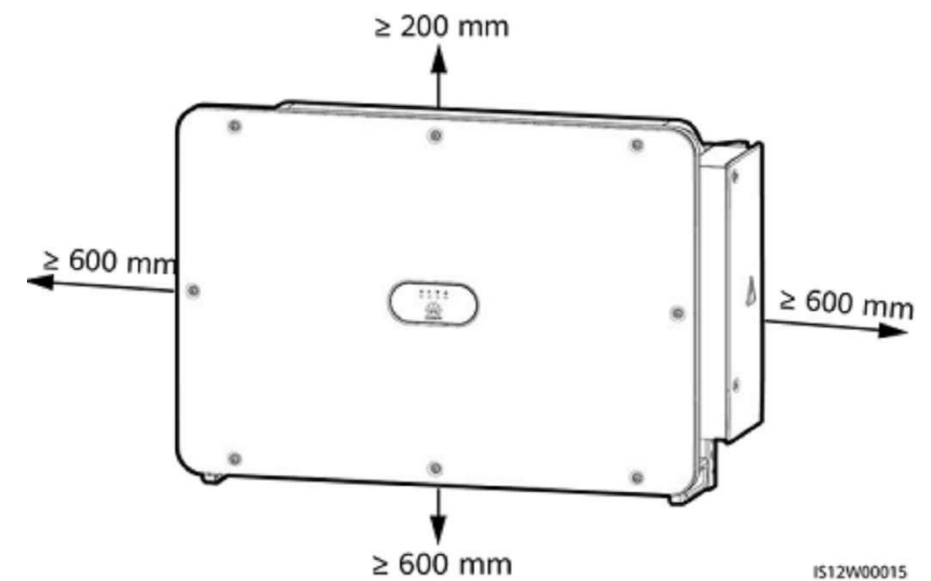
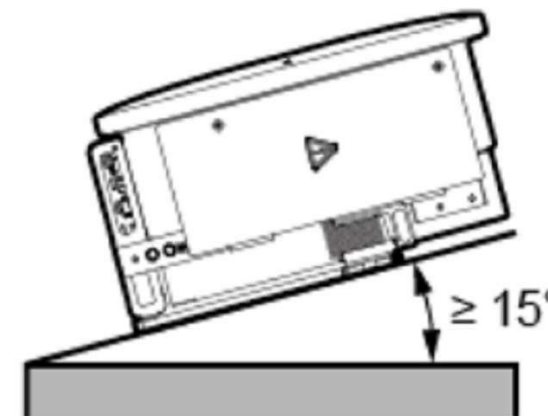
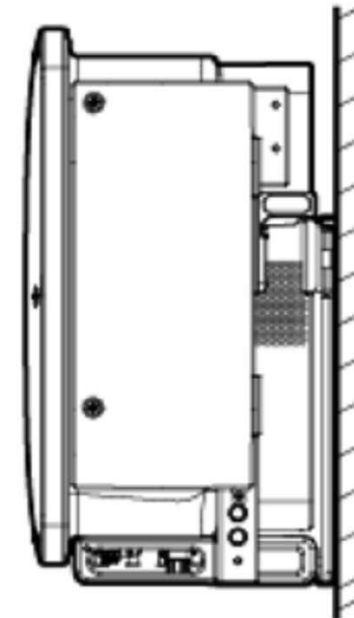
VISTA INFERIOR

DISTANCIAS MÍNIMAS



IS12W00048

- (1) DC input terminal group 1 (PV1–PV8, controlled by DC SWITCH 1)
- (2) DC switch 1 (DC SWITCH 1)
- (3) Reset button 1 (RESET 1)
- (4) DC input terminal group 2 (PV9–PV14, controlled by DC SWITCH 2)
- (5) DC switch 2 (DC SWITCH 2)
- (6) Reset button 2 (RESET 2)
- (7) DC input terminal group 3 (PV15–PV20, controlled by DC SWITCH 3)
- (8) DC switch 3 (DC SWITCH 3)
- (9) Reset button 3 (RESET 3)
- (10) Ventilation valve
- (11) USB port
- (12) Communications port (COM)
- (13) Hole for the AC output power cable
- (14) Hole for the tracking system power cable



IS12W00015



3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1. Objeto

El objeto de este Pliego de Condiciones Técnicas es el fijar las condiciones técnicas mínimas que debe cumplir la instalación fotovoltaica conectada a red. Pretende servir de guía para los instaladores y fabricantes de equipos de este proyecto, defendiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología y proyecto.

Se valorará la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento y producción.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de la instalación.

En determinados supuestos, para los proyectos, se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo y previa autorización de la Dirección Facultativa.

2. Códigos y normas

Este PCT se aplica en su integridad a las instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad.

Será de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas, en concreto:

- Real Decreto 842/2002, de 2 agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 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.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

3. Disposiciones generales

3.1. Documentación

Los distintos documentos que forman el proyecto se complementan mutuamente. En consecuencia, una obra que venga indicada en unos planos y no aparezca en otros deberá ser ejecutada por EL CONTRATISTA, previa consulta a la DIRECCIÓN TÉCNICA, sin indemnización alguna.

Se aplica el mismo criterio a los materiales y trabajos accesorios no indicados en los documentos, o a las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo en el espíritu o intención y que por uso y costumbre son generalmente admitidos como necesarios para la ejecución normal de una obra.

La PROPIEDAD se reserva el derecho a introducir modificaciones en los planos de la adjudicación, facilitando para ello los croquis necesarios. Estas modificaciones no suponen variación del precio salvo que impliquen un cambio que en la documentación de contratación no se podía prever.

3.2. Documentación del proyecto

Se asume implícitamente la posibilidad de ejecución de las obras por el hecho de presentarse a la licitación y el buen funcionamiento de sus instalaciones. Reconoce asimismo haber visitado el emplazamiento, haberse dado cuenta de su accesibilidad, condiciones de ejecución, etc., y por consiguiente habrá valorado los trabajos a realizar. Por consiguiente, no se admitirán reclamaciones por parte del CONTRATISTA por la omisión o error en los planos o no haber interpretado el sentido de las estipulaciones, teniendo en cuenta las cifras y cantidades se dan tan solo a título de información.

Para la ejecución del montaje, EL CONTRATISTA será el único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudiera costarle, ni por las erradas de maniobras que cometiese durante la ejecución, siendo de su riesgo e independiente de la inspección del técnico. Asimismo será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran.

Si a juicio de la DIRECCIÓN TÉCNICA hubiera alguna parte de la obra mal ejecutada, tendrá el CONTRATISTA la obligación de demolerla y volverla a ejecutar tantas veces como sea necesario, no dándole motivo estos trabajos de pedir indemnizaciones de ninguna clase.

3.3. Valoraciones

Las valoraciones de las unidades contempladas en la obra se deducirán de multiplicar el número de estas obteniendo a resultas de las mediciones, por el precio unitario estipulado, sin que su importe pueda exceder a la cifra total de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades de obra contemplado en el proyecto no servirá para la valoración.

Las obras no concluidas se abonarán con arreglo a precios consignados en el presupuesto, sin que pueda pretenderse la valoración de otra manera.

Las cantidades calculadas para obras accesorias, incluidas partidas alzadas del presupuesto, serán abonadas a los precios de la contrata, según las condiciones de la misma o por lo que resulte de la medición final.

3.4. Herramientas e instrumentación

El CONTRATISTA aportará toda la herramienta e instrumentación necesaria para el tipo de trabajo a realizar.

Se dispondrá en obra de medidores de aislamiento, detectores de faltas de cable enterrado, medidores de parámetros eléctricos, equipos para medición de tierras, tarado de relés y en general toda la herramienta e instrumentación necesaria para la correcta ejecución y puesta en marcha de la instalación.

La DIRECCIÓN TÉCNICA se reservará el derecho de rechazar en cualquier momento aquellas herramientas e instrumentación inadecuadas.

3.5. Control de materiales y equipo

El suministro de todos los materiales y equipos a montar, salvo indicación en contra, será por cuenta del CONTRATISTA.

El CONTRATISTA será responsable de los materiales y equipos, incluyendo el personal y medios necesarios para las actividades de recepción en fábrica y en obra, almacenamiento, conservación, manipulación y transporte hasta el lugar del montaje y el mantenimiento necesario después del montaje, hasta la entrega final a la DIRECCIÓN TÉCNICA.

El CONTRATISTA deberá reparar satisfactoriamente, o reponer, todos los materiales y equipos que resulten dañados o inutilizados como consecuencia de una inadecuada o incompleta realización de tales actividades.

La DIRECCIÓN TÉCNICA tendrá acceso y podrá ejercer su supervisión sobre todas las actividades relacionadas con la fabricación, el almacenamiento, manipulación y mantenimiento de equipos y materiales.

En el Plan de Calidad de la obra, el CONTRATISTA establecerá el correspondiente procedimiento general de almacenamiento, manipulación y mantenimiento, en el que se contemplan tanto los aspectos técnicos como de funcionamiento del almacén, con la definición completa del proceso a seguir, las condiciones técnicas y las responsabilidades para cada una de las actividades.

Los materiales de aportación deberán ser almacenados en un área acondicionada, libre de humedad y de temperatura adecuada.

4. Trabajos eléctricos generales

4.1. Generalidades

Este apartado será de aplicación al montaje de canalizaciones eléctricas, incluyendo en este concepto la canalización propiamente dicha, el soportado de la misma y las tapas o blindajes de protección que pudieran incluirse en el diseño, tendido y conexionado de cables, sistema de puesta a tierra y sistema de iluminación y fuerza.

Se establecen en este punto las instrucciones generales que deben seguirse para la correcta preparación, ejecución y documentación de los trabajos que se lleven a cabo durante el montaje.

4.2. Canalizaciones eléctricas

Previamente a la instalación, el CONTRATISTA realizará un replanteo de detalle ajustándose exactamente a la situación de equipos y a la geometría de las estructuras y del trazado general, debiendo tener especialmente en cuenta que:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales de las paredes o estructuras que las soporten o delimiten.
- El replanteo de detalle que elabore el CONTRATISTA será presentado a la DIRECCIÓN TÉCNICA en obra, de la que deberá obtener su aprobación antes del inicio de los trabajos.

Las canalizaciones podrán ser de los siguientes tipos:

- De hormigón
- De cemento
- De fibrocemento
- De plástico
- Metálicas

4.3. Conexionado

Antes de proceder al conexionado definitivo de los cables a sus equipos, el CONTRATISTA llevará a cabo las siguientes operaciones y comprobaciones:

- Procederá al pelado de los hilos, para lo que se emplearán herramientas adecuadas, con el fin de deteriorar el hilo ni su aislamiento.
- Efectuará una comprobación al 100% de la continuidad eléctrica de los hilos que pretenda conectar. Esta comprobación se realizará en circuito abierto, alimentando con una batería de C.C. y utilizando un aparato luminoso-acústico.
- Realizará, asimismo, una comprobación al 100% de aislamiento de entre conductores y entre cada uno de ellos a tierra.
- Para la medida de la resistencia de aislamiento se utilizará un Megger capaz de proporcionar tensión continua en vacío comprendida entre los 500 y 1000 V, para circuitos de baja tensión y de 2500 a 5000 V, para los circuitos de alta tensión. El valor de la resistencia, medida en ohmios, se considerará aceptable cuando se supere la cantidad que se obtenga al multiplicar por 100 la tensión máxima de servicio, expresada en voltios, con un valor mínimo de 250000 ohmios.

Para la realización de las comprobaciones realizadas en el párrafo anterior, el CONTRATISTA elaborará un Procedimiento para la Comprobación de la Continuidad y Aislamiento Eléctrico que presentará a la Dirección Técnica para su aprobación.

En dicho procedimiento se reflejará de forma ordenada y detallada la siguiente información:

- Aparatos y esquemas de la instalación para la comprobación de la continuidad eléctrica de los conductores.
- Medidas a realizar de la resistencia de aislamiento.
- Aparatos y esquemas de conexionado para la realización de la medida de aislamiento.
- Tabla de valores admisibles para la resistencia de aislamiento, en función de las diferentes tensiones de servicio que se dispongan en la Central.
- Precauciones que deberán tomarse durante la realización de las medidas y comprobaciones.

Para la conexión de los diferentes hilos, se empleará una herramienta de engaste que garantice el control de la presión sobre el terminal.

El terminal a emplear en armarios eléctricos y módulos en general, será del tipo de presión pre-aislado de punta u ojal, según exija el punto donde vaya conexionado.

Paralelamente a la ejecución de conexionado, se llevará a cabo el etiquetado del cable, así como de los hilos que lo compongan.

4.4. Sistema de puesta a tierra

Las uniones entre cables o entre cables y pletinas de cobre desnudo se realizarán según se indique en el Proyecto, de alguna de las siguientes formas:

- Soldadura aluminio-térmica
- Uniones atornilladas
- Terminales

En el caso de uniones soldadas, elaborará y presentará a la aprobación de la DIRECCIÓN TÉCNICA un Procedimiento para la realización de la Soldadura tipo Aluminio-térmico, en el que además de quedar reflejadas las variables de proceso, se establecerán la forma y los medios para el cumplimiento de las siguientes condiciones:

Preparación de la unión:

- Se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir hasta que estos tengan el brillo del metal. Se podrá utilizar para esta operación lejía o cepillo de acero.
- Los conductores mojados o húmedos deberán quedar perfectamente secos, pues la realización de la soldadura en tales condiciones ocasionaría la aparición de porosidades, que haría rechazable la unión.
- Asimismo, los conductores que hubieran sido tratados con aceites o grasa serán previamente desengrasados, utilizando para ello un producto adecuado.
- Los moldes para la realización de la soldadura serán los que en cada caso (dependiendo de los materiales a unir), recomiende el fabricante aprobado.
- A cada tipo de unión corresponderá un diseño de molde. No se permitirá la colocación de suplementos en los moldes para realizar soldaduras diferentes con un mismo diseño de molde.
- Antes de realizar la soldadura, los moldes deberán limpiarse y secarse cuidadosamente.

Ejecución de la soldadura:

- Se deberán tener en cuenta las instrucciones del fabricante, las cuales se reflejarán en el procedimiento de soldadura.
- El calor producido durante el proceso de unión no deberá provocar la fusión de ningún punto de los elementos a unir.
- Figurarán en el procedimiento los criterios de rechazo de soldadura, indicando que serán 100% rechazables las uniones con grietas, poros, derrames o cualquier otro fallo.
- El máximo número de veces que se podrá emplear un mismo molde se establecerá a partir de las recomendaciones del fabricante (máximo 50 soldaduras). Como medida de seguridad adicional, se llevarán a cabo muestreos, sobre un 5% de las uniones realizadas con un mismo molde.

Las uniones atornilladas entre pletinas o las que se realicen con grapas especiales o mediante terminales, se efectuarán observando las siguientes precauciones:

- Se limpiarán previamente las superficies de contacto, con el fin de que la resistencia eléctrica de la unión sea la misma.
- La limpieza indicada se llevará a cabo de forma que no se elimine el galvanizado de las pletinas o estructuras que lleven este tratamiento.
- El CONTRATISTA deberá dar el par de apriete adecuado a los tornillos, con el fin de asegurar la continuidad de la unión.

4.5. Recepción de la obra

Previo a la recepción el CONTRATISTA hará entrega de la documentación final en la que se recogerá el estado último en el que ha quedado la instalación: planos, mediciones, recorridos, etc.

En la recepción provisional estará presente el funcionario técnico asignado por la Administración, el facultativo encargado de la Dirección de Obra y el CONTRATISTA, levantándose el acta correspondiente.

Al realizarse la recepción de las obras, el CONTRATISTA deberá presentar las pertinentes autorizaciones de los organismos oficiales para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran. De no cumplirse este requisito, no se llevará a cabo la recepción.

A partir de la fecha de recepción provisional, el CONTRATISTA garantiza todas las obras ejecutadas y los materiales empleados, durante un año. En este periodo se corregirán las desviaciones observadas, eliminará las obras rechazadas y se repararán todas aquellas posibles averías surgidas en lo que tenga que ver con el proyecto.

5. Componentes y materiales

5.1. Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo clase II en lo que afecta tanto a equipos (inversores y módulos), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico. El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaica no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc., de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación, en un lugar accesible para su consulta y verificación.

5.2. Sistemas generadores fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN-61646, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

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

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas en proyecto en este pliego de condiciones técnicas. En cas de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse previamente a la Dirección Facultativa los certificados de los módulos y la justificación del cambio para su aprobación por esta si procediera.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas entre el $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en amos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

5.3. Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Auto-conmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencias de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como micro-cortes, pulsos, defectos de ciclos, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los siguientes controles manuales:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas del inversor son las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superior a las CEM. Además soportará picos de magnitud un 30% superior a las CEM durante periodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25% y al 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiera) para inversores de potencia inferior a 5kW, y del 90% al 92% para mayores de 5kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5% de su potencia nominal.

- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles. IP 30 para inversores en el interior del edificio y lugares accesibles y de IP 65 para inversores instalados a intemperie.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

5.4. Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5% y los de la parte de CA para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

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

5.5. Conexiones a red

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 13) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.6. Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1110/2007 (en los artículos 8 y 9) para medidas de baja tensión.

5.7. Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 14) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 48 Hz) y de máxima y mínima tensión (1,15 Vm y 0,85 Vm respectivamente) serán para cada fase.

5.8. Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15) sobre condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección de continua como la de alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión (RD 842/2002).

5.9. Armónicos y compatibilidad electromagnética

La instalación fotovoltaica deberá cumplir con el Nivel de Inmunidad CEI 1.000.

Los armónicos que puede producir el inversor estarán dentro de los límites establecidos en la Guía sobre la calidad de la onda en las redes eléctricas de UNESA de acuerdo con la norma CEI 1000-3-2 (EN61000-3-2)

Previamente a la puesta en servicio de la instalación fotovoltaica, la compañía podrá realizar un análisis de la calidad de la onda en el punto de conexión, a fin de verificar que se respetan las características de tensión reglamentarias, con el fin de asegurar que la nueva instalación conectada no afecta al resto de clientes de la compañía distribuidora por encima de los límites establecidos.

A fin de realizar las pruebas y un eventual registro de la onda en el punto de conexión, la compañía eléctrica podrá instalar, siempre que lo solicite, un analizador de red. En caso de incumplimiento de los límites establecidos anteriormente, se deberá desconectar la instalación fotovoltaica y realizar las modificaciones oportunas, con objeto de que se cumplan los reglamentos en vigor y las normas ENDESA, UNESA y CE.

Asimismo, el productor deberá entregar, previo a la puesta en servicio de las instalaciones, certificado de cumplimiento de los niveles de emisión de armónicos de la instalación fotovoltaica, de acuerdo con el artículo 16 del RD 1699/2011.

6. Documentación a aportar

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación.

Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en español para facilitar su correcta interpretación.

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

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

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de desconexión.

- Concluidas las pruebas y la puesta en marcha, se pasará a la fase de Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema de suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:
 - Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.
 - Retirada de obra de todo el material sobrante.
 - Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
 - Durante este periodo el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá formar al personal de operación.
 - No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.



4. PRESUPUESTO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA NOBLEJAS (TOLEDO)

<i>Ud</i>	<i>Resumen</i>	<i>CanPres</i>	<i>Pres</i>	<i>ImpPres</i>
CA01	MODULOS FOTOVOLTAICOS	1,00	139.203,12	139.203,12 €
	ud Módulo fotovoltaico JA SOLAR JAM72S30-565/LR	912,00	113,79 €	103.776,48 €
	ud Sop. Inclinado elevado para 2 filas de módulos	456,00	77,69 €	35.426,64 €
CA02	INVERSORES	1,00	23.857,00 €	23.857,00 €
	ud Inversor trifásico SUN-115KTL	4,00	5.964,25 €	23.857,00 €
CA03	CUADROS ELECTRICOS	1,00	3.478,08 €	3.478,08 €
	ud Cuadro de protecciones CC Inversor	4,00	869,52 €	3.478,08 €
CA04	LINEAS ELÉCTRICAS Y CANALIZACIONES	1,00	11.284,29 €	11.284,29 €
	ml Bandeja rejilla 100x60 mm2	254,94	22,68 €	5.782,04 €
	ml Bandeja rejilla 200x60 mm2	47,04	26,97 €	1.268,67 €
	ml Lin solar 2x6mm ² canalizado en bandeja	1.658,60	2,30 €	3.814,78 €
	ml Lin RZ1-K (AS) 0,6/1KV 70mm2	40,00	10,47 €	418,80 €
CA05	MONITORIZACIÓN Y ANTIVERTIDO	1,00	1.477,98 €	1.477,98 €
	ml Cable de control Modbus 3x2x0.22 mm ² c/tubo Ø16	30,00	2,94 €	88,20 €
	ud Registrador de datos SmartLogger3000A	1,00	591,78 €	591,78 €
	ml Controlador PFC100	1,00	329,75 €	329,75 €
	ud Cuadro eléctrico	1,00	- €	- €
	ud Programación y certificación sistema antivertido	1,00	468,25 €	468,25 €
CA06	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	1,00	43.875,35 €	43.875,35 €
	h Jefe de Equipo	320,00	45,00 €	14.400,00 €
	h Oficial de 1º	320,00	40,00 €	12.800,00 €
	h Oficial de 2º	320,00	35,00 €	11.200,00 €
	ud Suministro de pequeño matrial	1,00	5.475,35 €	5.475,35 €
CA07	SEGURIDAD Y SALUD	1,00	522,60 €	522,60 €
CA08	TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN	1,00	2.222,35 €	2.222,35 €
	ud Documentación final de obra	1,00	387,45 €	387,45 €
	ud Legalización de la Instalación fotovoltaica en baja	1,00	1.834,90 €	1.834,90 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL				€ 225.920,77
	6% Gastos general.....			13.555,25 €
	13 % Beneficio industrial			29.369,70 €
	SUMA			268.845,71 €
	21% I.V.A.			56.457,60 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN CONTRATA				€ 325.303,31

El presupuesto de ejecución contrata asciende a **TRESCIENTOS VEINTICINCO MIL NOVECIENTOS VEINTE EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS.**



5. FICHAS TÉCNICAS

585W MBB

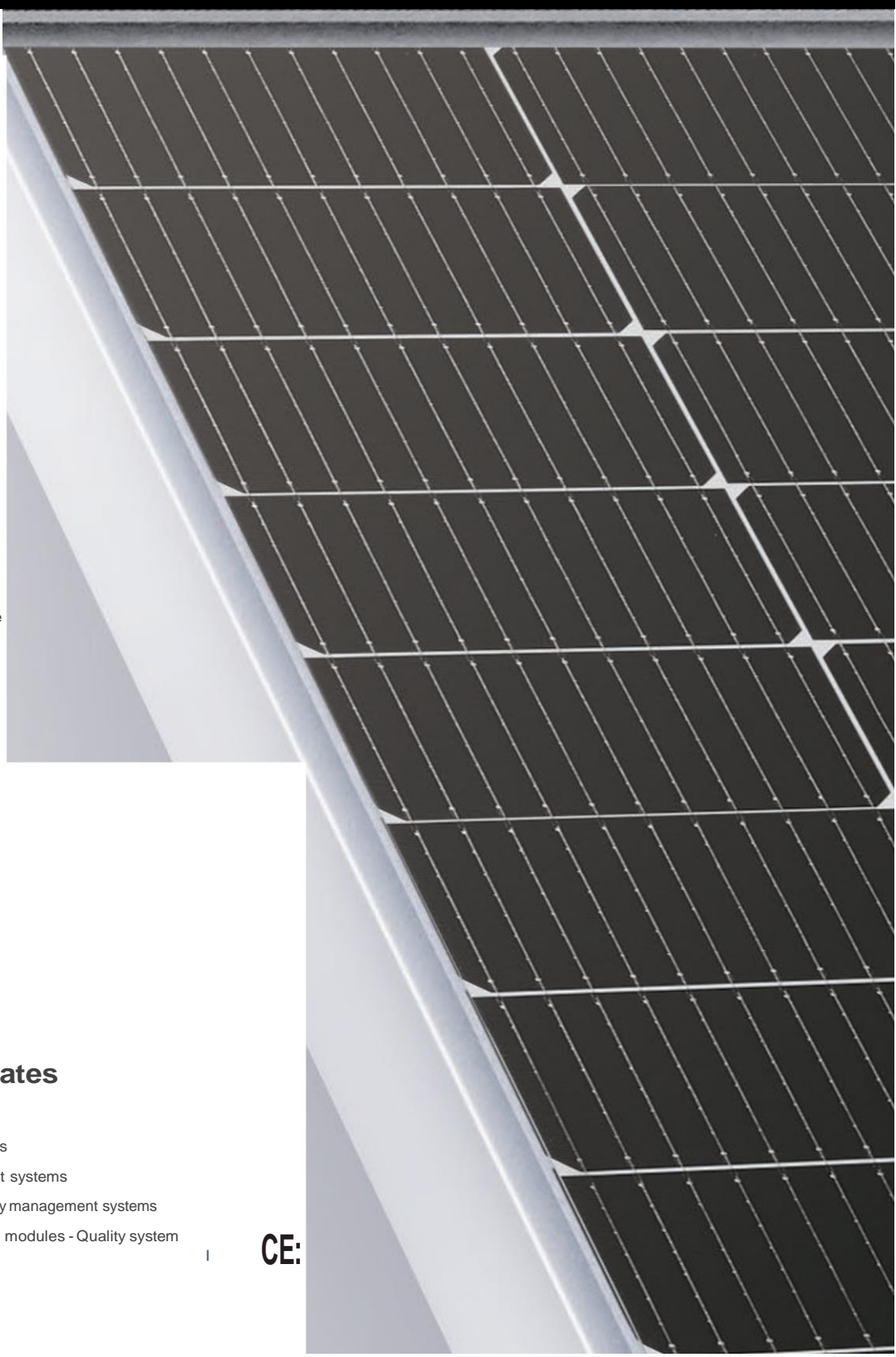
- O Higher output power
- © Lower LCOE
- ® Less shading and lower resistive loss
- @ Better mechanical loading tolerance
- e 12-year product warranty
- \$ 25-year linear power output warranty

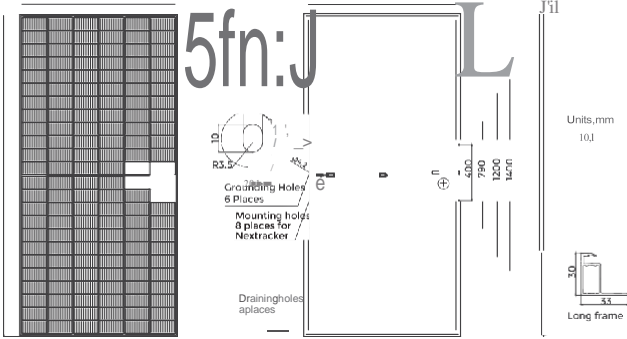
Half-cell Module JAM72S30 LR 560-585

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC 62941: 2019 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Quality system for PV module manufacturing

CE:





Remark: customized frame color and cable length available upon request

Cell	Mono
Weight	28kg
Dimensions	2333±2mmx1134±2mmx30±1mm
Cable Cross Section Size	4mm² (IEC), 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6x24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10-351/ MC4-EVO2A
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); 800mm(+)/800mm(-)(Leapfrog) Landscape: 1400mm(+)/1400mm(-)
Front Glass	3.2mm
Packaging Configuration	36pcs/Pallet. 720pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72530 -560/LR	JAM72S30 -565/LR	JAM72S30 -570/LR	JAM72S30 -575/LR	JAM72S30 -580/LR	JAM72S30 -585/LR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	560	565	570	575	580	585
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	50.32	so.so	50.68	50.86	51.04	51.22
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.49	41.68	41.87	42.05	42.24	42.42
Short Circuit Current(Isc) [A]	14.25	14.31	14.37	14.44	14.50	14.56
Maximum Power Current(Imp) [A]	13.50	13.56	13.62	13.67	13.73	13.79
Module Efficiency [%]	21.2	21.4	21.5	21.7	21.9	22.1
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(a_Isc)	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(_Voc)	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(y_Pmp)	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

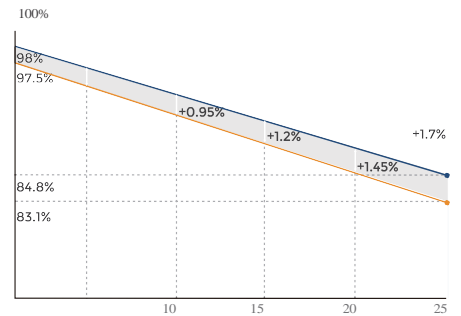
Jti. ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

TYPE	JAM72S30 -560/LR	JAM72S30 -565/LR	JAM72S30 -570/LR	JAM72S30 -575/LR	JAM72S30 -580/LR	JAM72S30 -585/LR
Rated Max Power(Pmax) [W]	424	428	431	435	439	443
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	47.62	47.79	47.96	48.13	48.30	48.74
Max Power Voltage(Vmp) [V]	39.26	39.44	39.62	39.79	39.97	40.14
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.40	11.45	11.50	11.55	11.60	11.65
Max Power Current(Imp) [A]	10.80	10.85	10.89	10.94	10.99	11.03
NOCT	Irradiance 800W/m², ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					

*For Nexttracker installations, maximum static load please take compatibility approve letter between JA Solar and Nexttracker for reference.

® SUPERIOR WARRANTY

0.55% Annual Degradation Over 25 years



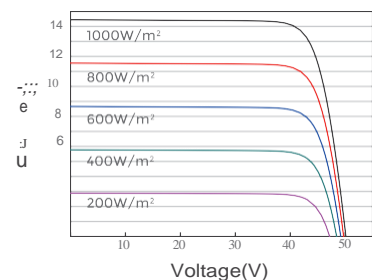
- New linear power warranty
- Standard module linear power warranty

*** OPERATING CONDITIONS**

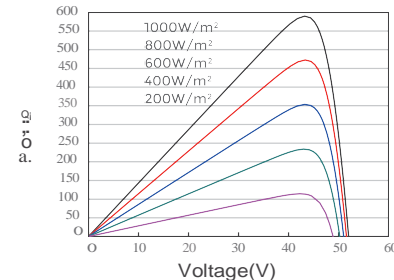
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	25A
Maximum Static Load, Front*	5400Pa(112lb/ft²)
Maximum Static Load, Back*	2400Pa(50lb/ft²)
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type I

!k CHARACTERISTICS

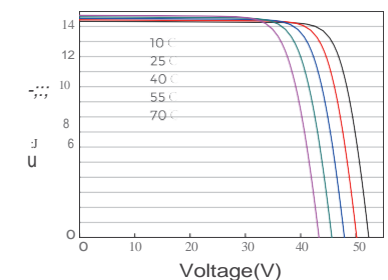
Current-Voltage Curve JAM72S30-575/LR



Power-Voltage Curve JAM72S30-575/LR



Current-Voltage Curve JAM72S30-575/LR



SUN2000-115KTL-M2 Smart PV Controller



10
MPP Trackers



98.8% (@480V)
Max. Efficiency



String-level
Management



Smart I-V Curve Diagnosis
Supported



MBUS
Supported



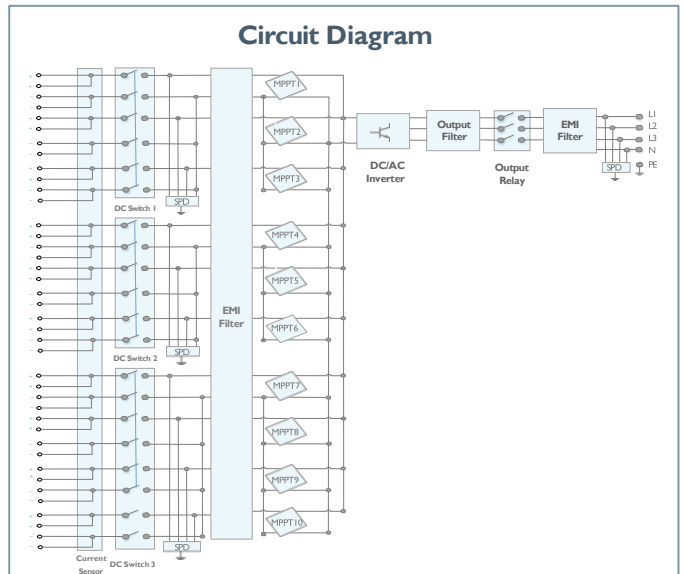
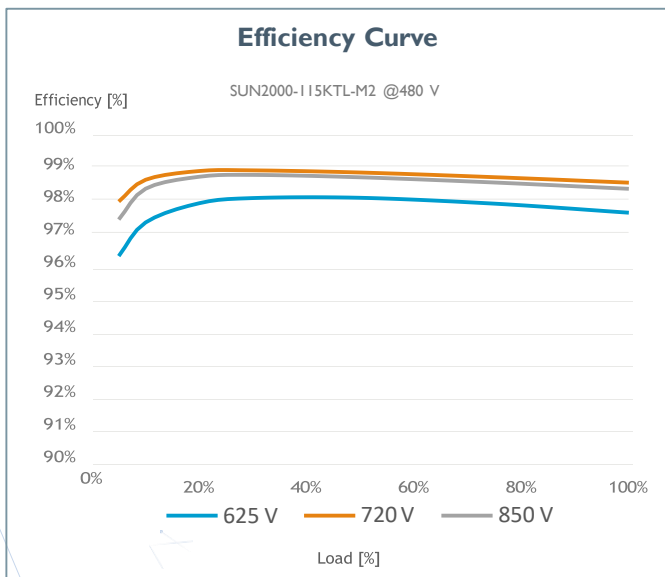
Support
Smart String Level
Disconnecter



Surge Arresters for
DC & AC



IP66
Protection



Technical Specification

SUN2000-115KTL-M2

Efficiency

Max. efficiency	98.6% @400 V, 98.8% @480 V
European efficiency	98.4% @400 V, 98.6% @480 V

Input

Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Current per Input	20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V - 1,000 V
Nominal Input Voltage	600 V @400 Vac, 720 V @480 Vac
Number of MPP trackers	10
Max. input number per MPP tracker	2

Output

Nominal AC Active Power	115,000 W
Max. AC Apparent Power	125,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	125,000 W
Nominal Output Voltage	400 V / 480 V, 3W+(N)+PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	166.0 A @400 V, 138.4 A @480 V
Max. Output Current	182.3 A @400 V, 151.9 A @480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 leading...0.8 lagging
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%

Protection

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

Communication

Display	LED indicators; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485	Yes
USB	Yes
Smart Dongle-4G	4G / 3G / 2G via Smart Dongle - 4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (isolation transformer required)

General Data

Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Weight (with mounting plate)	93 kg
Operating Temperature Range	-25°C - 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 - 100%
DC Connector	Staubli MC4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	< 3.5 W

Standard Compliance (more available upon request)

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

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

EXZHELLENT® Class 750 V (AS)

H07Z1-K TYPE 2 (AS)- Libre de halógenos 450/750 V



class
exZhellent

NORMAS

CONSTRUCCIÓN

EN 50525-3-31
UNE 211002

REACCIÓN AL FUEGO*

UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
UNE-EN 50399
UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
UNE-EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24

CLASIFICACIÓN CPR

DOP 000313
Clase **C_{ca}-s1b,d1,a1**

CONSTRUCCIÓN

1. CONDUCTOR

Cobre, clase 5 según UNE-EN 60228.

2. AISLAMIENTO

Poliolefina termoplástica libre de halógenos, tipo T17 según EN 50363-7.

APLICACIONES

Cableado industrial concebido para aquellas zonas en las que el humo y las emisiones tóxicas representarían un gran riesgo en caso de incendio.

Estos cables están pensados para instalarse en conductos y canalizaciones. También pueden utilizarse en instalaciones protegidas tales como accesorios de iluminación y equipos, así como cuadros de potencia y control.

Para instalación en locales de pública concurrencia.

Temperatura máxima del conductor: +70 °C.
Temperatura mínima de trabajo: -25 °C.

CERTIFICACIONES

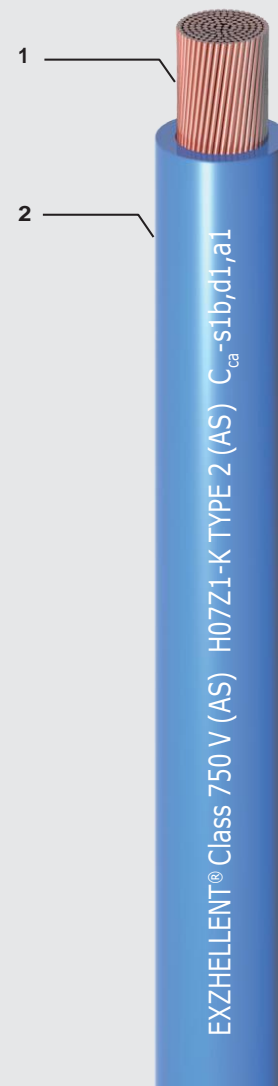


* En azul ensayos de fuego válidos en la UE.



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

Nº DoP 000313



EXZHELLENT® Class 750 V (AS)

H07Z1-K TYPE 2 (AS)- Libre de halógenos

450/750 V



class
exZhelent

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm ²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Intensidad máx. admisible al aire 30 °C (1) (A)	Caída de tensión cos φ = 0,8 (V/A.km)
1x1,5	2,9	20	18	14,5	22,2
1x2,5	3,5	31	22	20	13,3
1x4	4,1	45	25	26	8,30
1x6	4,6	64	28	34	5,56
1x10	6,0	110	36	46	3,26
1x16	7,0	160	42	63	2,09
1x25	8,6	245	52	82	1,38
1x35	9,7	335	59	101	1,00
1x50	11,5	480	69	122	0,720
1x70	13,4	665	81	155	0,528
1x95	15,4	875	93	187	0,419
1x120	17,2	1105	105	216	0,342
1x150	19,0	1375	115	247	0,290
1x185	20,9	1675	130	281	0,252
1x240	24,0	2215	145	330	0,208

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

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

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

Valores nominales sujetos a variación en función de la tolerancia de fabricación.

General Cable

A brand of

Prysmian
Group

ENERGY® Class RV

RV / XV - Estándar de PVC

0,6/1 kV



class
energy

NORMAS

CONSTRUCCIÓN

UNE 21123-2
IEC 60502-1

REACCIÓN AL FUEGO*

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

CLASIFICACIÓN CPR

ENERGY® RV 1000V

DOP 000008
Clase E_{ca}

ENERGY® RV 1000V COBRE SECTORIAL

DOP 000011
Clase E_{ca}

CONSTRUCCIÓN

1. CONDUCTOR

Cobre, clase 1 hasta 4 mm² y clase 2 para secciones mayores según UNE-EN 60228.

2. AISLAMIENTO

Poliétileno reticulado (XLPE) según HD 603-1.

3. CUBIERTA EXTERIOR

Policloruro de vinilo (PVC) tipo DMV-18 según HD 603-1.

APLICACIONES

Cable de distribución de energía y control diseñado para instalaciones fijas.

Temperatura máxima del conductor: +90 °C.
Temperatura mínima de trabajo: -25 °C.



* En azul ensayos de fuego válidos en la UE.



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

Nº DoP 000008
000011

ENERGY® Class RV

RV / XV - Estándar de PVC

0,6/1 kV



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm ²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Intensidad admisible al aire (1) (A)	Intensidad admisible enterrado (2) (A)	Caída de tensión cos φ = Ø (V/A.km)
1x1,5	4,9	37	20	21	21	21,54
1x2,5	5,3	48	22	30	27,5	13,24
1x4	5,7	65	23	40	35	8,281
1x6	7,1	99	71	52	44	5,567
1x10	7,3	130	30	72	58	3,343
1x16	8,2	185	33	97	75	2,135
1x25	9,7	280	39	122	96	1,385
1x35	10,7	375	43	153	117	1,022
1x50	12,0	490	49	188	138	0,777
1x70	13,8	695	56	243	170	0,563
1x95	15,9	950	64	298	202	0,427
1x120	17,5	1190	71	350	230	0,355
1x150	19,4	1460	78	401	260	0,303
1x185	21,5	1820	86	460	291	0,258
1x240	24,1	2345	97	545	336	0,215
1x300	26,8	2945	135	630	380	0,187
1x400	30,1	3730	155	749	430	0,163
1x500	33,8	4765	170	861	483	0,143
1x630	39,3	6155	200	990	552	0,128

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

- XLPE3 con instalación tipo F columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E columna 10b (3x trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo (25 °C).

- con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.
- XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) 1x, 3x trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) 2x, 3G monofásica.

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

ENERGY® Class RV

RV / XV - Estándar de PVC

0,6/1 kV



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Intensidad admisible al aire (1) (A)	Intensidad admisible enterrado (2) (A)	Caída de tensión cos φ = Ø (V/A.km)
2x1,5	8,5	98	64	23	24	21,50
2x2,5	9,0	130	36	32	32	13,21
2x4	10,0	170	40	44	42	8,252
2x6	11,3	230	46	57	53	5,536
2x10	13,0	335	53	78	70	3,322
2x16	15,3	515	62	104	91	2,117
2x25	18,2	770	73	135	116	1,370
2x35	20,1	1000	81	168	140	1,009
2x50	23,1	1330	93	204	166	0,766
2x70	26,7	1865	135	263	204	0,553
2x95	30,8	2540	155	320	241	0,417
2x120	34,2	3175	175	373	275	0,346
2x150	38,1	3920	195	430	311	0,295
2x185	42,4	4900	215	493	348	0,251
2x240	47,5	6280	240	583	402	0,208
2x300	52,8	7855	320	-	-	0,180
2x400	59,6	9980	360	-	-	0,157
3G1,5	9,0	120	68	23	24	21,50
3G2,5	9,8	155	74	32	32	13,21
3G4	10,5	210	42	44	42	8,252
3G16	16,3	650	66	104	91	2,117
3x25	19,4	985	78	115	96	1,370
3x35	21,6	1305	87	143	117	1,009
3x50	24,7	1725	99	174	138	0,766
3x70	28,7	2445	145	223	170	0,553
3x95	33,0	3335	165	271	202	0,417
3x120	36,6	4180	185	314	230	0,346
3x150	40,9	5175	205	359	260	0,295
3x185	45,6	6470	230	409	291	0,251
3x240	51,1	8320	310	489	336	0,208
3x300	56,9	10440	345	549	380	0,180
3x6/4	13,1	335	53	49	44	5,536
3x10/6	15,1	505	61	68	58	3,322
3x16/10	17,7	790	71	91	75	2,117
3x25/16	21,4	1195	86	115	96	1,370
3x35/16	23,6	1525	95	143	117	1,009
3x50/25	27,0	2050	140	174	138	0,766
3x70/35	31,4	2895	160	223	170	0,553
3x95/50	36,2	3945	185	271	202	0,417
3x120/70	40,7	5050	205	314	230	0,346
3x150/70	44,8	6075	225	359	260	0,295
3x185/95	50,1	7680	305	409	291	0,251
3x240/120	56,0	9830	340	489	336	0,208
3x300/150	62,4	12310	375	549	380	0,180
3x400/185	70,4	15625	425	-	430	0,157

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).
 →XLPE3 con instalación tipo F columna 11 (1x trifásica).
 →XLPE2 con instalación tipo E columna 12 (2x, 3G monofásica).
 →XLPE3 con instalación tipo E columna 10b (3x trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo (25 °C) con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.
 →XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) 1x, 3x trifásica.
 →XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) 2x, 3G monofásica.

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

ENERGY® Class RV

RV / XV - Estándar de PVC

0,6/1 kV



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm ²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Intensidad admisible al aire (1) (A)	Intensidad admisible enterrado (2) (A)	Caída de tensión cos φ = Ø (V/A.km)
4x1,5	9,5	140	38	20	21	21,50
4x2,5	10,6	185	80	28	27,5	13,21
4x4	11,6	260	47	38	35	8,252
4x6	14,0	380	57	49	44	5,536
4x10	15,3	540	62	68	58	3,322
4x16	17,5	785	70	91	75	2,117
4x25	21,6	1250	87	115	96	1,370
4x35	23,9	1650	96	143	117	1,009
4x50	27,4	2200	140	174	138	0,766
4x70	31,9	3125	160	223	170	0,553
4x95	36,6	4260	185	271	202	0,417
4x120	41,2	5395	210	314	230	0,346
4x150	45,4	6610	230	359	260	0,295
4x185	50,8	8290	310	409	291	0,251
4x240	57,0	10670	345	489	336	0,208
4x300	63,5	13395	385	549	380	0,180
4x400	71,6	17005	430	-	-	0,157
5G1,5	10,3	170	42	20	21	21,50
5G2,5	11,5	220	87	28	27	13,21
5G4	12,6	315	51	38	35	8,252
5G6	14,5	435	59	49	44	5,536
5G10	17,0	635	130	68	58	3,322
5G16	19,8	1015	80	91	75	2,117
5G25	23,8	1545	96	115	96	1,370
5G35	26,4	2045	135	143	117	1,009
5G50	30,5	2740	155	174	138	0,766
5G70	35,6	3895	180	223	170	0,553
5G95	41,3	5345	210	271	202	0,417
5G120	45,9	6715	230	314	230	0,346
5G150	50,8	8255	305	359	260	0,295
5G185	56,7	10330	345	415	279	0,251
5 G 240	63,7	13320	385	490	323	0,208
5 G 300	70,9	16725	430	565	365	0,180
3x16/2x10	19,7	935	79	91	75	2,117
3x25/2x16	23,6	1425	95	115	96	1,370
3x35/2x16	26,0	1785	130	174	117	1,009
3x95/2x50	40,2	4640	205	314	202	0,417
3x240/2x120	61,9	11540	375	490	323	0,208

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).
→XLPE3 con instalación tipo E columna 10b (4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo (25 °C) con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.
→XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) 4x, 5G trifásica.

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



Construcción

Conductor	Cuerda de cobre estañado flexible
Aislamiento	Polioléfina celular (expandida) Identificación: DIN 47100
Cableado	Pares trenzados cableados conjuntamente en coronas concéntricas. Paso de pareado: · 0,22mm ² : 18/20 vueltas/metro Min. · 0,50mm ² : 12/15 vueltas metro Min.
Pantalla general	Cinta de poliéster/aluminio + hilo de drenaje flexible de cobre estañado Cobertura: 100% + Trenza de hilos de cobre estañado Cobertura: 60%
Cubierta exterior	PVC (Tipo TM2) Color: Gris (RAL 7032)

Características técnicas

Tensión de servicio	250 V (No apto para su conexión directa a la red eléctrica como cable de alimentación)
Tensión de ensayo	1000 V
Tª de servicio	-5°C a +70°C
Capacidad mútua	45 pF/m Aprox.
Impedancia característica	105 Ohm ± 15%
Resistencia de aislamiento	>1000 MOhm*Km

Aplicación

Cable de baja capacidad apantallado para transmisión de datos, diseñado para uso en procesos industriales donde sea necesaria cierta protección frente a interferencias electromagnéticas. Apto para protocolos que utilicen capa física RS-485, RS-232, RS-422.

Normativa/Propiedades

Norma Ref. Diseño	Basado en UNE 212016
No propagador de la llama	UNE-EN 60332-1 (IEC 60332-1)



Datos Constructivos

Código	NxS (mm2)	Ø (mm)	Peso (kg/km)	R à 20°C (Ohm/Km)
05651202	1x2x0.22	5	32	91
05651302	2x2x0.22	6.4	49	91
05651402	3x2x0.22	6.9	59	91
05651502	4x2x0.22	7.5	68	91
05651702	6x2x0.22	9	93	91
05651102	8x2x0.22	10	100	91
05656102	2x2x0.50	9.6	90	39

LEYENDA

Código	Código Cervi
NxS (mm2)	Número de conductores x Sección (mm2)
Ø (mm)	Diámetro Exterior Aprox. (mm)
Peso (kg/km)	Peso cable aproximado (kg/km)
R à 20°C (Ohm/Km)	Resistencia conductor a 20°C (Ohm/km)

MULTIVIA HR

ACABADO DE ALTA RESISTENCIA

MAYOR DURABILIDAD, CALIDAD Y SOSTENIBILIDAD
Sustituto del galvanizado en caliente

+ RESISTENCIA

El acabado **HR** ofrece una **resistencia a la corrosión superior al galvanizado en caliente**, superando las 1200 horas en el ensayo de niebla salina* sin aparición de corrosión roja.

CLASE 8 SEGÚN NORMA IEC 61537

El **HR** posee también un efecto auto-reparador en cortes o rasgaduras.



Acabado HR
después de 1000 horas



Acabado galvanizado en caliente
estándar después de 600 horas

+ CALIDAD

- El acabado **HR** tiene un color plata matizado, completamente libre de irregularidades y de puntas agresivas para una mayor seguridad de los instaladores. Asimismo, su acabado liso y color homogéneo lo hacen muy indicado para instalaciones que requieren de un acabado estético.

+ ECOLÓGICO

Gracias a su especial proceso productivo, el acabado **HR** es más respetuoso con el medio ambiente que otros tratamientos de resistencia similar.

- Producción con menor consumo energético.
- 100% reciclable.
- Cumple directiva RoHS.



www.multiviahr.info



EC002928

EG000055

El conector tipo MC4 es una **manera sencilla y fiable de conectar dos cables solares**. La conexión es sencilla y se puede hacer la desconexión también fácilmente. Los cables solares que se pueden utilizar con los conectores KCF-06-1000V deben tener una **sección máxima de 6 mm²**. Para montaje en panel se suministrara con la correspondiente tuerca de ajuste.



PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- ✓ Conexión de conductores rápida fiable y sencilla in situ gracias a la innovadora tecnología de conexión rápida *snap-in*
- ✓ Rango de temperatura desde -40 ° C hasta +90 ° C
- ✓ Clase de inflamabilidad UL94-V0
- ✓ Protección UV
- ✓ Grado de protección IP67
- ✓ Rigidez dieléctrica: 8kV
- ✓ Resistencia de contacto: <0,5mΩ
- ✓ Aislamiento de clase II
- ✓ Material aislante PC EXL 9330 y cobre con recubrimiento de estaño



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Artículo	Tipo conector	Embalaje	In	Imax	Tensión	Sección	Grado de protección
KCF-06-1000-M	Macho	5 uds	30 A	40 A	1000 Vdc	2,5-4-6 mm ²	IP67
KCF-06-1000-F	Hembra		30 A	40 A	1000 Vdc	2,5-4-6 mm ²	IP67



IEC 60068-2-11
IEC 62852:2014
EN 62852:2015